

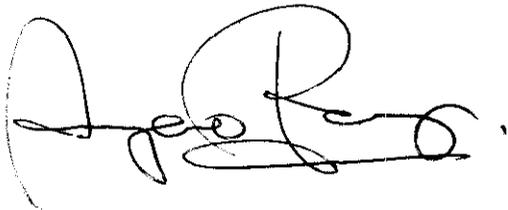
**Análisis del Pérmico y Triásico en el subsuelo del tercio noroccidental de la  
Cordillera Ibérica y áreas adyacentes.**

ARACELI MUÑOZ RECIO

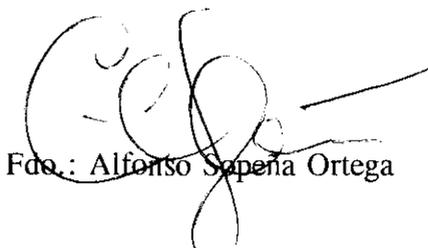
Memoria presentada para optar al  
grado de Doctor en Ciencias  
Geológicas.  
Madrid, 10 de Noviembre de 1993

Esta Tesis Doctoral, ha sido realizada en el Dpto.  
de Estratigrafía de la Univ. Complutense de Madrid y en  
el Inst. de Geología Económica del C.S.I.C.-U.C.M.,  
bajo la dirección de los Drs. Dña. Amparo Ramos Ruiz  
y D. Alfonso Sopena Ortega.

VºBº



Fdo.: Amparo Ramos Ruiz



Fdo.: Alfonso Sopena Ortega

BIBLIOTECA UCM



5301080285

T  
473

**Análisis del Pérmico y Triásico en el subsuelo del tercio noroccidental de la  
Cordillera Ibérica y áreas adyacentes.**



R. T. 2.779

Araceli Muñoz Recio  
1993

A Amparo



## INDICE

### PROLOGO

1. <u>INTRODUCCION</u> .....	1
1.1. OBJETIVOS Y PROBLEMAS PLANTEADOS .....	1
1.2. SITUACION GEOGRAFICA .....	4
1.3. SITUACION GEOLOGICA .....	4
1.4. METODOLOGIA DE TRABAJO .....	7
1.4.1. Calibre del pozo .....	7
1.4.2. Potencial espontáneo .....	7
1.4.3. Registro de la radiactividad natural .....	8
1.4.4. Registro de resistividad e inducción (conductividad) .....	8
1.4.5. Registro sónico .....	9
1.4.6. Curva de densidad .....	9
1.4.7. Curva de porosidad-neutrón .....	10
1.4.8. Muestras directas .....	10
1.5. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS .....	11
2. <u>LITOESTRATIGRAFIA</u> .....	18
2.1. INTRODUCCION .....	18
2.2. INTERPRETACION DE LAS DIAGRAFIAS (SONDEOS) .....	20
2.2.1. Sta. Bárbara .....	20
2.2.2. Baides .....	28
2.2.3. Sigüenza 44-3 .....	33
2.2.4. Sigüenza 50-12 .....	41
2.2.5. El Gredal .....	46
2.2.6. Gormaz-1 .....	54
2.2.7. Alcozar .....	61

2.2.8. Aldehuela .....	66
2.2.9. Don Juan .....	69
2.2.10. Río Francó .....	71
2.2.11. San Pedro-2 .....	74
2.2.12. Iglesias-1 .....	79
2.2.13. Arnedo .....	83
2.2.14. Castilfrío .....	90
2.2.15. Magallón .....	96
2.3. DESCRIPCION DE LAS COLUMNAS LITOSTRATIGRAFICAS .....	101
2.3.1. Serrezuela .....	101
2.3.2. Honrubia .....	102
2.3.3. Anticlinal de Yelo .....	104
2.3.4. Ayllón .....	107
2.3.5. Pálmaces .....	112
2.3.6. Jubera .....	113
2.3.7. Molina de Aragón .....	115
2.3.8. Tabuena .....	121
2.3.9. Moncayo .....	124
2.3.10. Mansilla .....	127
2.4. CARACTERIZACION DE LAS UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS .....	129
2.4.1. Sector norte .....	131
2.4.2. Sector centro .....	145
2.4.3. Sector sur .....	165
2.5. DISCUSION DE LAS UNIDADES Y COMPARACION CON OTRAS AREAS .....	167
3. <u>AMBIENTES SEDIMENTARIOS</u> .....	173
3.1. INTRODUCCION .....	173
3.2. ANALISIS DE ELECTROFACIES .....	174
3.3. ANALISIS DE ELECTROSECUENCIAS Y MEDIOS SEDIMENTARIOS .....	199
3.3.1. Pérmico-Facies Buntsandstein .....	199
3.3.1.1. Sectores centro y sur .....	199
3.3.1.2. Sector norte .....	237
3.3.2. Facies Muschelkalk .....	247
3.3.3. Facies Keuper .....	255
3.3.3.1. Sectores centro y sur .....	255
3.3.3.2. Sector norte .....	280
3.4. EVOLUCION SEDIMENTARIA DE LA CUENCA .....	285
4. <u>INTERPRETACION DE LINEAS SISMICAS Y MAPAS GRAVIMETRICOS</u> .....	292
4.1. INTRODUCCION A LOS METODOS GRAVIMETRICOS .....	292
4.2. INTERPRETACION DE MAPAS GRAVIMETRICOS .....	293
4.3. INTRODUCCION A LOS METODOS SISMICOS .....	297
4.4. INTERPRETACION DE LINEAS SISMICAS .....	298
5. <u>MODELIZACION Y EVALUACION DEL POTENCIAL DE GENERACION DE HIDROCARBUROS EN LA CUENCA</u> .....	311
5.1. INTRODUCCION .....	311
5.2. ANALISIS DE LA GENERACION DE HIDROCARBUROS .....	312
5.2.1. Madurez térmica .....	312
5.2.2. Dinámica de la generación de hidrocarburos .....	317
5.2.3. Indicadores de madurez térmica .....	319
5.3. ANALISIS CUANTITATIVO DE LA GENERACION DE HIDROCARBUROS .....	320
5.3.1. Análisis de la subsidencia .....	322
5.3.1.1. Análisis de la subsidencia tectónica .....	322
5.3.1.2. Estimación del parámetro de extensión .....	327
5.3.2. Análisis cuantitativo de la reflectividad de la vitrinita y cantidad de hidrocarburos generada .....	332

<u>6. RESUMEN Y CONCLUSIONES</u> .....	342
6.1. INTERPRETACION LITOESTRATIGRAFICA .....	342
6.2. ANALISIS SEDIMENTOLOGICO .....	349
6.3. INTERPRETACION DE LA GRAVIMETRIA Y LA SISMICA .....	352
6.4. MODELIZACION Y EVALUACION DEL POTENCIAL DE GENERACION DE HIDROCARBUROS.....	353
<u>7. BIBLIOGRAFIA</u> .....	355
<u>8. APENDICE A</u> .....	368

## PROLOGO

La presente Tesis Doctoral, ha sido realizada en el Dpto. de Estratigrafía de la Facultad de Ciencias Geológicas y en la U.E.I. de Correlaciones Estratigráficas y Paleogeografía del Instituto de Geología Económica del C.S.I.C.-U.C.M.. Ha sido subvencionada por una beca de Recursos Geológicos del Plan Nacional de Formación del Personal Investigador del M.E.C y por los proyectos I.D. 452 financiado por la C.A.C.Y.T. y el C.S.I.C.; PB 88-0070 y PB 91-0106 financiados por la D.G.C.Y.T., dentro de los que se han realizado estas investigaciones.

Quiero agradecer de un modo especial a la Dra. Amparo Ramos y al Dr. Alfonso Sopena, mis amigos y directores de esta Tesis, todo el tiempo y esfuerzo que han dedicado a trabajar conmigo. Para ellos no tengo palabras.

A Yolanda (¿o es Araceli?), que voy a decirte que tu no sepas.

También deseo hacer extensivo mi agradecimiento a los compañeros del Dpto. y U.E.I. por la ayuda que siempre me han dispensado. En especial a Modesto Escudero, que realizó las labores de reprografía y muchas cosas más; a Rosario Ojeda por su paciencia con la búsqueda de bibliografía; a Beatriz Moral que realizó el análisis de las muestras de polen, aunque no encontrásemos nada. De forma particular agradezco el apoyo que me han prestado Alvaro, Consuelo y Perico.

De igual modo me gustaría agradecer la colaboración prestada por Carlos Beroiz, quién nos facilitó el uso del programa MATOIL, y aportó valiosas sugerencias en los capítulos de sismica y generación de hidrocarburos. También expresar mi reconocimiento al Dr. Ramón Querol, por la ayuda prestada en el inicio de este trabajo.

Así mismo, quisiera poder expresar con palabras lo que Fernando ha significado desde el comienzo, como no puedo ya encontraré la forma de hacerlo. De manera singular deseo mencionar a mi amigo Juan Carlos, que en todo momento estuvo ahí. Agradezco el interés de todos mis amigos, vuestra pregunta ya tiene respuesta es: 9 de Noviembre de 1993. Todo llega.

*Para finalizar, el principio de todo, Araceli Recio, "va por ti".*



## 1. INTRODUCCION

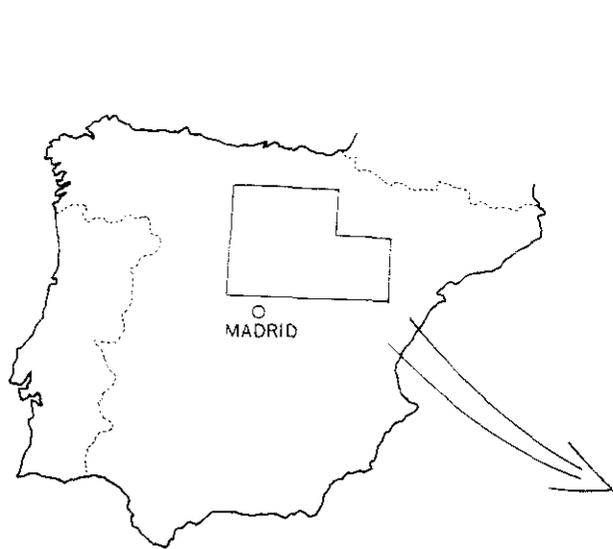
Este estudio, pretende contribuir al conocimiento del Pérmico y Triásico del subsuelo de una región que incluye la Cuenca de Almazán, zona NE de la Cuenca del Tajo, borde E de la Cuenca del Duero, borde NW de la Cuenca del Ebro y el entorno de la Sierra de la Demanda-Cameros (figs. 1 y 2).

Como se verá más adelante al analizar los antecedentes bibliográficos, son muy pocos los trabajos que se han ocupado de los materiales pérmicos y triásicos del subsuelo de la Península, y muy escasos los realizados en el área de estudio, especialmente en la Cuenca de Almazán y en la unión de ésta con la Cuenca del Duero. Por el contrario, es bastante aceptable el nivel de conocimientos que se posee del Triásico y Pérmico que afloran en superficie. Esto permite abordar el problema del Pérmico y Triásico del subsuelo de las áreas anteriormente mencionadas, ya que es posible interpretar los datos de subsuelo con una mayor precisión y fiabilidad. Es obvio que las correlaciones que se establezcan con los datos de superficie serán fundamentales para una correcta interpretación de los datos del subsuelo y para la interpretación general de la cuenca.

### 1.1. OBJETIVOS Y PROBLEMAS PLANTEADOS

A continuación, se exponen los objetivos concretos abordados en este trabajo:

- Recopilación de los datos del subsuelo sobre el Pérmico y el Triásico de las áreas objeto de estudio. Debido a la dispersión que existe sobre los datos del subsuelo español y a la diversidad de fuentes de información, se hizo necesaria una primera búsqueda y síntesis, que permitiera realizar una correcta interpretación de los mismos en base a la mayor y más completa información existente.
- Interpretación litológica de los sondeos disponibles a partir de las diferentes diagrfías ("Gamma Ray",



-  AREA DE ESTUDIO
-  CARRETERAS
-  LOCALIDADES
-  LIMITES PROVINCIALES

REFERENCIA AL M.T.N.  
1: 200.000

20	21	
30	31	32
38	39	40

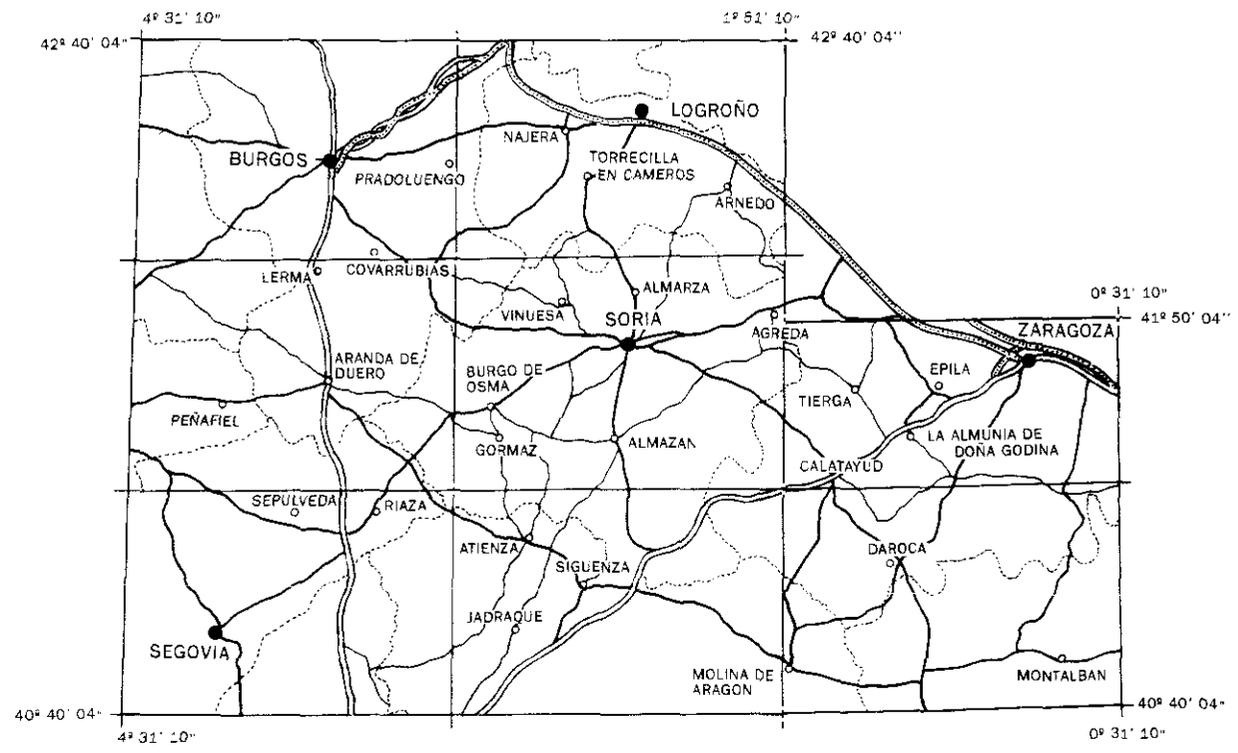
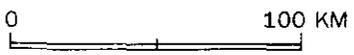


Fig. 1. Situación geográfica

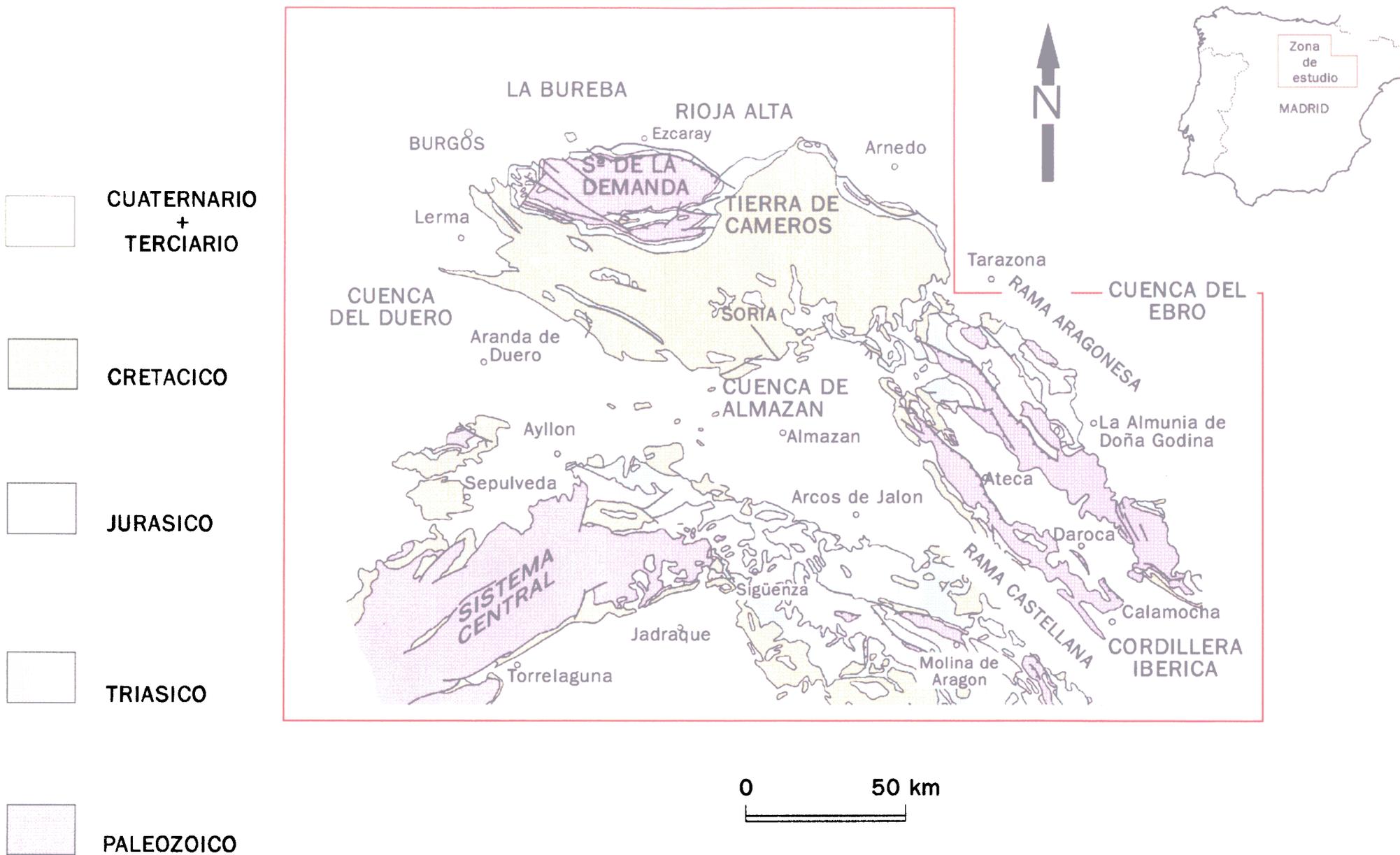


Fig. 2. Situación geológica

Potencial espontáneo, densidad, etc.).

Como las diferentes herramientas de medida utilizadas en cada sondeo son distintas, la interpretación litológica se ha tenido que realizar en cada caso con diferentes diagraffas. Algunas poseen en ocasiones muy baja calidad, por lo que no es posible hacer la interpretación de los diferentes sondeos con la misma precisión.

- Determinación de unidades litoestratigráficas presentes en los sondeos.

Las unidades litoestratigráficas se definen principalmente en función de la litología interpretada, usando las características geofísicas como apoyo.

- Análisis de las líneas sísmicas más significativas disponibles en el área estudiada, con determinación de los reflectores principales colocando estos en los sondeos cuando ha sido posible.

- Realización de perfiles de correlación de sondeos, y series de superficie con apoyo de las líneas sísmicas cuando ha sido posible.

En este caso, se considera fundamental un buen conocimiento de los materiales en superficie para poder elaborar una correcta correlación de los diferentes datos de partida.

- Análisis de electrofacies y electrosecuencias y estudio de su evolución vertical.

- Análisis sedimentológico de series de superficie en zonas próximas a los sondeos estudiados con el fin de facilitar la correcta interpretación de los materiales que atraviesa el sondeo, y favorecer la correlación de estos con áreas más lejanas.

- Interpretación paleoambiental de los medios de sedimentación de los materiales analizados, integrando datos de subsuelo y superficie.

- Evaluación del área de estudio desde el punto de vista de la generación de hidrocarburos.

Para realizar una estimación del potencial generador del área analizada se consideran aspectos tales como la cuantificación de la subsidencia tectónica, estimación de la reflectividad de la vitrinita y otros datos que pueden proporcionar información adicional sobre la cuenca.

- Integración de los datos y elaboración de un modelo de evolución para la cuenca durante el Pérmico y el Triásico, reflejando las variaciones que pudieran haberse producido en la cuenca, tanto en el tiempo como en el espacio, así como las causas que las produjeron.

## 1.2. SITUACION GEOGRAFICA

Desde el punto de vista geográfico, la región estudiada se sitúa en el cuadrante centro-este de la Península Ibérica (fig. 1). Se encuentra incluida dentro de las hojas nº 20 (Burgos), nº 21 (Logroño), nº 30 (Aranda de Duero), nº 31 (Soria), nº 32 (Zaragoza), nº 38 (Segovia), nº 39 (Sigüenza), nº 40 (Daroca) y nº 46 (Cuenca-Guadalajara), del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:200.000.

Desde el punto de vista administrativo incluye parte de las provincias de Burgos, Soria, Segovia, Guadalajara, Logroño y Zaragoza, pertenecientes a las comunidades autónomas de Castilla-León, Castilla-La Mancha, La Rioja y Aragón.

Concretamente este área ocupa un sector casi rectangular (figs. 1 y 2), que se extiende desde La Bureba y Rioja Alta en el norte, hasta Molina de Aragón y el borde norte de la cuenca del Tajo en el sur. El límite este está constituido por la zona de enlace de la cuenca del Ebro y la Cordillera Ibérica. Mientras que el límite oeste se situaría en la zona oriental de la cuenca del Duero y la parte norte del Sistema Central.

## 1.3. SITUACION GEOLOGICA

A escala regional el área estudiada comprende algunas de las grandes unidades geológicas de la Península,

como la Cordillera Ibérica, la parte NE del Sistema Central, la parte E de la cuenca del Duero, la zona norte de la cuenca del Tajo, la cuenca de Almazán, la Depresión de Calatayud-Teruel y limitando el área de estudio en su extremo oriental la cuenca del Ebro (fig. 2).

Es, en las depresiones terciarias, donde se encuentran situados la mayor parte de los sondeos estudiados, mientras que las columnas de superficie se localizan principalmente en los afloramientos situados en la Cordillera Ibérica.

Estratigráficamente los materiales más antiguos se encuentran en el Sistema Central y en algunos núcleos paleozoicos de la Cordillera Ibérica.

#### Precámbrico?

Existe cierta controversia sobre la edad de los materiales más antiguos que se localizan en la región de estudio. Según algunos autores existirían materiales precámbricos en la Sierra de la Demanda (Colchen, 1974), en el área de Paracuellos situada en el valle del Jalón (Lotze, 1929), en el Macizo de Honrubia y en el núcleo metamórfico de Hiendelaencina (Guadalajara), (Schäfer, 1969). Estos afloramientos se consideran parte de la Zona Asturoccidental-Leonesa de la cual serían prolongación hacia el sureste.

#### Paleozoico

Los núcleos paleozoicos se localizan en la Sierra de la Demanda y en las Ramas Aragonesa y Castellana de la Cordillera Ibérica.

El Cámbrico de la Sierra de la Demanda, según Colchen (1974) está formado por un Conjunto terrígeno basal, un Conjunto medio con rocas carbonatadas y arcilloso-carbonatadas y un Conjunto superior terrígeno. Según Lotze (1929), en ambos lados de la Depresión de Calatayud, el Cámbrico podría dividirse en una Serie clástica inferior, una Serie calcáreo-arcillosa media y una Serie clástica superior.

El Ordovícico aflora en el NE del Sistema Central (área de Hiendelaencina, Guadalajara), y está formado por una serie pizarrosa con intercalaciones de cuarcitas en la parte inferior, pizarras oscuras con algún lentejón calizo en la media y un nivel de cuarcita coronando la serie (Julivert y Truyols, 1983). En la Sierra de la Demanda, según los autores anteriormente citados, pueden existir también materiales ordovícicos, aunque la edad de los mismos está en discusión. A ambos lados de la Depresión de Calatayud los materiales del Ordovícico están en continuidad sedimentaria con los cámbricos, formando lo que se denomina Serie Ibérica, con una alternancia de pelitas y cuarcitas y algunas intercalaciones de rocas volcánicas localizadas al SE de Ateca.

El Silúrico presenta una sucesión estratigráfica que es similar, tanto en la parte oriental del Sistema Central como en la Cordillera Ibérica. Según Truyols y Julivert (1983), se trata de una alternancia de pizarras y areniscas, que en la Cordillera Ibérica presenta un importante nivel de cuarcitas en la base.

El Devónico está representado en esta región, por pequeños afloramientos localizados en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica y de forma puntual en el Anticlinal de Riba de Santiuste (Guadalajara), en la Rama Castellana. La representación del Devónico es incompleta y se trata de materiales terrígenos, arcillosos y calcáreos con abundante fauna bentónica y algunos niveles con elementos pelágicos (Julivert et al., 1983).

El Carbonífero aflora de manera muy discontinua. Existen materiales de edad Westfaliense en la Sierra de Albarracín (ITGE, 1991), e igualmente en la Sierra de la Demanda (Colchen, 1974). Se trata de materiales terrígenos y carbonatados con un ligero grado de metamorfismo e intercalaciones de materiales volcánicos (Simón Gómez, 1988).

El Pérmico aparece en afloramientos de escasa extensión, pero generalmente con un espesor importante de sedimentos. Se encuentran dispersos en los bordes del Sistema Central y en ambas ramas de la Cordillera Ibérica. Se trata de sedimentos terrígenos con un fuerte control tectónico de la sedimentación, que en ocasiones se asocian a rocas volcánicas y sedimentos volcánico-clásticos (Virgili et al., 1983).

## Mesozoico

El Mesozoico, está aflorando fundamentalmente en la Cordillera Ibérica. El Triásico se encuentra en facies germánicas, presentando los tres litotipos clásicos, Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper. Los mayores espesores de materiales de esta edad se localizan en la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. En el área de estudio se identifican varios de los litotipos triásicos definidos por Virgili et al. (1977), y Sopeña et al. (1983), para la Península. Existe un "Trías Ibérico", un "Trías Hésperico", localizado en los sectores más occidentales y un "Trías Mediterráneo", en los orientales.

El Jurásico está compuesto por rocas fundamentalmente carbonatadas con cambios laterales de litologías y litofacies, aunque conservando gran similitud. El Jurásico inferior de la Cordillera Ibérica está formado por el Grupo Renales y el Grupo Ablanquejo (Goy et al., 1976), que en las Sierras de la Demanda y Cameros presenta algunas diferencias. El Jurásico medio y superior forman el Grupo Turia (Gómez y Goy, 1979). En la Cordillera Ibérica meridional se observan algunas intercalaciones volcánicas en el Jurásico medio. El Jurásico superior hacia el norte de la Ibérica presenta una marcada influencia terrígena Aurell (1990), con bastantes peculiaridades o puede estar ausente por erosión (Alonso et al., 1989; Alonso y Mas, 1990).

El Cretácico según Rincón et al. (1983), puede dividirse en tres etapas. La primera de ellas, constituida por una sedimentación continental, tiene escasa representación en nuestro área, localizándose fundamentalmente en la Sierra de los Cameros. La segunda etapa está más ampliamente representada que la anterior. Los sedimentos que la constituyen son de naturaleza continental fundamentalmente con incursiones marinas (Alonso y Mas, in litt.). La tercera etapa está representada en todo el área estudiada, comienza con sedimentación continental, existiendo a continuación sedimentación marina y finaliza con una regresión generalizada.

## Terciario

Dentro del área estudiada existen importantes depresiones cuyo relleno principal está constituido por materiales de edad terciaria. Hay también, otros afloramientos de pequeña extensión en el Sistema Central y en la Cordillera Ibérica.

Existen afloramientos del Paleógeno en la cuenca del Duero, concretamente en el sector este y en el borde occidental de la Sierra de la Demanda. Se trata de depósitos de medios fluviales y palustres que se encuentran discordantes sobre los materiales cretácicos infrayacentes y con los miocenos suprayacentes.

Existen también materiales paleógenos en la zona N de la cuenca del Tajo. Es en estas zonas de borde, donde habitualmente el espesor de estos materiales es mayor (Junco y Calvo, 1983).

En el sector de la cuenca del Ebro aquí considerado, el Paleógeno sólo aflora en extensiones muy reducidas (IGME, 1971). En general, son formaciones continentales con facies detríticas de carácter aluvial.

El Neógeno aflora en el borde oriental de la cuenca del Duero, donde los materiales son fundamentalmente miocenos. Son depósitos de abanicos aluviales en los márgenes que evolucionan a sedimentos fluvio-lacustres hacia el centro de la cuenca de sedimentación. El Plioceno representa una reactivación de la cuenca con depósitos de sedimentos fangosos arenosos y conglomerados (Armenteros y Corrochano, 1983).

En el sector occidental de la cuenca del Ebro los depósitos neógenos están representados por materiales detríticos fundamentalmente, aunque existen diversas unidades evaporíticas, formadas por yeso principalmente (Muñoz y Salvany, 1990).

En el sector N de la cuenca del Tajo, el Neógeno (Junco y Calvo, 1983), se compone de sedimentos depositados por varios sistemas de abanicos aluviales que hacia el centro de la cuenca evolucionan a facies de orla media-distal. Durante el Plioceno, tiende a desarrollarse una amplia superficie de erosión.

## Cuaternario

Los materiales cuaternarios suelen encontrarse muy desarrollados. Aparecen en relación con los grandes ríos

actuales (Duero, Ebro, Tajo), en general formando las terrazas. También se pueden encontrar relacionados con los importantes relieves que se localizan en la región de estudio. En este caso forman coluviones y glacis.

#### 1.4. METODOLOGIA DE TRABAJO

La metodología utilizada en este tipo de trabajo, donde se combinan datos de subsuelo y datos de superficie, incluye además de la metodología clásica empleada en el análisis de series de superficie, las técnicas de interpretación de *diagrafías*. Han sido utilizadas también en ocasiones, técnicas de análisis de líneas sísmicas y mapas geomagnéticos y gravimétricos.

La información sobre el subsuelo, proviene básicamente de la investigación realizada por diversas empresas y organismos, para la exploración de hidrocarburos. Por ello, el primer paso ha sido la recopilación, obtención y selección de la información disponible. Esto se ha llevado a cabo principalmente en el Servicio de Hidrocarburos del Ministerio de Industria y Energía. Toda la información obtenida ha sido reinterpretada para un trabajo de investigación con objetivos diferentes de los aplicados por las empresas que obtuvieron inicialmente esta información.

Los datos contenidos en las *diagrafías* permiten unir la geofísica y la geología. Estos datos son imprescindibles, ya que son la única fuente de información sobre la profundidad real y espesor aparente de las capas y proporcionan un análisis casi continuo de las formaciones.

Los registros obtenidos están condicionados por parámetros geológicos (densidad, composición química, *textura*, etc.). Por tanto, como indicó Serra (1986), "los datos de las *diagrafías* deben considerarse como datos geológicos, y su interpretación debe realizarse con el mismo espíritu y de la misma manera que el análisis de las muestras de roca. Deben aplicarse por tanto, los mismos principios y métodos, considerando que las interpretaciones de las *diagrafías* son, en sí mismas, interpretaciones geológicas".

La interpretación que se ha realizado de las *diagrafías*, viene apoyada y reforzada por el análisis de los rípios y de los testigos existentes.

Como se mencionó con anterioridad, los datos básicos para la interpretación de la geología del subsuelo, provienen del análisis de las *diagrafías*. Siguiendo a Rider (1986), se pueden definir las *diagrafías* como "el registro continuo de un parámetro geofísico a lo largo de un sondeo". Así pues, son los parámetros geofísicos medidos los que condicionan las *diagrafías* y por tanto, la técnica usada para la interpretación de las mismas, varía en función del tipo de parámetro medido durante el registro.

A continuación se exponen brevemente los distintos tipos de *diagrafías* que se han empleado, los parámetros geofísicos registrados y las técnicas utilizadas para su interpretación en términos geológicos.

##### 1.4.1. Calibre del pozo

Se clasifica como una medida mecánica (Rider, 1986). Con él se registra el tamaño del pozo, la forma de éste y su variación con la profundidad. Normalmente, el registro viene expresado en pulgadas y refleja el incremento o disminución del tamaño del pozo, al atravesar los distintos tipos litológicos.

Es usado para consideraciones generales sobre litología. Por ejemplo, cuando se atraviesan formaciones duras, el tamaño del pozo se mantendrá constante, mientras que en formaciones porosas se hará más pequeño por absorción del fluido de perforación. También se emplea para calibrar el valor de los registros del resto de las herramientas, ya que cuando existe una caverna en el pozo algunas de ellas, como por ejemplo el sónico, presentan alteración en las medidas.

##### 1.4.1. Potencial espontáneo (Sp)

Se incluye dentro de las medidas llamadas espontáneas (Rider, 1986). Se registran en él, las corrientes

eléctricas espontáneas generadas por el desequilibrio creado al poner en contacto tipos de rocas que por naturaleza están aisladas. Normalmente, las corrientes se generan por las diferencias de salinidad entre el fluido de perforación y el agua de formación de las rocas atravesadas.

El registro viene expresado en milivoltios. La escala es positiva hacia la derecha y negativa hacia la izquierda. Tiene principalmente usos cualitativos. Normalmente se utiliza para la evaluación de la resistividad del agua de formación, siendo también usada para el cálculo del volumen de arcilla.

Cuando existen intervalos de arcillas en los cuales el SP no registra cambios (es constante) y está próximo a cero, se puede definir la línea basal de arcillas. Contrariamente, se define el SSP, como el potencial espontáneo estático y son las capas muy permeables las que determinarán la línea de arenas limpias. Este registro se aplica frecuentemente en el análisis de facies. Los cambios en base a esta línea, se interpretan como variaciones en la porosidad y en el porcentaje de arcilla contenido en un determinado intervalo.

#### 1.4.3. Registro de la radiactividad natural

Está incluida también dentro del grupo de las medidas de propiedades espontáneas (Rider, 1986). Registra la radiación que emiten las rocas de forma natural por su contenido en elementos radiactivos, principalmente, uranio y potasio.

Su unidad de medida son los grados API ("American Petroleum Institute"), y la escala más común varía de 0-100 o de 0-150 API.

Dado que las arcillas son los materiales que contienen un mayor porcentaje de materiales radiactivos, esta medida ("Gamma Ray" = GR), es empleada para identificar niveles de arcillas. Mediante este registro se suele definir la línea base de arcillas y se usa también para calcular el volumen de arcillas existente.

El registro del GR es muy útil para determinar litologías, debido al distinto porcentaje de isótopos radiactivos que contienen los materiales. Existen unas tablas de rangos de variación de los valores en grados API, para cada una de las distintas litologías. De modo general, puede decirse que cada material contiene un distinto porcentaje de isótopos radiactivos. Las arcillas presentan valores altos en el registro de GR, las areniscas poseen valores variables según su contenido en micas o en feldespato potásico, las sales tienen valores muy bajos o nulos, a excepción de las sales potásicas, etc. Es de destacar, que la presencia de materia orgánica se registra como una elevación en los valores de GR.

La curva de GR también se emplea con frecuencia para la definición de electrofacies. Por ejemplo, un aumento progresivo de los valores de GR encontrado en areniscas, marcaría una tendencia decreciente en el tamaño de grano (Cant, 1984).

#### 1.4.4. Registro de Resistividad e inducción (Conductividad)

Se incluye en el grupo de las denominadas medidas inducidas (Rider, 1986). Con el registro de resistividad se mide la resistencia de una roca al paso de la corriente eléctrica. Los registros de inducción miden la conductividad de la roca frente a una corriente eléctrica.

Su unidad fundamental de medida son los ohmios por  $m^2/m$ . La escala, es generalmente logarítmica, variando de 0,20 a 2000 ohms  $m^2/m$ . Existen muchos tipos de registros de resistividad, en función de la capacidad de penetración lateral que tenga la herramienta utilizada en las rocas.

Este registro está muy relacionado con la textura de las rocas y con los fluidos presentes en ellas. También juega un papel importante la existencia de minerales arcillosos, que actúan sobre la capacidad de resistencia a la corriente eléctrica de los materiales.

Como regla general, las rocas porosas presentan resistividades más bajas, pues pueden contener fluidos

conductores en los poros. Las arcillas presentan valores de resistividad muy variables. Es pues un registro que proporciona, en principio, datos texturales de los materiales. También se usa para establecer intervalos y dependiendo de su capacidad de resolución, marca muy bien los límites entre capas. Por ejemplo si la resolución es baja, se ven bien las tendencias litológicas.

#### 1.4.5. Registro sísmico

Se incluye en el grupo de las medidas de propiedades inducidas (Rider, 1986). La curva que se obtiene representa la capacidad de la roca para transmitir ondas de sonido. La unidad de medida empleada es el microsegundo por pie ( $1 \text{ ms} = 1 \times 10^{-6} \text{ s}$ ). Esto es lo que se denomina tiempo de intervalo de tránsito  $\Delta t$ . La escala empleada varía desde 40 ms/p hasta 140 ms/p (menos frecuente es de 240 a 40 ms/p). Es de tipo aritmético, con los valores mayores en la izquierda y los menores en la derecha. Los ms/pie, son inversos a la velocidad. Es decir, cuando la velocidad es alta es menor la lectura de los valores de ms/pie ( $\Delta t$ ) y viceversa. Las rocas de composiciones puras, tienen a menudo valores tabulados, por ejemplo, anhidrita 50 (ms/pie)  $\Delta t$ , halita 66,7-67 (ms/pie)  $\Delta t$ , etc. (Serra, 1979).

La medida efectuada por el registro sísmico, está relacionada con la litología, la textura y la porosidad de la roca. Este registro se ve afectado por las cavidades del pozo, produciéndose entonces lecturas muy altas que se denominan "cycle skipping". Las rugosidades del pozo también le afectan, produciendo lecturas muy bajas que se denominan "picos de ruido".

El sísmico no es el mejor registro para determinar litologías, pero a grandes rasgos se puede decir que las velocidades altas están relacionadas con carbonatos, las velocidades medias con mezclas de arenas y arcillas y las velocidades bajas con arcillas.

Este registro es muy útil para la correlación, ya que la velocidad en los intervalos de roca es, aparentemente, característica. Así pues, el sísmico marca intervalos con valores o tendencias definidas muy útiles para correlaciones entre sondeos. Se emplea también para "calar" los distintos marcadores e intervalos de una sección sísmica con el pozo.

#### 1.4.6. Curva de densidad

Está incluida dentro del grupo de las medidas inducidas (Rider, 1986). Esta curva registra la densidad total de los diferentes intervalos atravesados por el sondeo. Así pues, está relacionada con los minerales que forman la roca y con los fluidos contenidos en sus poros.

Para obtener el registro, se bombardean las paredes del pozo con rayos gamma y se mide posteriormente la alteración que han sufrido. Esta alteración es función de la densidad electrónica, que se define como la cantidad de electrones que hay por  $\text{cm}^2$ .

La unidad de medida empleada en la curva de densidad es el gr/cc. La escala varía habitualmente entre 2,0 y 3,0 y se representa de forma lineal. Las cavidades y rugosidades del pozo provocan generalmente una disminución en los valores de densidad medidos.

El uso de esta curva está muy relacionado con la litología, pues es una medida directa de la densidad de un intervalo y por tanto se relaciona con su composición mineralógica. Sin embargo, como las rocas no son mineralógicamente puras, este parámetro en algunas ocasiones es poco determinante. Este problema suele subsanarse utilizando junto con este registro el neutrón, como se analizará más adelante.

Las litologías más características presentan unos rangos de variación típicos en las lecturas de densidad, aunque pueden alterarse por la presencia de determinados minerales, como por ejemplo la pirita.

En rocas mineralógicamente puras, suele ser una buena herramienta para identificar litologías. Las evaporitas presentan intervalos de lecturas homogéneos con pocas variaciones. La anhidrita presenta valores muy altos, 2,98 gr/cc. Las micas en una arenisca incrementan la densidad, mientras que la materia orgánica la disminuye.

*La mayor utilidad del registro de densidad se obtiene cuando se combina con el registro del neutrón.*

#### 1.4.7. Curva de porosidad-neutrón

Se incluye dentro de la categoría de los registros inducidos (Rider, 1986). Está relacionado con el índice de hidrógeno de un intervalo de roca. En esta curva se registra la respuesta que se obtiene al ser bombardeada una roca con neutrones. Si la roca contiene muchos hidrógenos, absorberá los neutrones rápidamente. Así, el registro está relacionado con el contenido en agua de la roca, ya sea en su estructura o en los poros.

La cantidad de hidrógenos por unidad de volumen es lo que se denomina índice de hidrógeno. Este índice puede convertirse directamente en unidades de porosidad-neutrón, que son las unidades de medida de este registro y que suelen venir expresadas en tantos por ciento. Los valores más altos se sitúan en la izquierda y suelen ser de 45%, los más bajos a la derecha y varían alrededor de -15%. La herramienta utilizada suele calibrarse con calizas, por esta razón el registro se denomina, en ocasiones, curva de calizas. Las rugosidades y cavidades del pozo provocan aumentos en los valores obtenidos.

Este registro se usa frecuentemente para calcular porosidades. Con respecto a la litología, esta curva da valores altos en las arcillas, por su proporción de hidrógeno en la estructura mineral. Las arcillas que suelen aparecer como matriz en las areniscas, modifican los valores de porosidad-neutrón registrados en ellas, por lo tanto no es una buena curva para areniscas con matriz o para zonas de alteración de arenas a arcillas. En arcillas habrá valores altos de porosidad-neutrón, y en las areniscas valores medios-bajos, lo mismo que en los carbonatos. Las evaporitas que no contienen agua en su estructura como la halita, anhidrita, etc, dan valores muy bajos. Sin embargo, las que contienen agua como el yeso o la carnalita dan valores muy altos. La presencia de materia orgánica eleva notablemente el resultado de la medida.

Como se ha mencionado anteriormente, probablemente el mejor indicador de litología es el "cross-plot" o registro conjunto de la curva de densidad y de neutrón. Ambos por separado no son muy explícitos en la determinación litológica, pero combinados son uno de los mejores indicadores.

Generalmente, se analizan las separaciones o sobreimposiciones que experimentan ambas curvas. En una caliza más o menos pura la curva de densidad y la de neutrón no muestran separación, las dos tendrán una lectura similar. Para areniscas porosas, la curva de densidad quedará en la parte izquierda del gráfico donde se representan, y la de neutrón a la derecha. En arcillas, las curvas presentarán una separación positiva marcada, con la curva de neutrón bastante a la izquierda (valores altos de porosidad-neutrón) y la curva de densidad bastante a la derecha (valores de densidad medios-altos). En dolomías, la separación será ligeramente positiva. En evaporitas, las separaciones que se producen son muy típicas, con valores generalmente extremos. Por ejemplo, para anhidrita ambas curvas se situarán muy a la derecha (valores bajos de porosidad-neutrón y altos de densidad), para las halitas la curva de densidad estará bastante a la izquierda (valores muy bajos de densidad) y el neutrón a la derecha (valores bajos de porosidad-neutrón).

#### 1.4.8. Muestras directas

Las muestras directas en las que se apoyan las interpretaciones realizadas con las curvas anteriormente mencionadas son de tres tipos: existen testigos continuos, testigos laterales y ripios.

Las interpretaciones litológicas obtenidas con las técnicas aplicadas a los registros anteriormente mencionados, vienen también apoyadas por los datos que se obtienen de los ripios del pozo. Son las muestras o restos que vienen mezclados con el lodo de perforación. Se recuperan y separan en superficie y registrándose en un gráfico de % de litología recuperada para cada intervalo. Hay que tener en cuenta sin embargo, que los datos que se obtienen están afectados por las mezclas que se producen en el ascenso del material y la pérdida generada en la separación del material del lodo de perforación.

En algunos sondeos, es posible también, contar con testigos continuos. En general, son cilindros de roca de 5 a 15 cm de diámetro. No son muy frecuentes por el alto coste que representa su obtención. A veces se realizan

testigos laterales de 1,8 cm de diámetro y 2,5 cm de largo, pero tampoco son frecuentes, ya que este tipo de testificación sólo se realiza cuando existe un nivel con especial interés.

## 1.5. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

En este apartado, se efectúa una revisión bibliográfica principalmente de los trabajos realizados con datos del subsuelo en materiales del Pérmico y Triásico. El número de trabajos que abordan esta temática es limitado. La explicación de este hecho puede encontrarse en la escasez de sondeos profundos realizados en España y a las dificultades de acceso a los datos.

También se han incluido los trabajos realizados en superficie que contienen la información básica que permite el análisis más exacto de las series del subsuelo.

Entre estos trabajos el primero que cabe destacar es el de Virgili (1954), donde realiza una síntesis del Triásico de España, y donde se analizan las analogías y diferencias de estos materiales y sus homólogos germánicos. Con posterioridad esta misma autora en su Tesis doctoral, Virgili (1958), realiza un estudio detallado del Triásico de las Catalánides, en el cual se encuentran las bases para cualquier tipo de comparación con el denominado "Triás Mediterráneo".

En el primer Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Triásico y Pérmico de España, celebrado en 1976 se presentaron una serie de trabajos de carácter general. Vilas, Hernando, García-Quintana y Rincón (1977), realizan la reconstrucción de la paleogeografía del Triásico de la región de Monterde-Alhama de Aragón, destacando la existencia de umbrales durante la sedimentación de los tramos inferiores.

De los trabajos en los que se abordan los problemas cronoestratigráficos cabe destacar, por su aportación de conocimiento de la edad de las distintas unidades, que componen la serie triásica, los siguientes:

- . Hernando, Doubinger y Adloff (1977), dan a conocer los primeros datos palinológicos de la parte alta del Triás (Karniense-Noriense) en la región de Ayllón-Atienza.
- . Ramos, Doubinger y Adloff (1977), elaboran una síntesis de las columnas del Pérmico y Triásico de la región de Molina de Aragón, en la que incluyen dataciones palinológicas.
- . Virgili, Sopena, Ramos y Hernando (1977), enumeran los problemas existentes en la cronoestratigrafía del Triásico. También se analiza la relación del Triásico de la Península (Mediterráneo, Ibérico, Hespérico, Pirenáico y Bético) con el Germánico y Alpino, destacando la heterocronía de las facies en diversas zonas.

En el año 1977 Hernando, publica su Tesis doctoral sobre la estratigrafía del Pérmico y Triásico de la región de Ayllón-Atienza. Divide el Triásico en cuatro unidades litoestratigráficas informales. Destaca que la sedimentación del Buntsandstein no se generalizó hasta muy avanzado el Triásico y que la unidad que debiera corresponder al Muschelkalk no es asimilable a las facies carbonatadas típicas, sino que aquí aparecen sustituyéndolas unas facies detríticas con intercalaciones calcáreas.

Alvaro, Capote y Vegas (1979), encuadran la Cadena Ibérica en el modelo de aulacógeno, en el sentido utilizado por Hoffman et al. (1974). Los primeros indicios de formación de la cuenca se producen en la etapa extensional iniciada en el Pérmico y Triásico inferior.

En los años setenta se publicaron trabajos con nuevos datos cronoestratigráficos. Doubinger, Adloff, Ramos, Sopena y Hernando (1978), realizan una síntesis de los estudios palinológicos llevados a cabo en el Pérmico y Triásico de la Cordillera Ibérica y borde SW del Sistema Central. En el Triásico describen una asociación Ladiniense en Rillo de Gallo, tres karnienses en Alcorlo, Termancia y Somolinos, donde además se describe una asociación Noriense. Demathieu, Ramos y Sopena (1978), describen la icnofauna de vertebrados encontrada en las facies Buntsandstein y Muschelkalk, describiendo una nueva especie "Rhynchosauroides virgiliae" n sp. Ramos y Doubinger (1979), establecen en base a la microflora, la edad Thuringiense de la parte basal de las facies Buntsandstein en Rillo de Gallo (Guadalajara). Concluyen que el comienzo del Mesozoico no se sitúa en la discordancia existente entre los materiales en facies Buntsandstein y Saxoniense, sino dentro de los primeros.

En esta época se presentaron una serie de Tesis doctorales en las que se realizan estudios estratigráficos y

sedimentológicos de los materiales pérmicos y triásicos.

Sopeña (1979), estudia los materiales Pérmicos y Triásicos del NW de la provincia de Guadalajara. Establece cinco unidades litoestratigráficas informales para el Pérmico. El contenido paleontológico de algunos niveles (macroflora, microflora, y fauna de pequeños crustáceos, como "Estheria tenella" JORDAN) permiten, con bastante probabilidad, asegurar que todo el conjunto es Autuniense. Para el Triásico establece siete unidades litoestratigráficas:

- "Conglomerados de Riba de Santiuste" (0-75 m).
- "Areniscas de Riba de Santiuste" (0-510 m).
- "Areniscas y limos de Cercadillo" (0-250 m).
- "Lutitas y areniscas de Fraguas" (0-26 m).
- "Arcillas y dolomías del Embalse de Pálmaces" (0-38 m).
- "Dolomías y areniscas de Riba de Santiuste" (25-44 m).
- "Arcillas y yesos de los Gavilanes" (0-85 m).

Ramos (1979), realiza su Tesis doctoral en un área localizada entre Alcolea del Pinar y Molina de Aragón (Guadalajara). Para el Buntsandstein define seis unidades detríticas:

- Conglomerados de la Hoz del Gallo (0-185 m). Dentro de ella se establecen dos subunidades, una inferior de edad Thuringiense y una superior posiblemente ya de edad Scythiense.
- Areniscas de Rillo de Gallo (84-152 m) de edad Scythiense.
- Nivel de Prados (45 m).
- Areniscas del Río Arandilla (91-160 m), de edad Anisiense.
- Limos y Areniscas de Rillo (95-187 m), de edad Anisiense superior-Ladiniense inferior.
- Limos y Areniscas abigarrados de Torete, de edad Ladiniense superior.

Para el Muschelkalk, siguiendo a Hinkelbein (1965), las unidades propuestas son "Capas dolomíticas" y "Capas de Royuela".

A partir de 1983, se publican una serie de trabajos, cuyo objetivo fundamental es el análisis sedimentológico de las distintas unidades que componen las series pérmicas y triásicas. Destaca el trabajo de Ramos y Sopeña (1983), en la Formación Conglomerados de la Hoz del Gallo (Ramos, 1979). Esta unidad constituye los depósitos basales de las facies Buntsandstein en un amplio sector de la Cordillera Ibérica. Del análisis sedimentológico, deducen dos ciclos: uno inferior caracterizado por canales pequeños de rápida migración, y uno superior caracterizado por depósitos de barras y canales que indican mayor estabilidad. Los movimientos tectónicos serían los causantes del cambio de estilo. Pérez-Arlucea y Sopeña (1983), estudian sedimentológicamente los materiales pérmicos y triásicos de la Sierra de Albarracín, estableciendo la evolución paleogeográfica y tectónica del área.

También con carácter sedimentológico, García-Gil y Sopeña (1985a), estudian el Triásico entre Medinaceli y Somaen, proponiendo una interpretación genética sobre los materiales de la parte alta de las facies Buntsandstein y Muschelkalk. Estos mismos autores (1985b), caracterizan sedimentológicamente el Triásico medio en el sector de Somaen-Arcos de Jalón. Pérez-Arlucea y Sopeña (1985), definen y analizan las unidades del Pérmico y Triásico del área de Molina de Aragón-Albarracín. Parte de estas unidades son una extensión de las definidas por Ramos en 1979 para un sector situado más al NW.

En 1984-85, se presentan tres Tesis doctorales realizadas en los materiales triásicos de distintas áreas de la Cordillera Ibérica. Arribas (1984), establece la base litoestratigráfica de las facies Buntsandstein y Muschelkalk en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. En el Buntsandstein distingue cuatro unidades que incluye en el grupo detrítico, y dos en el Muschelkalk que incluye en el grupo carbonatado. Arribas (1985), publica una correlación con las unidades de la Rama Castellana establecidas por Ramos (1979). López (1985), lleva a cabo su Tesis Doctoral, en los materiales situados al SE de la Cordillera Ibérica (prov. de Cuenca y Valencia), estableciendo para las facies Buntsandstein tres unidades. Pérez-Arlucea (1985), estudia la estratigrafía y la sedimentología de los materiales triásicos situados en el área de Molina de Aragón-Albarracín, equiparando las unidades, cuando es posible, con las definidas por Ramos (1979) y estableciendo otras nuevas cuando es necesario. También analiza el conjunto de la cuenca a partir del Pérmico, destacando la importancia de la tectónica en la estructura y evolución de la cuenca.

Ramos, Sopeña y Pérez-Arlucea (1986), analizan la sedimentología de la parte inferior de las facies Buntsandstein de la Cordillera Ibérica, centrándose en las dos unidades inferiores. Para la unidad inferior Conglomerados de la Hoz del Gallo proponen dos ciclos. En el inferior la sedimentación se produciría en un sistema de abanicos

aluviales coalescentes, que en el ciclo siguiente evolucionan a una llanura aluvial. La siguiente unidad, Areniscas de Rillo de Gallo, se formaría en un sistema fluvial tipo "Saskatchewan". Los movimientos tectónicos sindeposicionales, serían los responsables de esta evolución. Pérez-Arlucea y Sopena (1986), analizan el medio de sedimentación de las facies pérmicas y triásicas en un área situada en la zona suroriental de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica.

Aracil (1986), en su Tesis de Licenciatura, estudia estratigráfica y sedimentológicamente el Muschelkalk y el Keuper, entre las localidades de Cuevas de Ayllón y Retortillo de Soria (prov. de Soria), determinando los medios de sedimentación que generaron estas facies.

En el II Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Triásico y Pérmico de la Península Ibérica (1985), cuyos trabajos se publican en 1987, se presentan numerosas comunicaciones sobre el Triásico de la Cordillera Ibérica, con nuevos datos y nuevos interrogantes. García-Royo y Arche (1987), realizan una interpretación sedimentológica del Triásico de la región de Nuevalos-Cubel (Zaragoza), presentando un intento de correlación con el borde de la Cuenca del Ebro y con la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. Arribas (1987), realiza el análisis secuencial de las facies Muschelkalk en el borde norte de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. Establece dos unidades caracterizadas por medios sedimentarios diferentes. También estudia los procesos diagenéticos que las afectan. Pérez-Arlucea (1987a), analiza la distribución paleogeográfica de las unidades del Pérmico y Triásico en la región de Molina de Aragón-Albarracín, destacando como rasgo paleogeográfico importante el "Umbral del Tremedal" que permaneció hasta muy avanzado el Triásico, como una zona elevada.

Pérez-Arlucea (1987b), realiza el análisis de la sedimentología de las unidades carbonáticas del Triásico en el sector de Molina de Aragón-Albarracín. Hernando y Rincón (1987), estudian la estratigrafía y sedimentología del Triásico en el sector de Mansilla (Demanda suroriental-La Rioja), analizando también los minerales pesados. García-Gil y Sopena (1987), en el Triásico del sector de Medinaceli-Somaen (prov. Soria), establecen tres unidades estratigráficas, analizando su medio de sedimentación. El hallazgo de tres asociaciones palinológicas les permite precisar la edad de las distintas unidades.

A partir del año 1987, se realizan una serie de Tesis de Licenciatura de interés, en los materiales del Triásico de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. Matesanz (1987), realiza un estudio estratigráfico y sedimentológico de la sucesión del Buntsandstein entre las localidades de Cuevas de Ayllón y Retortillo de Soria (prov. de Soria).

Sánchez-Moya (1987), analiza sedimentológicamente parte de las facies Buntsandstein, concretamente la Fm. Areniscas del Río Arandilla (Ramos, 1979), estableciendo la evolución de los sistemas fluviales que la constituyen.

Muñoz (1987), realiza el análisis sedimentológico de la Fm. Limos y Areniscas de Rillo (Ramos, 1979) que constituye la transición de las facies Buntsandstein a los carbonatos del Muschelkalk.

Una buena síntesis de las cuencas de tipo "rift" pérmicas y triásicas de la Península Ibérica es la que realizan Sopena, López, Arche, Pérez-Arlucea, Ramos, Virgili y Hernando en 1988. Señalan que estas cuencas son un buen ejemplo de evolución de cuencas controladas por la reactivación de fallas tardihercénicas durante un período distensivo. Así mismo, el relleno sedimentario estaría muy controlado por la actividad tectónica.

Sánchez-Moya, Muñoz, Ramos y Sopena (1989), analizan la arquitectura fluvial de la Formación Areniscas del Río Arandilla (Ramos, 1979). Observan la existencia de cuatro episodios deposicionales, destacando el rejuvenecimiento de la red fluvial debido a la actividad tectónica que tuvo lugar en la zona durante el cuarto episodio.

García-Gil (1989), realiza su Tesis doctoral en los materiales de la parte superior del Buntsandstein y el Muschelkalk de la zona N de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica, donde reconoce la existencia de cinco unidades litoestratigráficas.

Pérez-Mazarío (1990), estudia en su Tesis doctoral los materiales Pérmicos del área de Ayllón-Atienza, estableciendo dos sectores con distinto espesor de materiales, pero que con excepción de las coladas volcánicas situadas en el sector oriental, parecen presentar una evolución sedimentológica y tectónica similar.

En relación con las facies Muschelkalk, García-Gil (1991), extiende hacia el NW de la Cordillera Ibérica las formaciones, Dolomías de Tramacastilla y Dolomías, Margas y Calizas de Royuela definidas por Pérez-Arlucea

y Sopena (1985), en áreas situadas más al sureste. Define en la región noroccidental de la Cordillera Ibérica las "Lutitas de la Cuesta del Castillo". Pérez-Arlucea (1991), analiza los materiales depositados durante la segunda transgresión triásica en la zona central de la Cordillera Ibérica.

Rey y Ramos (1991), estudian el Pérmico y Triásico de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, en un área comprendida en la provincia de Soria. Reconocen 6 unidades litoestratigráficas, la primera correspondiente al Pérmico (Autuniense). La siguiente correspondiente al Pérmico superior y/o Triásico inferior. En el Triásico inferior y/o medio, delimitan dos unidades. Por último, establecen dos unidades carbonatadas que representan la transgresión principal de Tethys sobre Iberia con instalación de una plataforma carbonatada.

De los primeros trabajos que se publican con datos de subsuelo destacan los de Querol (1969 y 1971), donde a partir de datos de subsuelo se estudia el Triásico de la Cuenca del Ebro. Este autor describe un Triásico de tipo germánico, destacando el carácter evaporítico del Muschelkalk medio. Se delimitan además las zonas con importantes acumulaciones depósitos evaporíticas triásicas en la zona oriental de la Península.

Martínez-Abad (1972), realiza una síntesis de la estratigrafía de la Cuenca del Ebro y el sector pirenaico meridional.

Castillo Herrador (1974), interpreta el Triásico del subsuelo en la Cuenca del Ebro y la provincia de Cuenca. Las conclusiones principales son:

- Existencia de una serie de macizos emergidos que condicionan la sedimentación.
- Presencia de cuatro episodios evaporíticos localizados, al final del Buntsandstein, Muschelkalk medio, Keuper y Lías inferior.
- Extensión del primer episodio evaporítico únicamente al valle del Ebro.
- Carácter evaporítico más marcado en el valle del Ebro que en la provincia de Cuenca.
- Ambas cuencas estarían separadas por un umbral con dirección NW-SE que limita las formaciones evaporíticas bien desarrolladas.

Garrido y Villena (1977), realizan un estudio sobre el Trías germánico en España en el cual, junto a otros resultados, presentan una serie de mapas de isopacas y facies basados en los realizados por HISPANOIL-AUXINI con algunas modificaciones.

Arribas (1979), realiza un estudio petrológico en los alrededores de Malanquilla (Zaragoza), principalmente a partir de dos sondeos, analizando la procedencia de los materiales del Buntsandstein determinando la existencia de áreas madre graníticas y metamórficas de bajo grado.

Marfil y Buendía (1980), analizan la evolución diagenética de los sedimentos pérmicos y triásicos de uno de los sondeos realizados en el anticlinal de Sigüenza (Guadalajara), concretamente el 44-3, estableciendo la secuencia de generación de cementos y algunas conclusiones sobre el medio de sedimentación.

Tallos (1984), en base a datos de sondeos realizados por la JEN y afloramientos de superficie, analiza el Triásico del sector norte de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. Establece tres unidades: Unidad Basal, Unidad Intermedia y Unidad Superior. Utiliza los datos de superficie y a partir de los sondeos elabora los mapas de isopacas de las tres unidades diferenciadas.

Jurado (1985), realiza la interpretación litoestratigráfica de varios sondeos situados en la Cuenca del Ebro, estableciendo correlaciones entre los distintos sondeos analizados. Como rasgos generales de la sedimentación triásica, destaca la disminución de potencia que experimentan las facies Buntsandstein en sentido N-S, la existencia en la zona central de la cuenca actual, de facies Röt bien desarrolladas que incluyen depósitos de sal. Destaca también la importancia del episodio evaporítico del Muschelkalk medio con importantes depósitos de sal en la zona central de la cuenca. También elabora los mapas de isopacas para las distintas unidades diferenciadas.

Suárez, Leret y Martínez del Olmo (1985), combinan los datos de subsuelo y superficie de los materiales del Keuper en el área SE de la Península. En superficie, reconocen todos los niveles del Keuper definidos por Ortí (1974), estableciendo además dentro del K4, un tramo inferior "a", "pre-evaporitic zone", y uno superior "b", que junto al K5 constituye la "evaporitic zone". Para el análisis de subsuelo eligen el GR y el sónico. Establecen dos tipos

de secuencias "shaly section" ("pre-evaporitic"), y "saline section" ("evaporitic"). La superposición de las dos forma una secuencia evaporítica completa. Estas dos secuencias pueden asociarse de dos formas diferentes, como K4 y K5 juntas en una secuencia de centenares de metros donde se pueden distinguir una zona de halita y otra de anhidrita, o como K1 formando un ciclo de decenas de metros, en el que hay varios pequeños ciclos.

Jurado, Riba y Melendez (1986a), en la cuenca del Ebro, a partir de diagráfias y datos de superficie, diferencian dos tipos de Trías. Un Trías Ibérico presente en la zona más occidental con un sólo tramo carbonático, y un Trías Mediterráneo con dos tramos carbonáticos separados por un tramo intermedio lutítico-evaporítico.

Jurado, Riba y Meléndez (1986b), estudian el sustrato triásico de la Cuenca del Ebro, estableciendo las columnas litoestratigráficas de cada sondeo y realizando correlaciones entre estos y los afloramientos de superficie. Diferencian una zona occidental con un Trías de tipo Ibérico y una zona oriental con un Trías Mediterráneo. El estudio se completa con análisis petrológicos y geoquímicos de las muestras de los testigos.

Suárez, Leret, Martínez del Olmo y Megías (1986), estudian mediante afloramientos y sondeos las facies Keuper en la zona del Prebético oriental-La Mancha. Identifican las unidades definidas por Ortí (1974), K1, K2, K3, K4 y K5, agrupándolas en dos unidades tecto-sedimentarias, UTS TK1, que incluiría las unidades K1, K2 y K3 y que es extensiva y regresiva, y UTS TK2, formada por las unidades K4 y K5 y que es extensiva y transgresiva.

El IGME en 1987, publica una recopilación de las fichas de los sondeos de prospección de hidrocarburos perforados en España, recogiendo también algunos mapas que se realizaron en 1974, para HISPANOIL-AUXINI. Entre estos mapas resultan de especial interés para esta Tesis, el mapa de facies del Triásico a escala 1:200.000, el mapa del techo del Paleozoico o basamento cristalino y el mapa de isobatas del horizonte H4 (Muschelkalk), en la cuenca del Ebro.

De la Cruz, Marfil, De la Peña y Arribas (1987), a partir de datos de sondeos, llevan a cabo un estudio petrológico de las areniscas permo-triásicas, analizando su procedencia y evolución diagenética. Se señala la existencia de distintas áreas fuente a lo largo de la sedimentación. Desde el punto de vista diagenético establecen una secuencia de precipitación de cementos, típica de aguas dulces para la unidad inferior, y una secuencia típica de aguas marinas, para las unidades intermedia y superior.

Torres y Leyva (1988), a partir de datos de sondeos estudian el Triásico del subsuelo en un área de la provincia de Ciudad Real. Establecen una sucesión estratigráfica, con un espesor cercano a los 200 m, compuesta por 5 unidades: T1: gravas de la base; T2: lutitas de la base; T3: areniscas; T4: lutitas superiores; T5: lutitas abigarradas.

Jurado (1988), presenta su tesis doctoral sobre el Triásico del subsuelo de la Cuenca del Ebro. Analiza numerosos sondeos y varias líneas sísmicas, estableciendo la litoestratigrafía y la cronoestratigrafía de los materiales triásicos para este área. Efectúa también un análisis de facies a partir de las diagráfias, interpretando los distintos ambientes de sedimentación de las electrofacies. Con los datos obtenidos, establece una serie de dominios de sedimentación y su evolución paleogeográfica para el Triásico. Examina el contexto estructural de la cuenca del Ebro, proponiendo una hipótesis sobre la evolución tectónica de la Cuenca del Ebro.

Jurado (1988b), caracteriza los depósitos evaporíticos del subsuelo de la Cuenca del Ebro mediante diagráfias. Establece tres episodios evaporíticos bien representados. El primer episodio está representado por las facies Röt con un tramo inferior lutítico-evaporítico y un tramo superior de halita y anhidrita. El segundo episodio es el Muschelkalk medio, donde existe un tramo inferior con halita e intercalaciones de anhidrita y lutitas y un tramo superior donde se incrementa el predominio de las lutitas. El tercer episodio lo constituye el Keuper, donde identifica un tramo inferior de halita y lutitas y un tramo superior con carácter más lutítico. Estos episodios muestran un aumento de espesor de las facies evaporíticas en orden ascendente.

Serrano, Martínez del Olmo y Cámara (1989), mediante datos de sondeos y sísmica distinguen los movimientos de tipo halocinético sufridos por la sal triásica, presente en los niveles en facies Keuper y Muschelkalk, a lo largo del dominio Cántabro-Navarro.

Bartrina y Hernández (1990), estudian el Triásico del Maestrazgo a partir de diagráfias y sísmica. Distinguen un Triásico inferior con una potencia entre 50 y 200 m; un Triásico medio con tres unidades: serie carbonatada infe-

rior, serie salina con arcillas y anhidritas y una serie carbonatada superior con intercalaciones arcillosas. El Triásico superior presenta un tramo salino en la base, un tramo arcilloso intermedio y un tramo anhidrítico superior. Por medio de la sísmica analizan la cuenca, considerando como substrato de la serie salina el Paleozoico, el Buntsandstein y el Muschelkalk inferior. Estos materiales se compartimentarían causando la sedimentación diferencial del Muschelkalk medio, al final del cual la sedimentación se acaba igualando.

Bartrina, Hernández y Serrano (1990), correlacionan los materiales en facies Keuper presentes en varios sondeos localizados en la Depresión Intermedia. Identifican en ellos las distintas unidades definidas por Ortí (1974), y por Suárez et al. (1985). Posteriormente, con datos sísmicos determinan la configuración de la cuenca interpretando el movimiento de las sales.

Casas (1990), analiza la gravimetría de los diapiros triásicos de la región Cántabro-Navarra. En los diapiros de Orduña y Salinas de Araña, encuentra una anomalía negativa típica de estas estructuras. En el de Murguía, aparece una anomalía positiva que explica por la presencia en niveles altos de ofitas y/o anhidritas.

En 1990, el ITGE realizó una nueva recopilación de documentos sobre la geología del subsuelo de España, donde se recogen datos de sondeos, líneas sísmicas, mapas de isobatas, mapas gravimétricos y distintas correlaciones entre sondeos. De especial interés es el tomo V, dedicado a la cuenca del Duero-Almazán y el tomo III de la cuenca del Tajo.

Jurado (1990), estudia los episodios evaporíticos en el subsuelo de la Cuenca del Ebro. Encuentra tres grandes episodios evaporíticos:

- Röt: compuesto por dos unidades, una lutítica y otra evaporítica; ésta última tiene depósitos de halita en el centro de la cuenca y anhidrita en los bordes. La facies Röt tendría edad Anisiense.
- Muschelkalk medio: distingue dos unidades, una evaporítica inferior formada por halita, escasa anhidrita y lutitas, y una unidad evaporítica superior con halita y abundantes lutitas.
- Keuper: presenta varias unidades. Una unidad evaporítica inferior con halita, lutitas y anhidrita, de edad Ladiniense superior. Una unidad lutítica intermedia, y una unidad evaporítica superior con anhidrita. También determina una zona o unidad anhidrítica por encima de un tramo dolomítico que equivaldría a la Fm. Dolomías Tableadas de Imón.

Klimowitz y Torrecusa (1990), analizan varios sondeos en la serie triásica del alóctono Surpirenaico. En el sondeo "Surpirenaica-1" distinguen un M1, M2 y M3, además de un Keuper con una unidad inferior evaporítica y otra superior lutítica. En el resto de los sondeos analizados sólo identifican el Keuper con las dos unidades antes mencionadas pudiendo alcanzar la serie evaporítica gran desarrollo.

Muñoz, Ramos, Sopena y Sánchez-Moya (1990), analizan dos sondeos en la Cuenca de Almazán y junto a los datos de superficie, establecen las correlaciones existentes entre los materiales pérmicos y triásicos en un sector del área noroccidental de la Cordillera Ibérica. Se definen diversas electrofacies, que junto a datos de superficie, sirven para establecer a grandes rasgos el medio sedimentario en el que se formaron estos materiales.

Serrano y Martínez del Olmo (1990), estudian la evolución de la sal triásica (Keuper) en el dominio Cántabro-Navarro. Las estructuras presentes en este área están cada vez más evolucionadas desde el margen S hacia el N; las estructuras localizadas en el sur son de una edad más antigua. Determinan que la potencia original de la sal influye en el tamaño, no en la evolución de las estructuras. Concluyen que la compresión alpina, no afecta a las estructuras diapíricas de la Cubeta Alavesa, en la zona que denominan frente cabalgante; las estructuras se modifican al reactivarse la halocinesis.

Torres y Sánchez-Jiménez (1990), a partir de datos de sondeo y superficie realizan mapas de isopacas para las distintas unidades del Keuper, fundamentalmente en la zona de la Depresión Intermedia.

Muñoz, Ramos, Sopena y Sánchez-Moya (1992a), estudian el Pérmico y Triásico de un sector situado al suroeste de la Cuenca de Almazán en base a los datos aportados por el análisis de sondeos y la correlación establecida con los materiales de la misma edad en áreas cercanas. Destaca la delimitación del área de existencia de los materiales carbonatados en facies Muschelkalk quedando la zona de borde entre los dos sondeos estudiados. Se señala la existencia en el subsuelo de depósitos de halita, hecho éste no observado en superficie.

Sánchez-Moya (1991), en su Tesis doctoral, analiza el Triásico en facies Buntsandstein de varios sondeos realizados en zonas cercanas al área de Sigüenza. Distingue diversas unidades litoestratigráficas, que correlaciona posteriormente con otras áreas de la Cordillera Ibérica. También realiza la descompactación y el análisis geohistórico del Triásico en el área de Sigüenza, tomando como base la columna compuesta por dos sondeos y los materiales que afloran en superficie.

Del análisis de la bibliografía existente se deduce que son pocos los trabajos realizados sobre el Pérmico y Triásico en el subsuelo español, y casi nulos los realizados en el área de estudio. También cabe destacar que no existen trabajos amplios que aborden la sedimentología de los materiales del subsuelo. Existen además, pocas síntesis de la cuenca pérmica y triásica que integren datos del subsuelo y las que existen son bastante antiguas y casi todas ellas se limitan a ofrecer mapas de isopacas de determinadas facies.

Por tanto, a lo largo de los siguientes capítulos se pretende contribuir a una mejor comprensión del Pérmico y Triásico mediante el análisis de la estratigrafía, sedimentología, subsidencia, eustatismo, etc. de los materiales de estas edades que se localizan en el subsuelo de un amplio área de la Península Ibérica.

## 2. LITOESTRATIGRAFIA

### 2.1. INTRODUCCION

Este capítulo tiene como objetivo, la descripción detallada de los materiales pérmicos y triásicos que se encuentran en el área considerada, ya sea en superficie o en el subsuelo. La base fundamental está constituida por los datos obtenidos a partir de estudios del subsuelo, mientras que las series de superficie son el complemento necesario para establecer correlaciones entre los distintos sondeos, y con los materiales de otras áreas.

La descripción litoestratigráfica de las series atravesadas por los sondeos, se ha realizado de forma similar a la que se emplea habitualmente para las columnas estratigráficas levantadas en superficie. Se ha dividido la serie en tramos de base a techo, describiendo las distintas litologías que los componen. En el caso de los sondeos, se incluye un resumen de la imagen y en ocasiones de los valores que cada nivel presenta en las diagrfías disponibles. En la figura 3 se muestra la leyenda general empleada en la descripción de los sondeos.

Acompañando a la descripción litológica en este capítulo, se presenta un "log compuesto" con las diagrfías y una representación gráfica detallada de las columnas estratigráficas a escala 1:1000. Se incluye también la Compañía que realizó el sondeo y el año de realización, así como el número que tiene asignado el sondeo en el Servicio de Hidrocarburos del Ministerio de Industria, con objeto de facilitar su identificación y localización.

La descripción litológica que se ofrece de cada sondeo proviene del análisis e interpretación que se ha realizado a partir de las diagrfías, incluyendo también los datos procedentes de los rípios de perforación y testigos. Las diagrfías sobre las que se realiza la interpretación se encuentran a escala 1:500 y 1:200, por lo que su tamaño resulta poco apropiado para ser incluido en este volumen. Aquí se han representado reducidas a escala 1:1000 y formando un "Log Compuesto", que contiene los registros de los que se dispone en un mismo documento a la misma escala vertical. Para esta representación gráfica se han utilizado los programas "Digitize" y "Logger" del paquete integrado "Rockworks" de la compañía "Rockware Inc. Tm".

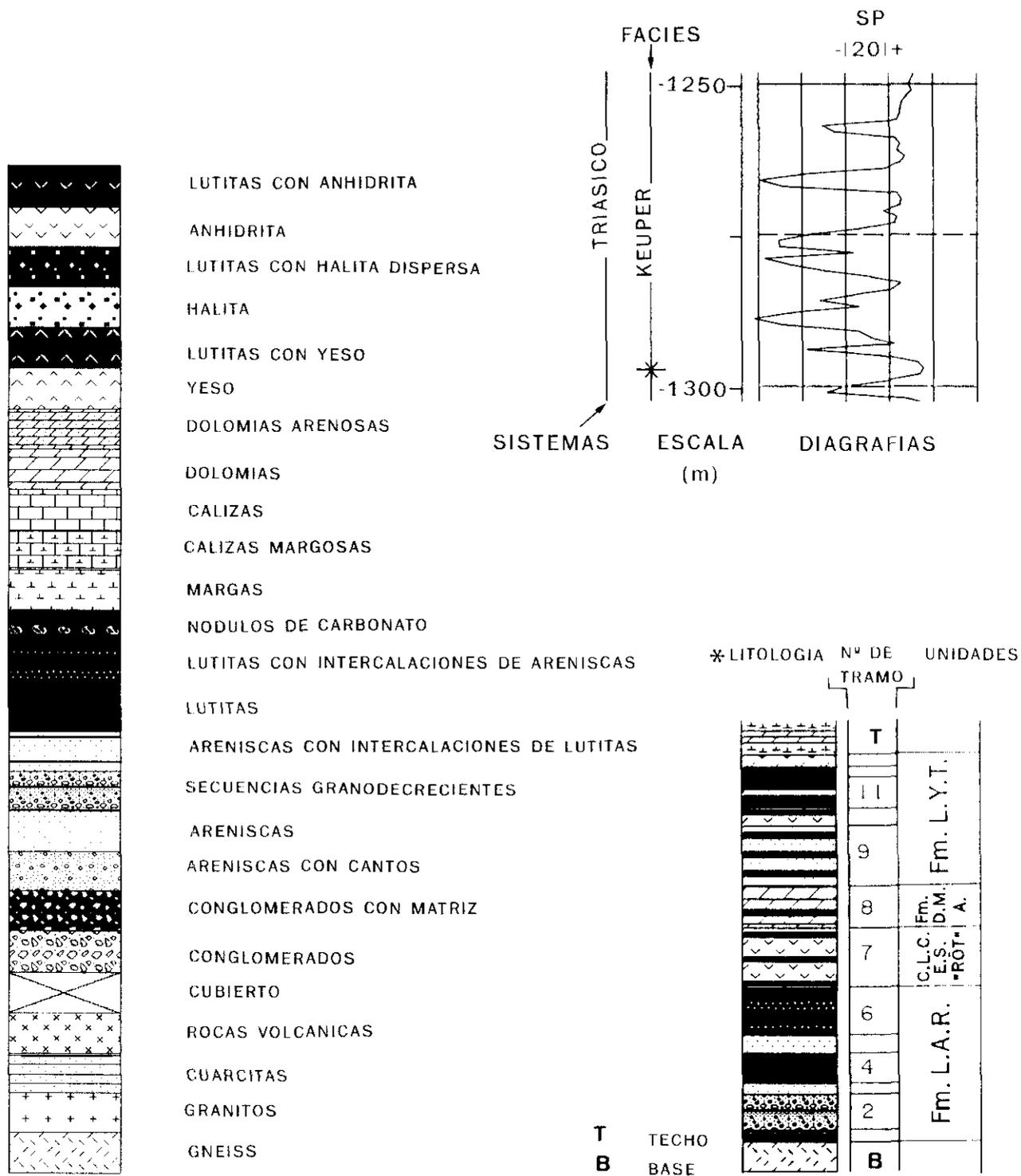


Fig. 3. Leyenda general empleada en la representación de los sondeos

Tras proceder a la digitalización de las distintas diagraffas con el programa "Digitize", se han compuesto unos archivos de datos que han sido tratados con el programa "Logger". En este programa el usuario define unos modelos según el número de las diagraffas de que se dispone para cada sondeo. El programa a partir de los archivos obtenidos en la digitalización, se encarga de dibujar el sondeo en el modelo previamente definido.

Mediante el uso de este programa se consigue que las diagraffas no pierdan definición y detalles, de forma que no sean distorsionadas al realizar cambios de escala.

Dentro del conjunto de datos de superficie pueden establecerse dos grupos. En uno de ellos se incluyen aquellos datos que provienen de áreas estudiadas previamente y de las que se dispone de información suficiente. Por tanto, las columnas elegidas para estas áreas se han compuesto con datos procedentes de la bibliografía. Se ha realizado un pequeño resumen de cada una y una representación gráfica más detallada.

El otro grupo está constituido por aquellas áreas de las que no se disponía de información detallada. En ellas se han elegido cuidadosamente buenos afloramientos situados en zonas cercanas a los sondeos. Se incluye en este capítulo una descripción detallada de las columnas realizadas en estas zonas, así como una representación gráfica. El objetivo que se pretende con el análisis de las series de afloramiento, es integrar todos los datos de forma que el resultado obtenido en conjunto se suficientemente representativo. En la figura 4 se representa la leyenda general empleada en la descripción de las columnas de superficie.

En conjunto se han analizado 25 columnas estratigráficas (fig. 5), de las cuales 14 provienen de sondeos y el resto de afloramientos de superficie. Tras realizar la descripción detallada de las columnas y tomando como base los datos obtenidos y la disposición estratigráfica de los materiales, se han establecido tres sectores según las características específicas que presentan.

A continuación se han establecido una serie de unidades y subunidades litoestratigráficas, analizando sus caracteres litológicos y sedimentológicos, así como las variaciones laterales que presentan. Posteriormente se exponen las relaciones que existen entre los sectores establecidos. Por último, se llevan a cabo las correlaciones con las unidades litoestratigráficas identificadas por otros autores, principalmente en el ámbito de la mitad norte de la Cordillera Ibérica.

## 2.2. INTERPRETACION DE LAS DIAGRAFIAS

### 2.2.1. Sondeo Sta. Bárbara (nº 480)(fig.5)

COORDENADAS: Long. 2º 47' 12,59" W  
Lat. 40º 49' 40,89" N

SITUACION: Hoja nº 512 (Cifuentes), del M.T.N. E: 1:50.000.

FECHA y OPERADOR: 1981, SHELL.

DIAGRAFIAS DISPONIBLES (fig. 6): Cáliper, Gamma Ray, Neutrón, Densidad y Sónico. Se dispone parcialmente del registro del medidor de buzamientos, cuyos resultados fueron tratados con el programa "Cyberdip" de Schlumberger.

MATERIALES PERFORADOS: El sondeo se encuentra embocado en materiales del Plioceno, perforándose a continuación materiales del Mioceno, Oligoceno, Eoceno superior, Cretácico superior, Triásico y un basamento constituido por gneises.

PROFUNDIDAD TOTAL: 3150 m perforados. Los 110 últimos metros lo fueron en gneises y constituyen los materiales infrayacentes a la serie estudiada.

ESPESOR DE LA SERIE ESTUDIADA: 389 m, que comprenden desde el metro -3040 al -2651.

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA
----------	------------	-------------	-----------

ESTRUCTURAS
-------------

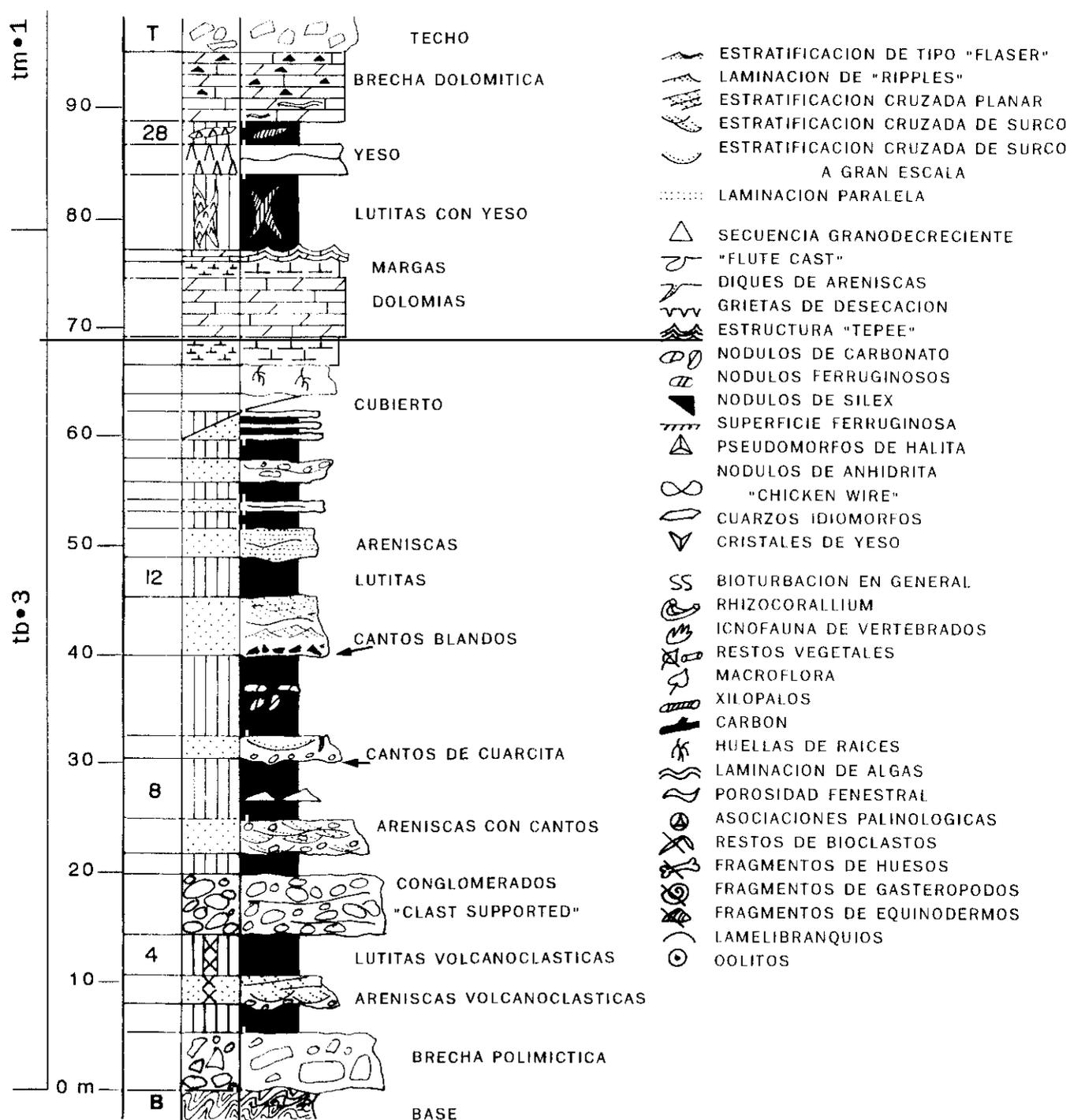


Fig. 4. Leyenda general utilizada en la representación de las columnas de superficie

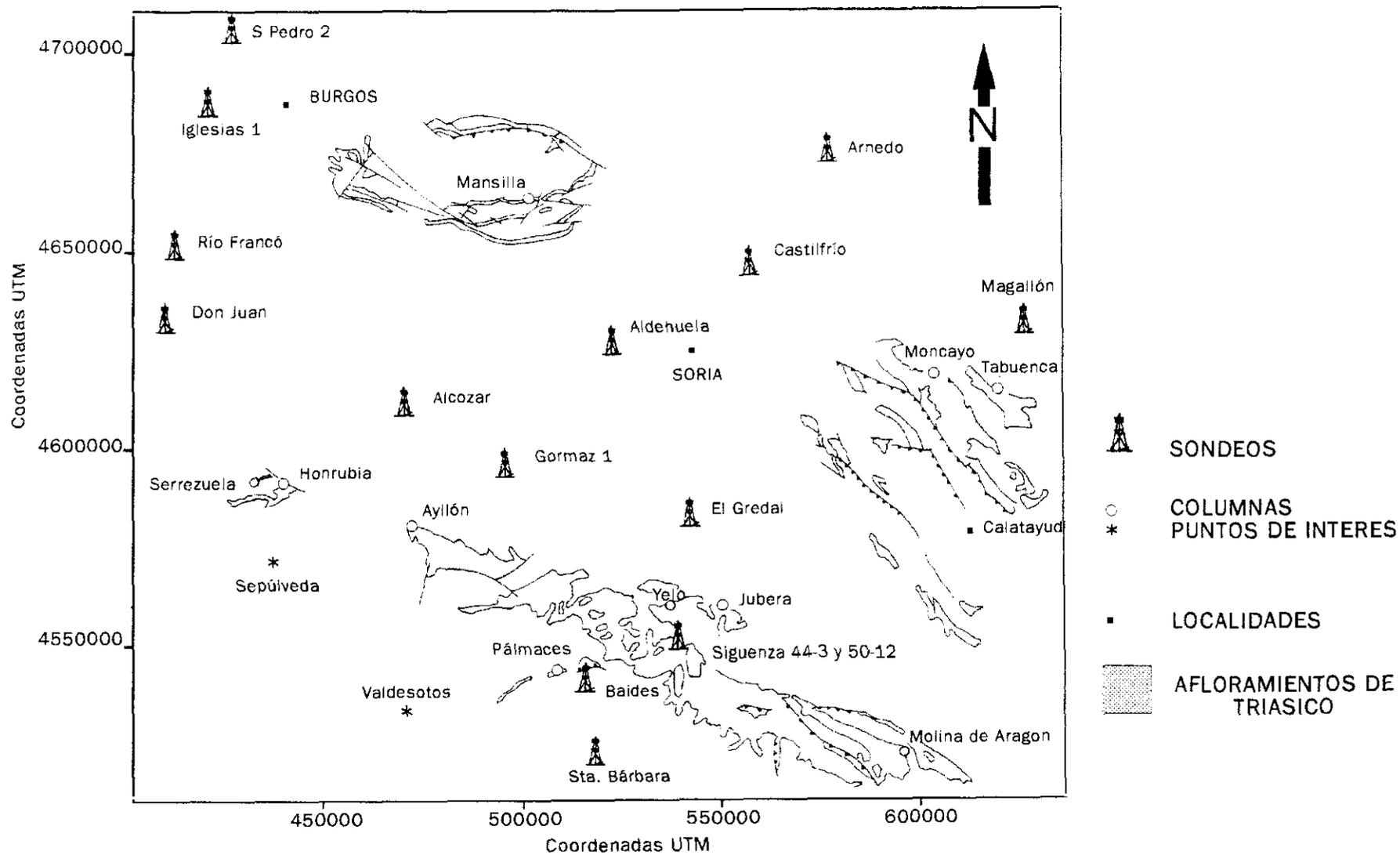


Fig. 5. Localización de los sondeos y de las columnas estratigráficas

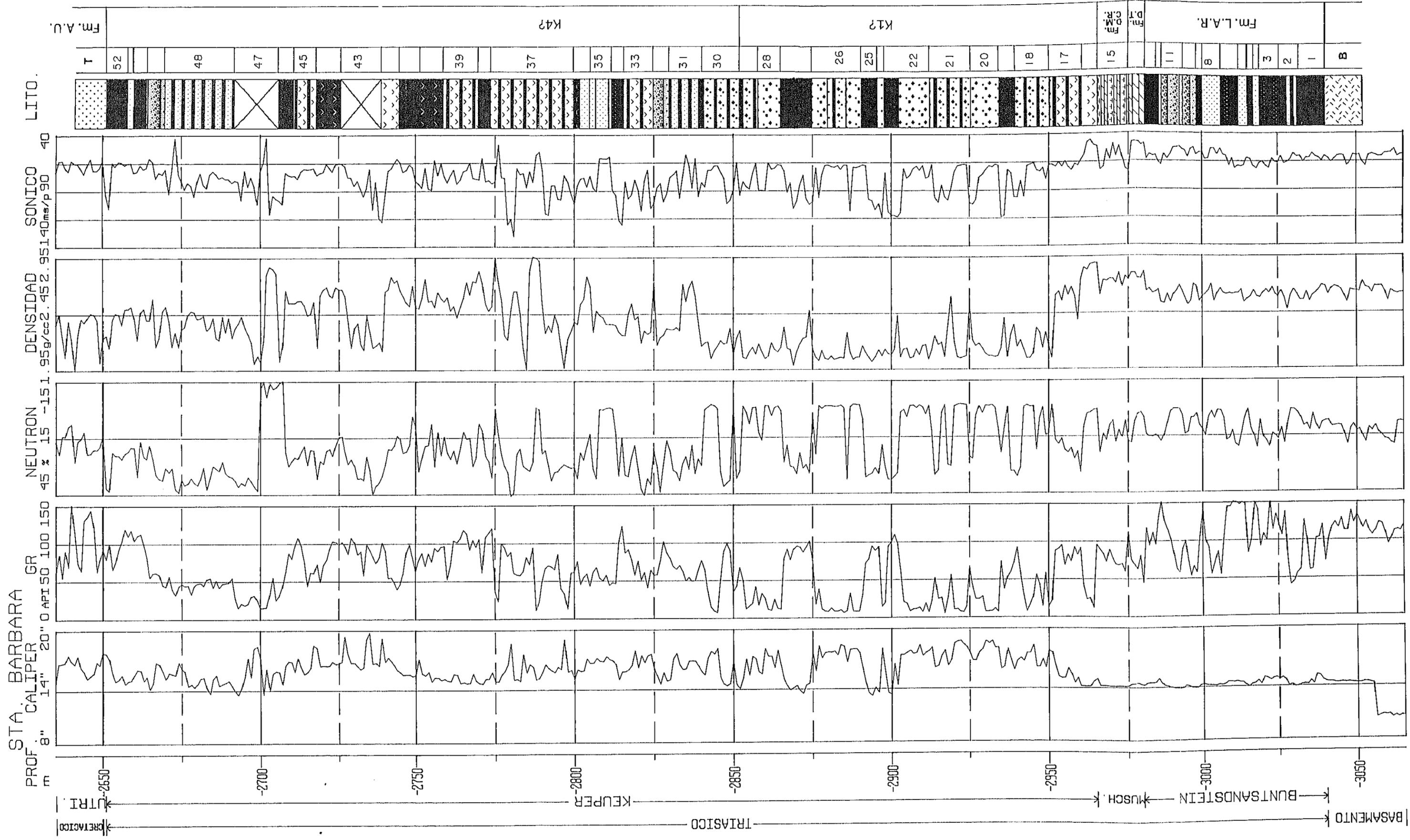


Fig. 6. Composición de diagráfias y columna litológica interpretada para el sondeo Sta. Bárbara

## DESCRIPCION (fig. 6):

Base: Situada en el metro -3040, donde las diagraffas muestran un cambio brusco en sus registros y se comienza a perforar en gneises.

- 1.- 9 m: del -3040 al -3031. El GR presenta valores altos, mientras el neutrón y densidad muestran una separación positiva, excepto en la base donde se cruzan. Esta zona de cruce se interpreta como una discordancia con los gneises infrayacentes.  
Lutitas.
- 2.- 5 m: del -3031 al -3026. Presenta un GR con valores alternantes altos y bajos en un rango variable entre 40 y 140 API. El neutrón y la densidad descienden un poco con relación al tramo inferior. El sónico mantiene valores medios.  
Alternancia de areniscas y lutitas. Posible caliche en el techo.
- 3.- 7 m: del -3026 al -3019. El GR presenta valores alternantes con picos de valores más altos en la base. El neutrón es en general alto, con picos irregulares. La densidad es media-alta. El sónico presenta valores más altos que el nivel anterior.  
Lutitas con niveles de areniscas intercalados que presentan poco espesor.
- 4.- 2 m: del -3019 al -3017. Presenta un GR relativamente bajo. El neutrón y la densidad tienen separación negativa, y el sónico es bajo.  
Areniscas.
- 5.- 2 m: del -3017 al -3015. El GR y el neutrón presentan valores más altos que el tramo anterior. Los valores de densidad y del sónico aumentan también aunque en menor medida.  
Lutitas.
- 6.- 3 m: del -3015 al -3012. Se aprecia una disminución en los valores de la curva del GR. El neutrón, la densidad y el sónico presentan también valores más bajos.  
Areniscas.
- 7.- 6 m: del -3012 al -3006. Se aprecian valores decrecientes en el GR con algunos picos. El neutrón muestra una curva irregular. La densidad presenta valores medios, y junto con el neutrón presentan separaciones positivas. El sónico es medio-alto.  
Lutitas con intercalaciones de areniscas, más frecuentes en el techo.
- 8.- 6 m: del -3006 al -3000. Este tramo presenta valores relativamente bajos de GR. El neutrón y la densidad tienen una separación negativa. El sónico muestra valores medios-bajos (próximos a 45 ms/p).  
Areniscas.
- 9.- 2 m: del -3000 al -2998. Se observan valores altos en el registro de GR. El neutrón es alto también, presentando junto a la densidad una separación positiva. El sónico aumenta en relación con el nivel inferior.  
Lutitas.
- 10.- 5 m: del -2998 al -2993. El GR presenta un pico de subida (145 API), en la base de este intervalo, teniendo a partir de él valores más bajos (57 API), que de forma progresiva muestran una tendencia creciente (alcanzando los 95 API). El neutrón es alto en la base. La densidad muestra una tendencia irregular, pero creciente. El sónico es bajo en la base, con una tendencia a aumentar.  
Areniscas. La base es erosiva con cantos blandos. Constituyen secuencias granodecrecientes.
- 11.- 7 m: del -2993 al -2986. Los registros de las distintas diagraffas son muy similares a los del nivel anterior con valores altos de GR y neutrón en la base, para disminuir bruscamente y presentar después una tendencia creciente.  
Areniscas con base erosiva y cantos blandos. Tendencia granodecreciente a lutitas.
- 12.- 2 m: del -2986 al -2984. Presenta valores de GR muy altos. En la curva del neutrón se ve una tendencia a aumentar. La densidad es más baja en la base, aumentando después. El sónico tiene tendencia creciente en sus valores.  
Alternancia de lutitas y areniscas.
- 13.- 4 m: del -2984 al -2980. El GR presenta valores altos, igual que el neutrón. Ambos presentan una disminución brusca en el techo del nivel. La densidad es baja con tendencia a aumentar. El sónico tiene valores medios con tendencia a disminuir sobre todo en el techo del nivel. El límite superior presenta un contacto muy neto con los materiales suprayacentes que puede ser debido a un cambio litológico importante.  
Lutitas.
- 14.- 5 m: del -2980 al -2975. El GR presenta valores medios-bajos (entre 10 y 20 API), en general homogéneos. El neutrón es bajo también, con tendencia homogénea. La densidad es alta (2,70 gr/cc). El sónico es bajo y

homogéneo. El "dipmeter" muestra un ligero cambio en el ángulo de buzamiento.

Dolomías.

15.- 10 m: del -2975 al -2965. El GR presenta valores medios con algunos picos. El neutrón tiene valores medio-altos y es irregular. La densidad es alta, aunque menos que en el tramo anterior. El sónico es más alto e irregular que en el nivel anterior. El límite superior muestra un brusco cambio en todos los registros. El "dipmeter" registra una ligera variación en la dirección del buzamiento en relación con el siguiente tramo.

Alternancia de dolomías y margas.

16.- 5 m: del -2965 al -2960. Tiene un GR muy bajo, con valores menores de 10 API. El neutrón es igualmente bajo. La densidad es alta, mayor de 2,80 gr/cc. El sónico tiene valores bajos.

Anhidrita.

17.- 10 m: del -2960 al -2950. Presenta valores de GR en general altos, aunque irregulares. El neutrón es también irregular, con valores más altos en la base que en el techo. La densidad presenta valores muy irregulares. El sónico presenta valores medios-bajos entre 60 y 80 ms/p. Este nivel presenta registros que contrastan con el superior y el inferior.

Alternancia de lutitas y anhidrita, dominando las primeras.

18.- 11 m: del -2950 al -2939. Presenta un GR bajo con algunos picos de aumento en la parte media. El neutrón es muy bajo, igual que la densidad. Ambos registros presentan un aumento en sus valores en la parte media. El sónico es medio con valores alrededor de 70 ms/p.

Halita con intercalaciones de lutitas en la parte media.

19.- 5 m: del -2939 al -2934. Tiene valores de GR altos. El neutrón también muestra valores altos. La densidad presenta valores medios. El sónico registra valores altos.

Lutitas.

20.- 9 m: del -2934 al -2925. Se observan valores de GR muy bajos. El neutrón tiene valores bajos (-5% de porosidad-neutrón), igual que la densidad, próxima a 2 gr/cc. El sónico presenta valores alrededor de 70 ms/p.

Halita.

21.- 13 m: del -2925 al -2912. Presenta un GR irregular con valores altos y bajos (desde 70 a 0 API). El neutrón también es irregular con valores bajos frente a bruscos aumentos. La densidad es muy irregular. El sónico muestra registros irregulares con picos de valores más altos.

Alternancia de lutitas y halita.

22.- 10 m: del -2912 al -2902. Presenta registros de GR, neutrón y densidad bajos. El sónico tiene valores cercanos a 70 ms/p.

Halita.

23.- 5 m: del -2902 al -2897. Muestra valores altos de GR y neutrón. La densidad registra valores medios y el sónico valores irregulares.

Lutitas.

24.- 2 m: del -2897 al -2895. Tiene valores de GR y neutrón muy bajos, en contraste con los tramos superior e inferior. La densidad es media. El sónico muestra valores bajos.

Halita.

25.- 5 m: del -2895 al -2890. Presenta valores altos de GR y neutrón. La densidad y el sónico tienen valores medios.

Lutitas.

26.- 16 m: del -2890 al -2874. Nivel con valores de GR muy bajos y homogéneos, con algún pico aislado de valor más alto. El neutrón ofrece un registro muy similar al GR, igual que la densidad. El sónico muestra una curva de tendencia homogénea.

Halita. Puede tener algún nivel de lutitas con poco espesor.

27.- 9 m: del -2874 al -2865. Se aprecian valores de GR altos. El neutrón también aumenta bastante en relación con el intervalo anterior. La densidad es irregular. El sónico por el contrario, muestra valores mayores.

Lutitas.

28.- 7 m: del -2865 al -2858. Nivel con valores de GR, neutrón y densidad muy bajos. El sónico tiene valores homogéneos, alrededor de 70 ms/p.

Halita.

29.- 6 m: del -2858 al -2852. En este tramo las diagráffas muestran en general valores muy similares al tramo anterior, pero más irregulares por la existencia de picos de valores más altos.

Halita con algunos niveles de lutitas.

30.- 12 m: del -2852 al -2840. Intervalo muy irregular, con una alternancia de valores altos y bajos en todos los registros.

Alternancia de lutitas y halita en una secuencia estratocreciente.

- 31.- 10 m: del -2840 al -2830. El GR muestra una curva con picos muy irregulares, con una tendencia a disminuir en sus valores. El neutrón muestra valores decrecientes. La densidad tiene un registro irregular con valores en aumento. El sónico es en general bajo, mostrando una tendencia decreciente.  
Alternancia de lutitas y areniscas.
- 32.- 5 m: del -2830 al -2825. El registro del GR muestra tendencia creciente en sus valores. El neutrón es bajo aumentando progresivamente. La densidad es irregular con tendencia decreciente. El sónico es bajo en la parte inferior, aumentando en la superior.  
Areniscas. Presentan una secuencia granodecreciente a lutitas.
- 33.- 9 m: del -2825 al -2816. Presenta un GR irregular de valores bajos con tendencia creciente. El neutrón es alto, bastante irregular. La densidad se presenta irregular con tendencia decreciente. El sónico es irregular.  
Alternancia de lutitas y anhidrita.
- 34.- 4 m: del -2816 al -2812. El GR tiene valores altos con un pico de bajada en la parte media. El neutrón es alto, también con una bajada intermedia. La densidad es baja, con un pico de subida en la parte media. El sónico muestra en general valores altos.  
Lutitas con una intercalación de areniscas.
- 35.- 7 m: del -2812 al -2805. El GR presenta valores bajos con tendencia creciente. El neutrón es bajo. La densidad tiene valores medios con tendencia creciente. El sónico es bastante bajo.  
Areniscas con niveles de lutitas en la parte superior.
- 36.- 5 m: del -2805 al -2800. Los registros en este tramo son muy parecidos al anterior, con algunos picos en el GR de valores más bajos. La densidad presenta valores altos, igual que el sónico, coincidiendo con estos picos.  
Areniscas con niveles de lutitas en la parte superior y posiblemente con enriquecimiento en carbonatos.
- 37.- 26 m: del -2800 al -2774. Este nivel presenta en todos los registros picos de valores muy extremos. En el GR existen valores muy bajos (5 API), frente a otros muy altos (95 API). El neutrón es en general bajo coincidiendo con los picos de valores altos de densidad, que también coinciden con los más bajos de GR y sónico.  
Alternancia de lutitas y anhidrita.
- 38.- 4 m: del -2774 al -2770. Tiene valores altos de GR. El neutrón es también alto, igual que la densidad, mostrando una separación positiva. El sónico tiene valores medios.  
Lutitas.
- 39.- 11 m: del -2770 al -2759. El GR presenta valores muy irregulares, en general más bajos en la parte inferior, donde los valores del neutrón son también más bajos. La densidad muestra valores alternantes, que junto con el neutrón dan separaciones positivas y negativas. El sónico es irregular.  
Alternancia de anhidrita y lutitas, con mayor predominio de estas últimas en el techo.
- 40.- 9 m: del -2759 al -2750. Presenta valores de GR irregulares, en general medios-altos. El neutrón es muy irregular con valores medios. La densidad también es irregular, manteniendo valores medios-altos. El sónico sigue la misma pauta irregular con valores entre 90 y 75 ms/p.  
Alternancia de lutitas y anhidrita.
- 41.- 5 m: del -2750 al -2745. Tiene valores de GR altos. El neutrón y la densidad muestran separación positiva. El sónico es relativamente bajo.  
Lutitas.
- 42.- 6 m: del -2745 al -2739. Se observan valores de GR bajos. El registro del neutrón muestra tendencia a bajar. La densidad es alta. El sónico presenta valores medios.  
Anhidrita.
- 43.- 13 m: del -2739 al -2726. Todos los registros presentan valores muy irregulares. En el calíper se observa que existe una caverna por caída de las paredes del pozo. La herramientas no leen correctamente.  
Puede tratarse de un nivel con sales disueltas.
- 44.- 8 m: del -2726 al -2718. El GR muestra valores altos. El neutrón valores medios-altos. La densidad registra también valores altos, igual que el sónico.  
Lutitas, ocasionalmente anhidrita dispersa.
- 45.- 7 m: del -2718 al -2711. Presenta valores irregulares y bajos de GR. El neutrón muestra valores medios. La densidad tiene cierta tendencia creciente. El sónico es medio.  
Alternancia de anhidrita y lutitas, dominando las primeras.
- 46.- 5 m: del -2711 al -2706. Registra valores altos de GR. El neutrón y la densidad son altos, mostrando una separación positiva. El sónico es muy irregular.  
Lutitas.
- 47.- 14 m: del -2706 al -2692. En este intervalo el calíper muestra la presencia de una caverna por caída de las paredes del pozo. Por las lecturas del sónico, se deduce que las herramientas no son capaces de leer correcta-

mente, por lo cual los registros obtenidos en las diagraffías no son fiables.

Posible disolución de sales.

48.- 22 m: del -2692 al -2670. La curva del GR muestra valores medios e irregulares. El neutrón es en general alto. La densidad presenta valores irregulares en torno a 2,45 gr/cc. El sónico tiene valores próximos a 90 ms/p, más bajos en la parte inferior del intervalo.

Alternancia de lutitas y areniscas.

49.- 6 m: del -2670 al -2664. El GR muestra un registro con valores en secuencia creciente. El neutrón también aumenta hacia la parte superior del intervalo. La densidad muestra valores con tendencia decreciente. El sónico tiene valores medios.

Areniscas. Presentan secuencia granodecreciente a lutitas.

50.- 4 m: del -2664 al -2660. Presenta valores altos de GR. El neutrón y la densidad muestran separación positiva. El sónico tiene valores medios-bajos.

Lutitas.

51.- 2 m: del -2660 al -2658. El GR baja en relación con el nivel anterior. El neutrón y la densidad muestran separación negativa. El sónico tiene valores más altos que el nivel anterior.

Areniscas.

52.- 7 m: del -2658 al -2651. Se observan valores de GR altos. El neutrón y la densidad muestran separación positiva. El sónico desciende en relación con el nivel anterior. El límite superior de este tramo es muy neto en todos los registros.

Lutitas.

Techo: Situado en el metro -2651, las diagraffías muestran un brusco cambio en sus valores. Se trata de un tramo de 63 m (del -2650 al -2587), de arenas. En la parte superior incluyen niveles de lutitas. Presentan una base discordante y erosiva sobre el nivel anterior. El contexto regional permite identificarlos como la Fm. Arenas de Utrillas.

#### RESUMEN:

- Se distingue un primer tramo del metro -3040 al -2980, caracterizado por valores de GR altos, entre 60 y 150 API. El neutrón muestra valores medios próximos al 15% de porosidad-neutrón. La densidad muestra valores cercanos a 2,50-2,65 gr/cc. La curva del sónico presenta valores en general bajos, en torno a valores de 65 ms/p. Las litologías que lo componen son conglomerados y una alternancia de areniscas y lutitas, que corresponderían a las facies Buntsandstein.

- Un segundo tramo comprende del metro -2980 al -2965. Muestra una curva de GR con valores más bajos que el anterior. El neutrón presenta valores más o menos homogéneos con valores entre 10 y 25 %. La densidad tiene valores altos, con un valor medio de 2,70 gr/cc. El sónico presenta valores en general bajos y más bajos aún en la base.

Las litologías dominantes son dolomías en la parte inferior del tramo y una alternancia de margas y dolomías en la parte superior. Este tramo correspondería a las facies Muschelkalk.

- Se observa un tercer tramo del metro -2965 al -2840, en el cual la curva del GR presenta en general valores muy bajos, próximos a 0, existiendo algunos intervalos de valores más altos en torno a 90 API. El neutrón refleja también esta irregularidad presentando mayoritariamente valores bajos con algunos valores más altos. La densidad es en general baja, excepto en la parte más inferior del intervalo. El registro del sónico muestra en este tramo valores más altos que en los tramos anteriormente distinguidos, con valores variables entre 65 y 115 ms/p.

Las litologías más importantes son lutitas y anhidrita, con algunas intercalaciones de halita, correspondiendo a las facies Keuper.

- Un cuarto tramo va desde el metro -2840 al -2730. En este tramo todos los registros son muy irregulares, presentando un amplio rango de variación entre los valores máximos y mínimos. El GR varía entre menos de 10 y más de 110 API. El neutrón muestra valores entre 45% y -10%. La densidad tiene un rango de variación entre 1,95 y 2,95 gr/cc. El sónico es el registro más homogéneo de los descritos, manteniendo valores medios excepto en algunos intervalos concretos.

En este tramo se encuentran niveles de lutitas, anhidrita y calizas y de forma menos frecuente areniscas, que forman parte de las facies Keuper.

- Se puede distinguir una quinta división desde el metro -2739 y el -2706. Este tramo se caracteriza por tener en la base y en el techo dos zonas donde las herramientas no leen correctamente por existir una caverna en el pozo. El resto del tramo presenta valores altos e irregulares de GR. El neutrón es alto, con valores más bajos en la base. La densidad es muy irregular. El sónico muestra una curva con valores bajos.

Litológicamente se compone de halita con niveles de lutitas intercalados, todo ello dentro de las facies Keuper.

- Un sexto intervalo se sitúa entre el metro -2706 y el -2664. Los registros del GR son bajos, más o menos homogéneos. El neutrón presenta valores altos. La densidad presenta valores irregulares por encima de 2,45 gr/cc. El sónico muestra valores medios.

Fundamentalmente se trata de un tramo compuesto por areniscas y lutitas, incluido dentro del Keuper.

- La última división estaría entre el metro -2664 y el -2651. Los registros del GR se elevan considerablemente respecto al intervalo anterior. El neutrón presenta valores altos, pero más bajos que el tramo anterior. La densidad presenta valores irregulares casi siempre por encima de 2,45 gr/cc. El sónico muestra valores menores que el tramo anterior.

La composición fundamental de este tramo son las lutitas, que incluyen de forma menos frecuente que en el tramo anterior niveles de areniscas, y que constituyen los materiales superiores de las facies Keuper.

### 2.2.2. Sondeo Baides (nº 552)(fig.5)

COORDENADAS: Long. 2º 48' 56,21"  
Lat. 40º 59' 48,77"

SITUACION: Hoja nº 487 (Ledanca), del M.T.N. E: 1:50.000.

FECHA y OPERADOR: 1983, SHELL.

DIAGRAFIAS DISPONIBLES (fig.7): Caliper, Gamma Ray, Neutrón, Densidad, Sónico y Resistividad. También se dispone de los registros del medidor de buzamientos.

MATERIALES PERFORADOS: El sondeo está embocado en materiales paleógenos, atravesando a continuación el Cretácico, Triásico y un basamento granítico.

PROFUNDIDAD TOTAL: 854 m perforados. Los últimos 15 m lo fueron en granitos, y constituyen los materiales infrayacentes a la serie estudiada.

ESPESOR DE LA SERIE ESTUDIADA: 314 m, que comprenden desde el metro -839 al -525.

DESCRIPCION (fig. 7):

Base: Situada en el metro -839, en el cual casi todas las diagráffas muestran un cambio brusco en los registros. El "dipmeter" muestra una zona inferior donde las lecturas son aleatorias correspondiendo a los granitos y una zona superior más organizada donde las lecturas del buzamiento permanecen entre 4º y 21 E.

- 1.- 3 m: del -839 al -836. Presenta un GR alto (120 API), con un pico de disminución intermedio. El neutrón y la densidad presentan separación positiva, excepto un pequeño nivel en la parte intermedia. El sónico da lecturas medias. La resistividad tiene valores medios.  
Lutitas rojas con una intercalación de areniscas.
- 2.- 5 m: del -836 al -831. Tiene un GR bajo (80 API), en la parte inferior y alto (120 API), en la superior. El neutrón es bajo en la parte inferior y alto en la superior. La densidad es irregular en la parte inferior y media en la superior. El sónico es más bajo en la parte inferior que en la superior. La resistividad es más alta en la parte superior que en la inferior.  
Areniscas rojas que pasan a lutitas con enriquecimiento en carbonatos.
- 3.- 15 m: del -831 al -816. El GR muestra valores medios con cierta tendencia decreciente, aunque bastante irregular. El neutrón tiene valores medios igual que la densidad, dando una separación positiva excepto algunos

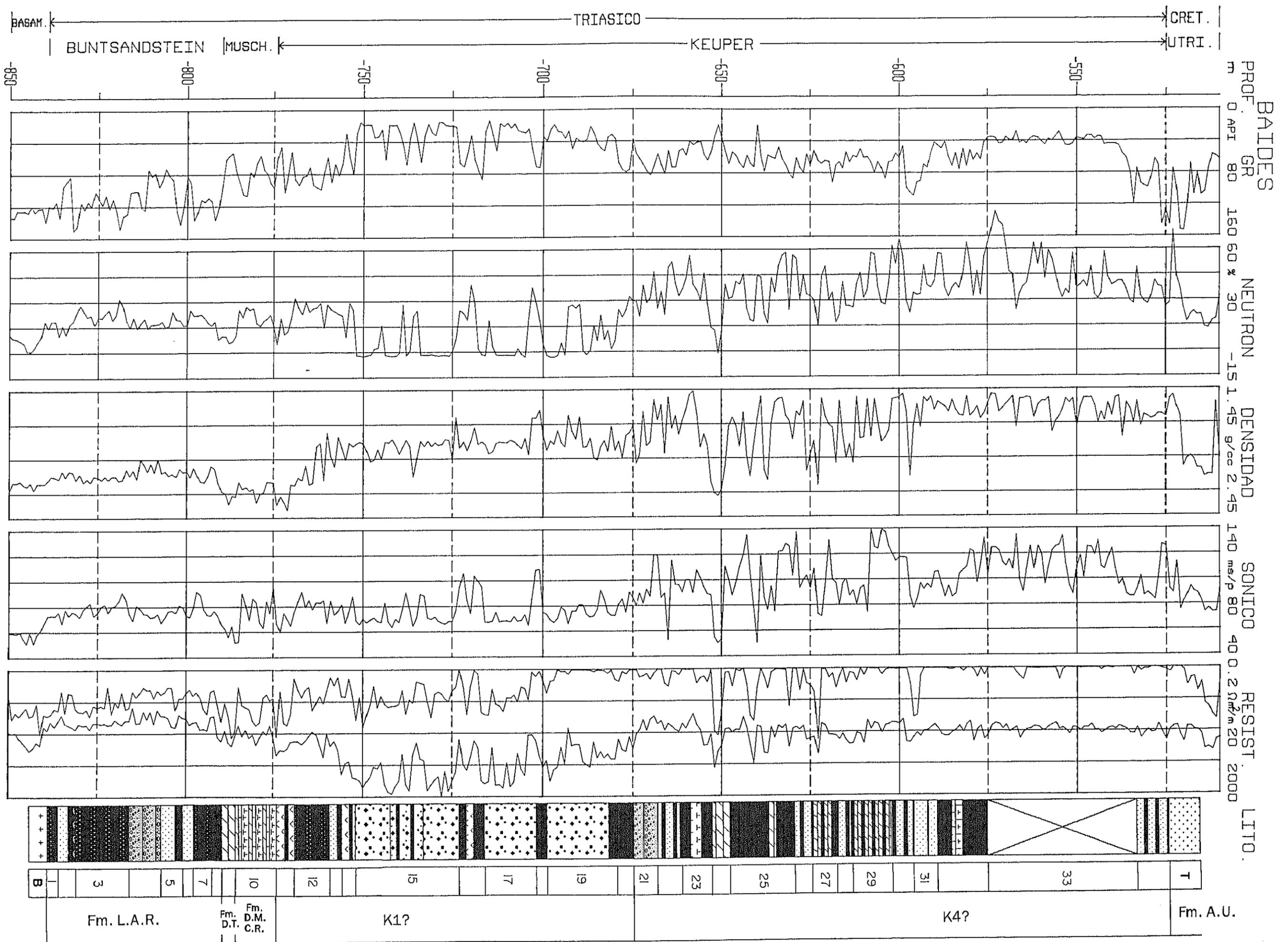


Fig. 7. Composición de diagratías y columna litológica interpretada para el sondeo Baides

- picos. El sónico es irregular, aunque presenta cierta tendencia creciente. La resistividad es irregular con valores medios más altos en la parte superior.
- Lutitas rojas con intercalaciones de areniscas.
- 4.- 9 m: del -816 al -807. El GR presenta una brusca disminución de los valores en la base, para mostrar luego una tendencia creciente, interrumpida por un pico de aumento. El neutrón y la densidad muestran separaciones negativas y valores más bajos que en el nivel anterior. El sónico presenta una tendencia decreciente. La resistividad es en general baja, con algunos valores más altos.
- Areniscas rojas. Forman una secuencia granodecreciente con base erosiva. Presentan intercalaciones de lutitas en finos niveles.
- 5.- 6 m: del -807 al -801. El GR presenta, como el nivel anterior, una brusca disminución en la base hasta 70 API, mostrando posteriormente una secuencia creciente hasta 130 API; en el techo tiene un pico de disminución. El neutrón es bajo en la parte inferior, aumentando en la superior. La densidad es más baja en la parte inferior que en la superior, donde junto al neutrón dan una separación positiva. El sónico tiene valores medios, con cierta tendencia creciente. La resistividad muestra una tendencia decreciente aumentando luego en el techo.
- Areniscas rojas con base erosiva, que forman una secuencia granodecreciente a lutitas. En el techo existe un nivel de enriquecimiento en carbonatos.
- 6.- 3 m: del -801 al -798. Presenta un GR próximo a 80 API. El neutrón y la densidad son relativamente bajos. El sónico tiene valores más bajos que el tramo anterior. La resistividad tiene valores medios.
- Areniscas rojas.
- 7.- 5 m: del -798 al -793. El GR tiene valores altos, próximos a 130 API, con algunos picos de disminución. El neutrón es medio, más alto que en el tramo anterior. La densidad es alta con un pico de disminución y junto con el neutrón dan separación positiva. El sónico es medio, con un pico intermedio de subida. La resistividad es baja en general.
- Lutitas rojas con algún nivel de areniscas.
- 8.- 3 m: del -793 al -790. Presenta un GR alto. El neutrón y la densidad son bajos. El sónico es medio con tendencia a decrecer. La resistividad presenta un descenso marcado en relación al tramo anterior.
- Lutitas con nódulos de anhidrita.
- 9.- 5 m: del -790 al -785. El GR es irregular con valores muy bajos (50 API), y un brusco aumento intermedio. El neutrón es bajo con un aumento intermedio. La densidad es alta con una disminución intermedia. El sónico es muy bajo (50 ms/p), con un aumento en la parte media. La resistividad es alta con un descenso brusco en la parte media. Es de destacar el gran cambio que se produce en las lecturas de las curvas en relación con el tramo anterior.
- Dolomías ocreas con una intercalación de lutitas.
- 10.- 11 m: del -785 al -774. El GR presenta lecturas irregulares en general bajas, con varios picos de aumento más acusados en los extremos. El neutrón es relativamente alto aunque irregular, igual que la densidad que es alta sobre todo en la parte media del nivel. El sónico presenta valores irregulares más altos en los extremos. La resistividad también es irregular, bastante baja en los extremos. El "dipmeter" registra cambios en la dirección del buzamiento, sobre todo en relación con el nivel superior.
- Alternancia de dolomías ocreas y margas.
- 11.- 5 m: del -774 al -769. El GR muestra valores extremos, muy altos y muy bajos. El neutrón es bajo en los extremos aumentando en la parte central. La densidad es alta en los extremos y tiene valores bajos en el centro. El sónico presenta valores bajos en los extremos y altos en el centro. La resistividad baja en el centro, siendo alta en los extremos.
- Anhidrita con un nivel de lutitas grises intercalado.
- 12.- 9 m: del -769 al -760. El GR presenta valores irregulares, en general altos cercanos a 80 API. El registro del neutrón tiene valores relativamente bajos. La densidad muestra valores medios, con algunos descensos acusados. El sónico es medio presentando una ligera tendencia decreciente. La resistividad es baja con algún pico de aumento.
- Lutitas grises. Presentan intercalaciones de areniscas en la parte media.
- 13.- 4 m: del -760 al -756. El GR presenta un descenso en la base para seguir con una tendencia creciente. El neutrón es bajo en la base aumentando hacia la parte superior. La densidad es irregular, alta en la base y más baja en el techo. El sónico tiene valores medios-altos. La resistividad es irregular.
- Alternancia de areniscas y lutitas grises.
- 14.- 4 m: del -756 al -752. El GR presenta valores extremos, con un rango de variación entre 30 y 80 API. El neutrón es bajo, aumentando en el centro. La densidad es muy alta disminuyendo en el centro. El sónico es irregular. La resistividad también presenta valores altos y bajos.

- Alternancia de anhidrita y lutitas grises.
- 15.- 29 m: del -752 al -723. Los valores de GR son muy bajos (15 API), con algunos picos de valores más altos. El neutrón es bajo con algunos aumentos notables. La densidad es baja con aumentos que coinciden con los del neutrón. El sónico es medio-bajo con algunos valores más altos. La resistividad es alta con algunos valores bajos.  
Halita con intercalaciones de lutitas.
- 16.- 7 m: del -723 al -716. Se caracteriza por valores altos y bajos de GR. El neutrón aumenta bruscamente con un pico de disminución. La densidad es baja y aumenta bruscamente en la parte media. El sónico tiene valores muy irregulares, igual que la resistividad.  
Lutitas con una intercalación de anhidrita.
- 17.- 14 m: del -716 al -702. Presenta valores bajos de GR igual que el neutrón. La densidad es baja. El sónico es también bajo. La resistividad es media-alta.  
Halita. Intercala un nivel fino de lutitas.
- 18.- 3 m: del -702 al -699. El GR y el neutrón presentan valores altos. La densidad es muy baja. El sónico es alto. La resistividad es muy baja.  
Lutitas grises y rojas.
- 19.- 20 m: del -699 al -679. Presenta valores de GR bajos próximos a 20 API, con algunos aumentos. El neutrón también es bajo con bruscos aumentos. La densidad es baja también con picos de valores más altos. El sónico es irregular con valores bajos (50 ms/p). La resistividad es baja con tendencia decreciente.  
Halita con intercalaciones de lutitas, que se hacen más frecuentes en el techo del nivel.
- 20.- 4 m: del -679 al -675. El GR tiene valores irregulares más altos que en los intervalos adyacentes. El neutrón y la densidad también presentan valores más altos que los intervalos adyacentes. El sónico es irregular igual que la resistividad.  
Lutitas grises.
- 21.- 7 m: del -675 al -668. El GR presenta tras un brusco descenso en la base una tendencia creciente. El neutrón y la densidad disminuyen en la base y luego presentan tendencia creciente. El sónico baja en la base y luego tiene tendencia creciente. La resistividad es irregular con tendencia decreciente.  
Areniscas rojas. Presentan una secuencia granodecreciente a lutitas.
- 22.- 6 m: del -668 al -662. Todos los registros presentan valores muy irregulares. En general el GR y el neutrón son altos y la densidad baja. El sónico y la resistividad oscilan con valores medios.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas y grises.
- 23.- 9 m: del -662 al -653. El GR muestra un registro con valores bajos e irregulares. El GR presenta valores muy irregulares, en general altos. La densidad es mucho más irregular que el registro del neutrón. El sónico tiene valores medios-altos. La resistividad presenta valores bajos con tendencia a aumentar en el techo.  
Lutitas rojas y grises. Presentan intercalados niveles de margas y anhidrita.
- 24.- 5 m: del -653 al -648. Presenta un GR muy bajo (20 API), igual que el neutrón. La densidad es bastante alta. El sónico es bajo. La resistividad es muy alta.  
Dolomías ocreas.
- 25.- 18 m: del -648 al -630. Presenta valores medios de GR con algunos picos de valores bajos. El neutrón es alto, igual que la densidad, aunque presentan algunos valores muy bajos. El sónico es irregular con algunos valores muy bajos, pero muestra tendencia creciente. La resistividad es media con picos de valores muy altos.  
Lutitas grises. Intercalan niveles de dolomías y anhidrita.
- 26.- 5 m: del -630 al -625. Presenta un GR irregular con valores más altos que los adyacentes. El neutrón y la densidad son altos. El sónico tiene valores medios. La resistividad es muy irregular.  
Alternancia de lutitas y areniscas grises y rojas.
- 27.- 6 m: del -625 al -619. Presenta valores de GR muy irregulares con valores medios-bajos. El neutrón es irregular con valores bajos. La densidad tiene valores altos. El sónico tiene picos de valores muy extremos, sobre todo en la parte superior. La resistividad es irregular con valores medios-altos.  
Alternancia de dolomías ocreas y lutitas rojas.
- 28.- 5 m: del -619 al -614. Presenta valores de GR relativamente altos. El neutrón es bajo. La densidad es alta. El sónico es medio-bajo. La resistividad tiene valores medios.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 29.- 11 m: del -614 al -603. Tiene valores de GR bajos con algunos picos más altos. El neutrón parece mostrar tendencia creciente. La densidad es alta disminuyendo un poco en el techo. El sónico es irregular con valores extremos. La resistividad decrece hacia el techo.  
Alternancia de lutitas grises y rojas, dolomías ocreas y ocasionalmente areniscas rojas.

- 30.- 6 m: del -603 al -597. El GR muestra una secuencia de valores crecientes de 40 a 100 API. El neutrón tiende a aumentar y la densidad a disminuir. El sónico es alto e irregular. La resistividad es muy baja. Alternancia de lutitas y areniscas rojas, dominando estas últimas hacia la parte superior.
- 31.- 7 m: del -597 al -590. Los registros presentan una imagen muy similar al nivel anterior. Areniscas rojas. Intercalan algunos niveles de lutitas.
- 32.- 14 m: del -590 al -576. El GR presenta unos valores bajos que en la parte superior aumentan y son más irregulares. El neutrón es medio, aumentando y haciéndose más irregular en la parte superior. La densidad es media-alta. El sónico presenta valores medios. La resistividad es irregular. Alternancia de lutitas grises y calizas margosas ocreas, estas últimas presentan mayor espesor en la parte inferior del tramo.
- 33.- 42 m: del -576 al -534. El caliper muestra una caverna. Las herramientas por tanto no ofrecen lecturas correctas, lo cual se aprecia bien en la resistividad. Puede tratarse de sales que se disuelven.
- 34.- 9 m: del -534 al -525. Presenta valores de GR altos, pero irregulares. El neutrón tiene valores relativamente altos. La densidad es alta también. El sónico mantiene valores irregulares medios. La resistividad tiene valores bajos. Alternancia de areniscas y lutitas rojas, predominando las últimas en la parte inferior.

Techo: Comienza en el metro -525, donde se aprecia un cambio notable en los valores de todas las curvas. El "dipmeter" también presenta variación, sobre todo en la dirección del buzamiento. Es un tramo de 15 m (del -525 al -510), en el que se aprecia un cambio brusco en todos los registros. Tiene valores altos de GR próximos a 150 API. El neutrón muestra valores altos con una ligera bajada. La densidad es relativamente baja. El sónico tiene valores más altos. La resistividad es baja.

Arenas. Erosionan la parte superior de la serie triásica, por el entorno regional pueden corresponder a la Fm. Arenas de Utrillas.

#### RESUMEN:

- Se distingue un primer tramo del metro -839 al -790. Está caracterizado por unos valores de GR relativamente altos, que varían entre 80 y 150 API. El neutrón presenta valores medios, igual que la densidad. El sónico presenta valores bajos en torno a 80 ms/p. La resistividad presenta valores bajos. Está constituido por lutitas y areniscas rojas, que forman parte de las facies Buntsandstein.

- Un segundo tramo comprende desde el metro -790 al -774. El GR presenta valores en general bajos. El neutrón tiene valores medios generalmente más bajos que el tramo anterior. La densidad es alta. El sónico presenta valores bajos en torno a 50 ms/p, con valores más irregulares en la parte superior. La resistividad muestra en general valores altos.

La litología dominante son las dolomías, apareciendo margas intercaladas en la parte superior. Corresponden a las facies Muschelkalk.

- El tercer tramo abarca desde el metro -774 al -699. El GR presenta valores bajos alrededor de 20 API, excepto en la parte inferior donde es más alto. El neutrón registra valores bajos con algunos picos de aumento. La densidad es en general baja con valores próximos a 2 gr/cc. El sónico tiene valores bajos. La resistividad presenta valores medios. Está formado por lutitas grises y rojas. Como litologías subordinadas existen areniscas, anhidrita y de forma ocasional halita. Representan la parte más inferior de las facies Keuper.

- El cuarto tramo comprende desde el metro -699 al -662. El GR presenta valores con tendencia creciente variando de 20 a 80 API. El neutrón muestra también esta tendencia creciente, aunque de forma más irregular. La densidad tiene valores medios disminuyendo en la parte superior. El sónico es en general bajo. La resistividad muestra valores medios, más bajos en la parte superior.

Está constituido por lutitas, areniscas y halita, forman parte de las facies Keuper.

- Se distingue un quinto tramo comprendido entre el metro -662 y el -590. El GR presenta valores medios entre 40 y 80 API. El neutrón es más alto que en intervalos anteriores. La densidad presenta valores muy irregulares. El sónico es también irregular, dominando en general los valores altos. La resistividad es irregular.

Es un tramo heterolítico formado por una alternancia de niveles de lutitas rojas y grises, margas, dolomías, anhidrita

y de forma ocasional areniscas, correspondientes a las facies Keuper.

- Un sexto tramo abarca desde el metro -590 al -525. El GR presenta valores homogéneos en torno a 40 API, excepto en la parte inferior donde es ligeramente más alto. El neutrón registra valores altos. La densidad muestra valores muy bajos. El sónico es en general alto. La resistividad muestra valores bajos.

Este tramo está formado por areniscas, lutitas y calizas y posiblemente sales. Constituyen la parte superior de las facies Keuper.

### 2.2.3. Sondeo Sigüenza (n° 44-3)(fig.5)

COORDENADAS: Long. 2° 31' 55" W  
Lat. 41° 05' 30" N

SITUACION: Hoja n° 461 (Sigüenza), del M.T.N. E: 1:50.000.

FECHA Y OPERADOR: 1979, J.E.N-SHELL.

DIAGRAFIAS DISPONIBLES (fig. 8): Potencial espontáneo, Gamma Ray y Resistividad. Se dispone parcialmente (desde el metro 0 al-300), del registro de densidad. El registro del Gamma Ray se encuentra interrumpido entre los metros -543 al -600. El registro del potencial espontáneo y de resistividad comienzan en el metro -35. Así mismo, estos registros se encuentran interrumpidos entre los metros -543 al -692. Cabe destacar que este sondeo se realizó con testigo continuo. Todas las diagraffas se interrumpen a partir del metro -907.

MATERIALES PERFORADOS: El sondeo está embocado en materiales del Triásico medio, cortando posteriormente la serie triásica y materiales del Pérmico.

PROFUNDIDAD TOTAL: 1000 m.

ESPESOR DE LA SERIE ESTUDIADA: 1000 m, que comprenden desde el metro 0 al -1000.

DESCRIPCION (fig. 8):

Base: Se localiza en el metro -1000, que es la máxima profundidad que alcanza el sondeo. La descripción hasta el metro -907 está basada en los datos que proviene de la descripción del testigo continuo.

- 1.- 14 m: del -1000 al -986. Areniscas grises. Presentan secuencias granodecrecientes de 1 a 2 m con base erosiva, en la cual existen cantos blandos.
- 2.- 5 m: del -986 al -981. Lutitas rojas. Muestran abundante bioturbación.
- 3.- 4 m: del -981 al -977. Areniscas grises. Presentan una secuencia granodecreciente hasta llegar a lutitas. Tienen base erosiva y estratificación cruzada planar.
- 4.- 14 m: del -977 al -963. Areniscas grises con cantos blandos. Incluyen niveles finos de lutitas.
- 5.- 5 m: del -963 al -958. Areniscas grises. Tienen secuencias granodecrecientes. Cantos de lutitas en la base.
- 6.- 7 m: del -958 al -951. Lutitas rojas. Presentan nódulos de anhidrita dispersos.
- 7.- 15 m: del -951 al -936. Alternancia de lutitas rojas y areniscas grises con cantos blandos. En el techo las lutitas presentan nódulos de anhidrita dispersos.
- 8.- 10 m: del -936 al -926. Areniscas rojas y verdes. Presentan cantos blandos. Presentan estratificación cruzada planar.
- 9.- 11 m: del -926 al -915. Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 10.- 7 m: del -915 al -908. Lutitas rojas.
- 11.- 5 m: del -908 al -903. Areniscas rojas. En el techo se intercala un nivel de lutitas.
- 12.- 13 m: del -903 al -890. El Sp muestra una tendencia vertical El GR presenta unos valores medios de 40 API. La resistividad es irregular con valores medios de 40 ohms m<sup>2</sup>/m. Lutitas rojas; presentan nódulos de anhidrita dispersos.
- 13.- 17 m: del -890 al -873. El Sp muestra tendencia irregular; en general es vertical, pero presenta algunos picos de inflexión negativa. El GR es irregular con valores entre 154 y 45 API. La resistividad presenta un valor

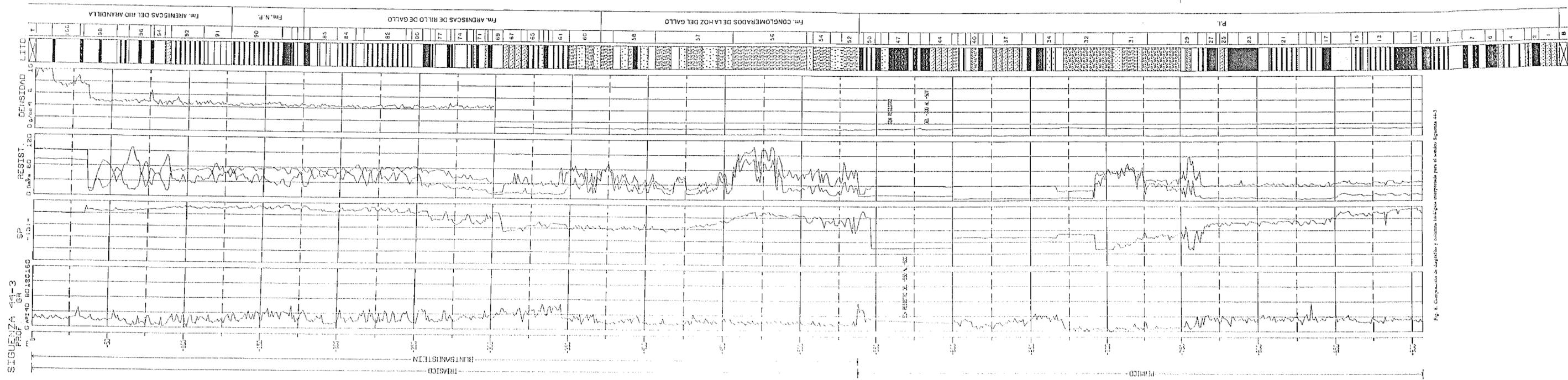


Fig. 4. Compensación de magnetización y calibración de la escala de resistividad para el pozo SIQUENZA 44-3

medio de 40 ohms m<sup>2</sup>/m con algunos valores más bajos.

Alternancia de areniscas y lutitas rojas.

- 14.- 3 m: del -873 al -870. El Sp tiene una inflexión negativa. El GR tiene valores bajos (10 API). La resistividad aumenta un poco en relación con el intervalo anterior.  
Areniscas rojas.
- 15.- 8 m: del -870 al -862. El Sp muestra una tendencia vertical e irregular. El GR presenta valores bajos que ascienden ligeramente en el techo. La resistividad muestra valores bajos.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 16.- 13 m: del -862 al -849. El Sp presenta una inflexión negativa en la base y posteriormente mantiene tendencia vertical. El GR es irregular con valores medios de 45 API. La resistividad es baja.  
Areniscas rojas.
- 17.- 6 m: del -849 al 843. El Sp presenta tendencia vertical con una inflexión negativa en la parte media. El GR aumenta en relación con el intervalo anterior, presentando unos valores de 50 a 60 API. La resistividad es baja aumentando ligeramente en el techo.  
Lutitas rojas.
- 18.- 4 m: del -843 al -839. El Sp muestra una inflexión negativa. El GR tiene valores bajos con tendencia decreciente llegando a 25 API. La resistividad se mantiene baja.  
Areniscas grises.
- 19.- 6 m: del -839 al -833. El Sp tiene una ligera inflexión negativa en la base y luego tendencia vertical. El GR es irregular con tendencia creciente llegando a 120 API. La resistividad se mantiene baja.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas y grises. En el techo del intervalo existe una concentración de materia orgánica en las lutitas verdes.
- 20.- 5 m: del -833 al -828. El Sp presenta una inflexión negativa. El GR es bajo, algo irregular en el techo. La resistividad se mantiene baja.  
Areniscas grises.
- 21.- 19 m: del -828 al -809. El Sp muestra una inflexión negativa seguida de una tendencia vertical. El GR es irregular con un rango de variación entre 20 y 40 API. La resistividad es baja.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 22.- 7 m: del -809 al -802. El Sp tiene una ligera inflexión positiva. El GR es irregular. La resistividad tiene valores bajos.  
Areniscas grises.
- 23.- 13 m: del -802 al -789. El Sp presenta una tendencia vertical con algunas inflexiones negativas. El GR es algo irregular, manteniendo en general valores de 45 a 50 API. La resistividad sigue siendo baja.  
Lutitas rojas y grises.
- 24.- 7 m: del -789 al -782. El Sp mantiene una tendencia vertical constante. El GR muestra valores más o menos constantes que aumentan ligeramente en el techo. La resistividad es baja, con un pico de aumento en el techo.  
Lutitas rojas.
- 25.- 5 m: del -782 al -777. El Sp tiene una inflexión negativa en la base manteniendo posteriormente tendencia vertical. El GR muestra una tendencia creciente desde 15 hasta 55 API. La resistividad es baja con una ligera disminución en el techo.  
Areniscas rojas en una secuencia granodecreciente hasta llegar a lutitas.
- 26.- 3 m: del -777 al -774. El Sp muestra una inflexión negativa, otra positiva y otra negativa. El GR es irregular con valores más altos en la parte media. La resistividad es baja.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 27.- 6 m: del -774 al -768. El Sp presenta tendencia vertical. El GR muestra valores irregulares con un valor medio de 40 API. La resistividad continúa baja.  
Lutitas rojas.
- 28.- 6 m: del -768 al -762. El Sp es irregular con inflexiones negativas y positivas. El GR es irregular con un valor medio ligeramente más alto que en el nivel anterior. La resistividad continúa con valores bajos.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 29.- 11 m: del -762 al -751. El Sp es muy irregular con inflexiones negativas y positivas muy marcadas. El GR presenta valores muy bajos con intervalos de valores más altos, variando entre 15 y 30 API. La resistividad muestra valores muy irregulares, en general altos. La base de este tramo registra un brusco cambio en los valores de todas las curvas.  
Alternancia de areniscas y conglomerados de cantos de cuarzo predominantemente con matriz arenosa.
- 30.- 23 m: del -751 al -728. El Sp es ligeramente irregular. El GR muestra un registro con valores muy bajos. La

resistividad muestra unos valores medios de 40 ohms m<sup>2</sup>/m.

Conglomerados rojos con matriz arenosa.

31.- 23 m: del -728 al -705. El Sp es irregular con inflexiones negativas y positivas. El GR es bajo con intervalos de valores más altos. La resistividad muestra un registro irregular con picos de valores altos y bajos.

Alternancia de conglomerados con matriz arenosa y areniscas rojas.

32.- 33 m: del -705 al -672. Se produce una pérdida parcial de los registros y el testigo en este intervalo. Se dispone únicamente del registro de GR que muestra valores muy bajos, y de fragmentos parciales del testigo que recupera conglomerados rojos con matriz arenosa.

33.- 5 m: del -672 al -667. Sólo se dispone del registro del GR hasta el metro -600, donde también se pierde éste y sólo se dispone del testigo. El GR presenta valores ligeramente más altos que en el intervalo anterior, con valores de 20 API.

Areniscas.

34.- 8 m: del -667 al -659. El GR muestra valores irregulares con un rango de variación entre 10 y 30 API.

Alternancia de lutitas y finos niveles de anhidrita.

35.- 5 m: del -659 al -654. El GR presenta valores altos.

Lutitas rojas.

36.- 9 m: del -654 al -645. El GR es irregular con una tendencia ligeramente decreciente.

Alternancia de lutitas y areniscas rojas. Las lutitas incluyen nódulos de anhidrita.

37.- 19 m: del -645 al -626. El GR presenta una curva con intervalos irregulares de valores bajos en la base y cierta tendencia creciente.

Areniscas con secuencias granodecrecientes hasta llegar a lutitas. Tienen un espesor de 2 a 4 m y en la base presentan niveles de conglomerados de cuarzo con matriz arenosa. Las lutitas presentan nódulos de anhidrita.

En los últimos niveles presentan también nódulos de carbonato.

38.- 6 m: del -626 al -620. El GR presenta un registro con valores muy bajos.

Areniscas rojas.

39.- 3 m: del -620 al -617. El GR muestra una ligera tendencia decreciente.

Lutitas, con nódulos de anhidrita en el techo.

40.- 5 m: del -617 al -612. El GR tiene valores muy bajos.

Conglomerados rojos con matriz arenosa.

41.- 3 m: del -612 al -609. El GR tiene valores más altos que el intervalo anterior.

Areniscas rojas.

42.- 5 m: del -609 al -604. Presenta un GR irregular, en general más alto que en el intervalo anterior.

Alternancia de areniscas y lutitas rojas.

43.- 4 m: del -604 al -600. El GR presenta un registro con una tendencia creciente.

Conglomerados rojos en la base que pasan a areniscas rojas y posteriormente a lutitas.

44.- 15 m: del -600 al -585. No se dispone de ninguna curva a partir de este intervalo y hasta el metro -543.

Areniscas que presentan secuencias granodecrecientes de 2 a 4 m de espesor que llegan hasta lutitas. Presentan de 2 a 4 m de espesor. Las lutitas ocasionalmente presentan nódulos de anhidrita.

45.- 6 m: del -585 al -579. Lutitas rojas con nódulos de anhidrita.

46.- 8 m: del -579 al -571. Alternancia de areniscas y lutitas rojas. Estas últimas incluyen nódulos de anhidrita. Las areniscas pueden presentar cantos de cuarzo dispersos.

47.- 13 m: del -571 al -558. Lutitas rojas. Presentan nódulos de anhidrita.

48.- 5 m: del -558 al -553. Areniscas rojas con cantos angulosos.

49.- 4 m: del -553 al -549. Lutitas rojas.

50.- 8 m: del -549 al -541. Alternancia de lutitas y areniscas rojas. Incluyen algunos niveles de brechas.

51.- 3 m: del -541 al -538. El Sp produce una inflexión positiva. El GR es alto, con valores de 50 API como media. La resistividad presenta valores bajos.

Lutitas rojas.

52.- 12 m: del -538 al -526. El Sp muestra una curva muy irregular. El GR tiene valores muy bajos, en torno a 15 API. La resistividad presenta valores altos e irregulares. Las curvas tienen un contacto inferior muy marcado. Conglomerados rojos de cuarzo y cuarcita.

53.- 8 m: del -526 al -518. El Sp es irregular, mostrando en general una tendencia positiva. El GR es bajo. La resistividad es menos irregular que en el tramo anterior y muestra valores más bajos.

Areniscas rojas con cantos de cuarzo y cuarcita.

54.- 11 m: del -518 al -507. El Sp es muy irregular. El GR presenta valores bajos. La resistividad presenta valores irregulares más altos que en el intervalo anterior.

- Conglomerados rojos de cuarzo y cuarcita.
- 55.- 4 m: del -507 al -503. El Sp produce una clara inflexión negativa. Los valores de GR son muy bajos. La resistividad tiene valores algo más bajos que en el intervalo anterior.  
Areniscas rojas con cantos.
- 56.- 48 m: del -455 al -455. El Sp mantiene valores más homogéneos que en tramos anteriores. El GR tiene valores bajos en torno a 20 API. La resistividad continúa registrando valores irregulares, en general altos.  
Conglomerados rojos de cantos de cuarzo y cuarcita.
- 57.- 50 m: del -455 al -405. El Sp presenta valores más o menos homogéneos que a gran escala producen una inflexión negativa. El GR continúa presentando valores bajos. La resistividad presenta valores más bajos que en intervalos anteriores, con tramos de valores más altos.  
Alternancia de conglomerados y areniscas.
- 58.- 28 m: del -405 al -377. El Sp muestra valores con cierta tendencia vertical. El GR tiene valores más altos que en intervalos anteriores, variando entre 20 y 60 API. La resistividad muestra valores irregulares que varían entre 40 y 100 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Areniscas rojas. Presentan intercalaciones de conglomerados y de lutitas rojas.
- 59.- 8 m: del -377 al -369. El Sp muestra una tendencia vertical. El GR tiene valores homogéneos cercanos a 20 API. La resistividad muestra valores altos.  
Conglomerados rojos de cantos de cuarzo y cuarcita.
- 60.- 21 m: del -369 al -348. El Sp presenta valores irregulares con alternancia de inflexiones positivas y negativas. El GR muestra valores irregulares con un rango de variación entre 20 y 60 API. La resistividad es muy irregular.  
Alternancia de areniscas y conglomerados.
- 61.- 11 m: del -348 al -337. El Sp tiene una tendencia vertical. El GR es más alto que en intervalos anteriores con un valor medio de 60 API. La resistividad es más baja y homogénea que en tramos anteriores.  
Alternancia de lutitas y areniscas rojas.
- 62.- 3 m: del -337 al -334. El Sp muestra una inflexión negativa. El GR presenta valores bajos. La resistividad tiene valores más altos que en los intervalos adyacentes.  
Areniscas rojas.
- 63.- 3 m: del -334 al -331. El Sp tiene tendencia vertical. El GR muestra valores altos con una media de 70 API. La resistividad es baja.  
Lutitas.
- 64.- 3 m: del -331 al -328. El Sp produce una inflexión positiva. El GR muestra valores bajos. La resistividad tiene valores altos con tendencia decreciente.  
Areniscas rojas con cantos de cuarzo y cuarcita.
- 65.- 7 m: del -328 al -321. El Sp tiene una tendencia vertical. El GR tiene valores en general altos. La resistividad es baja.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 66.- 4 m: del -321 al -317. El Sp muestra una inflexión negativa seguida de una tendencia vertical. El GR tiene valores bajos en la base (20 API), con una tendencia creciente (65 API). La resistividad presenta una clara tendencia decreciente con valores altos en la base.  
Areniscas rojas. Presentan una secuencia granodecreciente hasta llegar a lutitas. Tienen base erosiva con cantos de cuarcita.
- 67.- 12 m: del -317 al -305. El Sp muestra una alternancia de inflexiones negativas y tendencias verticales. El GR muestra valores bajos en torno a 20 API y valores altos de 60 API. La resistividad tiene intervalos de valores altos que muestran tendencias decrecientes.  
Areniscas rojas. Presentan secuencias decrecientes hasta llegar a lutitas, con un espesor entre 2 y 4 m. Tienen base erosiva con cantos de cuarcita.
- 68.- 7 m: del -305 al -298. No existe registro de Sp y resistividad. El GR presenta valores bajos con cierta tendencia decreciente.  
Areniscas rojas.
- 69.- 3 m: del -298 al -295. El Sp muestra una curva irregular. El GR tiene valores altos con un aumento en la parte media. La densidad es irregular. La resistividad presenta valores bajos.  
Lutitas rojas. Intercalan un nivel de areniscas.
- 70.- 2 m: del -295 al -293. El Sp muestra una inflexión negativa. El GR presenta valores con tendencia creciente. La densidad tiene tendencia creciente. La resistividad es baja.  
Areniscas rojas. Presentan una secuencia granodecreciente.

- 71.- 6 m: del -293 al -287. El Sp produce una inflexión negativa. El GR presenta valores bajos que aumenta ligeramente en el techo. La densidad tiene valores homogéneos ligeramente más altos en el techo. La resistividad es baja.  
Areniscas rojas. En el techo tienen un nivel de lutitas.
- 72.- 2 m: del -287 al -285. El Sp muestra una inflexión negativa atenuada en el techo. El GR presenta valores bajos con tendencia creciente. La densidad presenta también tendencia creciente. La resistividad tiene una ligera tendencia decreciente.  
Areniscas rojas. Presentan una secuencia granodecreciente hasta llegar a lutitas.
- 73.- 4 m: del -285 al -281. El Sp es irregular. El GR también es irregular con un rango de variación entre 20 y 55 API. La densidad tiene valores medios (4,5 gr/cc). La resistividad es irregular.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 74.- 8 m: del -281 al -273. El Sp presenta una inflexión negativa. El GR tiene valores bajos de 15 API. La densidad muestra valores próximos a 4 gr/cc. La resistividad es homogénea.  
Areniscas rojas.
- 75.- 3 m: del -273 al -270. El Sp es vertical con una inflexión negativa en el techo. El GR presenta valores más altos en la base que en el techo. La densidad tiene valores medios. La resistividad muestra una tendencia creciente.  
Lutitas y areniscas rojas.
- 76.- 2 m: del -270 al -268. El Sp presenta una inflexión positiva. El GR tiene valores altos (60 API). La densidad continúa con valores medios. La resistividad es baja.  
Lutitas rojas.
- 77.- 8 m: del -268 al -260. El Sp muestra una inflexión negativa. El GR tiene valores bajos. La densidad presenta valores próximos a 4 gr/cc. La resistividad es más alta que en el intervalo anterior.  
Areniscas rojas.
- 78.- 3 m: del -260 al -257. El Sp es irregular. El GR presenta valores irregulares, con una variación entre 15 y 90 API. La densidad tiene valores entre 4 y 5 gr/cc. La resistividad es algo irregular.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 79.- 5 m: del -257 al -252. El Sp es vertical, marcando la línea de arcillas. El GR tiene valores altos, próximos a 60 API. La densidad presenta valores medios. La resistividad es baja.  
Lutitas rojas.
- 80.- 7 m: del -252 al -245. El Sp muestra una ligera inflexión negativa. El GR presenta valores bajos en torno a 20 API. La densidad continúa con valores medios. La resistividad aumenta en relación a los intervalos adyacentes.  
Areniscas rojas.
- 81.- 4 m: del -245 al -241. El Sp es irregular. El GR tiene valores irregulares, en general altos. La densidad tiene valores entre 4 y 5 gr/cc. La resistividad es irregular. Alternancia de lutitas y areniscas rojas.
- 82.- 27 m: del -241 al 214. El Sp muestra una alternancia de inflexiones negativas y tendencias verticales. El GR presenta una alternancia de valores bajos en torno a 15 API y valores altos cercanos a 55 API. La densidad varía entre 3,8 y 5 gr/cc. La resistividad muestra alternancia de valores altos y bajos.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas, en niveles de aproximadamente 2 m de espesor.
- 83.- 5 m: del -214 al 209. El Sp tiene una inflexión negativa. El GR muestra valores bajos. La densidad tiene valores próximos a 4 gr/cc. La resistividad es alta.  
Areniscas rojas.
- 84.- 12 m: del -209 al -197. El Sp tiene inflexiones negativas y tendencias verticales. El GR muestra una alternancia de valores altos y bajos. La densidad varía entre 4 y 5 gr/cc. La resistividad presenta valores irregulares.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 85.- 18 m: del -197 al -179. El Sp muestra una inflexión negativa con valores homogéneos algo irregulares en la parte media. El GR presenta valores bajos con 2 picos de ascenso en la zona media. La densidad tiene valores medios. La resistividad es irregular, aunque en general alta.  
Areniscas rojas. Intercalan niveles de lutitas en la parte media.
- 86.- 4 m: del -179 al -175. El Sp tiene tendencia vertical. El GR presenta valores altos de 50 API. La densidad muestra valores medios. La resistividad es baja.  
Lutitas rojas.
- 87.- 4 m: del -175 al -171. El Sp produce una inflexión negativa. El GR tiene valores bajos. La densidad continúa con valores medios. La resistividad es alta.  
Areniscas rojas.

- 88.- 4 m: del -171 al -167. El Sp tiene valores irregulares. El GR muestra picos de valores altos y bajos. La densidad varía entre 4 y 5 (gr/cc). La resistividad es irregular.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 89.- 5 m: del -167 al -162. El Sp presenta una tendencia vertical. El GR presenta valores altos próximos a 50 API. La densidad es media. La resistividad tiene valores bajos.  
Lutitas rojas.
- 90.- 34 m: del -162 al -128. El registro del Sp muestra una alternancia de inflexiones negativas con tendencias verticales. El GR es irregular, con un rango de variación entre 15 y 60 API. La densidad varía entre 4 y 5,2 (gr/cc). La resistividad muestra un registro irregular.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 91.- 18 m: del -128 al -110. El Sp muestra una inflexión negativa con algunas irregularidades. El GR muestra valores bajos con picos de valores más altos. La densidad presenta valores medios. La resistividad presenta valores muy irregulares.  
Areniscas. Intercalan niveles de lutitas de poco espesor.
- 92.- 22 m: del -110 al -88. El Sp tiene tendencia vertical con inflexiones negativas. El GR muestra un registro irregular, con valores bajos de 10 API y valores altos de 60 API. La densidad es muy irregular con un rango de variación entre 3,8 y 6 gr/cc. La resistividad es baja con algunos picos de valores más altos.  
Alternancia de lutitas y areniscas.
- 93.- 4 m: del -88 al -84. El Sp muestra tendencia vertical. El GR presenta valores bajos (10 API), que aumentan en el techo. La densidad tiene valores medios. La resistividad tiene tendencia decreciente.  
Areniscas. Presentan una secuencia granodecreciente hasta llegar a lutitas.
- 94.- 7 m: del -84 al -77. El Sp tiene una ligera tendencia negativa. El GR muestra valores bajos (20 API). La densidad tiene valores irregulares en torno a 5 gr/cc. La resistividad es irregular.  
Areniscas.
- 95.- 2 m: del -77 al -75. El Sp muestra tendencia vertical. El GR tiene valores altos próximos a 40 API. La densidad es alta, próxima a 7 gr/cc. La resistividad es irregular.  
Lutitas. Presentan nódulos de carbonato.
- 96.- 14 m: del -75 al -61. El Sp muestra la misma tendencia vertical. El GR tiene valores bajos con algunos picos de valores más altos. La densidad tiene valores medios de 4,5 gr/cc. La resistividad es alta, disminuyendo en la parte media.  
Areniscas. Intercalan un nivel de lutitas en la parte media.
- 97.- 8 m: del -61 al -53. El Sp muestra la misma tendencia vertical. El GR muestra valores irregulares. La densidad varía entre 4,5 y 5,5 gr/cc. La resistividad es muy irregular.  
Alternancia de lutitas y areniscas.
- 98.- 22 m: del -53 al -31. El Sp es vertical. El GR muestra valores bajos (15-20 API). La densidad varía entre 4,5 y 5 gr/cc. La resistividad es alta.  
Areniscas. En la parte media intercalan un nivel de lutitas.
- 99.- 2 m: del -31 al -29. No se tiene registro de Sp y resistividad a partir de aquí. El GR presenta valores altos cercanos a 60 API. La densidad tiene valores altos entre 8 y 9 gr/cc.  
Lutitas. Pueden tener nódulos de carbonato.
- 100.- 18 m: del -29 al -11. El GR tiene valores bajos con un pico de aumento en el techo. La densidad muestra valores entre 7 y 8 gr/cc.  
Areniscas. En el techo presentan un nivel de lutitas.
- 101.- 11 m: del -11 al 0. El GR tiene valores bajos, 15 API. La densidad es muy alta, próxima a 10 gr/cc.  
Areniscas.

Techo: Situado en el metro 0 donde se encuentra embocado el sondeo.

#### RESUMEN:

- Se ha distinguido un primer tramo que comprende desde el metro -1000 al -907, en el cual no se tiene registro de herramientas. Está constituido fundamentalmente por areniscas grises con cantos de cuarzo. Presenta intercalaciones de lutitas grises y rojas que ocasionalmente presentan nódulos de anhidrita. Estos materiales corresponden al Pérmico.
- Un segundo tramo comprende el metro -907 al -802. Se caracteriza por presentar una curva de Sp con tendencia vertical y algunas inflexiones negativas. El GR presenta valores bajos de 20 API con intervalos de valor más alto.

La resistividad es en general baja.

Está formado por una alternancia de areniscas y lutitas rojas en la parte inferior y verdes y rojas en la superior. Como el tramo anterior corresponden al Pérmico.

- Un tercer tramo abarca desde el metro -802 al -762. El Sp mantiene una tendencia vertical. El GR presenta valores medios más altos que en el tramo anterior. La resistividad tiene valores bajos.

La composición fundamental de este tramo son las lutitas de colores rojos y en la parte inferior grises. Existen algunos niveles de areniscas. Estos materiales forman parte del Pérmico.

- El cuarto tramo ocupa desde el metro -762 al -672. Sólo se registran el Sp y la resistividad parcialmente, presentando curvas muy irregulares. Los registros del GR presentan valores muy bajos. En este tramo se producen pérdidas parciales del testigo.

Se compone de conglomerados rojos de cantos de cuarzo y cuarcita angulosos con abundante matriz. Corresponden al Pérmico.

- Se distingue un quinto tramo que ocupa desde el metro -672 al -538. Sólo se dispone de parte del registro del GR, que presenta valores irregulares más altos que en el tramo anterior.

Está constituido por una alternancia de areniscas y areniscas con cantos y conglomerados. Ocasionalmente presentan intercalaciones de lutitas rojas. Representa la parte superior de los materiales pérmicos.

- El sexto tramo abarca desde el metro -538 al -405. El Sp presenta frecuentes inflexiones negativas. El GR presenta un registro con valores bajos en torno a los 20 API. La resistividad es muy irregular. Se compone de conglomerados rojos de cuarcita y cuarzo. Existen algunas intercalaciones de areniscas rojas, principalmente en la parte superior. Corresponden a los primeros materiales de las facies Buntsandstein.

- Se ha distinguido un séptimo tramo que abarca desde el metro -405 al -348. El Sp muestra una tendencia prácticamente vertical. El GR presenta valores en general bajos. La resistividad muestra una curva irregular con valores altos.

Está formado por una alternancia de areniscas y conglomerados rojos. Los niveles de conglomerados presentan poco espesor, que corresponden a las facies Buntsandstein.

- Un octavo tramo se define desde el metro -348 al -305. Presenta un Sp con inflexiones negativas y tendencia vertical. El GR tiene valores medios más altos que en los tramos anteriores (60 API). La resistividad por el contrario es más baja, con algunos niveles de valores más altos.

Está compuesto por una alternancia de areniscas y lutitas rojas. Pueden formar secuencias granodecrecientes. Las areniscas presentan cantos de cuarcita dispersos. Como el anterior forma parte de las facies Buntsandstein.

- Otro tramo abarca del metro -305 al -128. El Sp tiene una tendencia vertical interrumpida por inflexiones negativas. El GR tiene valores alternantes con un rango de variación entre 15 y 60 API. La densidad se mantiene entre 3,8 y 5 gr/cc. La resistividad muestra un registro irregular.

Está constituido por una alternancia de areniscas y lutitas rojas. Forman parte de las facies Buntsandstein.

- El décimo tramo comprende desde el metro -128 al -31. Se caracteriza por un registro de Sp con una tendencia vertical. El GR muestra valores bajos (20 API), con intervalos de valores más altos. La densidad continúa presentando valores medios. La resistividad presenta un registro muy irregular, en general con valores altos.

Se compone principalmente de areniscas, presentando también intercalaciones de lutitas rojas. Forma parte de las facies Buntsandstein.

- El último tramo abarca del metro -31 al 0. No se dispone de registro de Sp ni de resistividad. El GR presenta valores bajos en torno a 20 API. La densidad presenta valores notablemente más altos que en intervalos anteriores, generalmente mayor de 7 gr/cc.

Se compone de areniscas rojas, con niveles de lutitas de forma subordinada. Pueden presentar nódulos de carbonato. Corresponden a las facies Buntsandstein.

#### 2.2.4. Sondeo Sigüenza (n° 50-12)(fig. 5)

COORDENADAS: Long. 2° 31' 41" W  
Lat. 41° 07' 47" N

SITUACION: Hoja n° 461 (Sigüenza), del M.T.N. E: 1:50.000.

FECHA y OPERADOR: 1980, J.E.N.

DIAGRAFIAS DISPONIBLES (fig. 9): Potencial espontáneo, Gamma Ray y Resistividad.

MATERIALES PERFORADOS: El sondeo se encuentra embocado en materiales carbonatados del Triásico, atravesando únicamente materiales de esta edad.

PROFUNDIDAD TOTAL: 262 m.

ESPELOR DE LA SERIE ESTUDIADA: 262 m, que comprende desde el metro 0 al -262, ya que el sondeo sólo atraviesa materiales triásicos.

DESCRIPCION (fig. 9):

Base: Se toma como base el metro -262, que es la máxima profundidad alcanzada por el sondeo.

- 1.- 11 m: del -262 al -251. El Sp presenta valores irregulares y negativos. El GR tiene valores bajos de 20 API. La resistividad tiene valores altos con una ligera tendencia decreciente.  
Areniscas con cantos de cuarcita dispersos.
- 2.- 2 m: del -251 al -249. El Sp presenta valor constante. El GR muestra un pico de valores muy altos, 70 API. La resistividad es más baja que en los intervalos adyacentes.  
Lutitas.
- 3.- 8 m: del -249 al -241. El Sp muestra un registro irregular con tendencia negativa. El GR es bajo. La resistividad presenta una tendencia decreciente.  
Areniscas.
- 4.- 6 m: del -241 al -235. El Sp muestra una inflexión negativa. El GR presenta valores bajos con algunos picos de ascenso. La resistividad tiene una tendencia creciente más marcada en el techo.  
Areniscas. Pueden tener intercalaciones de niveles finos de lutitas.
- 5.- 6 m: del -235 al -229. El Sp tiene una inflexión negativa. El GR aumenta en la base, presentando posteriormente una tendencia decreciente (de 60 a 30 API). La resistividad es más baja en la base y aumenta posteriormente.  
Areniscas. Presentan una secuencia granocreciente con lutitas en la base.
- 6.- 2 m: del -229 al -227. El Sp muestra una curva con tendencia vertical. El GR presenta valores elevados cercanos a 110 API. La resistividad tiene valores bajos.  
Lutitas.
- 7.- 8 m: del -227 al -219. El Sp presenta una inflexión positiva en la base, seguida de otra negativa. El GR presenta valores bajos. La resistividad es alta.  
Areniscas. Tienen intercalaciones de niveles con concentraciones de cantos de cuarcita y cuarzo.
- 8.- 2 m: del -219 al -217. El Sp presenta tendencia vertical. El GR aumenta en relación con el intervalo anterior. La resistividad, por el contrario, es más baja.  
Lutitas.
- 9.- 9 m: del -217 al -208. El Sp muestra tendencias muy irregulares, en general negativas. El GR presenta valores bajos. La resistividad es en general alta con algunos picos más bajos.  
Areniscas. Tienen intercalaciones de finos niveles de lutitas.
- 10.- 5 m: del -208 al -203. El Sp presenta una inflexión negativa. El GR tiene valores bajos, con 2 picos de ascenso muy acusados, hasta 140 API, en la base y en el techo. La resistividad es más alta en el centro que en los extremos.  
Areniscas. En la base y en el techo existen niveles de lutitas.
- 11.- 4 m: del -203 al -199. El Sp muestra una inflexión negativa. El GR tiene valores bajos. La resistividad tiene

SIGUENZA 50-12  
 PROF. GR 0 API 40 80 120 160

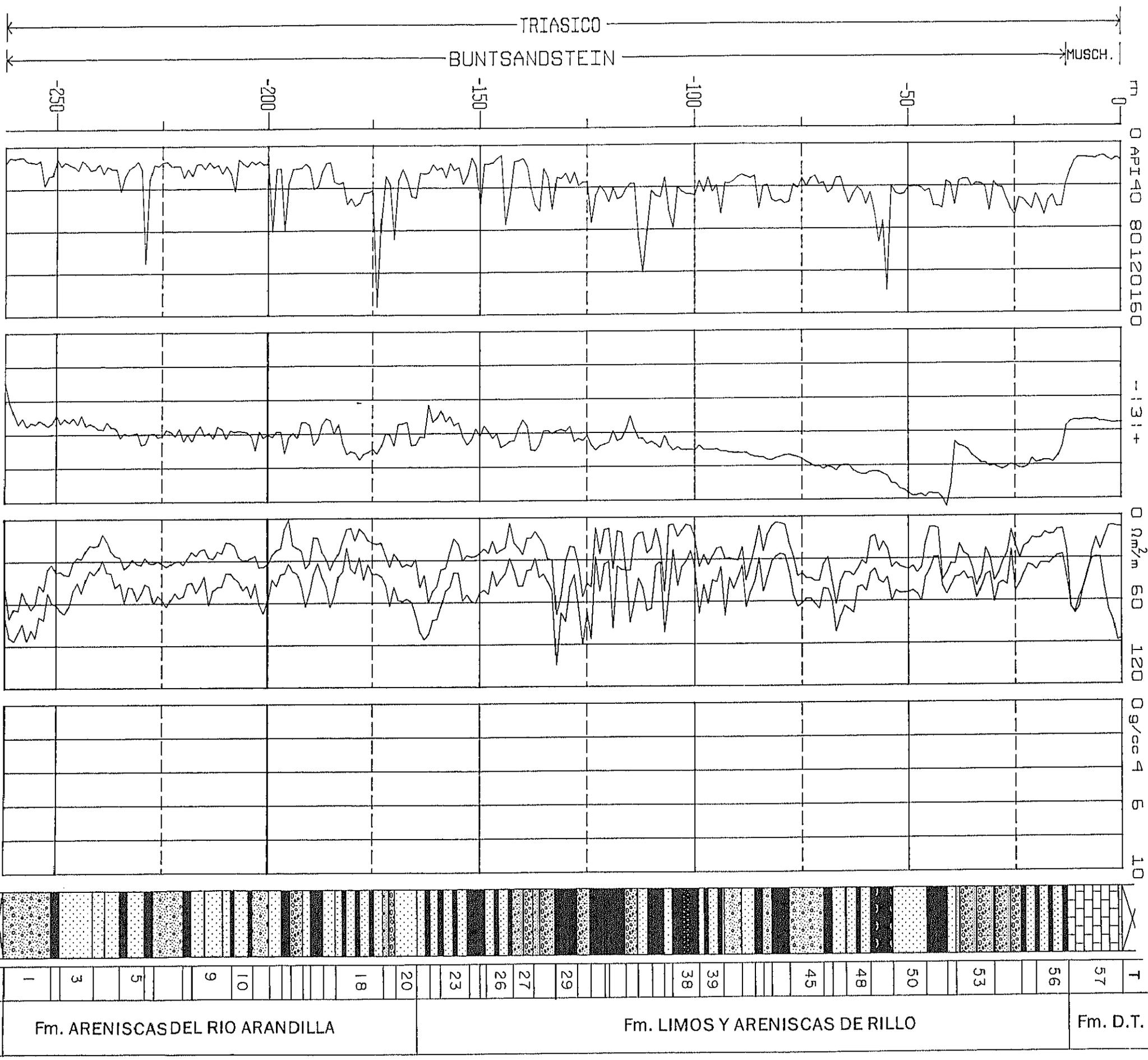


Fig. 9. Composición de diagratías y columna litológica interpretada para el sondeo Sigüenza 50-12

valores altos.

Areniscas. Presentan cantos de cuarcita dispersos.

- 12.- 3 m: del -199 al -196. El Sp presenta una inflexión negativa. El GR presenta valores bajos con un pico de aumento muy acusado en la base (110 API). La resistividad muestra una tendencia decreciente.

Areniscas. En la base presentan un nivel de lutitas.

- 13.- 2 m: del -196 al -194. El Sp tiene tendencia vertical. El GR presenta un pico de aumento. La resistividad muestra valores bajos.

Lutitas.

- 14.- 3 m: del -194 al -191. El Sp muestra una inflexión negativa. El GR tiene valores bajos con tendencia decreciente. La resistividad presenta valores altos con tendencia creciente.

Areniscas. Presentan una tendencia granocreciente desde lutitas.

- 15.- 2 m: del -191 al -189. El Sp presenta una inflexión negativa. El GR tiene valores bajos. La resistividad presenta una tendencia decreciente.

Areniscas.

- 16.- 3 m: del -189 al -186. El Sp muestra una tendencia vertical. El GR presenta valores más altos que los intervalos adyacentes. La resistividad muestra valores bajos.

Lutitas.

- 17.- 3 m: del -186 al -183. El Sp produce una inflexión negativa. El GR presenta valores bajos, en torno a 20 API. La resistividad tiene una tendencia creciente.

Areniscas.

- 18.- 11 m: del -183 al -172. El Sp muestra una curva irregular en general con tendencia vertical. El GR tiene valores en general altos con una media de 60 API; en el techo presenta un pico de ascenso con un valor de 150 API. La resistividad es irregular con valores medios.

Alternancia de lutitas y areniscas.

- 19.- 3 m: del -172 al -169. El Sp muestra una inflexión negativa seguida de una tendencia vertical. El GR presenta valores altos en la base que luego disminuyen, y presenta una tendencia creciente. La resistividad tiene valor bajo en la base, luego aumenta y tiene tendencia decreciente.

Areniscas. Presentan una secuencia granodecreciente hasta llegar a lutitas. Tienen base erosiva con cantos blandos.

- 20.- 5 m: del -169 al -164. El Sp presenta una inflexión negativa. El GR presenta valores bajos. La resistividad tiene valores medios-altos.

Areniscas.

- 21.- 3 m: del -164 al -161. El Sp muestra una tendencia muy irregular. El GR presenta igualmente valores irregulares. La resistividad tiene un registro irregular con valores extremos.

Alternancia de areniscas y lutitas.

- 22.- 2 m: del -161 al -159. El Sp presenta una inflexión negativa seguida de otra positiva. El GR muestra un pico de valor muy alto (200 API), en la base, luego desciende (30 API), y vuelve a aumentar (60 API). La resistividad tiene en general valores medios.

Lutitas con desarrollo de nódulos de carbonato.

- 23.- 7 m: del -159 al -152. El Sp muestra una tendencia irregular dominando las inflexiones negativas. El GR presenta valores irregulares. La resistividad es también irregular, en general con valores altos.

Alternancia de areniscas y lutitas.

- 24.- 2 m: del -152 al -150. El Sp tiene una tendencia vertical. El GR presenta valores altos. La resistividad tiene valores bajos.

Lutitas.

- 25.- 1 m: del -150 al -149. El Sp muestra una inflexión negativa. El GR presenta un pico de aumento con un valor muy alto (240 API). La resistividad tiene valores medios.

Lutitas con desarrollo de nódulos de carbonato.

- 26.- 7 m: del -149 al -142. El Sp tiene inflexiones negativas, pero en general muestra una tendencia vertical. El GR presenta valores irregulares, en general altos. La resistividad es también irregular.

Alternancia de areniscas y lutitas.

- 27.- 5 m: del -142 al -137. El Sp muestra una inflexión negativa que se atenúa en la parte superior. El GR muestra valores altos en la base, luego desciende y a partir de aquí muestra una tendencia creciente. La resistividad baja en la base, luego muestra tendencia creciente y desciende en el techo.

Areniscas. Presentan una secuencia granodecreciente hasta llegar a lutitas. Tienen base erosiva con cantos blandos y, en el techo, concentración de nódulos de carbonato.

- 28.- 5 m: del -137 al -132. El Sp presenta una inflexión negativa seguida de una tendencia vertical. El GR presenta una tendencia creciente. La resistividad muestra una tendencia decreciente.  
Areniscas. Presentan una secuencia granodecreciente hasta llegar a lutitas.
- 29.- 5 m: del -132 al -127. El Sp tiene tendencia vertical. El GR muestra valores homogéneos próximos a 60 API. La resistividad tiene valores bajos.  
Lutitas.
- 30.- 3 m: del -127 al -124. El Sp tiene una tendencia vertical. El GR presenta valores bajos. La resistividad tiene una tendencia claramente creciente.  
Areniscas. Presentan una secuencia granocreciente con lutitas en la base. En el techo presentan enriquecimiento en carbonatos.
- 31.- 3 m: del -124 al -121. El Sp mantiene una tendencia vertical. El GR es alto, alcanzando 60 API. La resistividad tiene valores bajos.  
Lutitas.
- 32.- 1 m: del -121 al -120. El Sp produce una ligera inflexión negativa. El GR presenta un pico de valor muy alto (240 API). La resistividad es media-alta.  
Lutitas con desarrollo de nódulos de carbonato.
- 33.- 4 m: del -120 al -116. El Sp muestra una tendencia vertical. El GR tiene valores homogéneos, en general altos. La resistividad es baja.  
Lutitas.
- 34.- 3 m: del -116 al -113. El Sp produce una inflexión negativa que se atenúa en el techo. El GR presenta valores bajos que aumentan hacia la parte superior. La resistividad presenta una tendencia decreciente.  
Areniscas. Presentan una secuencia granodecreciente hasta llegar a lutitas. Tienen base erosiva con cantos blandos.
- 35.- 3 m: del -113 al -110. El Sp tiene una tendencia vertical. El GR muestra valores irregulares altos, en torno a 170 API. La resistividad presenta valores medios.  
Alternancia de areniscas y lutitas.
- 36.- 3 m: del -110 al -107. El Sp muestra tendencia vertical. El GR tiene valores medios-altos. La resistividad es baja.  
Lutitas.
- 37.- 2 m: del -107 al -105. El Sp produce una inflexión negativa. El GR es bajo. La resistividad tiene valores altos.  
Areniscas.
- 38.- 6 m: del -105 al -99. El Sp mantiene una tendencia vertical. El GR muestra valores altos con algún pico de disminución. La resistividad es baja con un pico de valor más alto.  
Lutitas. Ocasionalmente tienen intercalaciones de areniscas.
- 39.- 6 m: del -99 al -93. El Sp continúa con una tendencia vertical. El GR presenta valores irregulares con un rango de variación entre 30 y 60 API. La resistividad presenta un registro irregular.  
Alternancia de areniscas y lutitas.
- 40.- 4 m: del -93 al -89. El Sp mantiene una tendencia vertical. El GR muestra valores bajos ligeramente decrecientes. La resistividad es media.  
Areniscas. Presentan intercalaciones de lutitas en niveles de poco espesor. Tienen cantos de cuarcita dispersos.
- 41.- 3 m: del -89 al -86. El Sp continúa con la misma tendencia. El GR muestra valores irregulares. La resistividad es alta, algo irregular.  
Areniscas. En la base y en el techo presentan niveles de lutitas.
- 42.- 2 m: del -86 al -84. El Sp muestra tendencia vertical. El GR presenta valores altos (60 API). La resistividad es baja.  
Lutitas.
- 43.- 2 m: del -84 al -82. El Sp se mantiene vertical. El GR muestra valores bajos. La resistividad aumenta en relación con intervalos adyacentes.  
Areniscas. Presentan cantos de cuarcita dispersos.
- 44.- 4 m: del -82 al -78. El Sp continúa con tendencia vertical. El GR presenta valores medios de 60 API. La resistividad es homogénea con valores bajos.  
Lutitas.
- 45.- 8 m: del -78 al -70. El Sp muestra la misma tendencia que en tramos anteriores. El GR presenta valores bajos. La resistividad es alta.  
Areniscas con cantos de cuarcita dispersos.
- 46.- 2 m: del -70 al -68. El Sp produce una ligera tendencia positiva. El GR es alto. La resistividad es más baja

que en el intervalo anterior.

Lutitas.

47.- 3 m: del -68 al -65. El Sp mantiene la tendencia positiva. El GR presenta valores bajos (30 API). La resistividad es alta.

Areniscas.

48.- 7 m: del -65 al -58. El Sp presenta una tendencia vertical. El GR muestra valores medios irregulares. La resistividad también es irregular.

Alternancia de areniscas y lutitas.

49.- 4 m: del -58 al -54. El Sp mantiene la tendencia vertical. El GR muestra en la base y en el techo picos de valores muy altos (170 y 240 API respectivamente), y luego valores medios de 70 API. La resistividad es media e irregular.

Lutitas. Presentan intercalados algunos niveles de nódulos de carbonato.

50.- 8 m: del -54 al -46. El Sp marca una tendencia positiva. El GR presenta valores bajos. La resistividad es alta con tendencia homogénea.

Areniscas.

51.- 5 m: del -46 al -41. El Sp muestra una ligera inflexión negativa. El GR se eleva en relación con los tramos adyacentes. La resistividad es baja.

Lutitas.

52.- 2 m: del -41 al -39. El Sp produce una inflexión positiva. El GR tiene valores bajos (30 API). La resistividad es alta.

Areniscas.

53.- 9 m: del -39 al -30. Los registros presentan un cambio brusco en la base de este tramo. El Sp produce una inflexión negativa. El GR presenta varias tendencias crecientes. La resistividad por el contrario muestra varias tendencias decrecientes.

Areniscas. Presentan secuencias granodecrecientes hasta llegar a lutitas. Tienen base erosiva con cantos blandos. El espesor es de 2 a 4 m.

54.- 6 m: del -30 al -24. El Sp presenta una tendencia vertical. El GR presenta una tendencia creciente desde valores de 30 API hasta 70 API. La resistividad es irregular mostrando en general una tendencia decreciente.

Areniscas. Presentan una secuencia granodecreciente hasta llegar a lutitas. Tienen base erosiva.

55.- 4 m: del -24 al -20. El Sp mantiene la tendencia vertical. El GR presenta valores irregulares, en general altos. La resistividad muestra valores irregulares con tendencia decreciente.

Alternancia de areniscas y lutitas. El porcentaje de estas últimas aumenta en el techo.

56.- 7 m: del -20 al -13. El Sp muestra cierta tendencia irregular negativa. El GR tiene valores irregulares que varían de 30 a 60 API. La resistividad es en general baja, un poco irregular.

Alternancia de lutitas y areniscas. Las lutitas forman niveles de mayor espesor.

57.- 13 m: del -13 al 0. El Sp no presenta registro. El GR tiene valores muy bajos próximos a 0. La resistividad es alta.

Calizas.

Techo: Se sitúa en el metro 0, donde está embocado el sondeo.

## RESUMEN:

- Se distingue un primer tramo desde el metro -262 al -199, caracterizado por unos valores de Sp muy irregulares. El GR muestra en general valores bajos con una media de 30 API. La resistividad presenta valores medios-altos, con algunos intervalos de valor más bajo.

En este tramo dominan las areniscas con cantos de cuarzo y cuarcita dispersos. Presentan de forma poco frecuente intercalaciones de lutitas. En la parte superior el GR presenta unos picos de valores muy altos que pueden corresponder a niveles con enriquecimiento en carbonatos. Forman parte de las facies Buntsandstein.

- Un segundo tramo comprende del metro -199 al -164. El Sp muestra principalmente inflexiones negativas. El GR es más alto e irregular que en el tramo anterior. La resistividad presenta valores medios más bajos que en el tramo anterior, con algunos picos de valores más altos. Litológicamente se compone de areniscas y lutitas. Corresponden a las facies Buntsandstein.

- El tercer tramo incluye desde el metro -164 al -99. El Sp presenta una tendencia vertical con algunas inflexiones

negativas. El GR muestra valores medios altos, con algunos picos de ascenso muy marcados que llegan a 240 API. La resistividad es muy irregular, mostrando valores más altos en la base que en el techo. La litología fundamental de este tramo son las lutitas, que presentan intercalaciones de areniscas más frecuentes en la parte inferior. Como el tramo anterior forman parte de las facies Buntsandstein.

- Se distingue un cuarto tramo que abarca desde el metro -99 al -78. El Sp presenta una tendencia vertical. El GR tiene valores medios de 30 API. La resistividad muestra valores irregulares.

La composición fundamental está constituida por areniscas con cantos de cuarzo y cuarcita dispersos, existiendo niveles de lutitas de forma subordinada, que corresponden a las facies Buntsandstein.

- Un quinto tramo comprende desde el metro -78 al -46. El Sp muestra tendencia ligeramente negativa, pero con valores homogéneos. El GR presenta valores en general bajos (20 API), existiendo un intervalo con valores muy altos que alcanzan los 240 API. La resistividad es en general elevada, con algunos tramos de valor más bajo.

Este tramo está constituido por una alternancia de areniscas y lutitas formando en general secuencias granodecrecientes de 2 a 6 m de espesor. Corresponden a las facies Buntsandstein.

- El sexto tramo abarca desde el metro -46 al -13. El Sp señala un cambio en la base de este intervalo presentando una inflexión negativa seguida de cierta tendencia vertical. El GR presenta valores medios de 30 API, con algunos intervalos de valor más alto, en torno a 60 API. La resistividad muestra un registro irregular con cambios bruscos en el valor de algunos intervalos.

Está formado por areniscas y lutitas. Forman secuencias granodecrecientes. En la parte más superior existe un predominio de las lutitas que corresponden a las facies Buntsandstein.

- El último tramo comprende desde el metro -13 al 0. No existe registro de Sp. El GR presenta un valor muy bajo próximo a 0 API. La resistividad es alta en general.

Se compone de calizas que forman parte de las facies Muschelkalk.

#### 2.2.5. Sondeo El Gredal (nº 493)(fig. 5)

COORDENADAS: Long. 2º 29' 36,89" W  
Lat. 41º 22' 21,37" N

SITUACION: Hoja nº 406 (Almazán), del M.T.N. E: 1:50.000.

FECHA Y OPERADOR: 1981, SHELL.

DIAGRAFIAS DISPONIBLES (fig. 10): Cáliper, Gamma Ray, Neutrón, Densidad, Sónico y Resistividad. Se tienen algunos datos dispersos de los resultados del medidor de buzamientos.

MATERIALES PERFORADOS: El sondeo se encuentra embocado en materiales terciarios, atravesando materiales del Mioceno inferior y Oligoceno. Continúa en materiales del Cretácico superior, inmediatamente debajo de los cuales se corta el Triásico, Pérmico y Paleozoico inferior.

PROFUNDIDAD TOTAL: 1669 m. Los últimos 88 m se perforaron en cuarcitas del Paleozoico inferior.

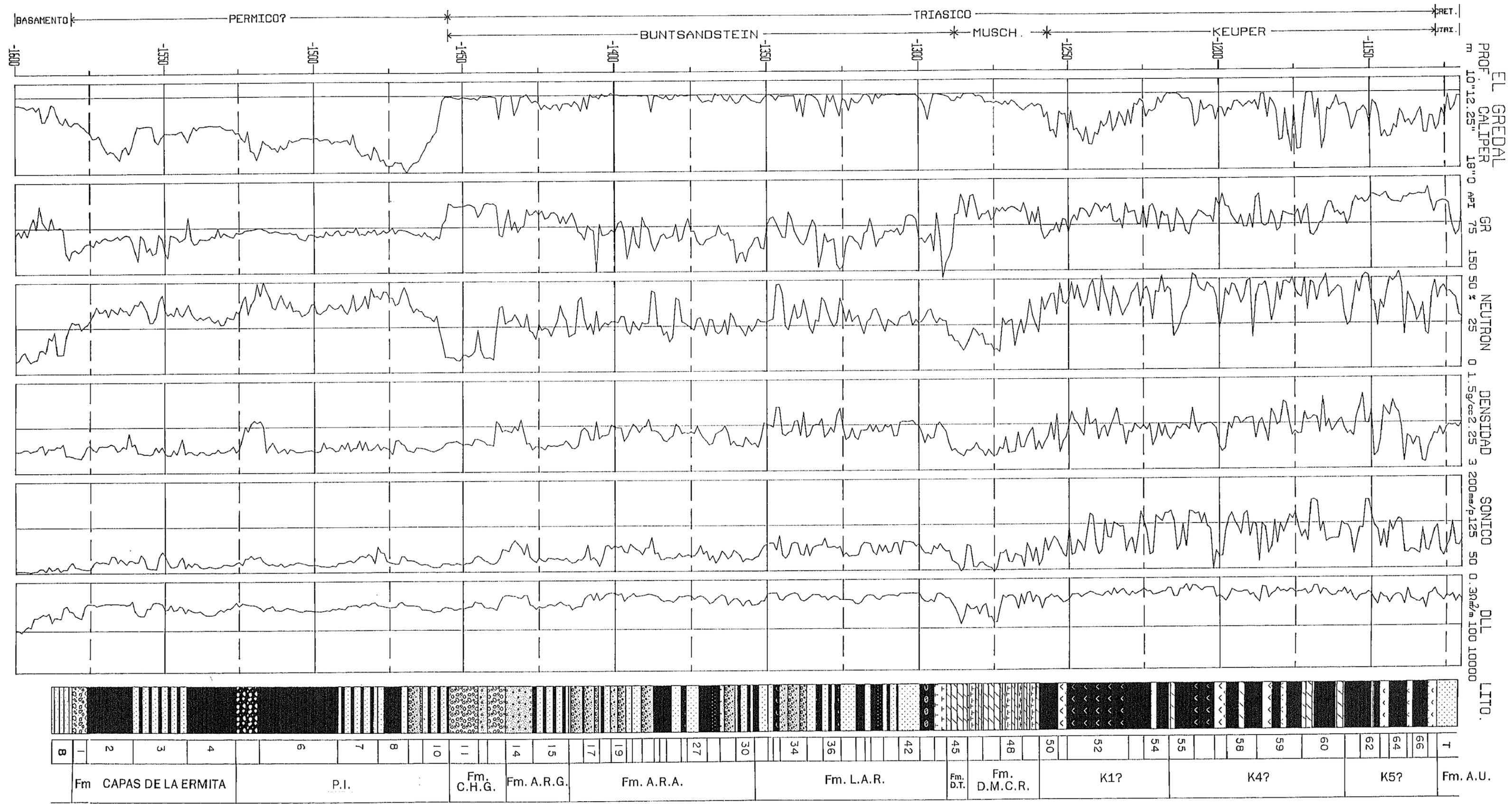
ESPESOR DE LA SERIE ESTUDIADA: 453 m, desde el metro -1581 al -1128.

DESCRIPCION (fig. 10):

Base: Se sitúa en el metro -1581. Se observa una ruptura en los valores de los registros. Así mismo, se aprecia un cambio en el buzamiento, se pasa de 34º NE, a 34º E. Los materiales sobre los que se encuentra la serie estudiada son cuarcitas del Paleozoico inferior.

1.- 5 m: del -1581 al -1576. El GR presenta una tendencia decreciente, en general con valores altos. El neutrón muestra también tendencia decreciente, con valores bajos. La densidad presenta valores bastante altos. El sónico

Fig. 10. Composición de diagratis y columna litológica interpretada para el sondeo El Gredal



- tiene valores bajos. La resistividad muestra valores con tendencia creciente.  
Areniscas marrones con cantos angulosos.
- 2.- 14 m: del -1576 al -1562. El GR tiene valores altos algo irregulares. El neutrón y la densidad muestran una separación positiva. El sónico presenta valores altos. La resistividad tiene valores bajos.  
Lutitas grises.
  - 3.- 20 m: del -1562 al -1542. El GR presenta valores muy irregulares, con un rango de variación entre 100 y 160 API. El neutrón es también bastante irregular, dando junto a la densidad separaciones positivas y negativas. El sónico muestra valores irregulares. La resistividad también es irregular, en general con tendencia creciente.  
Alternancia de lutitas grises y areniscas marrones.
  - 4.- 16 m: del -1542 al -1526. El GR presenta valores medios, con un pico de disminución en la base. El neutrón tiene valores bajos e irregulares. La densidad tiene valores altos disminuyendo en el techo; junto con el neutrón dan separación positiva. El sónico tiene valores bajos. La resistividad presenta valores bajos e irregulares.  
Lutitas grises.
  - 5.- 7 m: del -1526 al -1519. El GR presenta valores medios con cierta tendencia decreciente. El neutrón tiene valores altos con tendencia creciente. La densidad presenta valores bajos, dando junto con el neutrón separación negativa. El sónico presenta valores más altos que los intervalos adyacentes con tendencia decreciente. La resistividad muestra una tendencia creciente.  
Conglomerados, con matriz lutítica. El porcentaje de matriz disminuye en el techo.
  - 6.- 27 m: del -1519 al -1492. El GR presenta una tendencia creciente. El neutrón presenta una tendencia irregular con valores más bajos en la parte media. La densidad tiene valores altos, muy irregulares en la base. El sónico muestra valores bajos. La resistividad tiene valores medios. El "dipmeter" señala una variación en el buzamiento que pasa de 34° E a 25° NE.  
Lutitas grises y blancas.
  - 7.- 13 m: del -1492 al -1479. El GR presenta valores altos e irregulares, con valores medios de 100 API. El neutrón es irregular con cierta tendencia creciente. La densidad tiene valores altos e irregulares. El sónico tiene tendencia creciente, siendo en el techo muy irregular. La resistividad tiene valores medios.  
Alternancia de lutitas moradas y areniscas rojas. Estas últimas son más frecuentes en la parte superior.
  - 8.- 10 m: del -1479 al -1469. El GR presenta valores altos, con una tendencia decreciente y valores irregulares en el techo. El neutrón presenta valores bajos con dos picos de aumento muy marcados en la base y en el techo. La densidad presenta valores irregulares, con tendencia creciente y dos picos de descenso en los extremos. El sónico tiene valores bajos y tendencia ligeramente decreciente; presenta dos ascensos importantes en los extremos. La resistividad presenta una tendencia homogénea con valores bajos muy marcados en los extremos.  
Lutitas rojas. En la base y en el techo presentan niveles de areniscas moradas.
  - 9.- 5 m: del -1469 al -1464. El GR presentan una tendencia creciente. El neutrón tiene valores altos. La densidad muestra una tendencia decreciente. El sónico presenta valores medios altos. La resistividad es homogénea.  
Areniscas moradas. Presentan una secuencia granodecreciente hasta llegar a lutitas.
  - 10.- 9 m: del -1464 al -1455. La curva del GR presenta valores irregulares con cierta tendencia creciente. El neutrón tiene valores bajos e irregulares. La densidad muestra valores altos con algunos ascensos. El sónico presenta una tendencia decreciente. La resistividad tiene una tendencia creciente.  
Alternancia de lutitas amarillas y areniscas moradas. Predominan las lutitas en el techo del intervalo.
  - 11.- 10 m: del -1455 al -1445. Este tramo presenta un cambio en todos los registros respecto a los tramos anteriores. El buzamiento registrado por el "dipmeter" cambia de 25° NE a 2° SW. El GR registra valores muy bajos del orden de 40 API. El neutrón muestra valores muy bajos y la densidad valores medios; ambos producen separación negativa. El sónico tiene también valores bajos con cierta tendencia creciente. La resistividad muestra valores medios con tendencia creciente.  
Conglomerados de cantos de cuarzo y cuarcita.
  - 12.- 3 m: del -1445 al -1442. El GR presenta una subida en los registros. El neutrón muestra valores más altos que el tramo anterior. La densidad, por el contrario, muestra valores más bajos. El sónico tiene valores altos. La resistividad registra una ligera disminución.  
Areniscas rojas con cantos de cuarzo y cuarcita.
  - 13.- 6 m: del -1442 al -1436. El registro del GR muestra valores bajos. El neutrón muestra una tendencia decreciente con valores bajos. La densidad presenta un aumento en relación con el tramo anterior. El sónico tiene valores bajos. La resistividad presenta valores más altos que el tramo anterior.  
Conglomerados de cantos de cuarzo y cuarcita.
  - 14.- 9 m: del -1436 al -1427. El GR muestra valores más altos e irregulares que el tramo anterior. El neutrón presenta un aumento considerable en el valor de los registros. La densidad es más baja e irregular. El sónico

tiene valores altos e irregulares con un valor medio de 100 ms/p. La resistividad muestra valores bajos. Este tramo presenta en todos los registros una base netamente marcada por un importante cambio en los valores de las curvas.

Areniscas rojas con cantos dispersos; alternan con areniscas rojas sin cantos.

- 15.- 12 m: del -1427 al -1415. El GR presenta valores irregulares medios, con un rango de variación entre 50 y 80 API. El neutrón presenta también valores irregulares con valores más bajos en los extremos que en la parte media. La densidad muestra valores altos; junto con el neutrón da una separación positiva. El sónico presenta valores irregulares con un valor medio de 70 ms/p. La resistividad tiene valores relativamente altos.

Alternancia de areniscas y lutitas rojas. Son más frecuentes los niveles de areniscas.

- 16.- 5 m: del -1415 al -1410. El GR presenta valores bajos, un poco más altos en los extremos. El neutrón es en general bajo. La densidad tiene valores altos con descensos en los extremos. El sónico presenta una tendencia decreciente. La resistividad muestra valores más altos en la parte media que en los extremos.

Areniscas rojas. Presentan una secuencia granodecreciente hasta llegar a lutitas. La base de este nivel es erosiva con cantos blandos.

- 17.- 5 m: del -1410 al -1405. El GR presenta un pico de aumento en la base con un valor de 145 API; en la parte media los valores son más bajos (90 API), y vuelve a aumentar un poco en la parte superior. El neutrón tiene valores bajos en la base, luego aumenta en el techo y presenta una tendencia decreciente. La densidad es alta en la base, desciende y luego presenta tendencia creciente. El sónico tiene valores bajos en la base, aumentando después y luego disminuyendo. La resistividad tiene valores altos en la base, luego disminuye y vuelve a aumentar.

Areniscas. Presentan una secuencia granodecreciente hasta llegar a lutitas. La base es erosiva con cantos blandos.

- 18.- 4 : del -1405 al -1401. El GR presenta valores alternantes con un rango de variación entre 80 y 130 API. El neutrón y la densidad son muy irregulares generando separaciones positivas y negativas. El sónico es muy irregular presentando valores variables entre 55 y 120 ms/p. La resistividad también es irregular, en general con valores bajos.

Alternancia de areniscas y lutitas.

- 19.- 5 m: del -1401 al -1396. La curva de GR muestra en principio una tendencia decreciente seguida de otra creciente. El neutrón presenta valores bajos en la base mostrando a continuación una tendencia creciente. La densidad también presenta esta tendencia creciente. El sónico tiene valores medios homogéneos. La resistividad muestra valores bajos también homogéneos.

Areniscas rojas. Secuencia granodecreciente hasta llegar a lutitas.

- 20.- 2: del -1396 al -1394. El GR da un pico de valores altos. El neutrón presenta valores bajos. La densidad muestra valores altos. El sónico presenta valores bajos. La resistividad muestra un pico de valores altos.

Areniscas verdes. Pueden presentar alto contenido en materia orgánica.

- 21.- 3 m: del -1394 al -1391. El GR muestra valores bajos (75 API). El neutrón es ligeramente más alto que en el nivel anterior. La densidad es también más alta. El sónico presenta valores próximos a 90 ms/p. La resistividad es ligeramente más baja que en el intervalo anterior.

Areniscas rojas.

- 22.- 4 m: del -1391 al -1387. Tras un pico de subida en la base, la curva del GR muestra una tendencia creciente. El neutrón, tras un pico de descenso en la base, presenta una tendencia creciente. La curva de densidad tiene valores altos en la base y posteriormente se observa en ella una tendencia decreciente irregular. El sónico tiene una tendencia creciente. La resistividad presenta valores más altos en la base que en el techo.

Areniscas rojas. Presentan base erosiva con cantos blandos y de cuarcita y una tendencia granodecreciente hasta llegar a lutitas.

- 23.- 2 m: del -1387 al -1385. El GR presenta valores altos (150 API). El neutrón muestra valores altos. La densidad es baja. El sónico tiene valores altos. La resistividad tiene valores medios-altos.

Lutitas rojas. Presentan nódulos de carbonato.

- 24.- 2 m: del -1385 al -1383. El GR presenta valores medios. El neutrón y la densidad muestran una separación positiva. El sónico tiene valores medios, igual que la resistividad.

Lutitas rojas.

- 25.- 5 m: del -1383 al -1378. El GR muestra una curva con valores irregulares, en general bajos. El neutrón tiene valores con tendencia decreciente. La densidad muestra también tendencia decreciente. El sónico es bajo, algo irregular. La resistividad es alta.

Areniscas rojas con intercalaciones de niveles de lutitas rojas en la base.

- 26.- 2 m: del -1378 al -1376. El GR presenta valores altos. El neutrón presenta valores altos, mientras la densidad presenta valores bajos. El sónico da un pico de valores altos (115 ms/p). La resistividad es media.

- Lutitas rojas. Presentan nódulos de carbonato.
- 27.- 6 m: del -1376 al -1370. El GR presenta valores bajos con un pico de valor más alto hacia la parte superior. El neutrón muestra una tendencia decreciente. La densidad presenta también una tendencia creciente, pero con valores más irregulares. El sónico tiene valores medios. La resistividad muestra también valores medios e irregulares.  
Areniscas rojas. Presentan una intercalación de lutitas en la parte superior.
- 28.- 5 m: del -1370 al -1365. Presenta una curva de GR con valores en general altos. El neutrón es alto, igual que la densidad, mostrando ambos una separación positiva. El sónico presenta una tendencia decreciente. La resistividad, por el contrario, muestra una tendencia creciente.  
Lutitas rojas con intercalaciones de areniscas en la parte superior.
- 29.- 5 m: del -1365 al -1360. El GR presenta valores bajos en la base, presentando después una tendencia creciente. El neutrón tiene valores bajos en la base mostrando a continuación tendencia creciente. La resistividad tiene una tendencia decreciente. El sónico tiene tendencia creciente. La resistividad muestra claramente tendencia decreciente.  
Areniscas rojas con granoselección positiva hasta llegar a lutitas.
- 30.- 6 m: del -1360 al -1354. El GR muestra valores irregulares. El neutrón presenta también valores irregulares, pero en general altos. La densidad tiene valores más bajos en los extremos que en el centro. El sónico es alto en general. La resistividad presenta valores altos en los extremos y más bajos en la parte media.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 31.- 5 m: del -1354 al -1349. El GR muestra una secuencia claramente decreciente. El neutrón es irregular, también con valores decrecientes. La densidad tiene valores en secuencia creciente. El sónico tiene valores irregulares. La resistividad presenta valores menores en la base que en el techo.  
Lutitas rojas. Presentan una secuencia granocreciente a areniscas.
- 32.- 4 m: del -1349 al -1345. El GR presenta valores bajos. El neutrón y la densidad también tienen valores bajos, sobre todo la densidad. El sónico registra valores relativamente altos. La resistividad es baja.  
Areniscas verdes.
- 33.- 2 m: del -1345 al -1343. El registro del GR presenta valores altos. El neutrón muestra un pico de valores muy altos, mientras la densidad registra valores bajos. El sónico tiene un valor bastante alto (125 ms/p). La resistividad muestra valores medios.  
Lutitas rojas. Presentan nódulos de carbonato.
- 34.- 9 m: del -1343 al -1334. La curva del GR tiene una tendencia creciente, con un intervalo de valores bajos en la base (65 API), y más altos (150 API), en el techo. El neutrón presenta una tendencia creciente con valores irregulares. La densidad es alta en la base mostrando valores decrecientes en el techo. El sónico es irregular con valores en general no muy altos. La resistividad es irregular con tendencia decreciente.  
Areniscas rojas. Presentan una secuencia granodecreciente hasta llegar a lutitas, que tienen un espesor importante en el techo del intervalo.
- 35.- 5 m: del -1334 al -1329. El GR muestra valores bajos en la base con un aumento en el techo. El neutrón muestra una clara tendencia creciente, con un aumento muy marcado en el techo. La densidad tiene valores altos en la base, descendiendo en el techo con un pico muy acusado de bajada. El sónico presenta valores crecientes con un aumento en el techo. La resistividad es irregular.  
Areniscas en secuencia granodecreciente hasta llegar a lutitas, que incluyen nódulos de carbonato.
- 36.- 6 m: del -1329 al -1323. El GR presenta una alternancia de valores altos y bajos. El neutrón es irregular con un pico de valor alto en el techo. La densidad tiene valores medios e irregulares, con una disminución muy acusada en el techo. El sónico y la resistividad muestran valores medios e irregulares.  
Alternancia de lutitas y areniscas. Existe en el techo del intervalo un nivel de lutitas con nódulos de carbonato.
- 37.- 5 m: del -1323 al -1318. El GR presenta valores bajos. El neutrón tiene valores bajos y la densidad medios. El sónico muestra valores bajos. La resistividad, por el contrario, es alta.  
Areniscas rojas.
- 38.- 3 m: del -1318 al -1315. El GR muestra valores más altos que el tramo anterior, de igual manera que el neutrón. La densidad es irregular. El sónico es también más alto que en el intervalo anterior. La resistividad es baja.  
Lutitas rojas.
- 39.- 2 m: del -1315 al -1313. El GR, el neutrón y la densidad registran valores bajos. El sónico tiene tendencia decreciente. La resistividad da un pico de valores más altos.  
Areniscas rojas.
- 40.- 4 m: del -1313 al -1309. El GR presenta valores altos. El neutrón muestra una curva con valores irregulares.

- La densidad es irregular, en general con valores altos. El sónico tiene valores medios. La resistividad es irregular.
- Lutitas rojas. Pueden intercalar niveles finos de areniscas.
- 41.- 5 m: del -1309 al -1304. Los valores de GR son medios-bajos, e irregulares. El sónico es irregular con valores más altos en el techo. La resistividad es media con cierta tendencia decreciente.
- Alternancia de areniscas rosas y lutitas grises.
- 42.- 7 m: del -1304 al -1297. En este tramo los registros muestran valores homogéneos en todo él. La base y el techo presentan límites bien marcados. El GR presenta valores bajos del orden de 65 API. El neutrón es el registro más irregular con valores altos en la base y más bajos en el techo. La densidad muestra valores bajos. El sónico tiene valores altos con una ligera tendencia decreciente. La resistividad es baja.
- Areniscas rosas.
- 43.- 5 m: del -1297 al -1292. El GR presenta valores altos e irregulares con un pico de aumento en el techo. El neutrón es alto con un brusco descenso en el techo. La densidad es alta e irregular, también con un brusco descenso en el techo. El sónico presenta valores bajos con un aumento en el techo. La resistividad es alta con una disminución en el techo.
- Lutitas. Incluyen en la parte media un nivel de nódulos de carbonato.
- 44.- 4 m: del -1292 al -1288. El GR tiene valores bajos en la base con una clara tendencia creciente. El neutrón tiene valores medios. La densidad muestra una tendencia creciente. El sónico es alto con tendencia decreciente. La resistividad presenta una tendencia creciente.
- Margas grises. Pierden carbonato en el techo pasando a lutitas.
- 45.- 7 m: del -1288 al -1281. Este intervalo presenta un límite inferior en el cual los registros cambian bastante en relación con los intervalos inferiores. El GR muestra valores muy bajos. La curva del neutrón presenta los valores más bajos de toda la serie. La densidad presenta valores muy altos. El sónico muestra valores muy bajos (45 ms/p). La resistividad es muy alta. EL "dipmeter" lee un cambio en el buzamiento que en estos materiales es de 1° E.
- Dolomías ocreas.
- 46.- 5 m: del -1281 al -1276. El GR presenta valores bajos en la base, que se hacen más altos e irregulares en el techo. El neutrón es más alto que en el tramo anterior, e irregular. La densidad es irregular y más baja. El sónico es irregular. La resistividad es más baja que en el tramo anterior y bastante irregular.
- Dolomías ocreas alternando en el techo con margas grises.
- 47.- 6 m: del -1276 al -1270. El GR presenta valores irregulares. El neutrón presenta valores muy bajos. La densidad presenta valores altos algo irregulares. El sónico presenta valores bajos. La resistividad tiene valores muy altos.
- Dolomías ocreas.
- 48.- 7 m: del -1270 al -1263. El GR presenta valores irregulares con predominio de los más bajos. El neutrón es irregular con valores bajos. La densidad es en general alta. El sónico tiene valores bajos con algunos picos de ascenso. La resistividad es alta e irregular.
- Dolomías ocreas con intercalaciones niveles de margas.
- 49.- 6 m: del -1263 al -1257. El GR es irregular con valores en general más altos que en el tramo anterior. El neutrón presenta valores altos y bajos. La densidad muestra una curva irregular con picos de valores muy altos. El sónico es irregular, con valores altos en la base y más bajos en el techo. La resistividad es alta e irregular.
- Alternancia de dolomías ocreas y margas grises.
- 50.- 6 m: del -1257 al -1251. Presenta un contacto muy neto con el intervalo inferior. El GR presenta valores altos con tendencia decreciente. El neutrón es irregular con tendencia creciente. La densidad presenta valores irregulares más altos en la base. El sónico tiene valores irregulares, en general altos. La resistividad tiene valores medios.
- Lutitas rojas. En el techo son más arenosas.
- 51.- 3 m: del -1251 al -1248. El GR presenta valores bajos. El neutrón es bajo. La densidad tiene valores altos (2,70 gr/cc). El sónico presenta un pico de descenso. La resistividad es alta.
- Anhidrita.
- 52.-19 m: del -1248 al -1229. El GR presenta valores en general bajos con algunos picos de ascenso. El neutrón muestra un registro irregular, con valores altos y algunos picos bajos. La densidad es irregular con valores altos, que son un poco más bajos en la parte media. El sónico es muy irregular. La resistividad mantiene valores medios.
- Lutitas rojas con anhidrita dispersa.
- 53.- 5 m: del -1229 al -1224. El GR presenta valores bajos con tendencia creciente. El neutrón presenta también

tendencia creciente. La densidad, por el contrario, muestra tendencia decreciente. El sónico es bajo aumentando ligeramente en el techo. La resistividad es alta con cierta tendencia decreciente.

Lutitas grises.

54.- 10 m: del -1224 al -1214. El GR es irregular con un rango de variación entre 45 y 105 API. El neutrón tiene valores altos con algunos picos de descenso. La densidad es irregular con valores medios. El sónico es irregular. La resistividad es media, disminuyendo ligeramente en el techo.

Lutitas grises con alguna intercalación de anhidrita.

55.- 7 m: del -1214 al -1207. El GR presenta valores con tendencia creciente. El neutrón es muy bajo en la base con tendencia creciente. La densidad es muy alta en la base con tendencia decreciente. El sónico muestra tendencia creciente. La resistividad es alta en la base, disminuyendo en el techo.

Lutitas grises. En la base presentan un nivel de dolomías ocres.

56.- 8 m: del -1207 al -1199. El GR presenta valores medios en torno a los 70 API. El neutrón es alto, ligeramente decreciente en el techo. La densidad es media aumentando un poco en el techo; junto con el neutrón muestra separación positiva. El sónico es alto con valores decrecientes. La resistividad es alta disminuyendo en el techo.

Lutitas. Presentan anhidrita dispersa.

57.- 4 m: del -1199 al -1195. La curva del GR presenta valores muy bajos, de 20-25 API. El neutrón tiene valores muy bajos y la densidad altos. El sónico es bajo. La resistividad es alta.

Anhidrita.

58.- 9 m: del -1195 al -1186. Este intervalo muestra un GR con valores altos. El neutrón es alto, con valores algo más bajos en la parte media. La densidad es media con algunos ascensos; muestra junto al neutrón separación positiva. El sónico es alto, con un pico de descenso en la parte media. La resistividad es baja aumentando un poco en la parte central.

Lutitas grises y rojas. Tienen una intercalación de dolomías.

59.- 13 m: del -1186 al -1173. El GR presenta valores alternantes, con un valor máximo de 115 y un mínimo de 30 API. El neutrón tiene valores extremos. La densidad muestra valores muy altos frente a otros bajos. El sónico es igualmente irregular, más homogéneo en el techo. La resistividad es irregular.

Alternancia de lutitas y anhidrita.

60.- 14 m: del -1173 al -1159. El GR presenta picos muy bajos de 50 API, frente a otros de mayor espesor de 130 API. El neutrón presenta valores altos, excepto unos picos más bajos. La densidad es media con algunos picos de valor más bajo. El sónico es alto en general, con valores más bajos en la base. La resistividad es alta, con una disminución en la parte media.

Alternancia de lutitas y dolomías.

61.- 5 m: del -1159 al -1154. El GR presenta valores altos. El neutrón también tiene valores altos. La densidad es más irregular, con los valores más altos en la parte superior. El sónico tiene en general valores altos. La resistividad muestra valores medios.

Lutitas grises.

62.- 7 m: del -1154 al -1147. El GR presenta valores bajos. El neutrón tiene valores altos. La densidad es irregular con valores bajos, incluso con picos de descenso muy acusados. El sónico presenta una clara tendencia creciente. La resistividad es alta con tendencia decreciente.

Lutitas rojas. Presentan algunos niveles de dolomías.

63.- 3 m: del -1147 al -1144. El GR tiene valores bajos con un pico de subida en la base. El neutrón es bajo. La densidad tiene valores altos. El sónico es bajo. La resistividad muestra valores altos.

Anhidrita.

64.- 6 m: del -1144 al -1138. El GR tiene valores más altos que los intervalos adyacentes. El neutrón es alto. La densidad presenta valores medios. El sónico es alto. La resistividad tiene valores medios.

Lutitas rojas.

65.- 2 m: del -1138 al -1136. El GR muestra un pico de valor bajo. El neutrón es muy bajo y la densidad muy alta (2,9 gr/cc). El sónico es muy bajo. La resistividad registra un pico de ascenso.

Anhidrita.

66.- 5 m: del -1136 al -1131. El GR muestra valores más altos que el intervalo anterior. El neutrón es medio. La densidad es alta y junto al neutrón producen una separación positiva. El sónico tiene valores medios decrecientes. La resistividad muestra una tendencia creciente.

Lutitas rojas.

67.- 3 m: del -1131 al -1128. El GR presenta un pico de valores bajos. El neutrón es bajo. La densidad tiene valores altos. El sónico produce un pico de valores muy bajos. La resistividad es alta.

Anhidrita.

Techo: Se sitúa en el metro -1128. Se aprecia una brusca variación en los registros de todas las curvas y un cambio de buzamiento de 8° NW a 5° N. Se trata de un tramo de 10 m de espesor (del -1128 al -1118), donde el GR aumenta en relación con el intervalo anterior. El neutrón es alto. La densidad registra valores medios. El sónico es irregular. La resistividad es baja.  
Arenas. Forman parte de la Fm. Arenas de Utrillas del Cretácico.

#### RESUMEN:

- Podemos distinguir un primer intervalo que comprende desde el metro -1581, donde se localiza el contacto con el Paleozoico inferior, al metro -1526 donde se observa un cambio notable en las diagráfias. Este intervalo presenta valores de GR más altos e irregulares que el siguiente tramo. El neutrón tiene valores medios y la densidad altos, mostrando ambos una separación positiva interrumpida por algunos valores bajos de densidad. El sónico tiene valores medios del orden de 60 ms/p. La resistividad es irregular, con valores en general más altos que en el siguiente tramo. Está compuesto por lutitas grises con algunos niveles de areniscas marrones. Forman parte del Pérmico.

- El segundo intervalo ocupa del metro -1526 al -1455. Presenta un límite superior muy neto en todos los registros. En general, el GR tiene valores más bajos que el intervalo anterior, pero relativamente altos en torno a 110 API. El neutrón es en general más alto que en el nivel inferior, con valores más homogéneos. La densidad es ligeramente más baja que en el tramo anterior, presentando valores más homogéneos. El sónico presenta un registro con valores medios que se elevan hacia la parte superior. La resistividad es media y más homogénea que en los intervalos adyacentes.

Está constituido por areniscas moradas y lutitas rojas, con intercalaciones de niveles de conglomerados con abundante matriz lutítica. Como el intervalo anterior corresponden al Pérmico.

Entre los dos intervalos anteriormente descritos se observa un cambio de buzamiento: se pasa de 34° E en el primero a 25° NE en el superior. También se puede apreciar un cambio en el buzamiento con relación al siguiente tramo descrito, pasando de 25° NE a 2° SW.

A estos dos intervalos descritos se les asigna por su posición estratigráfica y características una edad pérmica, mientras los materiales que se incluyen en los tramos descritos a continuación se consideran triásicos.

- El tercer tramo va del metro -1455 al -1436. Se caracteriza por presentar valores muy bajos de GR. La curva del neutrón tiene en general valores bajos, y la densidad valores medios. El sónico es en general bajo. La resistividad presenta valores medios altos.

Está formado por conglomerados, con algunas intercalaciones ocasionales de areniscas. Corresponden a las facies Buntsandstein.

- Un cuarto tramo comprende del metro -1436 al -1410. Se caracteriza, igual que el tramo anterior, por tener bajos valores de GR aunque más irregulares en este caso. El neutrón tiene valores medios altos. La densidad es similar a la del intervalo anterior, aunque más irregular debido a valores más bajos. El sónico presenta valores medios, más altos en la base. La resistividad es en general alta.

Se compone de areniscas. Presenta intercalaciones de lutitas y de areniscas con cantos dispersos, forman parte de las facies Buntsandstein.

- El siguiente intervalo ocupa desde el metro -1410 al -1349. Presenta valores de GR altos e irregulares con un rango de variación entre 80 y 200 API. El neutrón presenta valores medios con algunos picos de aumento. La densidad muestra valores muy irregulares con algunos descensos notables. El sónico muestra valores irregulares variando de 120 a 60 ms/p. La resistividad presenta valores en general más bajos que el intervalo anterior.

Está formado fundamentalmente por areniscas. Existen niveles de lutitas que en muchas ocasiones forman la parte superior de secuencias decrecientes. Se encuentran formando parte de las facies Buntsandstein.

- El sexto intervalo comprende del metro -1349 al -1288. Presenta valores de GR irregulares, con los valores mínimos algo más bajos que en el intervalo anterior. El neutrón presenta valores medios-altos. La densidad tiene valores medios más bajos que el tramo anterior. El registro del sónico muestra valores más altos que en el caso anterior. La resistividad tiene valores medios.

Este tramo está formado por una alternancia de areniscas y lutitas. Aparecen niveles con nódulos de carbonato.

Continúan formando parte de las facies Buntsandstein.

Entre este intervalo y el anterior existe una ligera diferencia en el buzamiento, pasando de 2° SW a 2° NW. También entre este intervalo y el siguiente se observa diferencia en los datos del "dipmeter" y se pasa de un buzamiento de 2° NW a 1° W.

- El séptimo intervalo ocupa del metro -1288 al -1257. El GR presenta valores muy bajos, algo más altos e irregulares en la parte superior. El neutrón presenta registros bajos, elevándose hacia la zona superior. La densidad es alta, haciéndose más irregular en el techo. El sónico es bajo, con registros más altos e irregulares en la parte superior. La resistividad tiene valores altos en la parte inferior, disminuyendo en el techo. La litología fundamental de este tramo son las dolomías, existiendo niveles de margas intercalados en la parte superior. Corresponden a las facies Muschelkalk.

- El siguiente intervalo identificado comprende desde el metro -1257 al -1195. El GR presenta valores más altos que los intervalos adyacentes, presentando un registro con un rango de variación entre 50 y 120 API. El neutrón es irregular con valores en general altos, excepto un pico de descenso muy acusado que coincide con un aumento en los valores de densidad, que en general son medios. El sónico es alto e irregular. La resistividad tiene valores medios. Está compuesto por lutitas con intercalaciones de niveles de anhidrita. Forman parte de las facies Keuper.

- El noveno intervalo distinguido ocupa del metro -1195 al -1154. Está caracterizado por un registro de GR irregular con un rango de variación entre 20 y 110 API. El neutrón es alto y la densidad presenta valores bajos. El sónico presenta registros altos e irregulares, mientras la curva de resistividad registra valores bajos. La litología básica son las lutitas, con intercalaciones de dolomías y anhidrita. Como el intervalo anterior corresponde a las facies Keuper.

- El último intervalo ocupa del metro -1154 al -1128. Presenta un registro con valores muy bajos de GR. El neutrón presenta valores irregulares, bajos en los extremos y más altos en el techo. La densidad tiene valores altos con una bajada en la parte media. El sónico es irregular con valores medios. La resistividad presenta valores altos con tendencia decreciente. Se compone de lutitas con anhidrita dispersa. Forman la parte superior de las facies Keuper.

#### 2.2.6. Sondeo Gormaz-1 (nº 055)(fig. 5)

COORDENADAS: Long. 3° 03' 5,5" W  
Lat. 41° 29' 22" N

SITUACION: Hoja nº 405 (Berlanga de Duero), del M.T.N. E: 1:50.000.

FECHA y OPERADOR: 1958, VALDEBRO.

DIAGRAFIAS DISPONIBLES (fig. 11): Caliper, Potencial espontáneo, Gamma Ray, Neutrón, Resistividad y Microresistividad. No se dispone de registro de las herramientas a partir del metro -1974 hasta el final. Por tanto, la interpretación realizada en los últimos 226 m se basa en la información aportada por los ripios de perforación.

MATERIALES PERFORADOS: El sondeo se encuentra embocado en el Cretácico superior, atravesando el Cretácico inferior, Jurásico y Triásico.

PROFUNDIDAD TOTAL: 2200 m perforados.

ESPESOR DE LA SERIE ESTUDIADA: 908 m; comprende desde el metro -2200 al -1292.

DESCRIPCION (fig. 11):

Base: No se identifican los materiales de la base. El sondeo finaliza en el metro -2200, en el cual se ha situado la base.

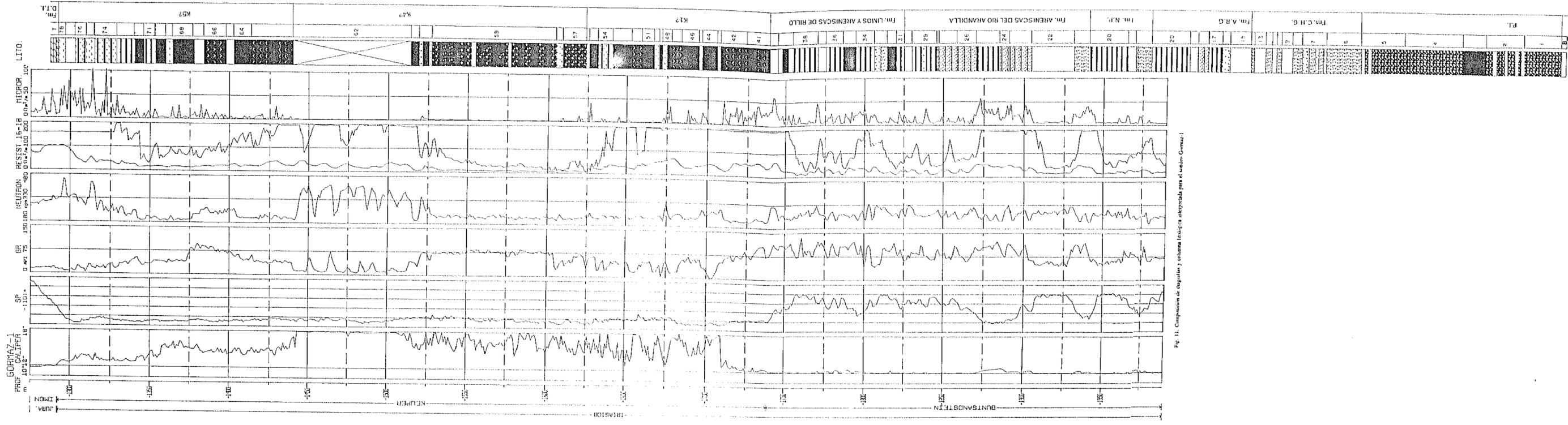


Fig. 11. Comparación de abogadas y columna integrada para el sector Gormaz. I

- 1.- 24 m: del -2200 al -2176. Conglomerados con abundante matriz lutítica.
- 2.- 26 m: del -2176 al -2150. Alternancia de areniscas rojas y conglomerados con matriz lutítica.
- 3.- 14 m: del -2150 al -2136. Lutitas rojas.
- 4.- 36 m: del -2136 al -2100. Conglomerados con matriz lutítica.
- 5.- 27 m: del -2100 al -2073. Conglomerados con matriz lutítica. Intercalan niveles de areniscas rojas.
- 6.- 22 m: del -2073 al -2051. Conglomerados con escasa matriz tamaño arena.
- 7.- 15 m: del -2051 al -2036. Alternancia de areniscas rosas y conglomerados.
- 8.- 6 m: del -2036 al -2030. Conglomerados.
- 9.- 7 m: del -2030 al -2023. Areniscas rojas.
- 10.- 3 m: del -2023 al -2020. Conglomerados.
- 11.- 3 m: del -2020 al -2017. Areniscas rojas.
- 12.- 4 m: del -2017 al -2013. Conglomerados.
- 13.- 7 m: del -2013 al -2006. Areniscas rojas.
- 14.- 2 m: del -2006 al -2004. Conglomerados.
- 15.- 13 m: del -2004 al -1991. Areniscas rojas.
- 16.- 5 m: del -1991 al -1986. Areniscas rojas con cantos.
- 17.- 9 m: del -1986 al -1977. Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 18.- 7 m: del -1977 al -1970. El Sp muestra una inflexión negativa. El GR presenta una tendencia creciente. El neutrón tiene tendencia creciente. La resistividad tiene valores medios con tendencia decreciente. La microresistividad es baja.  
Areniscas rosas. Presentan una secuencia granodecreciente.
- 19.- 5 m: del -1970 al -1965. El Sp tiene una tendencia vertical. El GR es bajo en relación con los intervalos adyacentes. El neutrón es bajo. La resistividad no presenta valores muy altos. La microresistividad es baja.  
Areniscas rosas.
- 20.- 24 m: del -1965 al -1941. El Sp presenta una tendencia vertical. El GR es irregular con valores bajos. El neutrón también es irregular con valores más bajos en la base. La resistividad es baja e irregular. La microresistividad es baja y homogénea.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 21.- 10 m: del -1941 al -1931. El Sp produce una inflexión negativa. El GR es alto. El neutrón tiene valores altos aunque algo irregulares. La resistividad es alta. La microresistividad tiene valores más altos que en los intervalos adyacentes.  
Conglomerados.
- 22.- 27 m: del -1931 al -1904. El Sp mantiene una tendencia vertical. El GR presenta valores bajos, próximos a 50 API, un poco irregulares. El neutrón es bajo, igual que la resistividad y la microresistividad.  
Areniscas rojas. Presentan superficies marcadas por lutitas o areniscas de grano muy fino.
- 23.- 13 m: del -1904 al -1891. El Sp muestra una tendencia negativa, seguida de otra positiva. El GR tiene valores más bajos en la base que en el techo. El neutrón tiene valor bajo en la base y alto en el techo. La resistividad muestra una tendencia creciente. La microresistividad tiene valores bajos en la base, subiendo en el techo.  
Areniscas rojas. Presentan una secuencia granodecreciente a lutitas.
- 24.- 6 m: del -1891 al -1885. El Sp tiene una ligera inflexión negativa. El GR presenta un pico de valores bajos aumentando después. El neutrón también es bajo en la base aumentando posteriormente. La resistividad presenta una clara tendencia decreciente. La microresistividad tiene valores bajos en la base, aumentando en el techo.  
Areniscas rojas. Presentan una secuencia granodecreciente a lutitas.
- 25.- 15 m: del -1885 al -1870. El Sp produce una ligera inflexión negativa. El GR tiene valores cercanos a 100 API, con algunos picos de valor más bajo. El neutrón es irregular en general con valores altos. La resistividad es irregular con valores bajos. La microresistividad es irregular.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 26.- 12 m: del -1870 al -1858. El Sp muestra una inflexión positiva. El GR es relativamente alto en la base, baja y posteriormente tiene tendencia creciente. El neutrón es bajo en la base con una clara tendencia creciente. La resistividad es alta en la base decreciendo en el techo. La microresistividad es alta en la base decreciendo hacia la parte superior.  
Areniscas rojas. Presentan secuencias granodecrecientes a lutitas. La base es erosiva y presenta cantos blandos.
- 27.- 7 m: del -1858 al -1851. Los registros presentan características similares al tramo anterior. El GR y el neutrón presentan tendencias crecientes, mientras la resistividad y la microresistividad tienen tendencias decrecientes.  
Areniscas rojas. Presentan una secuencia granodecreciente a lutitas. La base es erosiva y presenta cantos blandos.

- 28.- 5 m: del -1851 al -1846. En este tramo las curvas muestran las mismas características que en el caso anterior. Areniscas rojas. Presentan una secuencia granodreciente a lutitas. La base es erosiva y presenta cantos blandos.
- 29.- 16 m: del -1846 al -1830. El Sp muestra una curva con inflexiones negativas y positivas. El GR muestra una curva con tendencia creciente y valores medios que presentan un pico de aumento en la parte media. El neutrón es más o menos homogéneo con valores medios altos, que son más bajos en la base. La resistividad es irregular con valores altos y bajos, tiene un pico de aumento en la parte media. La microresistividad es baja con algunos valores más altos en la parte media.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas. En la parte media puede encontrarse un nivel de lutitas con cantos o bien conglomerados o areniscas con cantos.
- 30.- 5 m: del -1830 al -1825. El Sp tiene una ligera inflexión negativa. El GR presenta valores bajos igual que en el neutrón. La resistividad presenta un aumento en relación con el tramo inferior. La microresistividad tiene valores irregulares.  
Areniscas rojas.
- 31.- 6 m: del -1825 al -1819. El Sp es irregular con inflexiones negativas y positivas. El GR es irregular con un rango de variación entre 70 y 110 API. El neutrón es también irregular. La resistividad y la microresistividad también presentan valores irregulares, en general con valores medios.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas, estas últimas menos frecuentes.
- 32.- 5 m: del -1819 al -1814. El Sp parece mostrarse constante. El GR presenta tendencia creciente. El neutrón presenta valores más bajos en la base que en el techo. La resistividad es baja. La microresistividad también presenta valores bajos.  
Lutitas arenosas rojas.
- 33.- 8 m: del -1814 al -1806. El Sp muestra una tendencia vertical. El GR presenta valores muy bajos. El neutrón es bajo. La resistividad es baja, con valores ligeramente más altos en el techo. La microresistividad muestra también valores bajos.  
Conglomerados. En la parte superior presentan intercalaciones de niveles de areniscas.
- 34.- 12 m: del -1806 al -1794. El Sp produce una inflexión negativa. El GR presenta valores irregulares más altos en el techo. La resistividad también es irregular, con valores altos y bajos, igual que la microresistividad que en general es más alta que en los intervalos adyacentes.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 35.- 8 m: del -1794 al -1786. El Sp se mantiene constante. El GR presenta valores próximos a 120 API. El neutrón tiene valores irregulares medios. La resistividad es baja, aumentando un poco en el techo. La microresistividad tiene valores bajos, más altos en el techo.  
Lutitas.
- 36.- 11 m: del -1786 al -1775. El Sp muestra una curva muy irregular. El GR presenta valores extremos alternantes igual que el neutrón, la resistividad y la microresistividad.  
Alternancia de areniscas y lutitas.
- 37.- 5 m: del -1775 al -1770. El Sp muestra una ligera inflexión positiva. El GR es alto cercano a 130 API. El neutrón presenta una tendencia decreciente. La resistividad es baja igual que la microresistividad.  
Areniscas. Contiene probablemente materia orgánica.
- 38.- 16 m: del -1770 al -1754. El Sp muestra una tendencia vertical y constante. El GR presenta valores medios e irregulares. El neutrón es irregular, menor en la base que en el techo. La resistividad es irregular. La microresistividad es baja.  
Alternancia de areniscas y lutitas. Estas últimas dominan en la parte superior.
- 39.- 10 m: del -1754 al -1744. El Sp muestra una tendencia negativa. El GR tiene valores más altos en la parte media, pero en general irregulares. El neutrón tiene valores altos, disminuyendo en la parte superior. La resistividad es irregular con un aumento en la parte media. La microresistividad es baja con el mismo incremento en la parte media.  
Alternancia de areniscas y lutitas.
- 40.- 5 m: del -1744 al -1739. El Sp presenta una tendencia negativa. El GR muestra valores bajos muy marcados. El neutrón en este intervalo tiene valores muy bajos. La resistividad y la microresistividad tienen valores muy altos.  
Areniscas verdes. Presentan cantos negros de lutitas. Posiblemente se encuentran edafizadas.
- 41.- 15 m: del -1739 al -1724: El Sp presenta tendencia vertical constante. El GR muestra valores decrecientes. El neutrón tiene valores altos. La resistividad es alta, con irregularidades. La microresistividad es media.  
Lutitas grises. Presentan yesos dispersos.

- 42.- 16 m: del -1724 al -1708. El Sp mantiene la tendencia vertical, igual que en el tramo anterior. El GR tiene valores medios aunque irregulares. El neutrón presenta valores altos e irregulares. La resistividad tiene valores altos igual que la microresistividad.  
Lutitas grises. Presenta yesos dispersos de forma menos frecuente que el intervalo anterior.
- 43.- 2 m: del -1708 al -1706. El Sp es constante. El GR es muy bajo con valores próximos a 0 API. La curva del neutrón muestra valores bajos. La resistividad y la microresistividad presentan valores más altos que el intervalo anterior.  
Anhidrita.
- 44.- 9 m: del -1706 al -1697. El Sp mantiene la línea de arcillas. El GR se eleva un poco en relación con el intervalo anterior. El neutrón también presenta valores más altos. La resistividad y la microresistividad presentan valores más bajos y homogéneos que el intervalo anterior.  
Lutitas grises y verdes.
- 45.- 2 m: del -1697 al -1695. El Sp sigue constante. El GR es bajo, lo mismo que el neutrón. La resistividad es alta. La microresistividad produce un pico de valores más altos.  
Anhidrita.
- 46.- 11 m: del -1695 al -1684. El Sp se mantiene constante. El GR presenta valores altos en relación con los intervalos próximos. El neutrón tiene valores altos. La resistividad tiene valores relativamente bajos. La microresistividad es baja y homogénea.  
Lutitas grises y verdes.
- 47.- 7 m: del -1684 al -1677. El Sp es constante. El GR tiene valores entre 15 y 20 API. El neutrón presenta valores bajos, más en el centro que en los extremos. La resistividad es alta. La microresistividad se muestra muy irregular.  
Lutitas rojas con nódulos de anhidrita.
- 48.- 5 m: del -1677 al -1672. El Sp muestra un valor constante. El GR y el neutrón muestran picos de valores altos que alternan con valores bajos, sobre todo en el techo. La resistividad presenta valores bajos en la base que aumentan el valor hacia el techo. La microresistividad igual que la resistividad pasa de valores bajos en la base a valores más elevados en el techo.  
Lutitas grises y verdes, en el techo presentan intercalaciones de niveles de anhidrita.
- 49.- 2 m: del -1672 al -1670. El Sp sigue con tendencia vertical. La curva del GR presenta valores próximos a 50 API. El neutrón muestra un pico de valores altos. La resistividad y la microresistividad son bajas.  
Lutitas grises, verdes y rojas.
- 50.- 4 m: del -1670 al -1666. El Sp permanece constante. El GR presenta valores medios-altos, con un descenso en el techo. El neutrón tiene valores altos. La resistividad muestra tendencia decreciente. La microresistividad también muestra la misma tendencia.  
Lutitas rojas con niveles de anhidrita, más frecuentes en el techo.
- 51.- 6 m: del -1666 al -1660. El Sp permanece constante. El GR presenta valores altos en relación con los niveles adyacentes. El neutrón muestra valores altos. La resistividad tiene valores relativamente bajos. La microresistividad es baja.  
Lutitas versicolores.
- 52.- 7 m: del -1660 al -1653. El Sp mantiene una tendencia vertical. El GR presenta tendencia decreciente de 50 a 15 API. El neutrón tiene valores relativamente bajos. La resistividad tiene valores irregulares. La microresistividad es baja.  
Lutitas rojas con nódulos de anhidrita.
- 53.- 12 m: del -1653 al -1641. El Sp continua constante. El GR muestra valores altos más irregulares en el techo. El neutrón es irregular con más variación en la parte superior. La resistividad tiene valores irregulares con tendencia creciente. La microresistividad es baja.  
Lutitas versicolores. Pueden intercalar niveles de yeso en la parte superior.
- 54.- 9 m: del -1641 al -1632. El Sp sigue constante. El GR muestra valores bajos en los extremos y altos en el centro. El neutrón presenta valores medios, aumentando en la parte media. La resistividad es irregular con valores altos. La microresistividad es baja.  
Alternancia de anhidrita y lutitas.
- 55.- 6 m: del -1632 al -1626. El Sp es constante. El neutrón tiene valores con tendencia decreciente hacia el techo, igual que el neutrón. La resistividad y la microresistividad son bajas.  
Lutitas grises.
- 56.- 2 m: del -1626 al -1624. El Sp permanece constante. El GR es bajo (25 API). El neutrón muestra un pico de bajada. La resistividad y la microresistividad dan picos de aumento.

Anhidrita.

57.- 15 m: del -1624 al -1609. El Sp continua constante. El GR muestra valores irregulares, más altos en la base que en el techo. El neutrón tiende a aumentar hacia la parte superior siendo más irregular. La resistividad es irregular, más alta en la parte superior. La microresistividad es baja.

Lutitas versicolores. Presenta halita de forma dispersa, más abundante en el techo.

58.- 4 m: del -1609 al -1605. La curva del Sp sigue constante. El GR presenta un valor bajo, igual que el neutrón. La resistividad presenta un pico de aumento. La microresistividad es un poco más alta.

Halita.

59.- 78 m: del -1605 al -1527. El Sp mantiene la misma tendencia vertical y constante. El GR tiene valores homogéneamente altos, igual que el neutrón, tiene algunos valores algo más bajos. La resistividad es en general baja con cierta tendencia a aumentar en la parte superior. La microresistividad es muy baja.

Lutitas rojas. Presentan inclusiones de halita. En ocasiones existen niveles más arenosos.

60.- 8 m: del -1527 al -1519. El Sp continua constante. El GR presenta valores altos y bajos. El neutrón tiene valores bajos en los extremos y más altos en la parte media. La resistividad muestra la misma pauta que el neutrón, pero en sentido contrario. La microresistividad es baja.

Halita con un nivel intercalado de lutitas.

61.- 5 m: del -1519 al -1514. El Sp continua constante. El GR muestra un valor alto comparado con los adyacentes. El neutrón es muy alto. La resistividad es baja. La microresistividad es baja.

Lutitas rojas.

62.- 74 m: del -1514 al -1440. El caliper muestra la existencia de una caverna por lo cual las herramientas no leen correctamente.

Posiblemente corresponda a sales disueltas.

63.- 26 m: del -1440 al -1414. El Sp muestra una tendencia vertical. El GR presenta valores bajos-medios, que aumentan en la parte superior. El neutrón tiene valores relativamente altos, algo más irregulares en la parte superior. La resistividad tiene valores altos. La microresistividad tiene lecturas irregulares.

Lutitas rojas con intercalaciones de yeso.

64.- 11 m: del -1414 al -1403. El Sp muestra la misma tendencia. El GR presenta valores más altos que el intervalo anterior, igual que el neutrón. La resistividad es baja. La microresistividad es irregular.

Lutitas versicolores.

65.- 5 m: del -1403 al -1398. La curva del Sp muestra tendencia vertical. El GR presenta valores altos irregulares. El neutrón es bajo. La resistividad y la microresistividad tienen valores altos.

Areniscas rojas.

66.- 14 m: del -1398 al -1384. El Sp se mantiene constante. El GR muestra una tendencia creciente algo irregular. El neutrón es irregular con una ligera tendencia creciente. La resistividad es más baja que el intervalo anterior, igual que la microresistividad.

Lutitas rojas. Pueden presentar nódulos de anhidrita.

67.- 8 m: del -1384 al -1376. El Sp es constante. El GR es más bajo que en el intervalo anterior, aumentando un poco en el techo, igual que el neutrón. La resistividad es alta disminuyendo en la parte superior. La microresistividad es irregular.

Areniscas rojas. En el techo intercalan lutitas.

68.- 12 m: del -1376 al -1364. El Sp mantiene la misma tendencia. El GR presenta una disminución importante en relación al intervalo anterior. El neutrón es alto. La resistividad es más baja que el tramo anterior, aumentando ligeramente en el techo. La microresistividad es baja.

Lutitas versicolores. Presentan niveles de yeso.

69.- 4 m: del -1364 al -1360. El Sp se mantiene como en intervalos anteriores. El GR es bajo, igual que el neutrón. La resistividad presenta valores ligeramente más altos que en intervalos anteriores. La microresistividad es irregular.

Anhidrita.

70.- 6 m: del -1360 al -1354. El Sp continua igual. El GR presenta valores homogéneos bajos, próximos a 80 API, pero más altos que los adyacentes. El neutrón es alto. La resistividad presenta valores bajos, igual que la microresistividad.

Lutitas grises.

71.- 8 m: del -1354 al -1346. El Sp continua constante. El GR es irregular con valores bajos. El neutrón es bajo, incrementándose un poco en la parte media. La resistividad es más alta que en los intervalos anteriores, igual que la microresistividad.

Alternancia de areniscas y lutitas grises.

- 72.- 6 m: del -1346 al -1340. El Sp se mantiene constante. El GR es alto, igual que el neutrón. La resistividad es baja. La microresistividad tiene valores bajos.  
Lutitas versicolores.
- 73.- 11 m: del -1340 al -1329. La curva del Sp tiene la misma tendencia vertical. El GR presenta valores irregulares, que decrecen en el techo. El neutrón es irregular con valores bajos, aumentando un poco en el techo. La resistividad es más alta que en intervalos anteriores con un pico de aumento en el techo. La microresistividad es irregular.  
Alternancia de lutitas y areniscas grises y rojas.
- 74.- 14 m: del -1329 al -1315. El Sp presenta la misma tendencia constante. El GR es bajo, entre 10 y 15 API. El neutrón es irregular, con valores medios que presentan tendencia decreciente. La resistividad es alta e irregular, igual que la microresistividad.  
Anhidrita con algunas intercalaciones de niveles de lutitas.
- 75.- 5 m: del -1315 al -1310. El Sp continúa con la misma tendencia. El GR es bajo igual que el neutrón, que presenta un pico muy acusado de disminución. La resistividad es muy alta. La microresistividad también presenta un aumento.  
Anhidrita.
- 76.- 7 m: del -1310 al -1303. El Sp mantiene la tendencia vertical. El GR tiene valores bajos (10-20 API). El neutrón es bajo e irregular con algunos valores más altos. La resistividad tiene tendencia creciente. La microresistividad también aumenta sus valores en el techo.  
Alternancia de lutitas rojas y anhidrita.
- 77.- 6 m: del -1303 al -1297. El Sp es constante. El GR tiene valores bajos e irregulares. El neutrón presenta valores medios-bajos con tendencia creciente. La resistividad es alta igual que la microresistividad.  
Areniscas rojas.
- 78.- 5 m: del -1297 al -1292. El Sp es constante. El GR tiene valores bajos algo irregulares. El neutrón presenta un pico de valores bajos muy acusado. La resistividad y la microresistividad presentan un pico de aumento en sus valores.  
Anhidrita.

Techo: Se sitúa en el metro -1292, en donde hasta el metro -1255, hay 37 m en los que el Sp muestra una inflexión negativa. El GR es bajo y homogéneo. El neutrón tiene valores medios, más bajos en la base. La resistividad es irregular, igual que la microresistividad.

Dolomías ocreas. Se identifican como la Fm. Dolomías tableadas de Imón.

#### RESUMEN:

- Se ha distinguido un primer tramo que comprende desde el metro -2200 al -2073. No se dispone de diagrfas en este intervalo.

Litológicamente está compuesto por una alternancia de conglomerados con matriz lutítica y areniscas rojas. Corresponden al Pérmico.

- El segundo tramo incluye desde el metro -2073 al -1986. Tampoco se dispone de diagrfas en él.

Está formado por una alternancia de conglomerados y areniscas rojas. Como el tramo anterior forman parte del Pérmico.

- El tercer tramo ocupa del metro -1986 al -1870. La curva del Sp muestra una alternancia de inflexiones negativas y positivas. El GR presenta valores bajos y altos, estos últimos sobre todo en la parte superior. El neutrón es irregular. La resistividad tiene valores bajos frente a intervalos de valores altos. La microresistividad es en general baja, con algunos tramos de valores más altos.

Se compone de areniscas rojas con algunas intercalaciones de conglomerados y lutitas rojas. Corresponden a los primeros materiales en facies Buntsandstein.

- Un cuarto tramo se distingue desde el metro -1870 al -1739. El Sp muestra una tendencia positiva con un intervalo negativo en la parte media. El GR tiene valores irregulares en general mayores de 75 API. El neutrón muestra valores en general altos. La resistividad presenta valores irregulares, dominando los intervalos de valores bajos. La microresistividad también muestra valores irregulares con predominio de los valores bajos.

Se compone de una alternancia de areniscas y lutitas rojas. En la parte inferior forman secuencias granodecrecientes.

Las lutitas incluyen niveles de nódulos de carbonato en la parte superior. Corresponden a las facies Buntsandstein.

- El quinto tramo comprende desde el metro -1739 al -1609. El Sp presenta lecturas homogéneas. El GR tiene valores bajos, siempre menores de 75 API. El neutrón presenta valores altos y más homogéneos que en tramos anteriores. La resistividad es en general alta, con algún pico de descenso. La microresistividad es irregular con valores altos. La litología fundamental son las lutitas grises y verdes con intercalaciones de anhidrita, y de forma más ocasional yesos. Son los primeros materiales en facies Keuper.

- Se distingue un sexto tramo que ocupa desde el metro -1609 al -1514. El Sp mantiene una tendencia vertical. El GR presenta valores cercanos a 75 API. El neutrón muestra valores altos. La resistividad y la microresistividad muestran lecturas muy bajas, posiblemente afectadas por la baja consistencia de las paredes del pozo. Se compone de una alternancia de niveles de lutitas y halita. Forman parte de las facies Keuper.

- El séptimo tramo abarca desde el metro -1514 al -1440. Las lecturas de las herramientas pueden estar muy afectadas por la caverna existente en el pozo, que puede estar generada por disolución de sales. Como el anterior corresponden a las facies Keuper.

- Un octavo tramo se define desde el metro -1440 al -1360. El Sp muestra tendencia vertical a grandes rasgos. El GR presenta tendencia creciente desde valores muy bajos a próximos a 80 API. El neutrón muestra valores altos en general. La resistividad presenta una tendencia creciente. La microresistividad ofrece lecturas muy bajas. Está formado por una alternancia de lutitas versicolores y areniscas rojas. Corresponde a las facies Keuper.

- El último tramo abarca del metro -1360 al -1292. El Sp continúa mostrando una tendencia vertical. El GR tiene valores más bajos que el tramo anterior con tendencia creciente. El neutrón presenta valores altos que disminuyen en la parte superior. La resistividad tiene valores bajos que aumentan en la parte superior igual que la microresistividad.

Este tramo está constituido por areniscas rojas, lutitas versicolores y niveles de anhidrita. Constituyen la parte más superior de las facies Keuper.

#### 2.2.7. Sondeo Alcozar (nº 114)(fig. 5)

COORDENADAS: Long. 3º 21' 19,30" W  
Lat. 41º 37' 52" N

SITUACION: Hoja nº 376 (San Esteban de Gormaz), del M.T.N. E: 1:50.000.

FECHA y OPERADOR: 1963, PHILLIPS.

DIAGRAFIAS DISPONIBLES (fig. 12): Cáliper, Potencial espontáneo, Sónico, Resistividad, Conductividad y Microresistividad.

PROFUNDIDAD TOTAL: 3986 m perforados, los últimos 1472 m lo fueron en materiales paleozoicos del Carbonífero y Devónico.

ESPESOR DE LA SERIE ESTUDIADA: 446 m, del -2514 al -2068.

DESCRIPCION (fig. 12):

Base: Situada en el metro -2514, por debajo se encuentran calizas de edad carbonífera. Las diagráfias muestran un cambio brusco en los registros.

- 1.- 7 m: del -2514 al -2507. El Sp inicia una inflexión positiva. El sónico presenta valores bajos con tendencia creciente desde 50 a 90 ms/p. La resistividad tiene valores bajos con tendencia creciente. La conductividad presenta valores bajos con tendencia decreciente. La microresistividad tiene valores bajos entre 1 y 5 ohms m<sup>2</sup>/m.

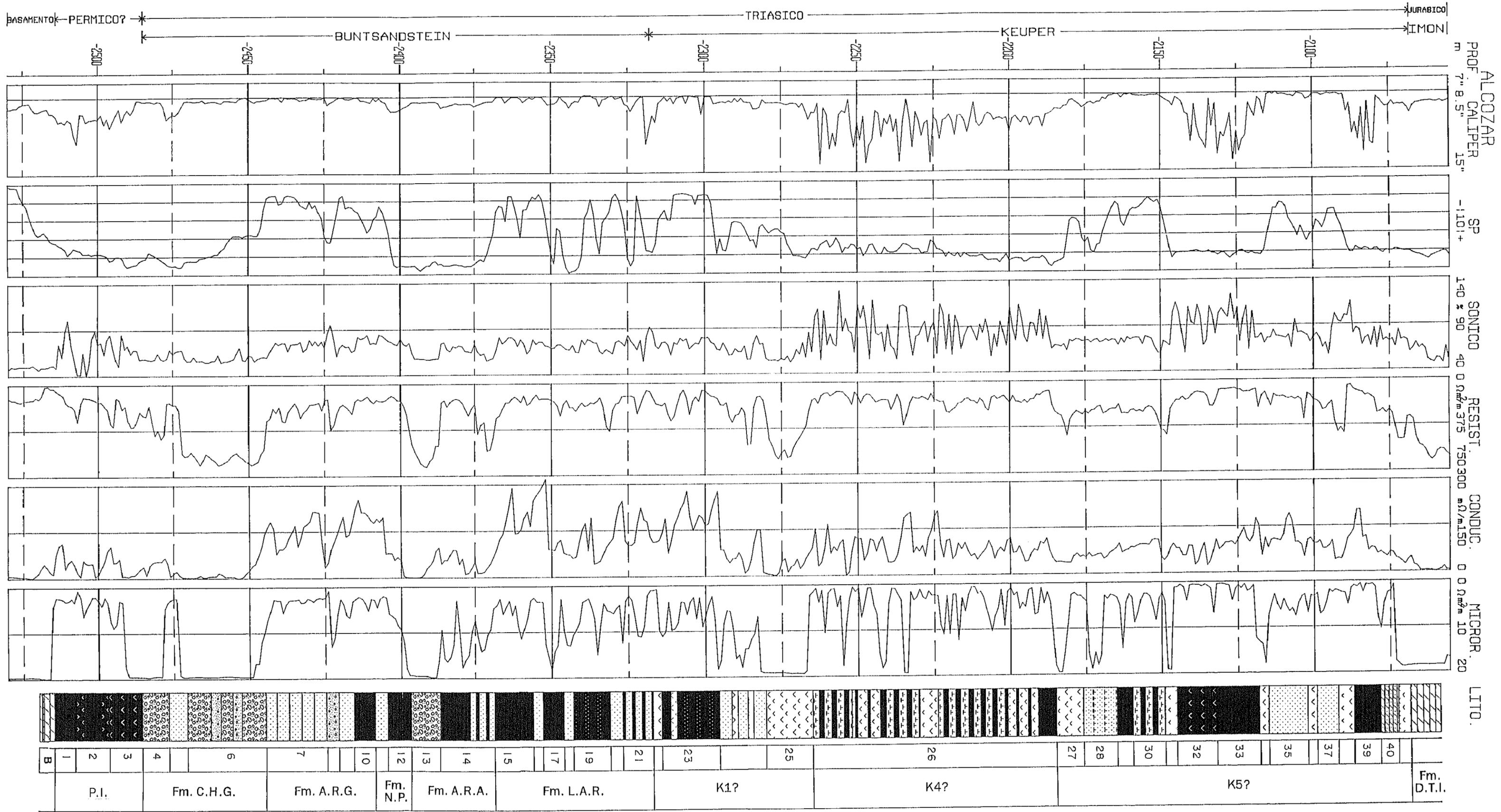


Fig. 12. Composición de diagráfias y columna litológica interpretada para el sondeo Alcozar

Lutitas marrones.

2.- 11 m: del -2507 al -2496. El Sp continúa con la tendencia positiva. El sónico es muy irregular, con valores entre 40 y 90 ms/p. La resistividad presenta valores con tendencia creciente y una disminución en el techo. La conductividad tiene tendencia creciente. La microresistividad muestra valores bajos entre 2 y 4 ohms m<sup>2</sup>/m. Lutitas rojas, con intercalaciones de niveles de anhidrita y yeso.

3.- 11 m: del -2496 al -2485. El Sp continúa con la tendencia positiva. El sónico es muy irregular con valores algo más altos que en el intervalo anterior. La resistividad presenta tendencia creciente. La conductividad muestra tendencia decreciente con valores bajos. La microresistividad tiene valores bajos con picos de valor más alto en los extremos.

Lutitas rojas, con intercalaciones de niveles de anhidrita.

4.- 9 m: del -2485 al -2476. El Sp presenta una inflexión negativa. El sónico tiene valores homogéneos y relativamente bajos (55 ms/p). La resistividad presenta valores medios-altos. La conductividad presenta valores bajos. La microresistividad tiene valores altos próximos a 20 ohms m<sup>2</sup>/m.

Conglomerados.

5.- 6 m: del -2476 al -2470. El Sp muestra una inflexión positiva. El sónico tiene valores próximos a 65 ms/p. La resistividad es baja. La conductividad tiene valores medios aumentando en relación con intervalos adyacentes. La microresistividad presenta valores relativamente bajos.

Areniscas grises.

6.- 27 m: del -2470 al -2443. El Sp muestra una tendencia negativa, pero manteniéndose en la zona positiva de la curva. El sónico es relativamente homogéneo con valores cercanos a 55 ms/p. La resistividad es alta (650 ohms m<sup>2</sup>/m). La conductividad es baja (cercana a 0 miliohms m<sup>2</sup>/m), y homogénea. La microresistividad es alta, próxima a 20 ohms m<sup>2</sup>/m.

Conglomerados con algunas intercalaciones de niveles de areniscas.

7.- 20 m: del -2443 al -2423. El Sp muestra una inflexión negativa. El sónico presenta valores medios, más altos que en el intervalo anterior, variando entre 60 y 70 ms/p. La resistividad tiene valores medios, con algunos picos de valores bajos. La conductividad tiene valores altos con tendencia creciente desde 95 a 200 miliohms m<sup>2</sup>/m. La microresistividad muestra valores bajos próximos a 3 ohms m<sup>2</sup>/m.

Areniscas grises y rojas. Se intercalan algunos niveles de lutitas.

8.- 4 m: del -2423 al -2419. El Sp produce una inflexión positiva. El sónico presenta valores con un rango de variación entre 65 y 55 ms/p. La resistividad es alta. La conductividad muestra valores bajos. La microresistividad es baja.

Areniscas con cantos de cuarzo y cuarcita.

9.- 5 m: del -2419 al -2414. El Sp tiene una ligera inflexión positiva. El sónico muestra tendencia creciente. La resistividad es baja. La conductividad aumenta en relación con el intervalo anterior. La microresistividad varía entre 3 y 6 ohms m<sup>2</sup>/m.

Areniscas versicolores.

10.- 7 m: del -2414 al -2407. El Sp muestra una inflexión negativa. El sónico presenta valores de 75 ms/p. La resistividad es baja, con valores de 125 ohms m<sup>2</sup>/m. La conductividad muestra valores medios. La microresistividad es baja (2 ohms m<sup>2</sup>/m).

Lutitas rojas.

11.- 4 m: del -2407 al -2403. El Sp tiene una inflexión positiva. El sónico tiene tendencia decreciente, partiendo de valores más altos que el intervalo anterior, próximos a 85 ms/p. La resistividad aumenta también en relación con el intervalo anterior. La conductividad presenta valores bajos. La microresistividad es alta.

Areniscas versicolores.

12.- 8 m: del -2403 al -2395. El Sp muestra una inflexión negativa. El sónico disminuye en relación con el nivel anterior. La resistividad es baja. La conductividad es más alta que en el nivel anterior. La microresistividad presenta tendencia creciente.

Lutitas rojas.

13.- 10 m: del -2395 al -2385. El Sp mantiene una tendencia vertical. El sónico muestra valores de 55 ms/p. La resistividad es alta 650 ohms m<sup>2</sup>/m. La conductividad tiene valores bajos, próximos a 0 miliohms m<sup>2</sup>/m. La microresistividad es alta, próxima a 20 ohms m<sup>2</sup>/m.

Conglomerados.

14.- 18 m: del -2385 al -2367. Presenta un Sp con tendencia vertical. El sónico presenta valores medios de 70 ms/p, disminuyendo en el techo a 55 ms/p. La resistividad muestra tendencia creciente. La conductividad es decreciente. La microresistividad es irregular, entre 7 y 20 ohms m<sup>2</sup>/m.

Lutitas. Presentan intercalaciones de areniscas versicolores a partir de los 8 m superiores.

- 15.- 10 m: del -2367 al -2357. El Sp presenta una inflexión negativa. El sónico tiene valores entre 70 y 80 ms/p. La resistividad es baja. La conductividad muestra valores altos. La microresistividad es baja con valores cercanos a 3 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Lutitas rojas.
- 16.- 3 m: del -2357 al -2354. El Sp muestra una ligera inflexión positiva. El sónico tiene valores de 60 ms/p. La resistividad es alta. La conductividad muestra valores bajos. La microresistividad marca un pico de aumento con valor de 6 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Areniscas rojas.
- 17.- 7 m: del -2354 al -2347. El Sp presenta una inflexión negativa. El sónico muestra valores altos con tendencia decreciente. La resistividad es baja con valores próximos a 125 ohms m<sup>2</sup>/m. La conductividad presenta valores altos. La microresistividad es baja.  
Lutitas verdes.
- 18.- 3 m: del -2347 al -2344. El Sp muestra una inflexión negativa. El sónico tiene valores en torno a 70 ms/p. La resistividad es baja con algún pico de aumento hasta 250 ohms m<sup>2</sup>/m. La conductividad es media-baja. La microresistividad tiene valores medios-altos.  
Areniscas versicolores.
- 19.- 12 m: del -2344 al -2332. El Sp muestra una inflexión positiva. El sónico tiene valores entre 75 y 80 ms/p. La resistividad presenta valores altos. La conductividad muestra valores bajos. La microresistividad es irregular, variando entre 3 y 15 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Lutitas versicolores con intercalaciones de niveles de areniscas.
- 20.- 4 m: del -2332 al -2328. El Sp presenta una inflexión positiva. El sónico presenta valores próximos a 65 ms/p. La resistividad tiene valores próximos a 325 ohms m<sup>2</sup>/m. La conductividad es media, con valores de 50 miliohms m<sup>2</sup>/m. La microresistividad tiene valores entre 3 y 6 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Areniscas marrones.
- 21.- 10 m: del -2328 al -2318. El Sp presenta valores irregulares. El sónico tiene valores medios de 75 ms/p. La resistividad es irregular. La conductividad también es irregular. La microresistividad presenta valores irregulares.  
Alternancia de areniscas y lutitas verdes.
- 22.- 3 m: del -2318 al -2315. El Sp muestra una inflexión positiva. El sónico presenta valores con un rango de variación entre 55 y 95 ms/p. La resistividad tiene valores altos. La conductividad presenta valores bajos. La microresistividad es media, con valores de 10 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Anhidrita.
- 23.- 19 m: del -2315 al -2296. El Sp genera una inflexión negativa. El sónico presenta valores medios de 70 ms/p con algunos picos de valores más bajos. La resistividad tiene valores irregulares, en general bajos. La conductividad es en general alta. La microresistividad es irregular, con valores medios y un fuerte aumento en el metro -2300.  
Lutitas verdes y marrones con intercalaciones de niveles de areniscas. En el metro -2300 se localiza un nivel de anhidrita.
- 24.- 16 m: del -2296 al -2280. El Sp es irregular, con inflexiones positivas y negativas. El sónico presenta valores decrecientes de 80 a 65 ms/p. La resistividad es alta con algunos picos de valores más bajos. La conductividad es baja. La microresistividad es irregular, con un rango de variación entre 4 y 20 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Areniscas verdes. Intercalan niveles de yeso y anhidrita.
- 25.- 15 m: del -2280 al -2265. El Sp tiene tendencia positiva más acusada en el techo. El sónico presenta valores próximos a 55 ms/p con valores más altos en los extremos. La resistividad tiene valores muy altos. La conductividad presenta valores bajos. La microresistividad muestra valores muy altos, de 20 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Anhidrita.
- 26.- 80 m: del -2265 al -2185. El Sp muestra una tendencia homogénea con algunos valores irregulares. El sónico es muy irregular con valores variables entre 55 y 115 ms/p. La resistividad muestra valores bajos con algunos picos de valores altos. La conductividad es irregular con valores medios, más altos en la parte inferior del intervalo. La microresistividad es baja con aumentos muy marcados que alcanzan 16 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Alternancia de lutitas rojas y margas, con intercalaciones de niveles de anhidrita.
- 27.- 9 m: del -2185 al -2176. El Sp tiende a mantenerse como en el intervalo anterior. El sónico está cercano a 60 ms/p. La resistividad es alta, con valores de 600 ohms m<sup>2</sup>/m. La conductividad tiene valores bajos próximos a 0 miliohms m<sup>2</sup>/m. La microresistividad es muy alta con valores de 20 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Anhidrita.
- 28.- 11 m: del -2176 al -2165. El Sp muestra una inflexión positiva. El sónico es medio con valores de 75 ms/p.

La resistividad tiene valores relativamente altos con tendencia decreciente. La conductividad es media con valores más altos que en el intervalo anterior. La microresistividad es alta.

Alternancia de margas y areniscas rojas.

29.- 5 m. del -2165 al -2160. El Sp tiene una inflexión positiva. El sónico tiene valores de 80 ms/p. La resistividad presenta valores bajos de 100 ohms m<sup>2</sup>/m. La conductividad aumenta en relación con el intervalo anterior. La microresistividad es baja.

Lutitas rojas.

30.- 11 m: del -2160 a -2149. El Sp produce una inflexión negativa. El sónico tiene valores medios de 75 ms/p. La resistividad tiene valores medios de 250 ohms m<sup>2</sup>/m, con algunos aumentos. La conductividad tiene tendencia creciente, desde 80 a 110 miliohms m<sup>2</sup>/m. La microresistividad es baja, con valores de 3 ohms m<sup>2</sup>/m y algunos aumentos hasta 9 ohms m<sup>2</sup>/m.

Alternancia de lutitas y margas.

31.- 4 m: del -2149 al -2145. El Sp se mantiene como en el nivel anterior. El sónico tiene un valor de 55 ms/p. La resistividad presenta un pico de aumento muy marcado. La conductividad es baja. La microresistividad es alta con un valor de 20 ohms m<sup>2</sup>/m.

Anhidrita.

32.- 15 m: del -2145 al -2130. El Sp muestra tendencia vertical homogénea. El sónico tiene un rango de variación entre 55 y 140 ms/p. La resistividad es irregular con valores en general bajos. La conductividad es irregular con valores medios. La microresistividad tienen valores próximos a 1 ohms m<sup>2</sup>/m.

Lutitas marrones con nódulos de anhidrita dispersos.

33.- 12 m: del -2130 al -2118. El Sp se mantiene constante. El sónico varía entre 65 y 130 ms/p. La resistividad tiene un valor de 75 ohms m<sup>2</sup>/m. La conductividad presenta valores próximos a 110 miliohms m<sup>2</sup>/m. La microresistividad es baja.

Lutitas rojas.

34.- 3 m: del -2118 al -2115. El Sp muestra una ligera tendencia negativa. El sónico tiene valores de 55 ms/p. La resistividad es alta. La conductividad es baja. La microresistividad tiene valores cercanos a 20 ohms m<sup>2</sup>/m.

Anhidrita.

35.- 13 m: del -2115 al -2102. El Sp muestra una inflexión negativa. El sónico tiene valores medios entre 70 y 80 ms/p. La resistividad muestra tendencia creciente. La conductividad es media-alta. La microresistividad es media con valores de 5 ohms m<sup>2</sup>/m.

Areniscas rojas.

36.- 3 m: del -2102 al -2099. El Sp produce una inflexión positiva. El sónico es bajo (60 ms/p). La resistividad presenta un pico de aumento. La conductividad es baja. La microresistividad presenta valores de 12 ohms m<sup>2</sup>/m.

Anhidrita.

37.- 7 m: del -2099 al -2092. El Sp muestra tendencia negativa. El sónico aumenta hasta 95 y luego disminuye a 70 ms/p. La resistividad muestra tendencia creciente desde 125 a 250 ohms m<sup>2</sup>/m. La conductividad es media. La microresistividad es irregular, más alta en la base (6 ohms m<sup>2</sup>/m), que en el techo (2 ohms m<sup>2</sup>/m).

Areniscas.

38.- 5 m: del -2092 al -2087. El Sp tiene tendencia positiva. El sónico es bajo. La resistividad muestra un pico de aumento hasta 450 ohms m<sup>2</sup>/m. La conductividad tiene valores de 50 miliohms m<sup>2</sup>/m. La microresistividad es baja, próxima a 1 ohms m<sup>2</sup>/m.

Lutitas marrones.

39.- 9 m: del -2087 al -2078. El Sp se mantiene constante. El sónico varía entre 75 y 115 ms/p. La resistividad es baja con tendencia creciente. La conductividad es alta en la base mostrando posteriormente tendencia decreciente. La microresistividad es baja con valores próximos a 1 ohms m<sup>2</sup>/m.

Lutitas marrones.

40.- 6 m: del -2078 al -2072. El Sp es constante. El sónico muestra valores entre 85 y 65 ms/p. La resistividad es media con valores de 500 ohms m<sup>2</sup>/m. La conductividad tiene valores próximos a 60 miliohms m<sup>2</sup>/m. La microresistividad es alta próxima a 15 ohms m<sup>2</sup>/m.

Dolomías arenosas.

41.- 4 m: del -2072 al -2068. El Sp es constante. El sónico es bajo entre 60 y 55 ms/p. La resistividad es alta. La conductividad es baja. La microresistividad es alta próxima a 20 ohms m<sup>2</sup>/m.

Anhidrita.

Techo: Se sitúa en el metro -2068 donde las diagráffas marcan un brusco cambio en los valores de las curvas. Se mide un tramo de 19 m, donde el Sp presenta un valor constante. El sónico es bajo, entre 40 y 65 ms/p. La

resistividad es muy alta (659 ohms m<sup>2</sup>/m). La conductividad es homogénea y próxima a 0 miliohms m<sup>2</sup>/m. La microresistividad es muy alta.  
Dolomías.

#### RESUMEN:

- Se ha distinguido un primer tramo que comprende desde el metro -2514 al -2385. Presenta un Sp en el que dominan las inflexiones positivas, con una parte media marcada por inflexiones negativas. El sónico presenta una parte inferior con valores más bajos (55 ms/p de media) y una parte superior donde los valores ascienden a 75 ms/p de media. La resistividad presenta valores medios de 250 ohms m<sup>2</sup>/m, con algunos intervalos de valores más altos. La conductividad es en general baja, con valores altos en la parte media. La microresistividad muestra valores altos, próximos a 20 ohms m<sup>2</sup>/m y otros intervalos de valores entre 6 y 4 ohms m<sup>2</sup>/m.

Se compone principalmente de conglomerados, las areniscas aparecen en menor medida. Como litología subordinada existen lutitas en la parte superior. La parte inferior de este tramo correspondería al Pérmico, mientras la parte superior, donde aparecen los primeros conglomerados, correspondería a las facies Buntsandstein.

- Un segundo tramo ocupa desde el metro -2385 al -2318. Se caracteriza por un Sp muy irregular, que alterna las inflexiones positivas y las negativas. El sónico tiene valores que varían entre 65 y 80 ms/p. La resistividad es irregular variando entre 1 y 8 ohms m<sup>2</sup>/m. La conductividad presenta valores medios. La microresistividad alterna valores altos (20-15 m<sup>2</sup>/m), con otros de 1-5 m<sup>2</sup>/m.

Este intervalo está formado por una alternancia de areniscas y lutitas, forman parte de las facies Buntsandstein.

- El tercer tramo abarca del metro -2318 al -2265. La curva de Sp muestra valores irregulares. El sónico presenta valores entre 80 y 65 ms/p, que disminuyen ligeramente en la parte superior hasta 55 ms/p. La resistividad tiene valores bajos en la parte inferior del tramo y aumenta hasta 650 ohms m<sup>2</sup>/m en la superior. La conductividad presenta una curva contraria a la anterior, con valores bajos en la parte superior y altos en la inferior. La microresistividad presenta una parte inferior con valores entre 3 y 7 m<sup>2</sup>/m que aumentan en la parte superior llegando a 20 m<sup>2</sup>/m. Litológicamente está formado por anhidrita, existiendo también lutitas y areniscas versicolores. Corresponde a los primeros materiales en facies Keuper.

- Un cuarto tramo comprende desde el metro -2265 al -2180. El Sp muestra un registro caracterizado por una tendencia vertical homogénea. El sónico presenta valores muy irregulares variando entre 50 y 130 ms/p. La resistividad presenta valores en general bajos, con una media de 250 m<sup>2</sup>/m y algunos picos de valores más altos que alcanzan 500 m<sup>2</sup>/m. La conductividad es irregular. La microresistividad presenta valores muy bajos, con algunos picos de valores muy altos.

Se compone de varias litologías, fundamentalmente lutitas que intercalan margas, anhidrita, yeso y halita. Como el tramo anterior son materiales en facies Keuper.

- Un quinto tramo abarca desde el metro -2180 al -2115. El Sp muestra tendencia vertical. El sónico presenta valores medios en la parte inferior que son más irregulares hacia el techo. La resistividad se mantiene en general baja, siendo más alta en la parte inferior. La conductividad es alta, con un valor medio de 100 miliohms m<sup>2</sup>/m. La microresistividad presenta un tramo inferior con valores muy bajos y un tramo superior más irregular. Corresponde a las facies Keuper.

Se compone de una alternancia de lutitas, areniscas, anhidrita y margas.

- El último tramo ocupa desde el metro -2115 al -268. El Sp presenta tendencia vertical con alguna inflexión negativa. El sónico muestra valores medios, con una secuencia claramente decreciente hacia el techo. La resistividad muestra una secuencia creciente desde 100 a 500 ohms m<sup>2</sup>/m. La conductividad varía entre casi 200 miliohms m<sup>2</sup>/m en la parte inferior, a 0 en la superior. La microresistividad tiene valores altos en la parte inferior y bajos en la parte media. Está formado por areniscas, anhidrita y lutitas, representan la parte superior de las facies Keuper.

#### 2.2.8. Sondeo Aldehuela-1 (nº 277)(fig. 5)

COORDENADAS: Long. 2º 43' 39,50" W  
Lat. 41º 46' 10,88" N

SITUACION: Hoja n° 349 (Cabrejas del Pinar), del M.T.N. E:1:50.000

FECHA y OPERADOR: 1971, CAMPSA.

DIAGRAFIAS DISPONIBLES (fig. 13): Cáliper, Potencial espontáneo, Gamma Ray, Neutrón, Densidad, Sónico, Resistividad, Inducción y Microresistividad. También se dispone de los registros del medidor de buzamientos.

MATERIALES PERFORADOS: El sondeo está embocado en calizas del Cretácico superior. A continuación se cortan materiales detríticos del Cretácico inferior. Por debajo se encuentran materiales del Jurásico, cortando finalmente parte del Triásico.

PROFUNDIDAD TOTAL: 2672 m; se atraviesan únicamente las primeras capas de materiales triásicos.

ESPESOR DE LA SERIE ESTUDIADA: 20 m, que comprenden desde el metro -2672 al -2652.

DESCRIPCION (fig. 13):

Base: Se sitúa en el metro -2672, donde finaliza el sondeo.

- 1.- 4 m: del -2672 al -2668. El Sp mantiene una tendencia constante negativa. El GR presenta un pico de subida. El neutrón tiene valores bajos. La densidad es baja. El sónico presenta valores altos. La resistividad es baja. El registro de inducción es alto. La microresistividad presenta valores medios.  
Margas.
- 2.- 2 m: del -2668 al -2666. El Sp mantiene la misma tendencia. El GR tiene valores bajos. El neutrón es bajo. La densidad es alta. El sónico tiene valores bajos. La resistividad es homogénea y baja. El registro de inducción es bajo. La microresistividad es alta.  
Halita.
- 3.- 4 m: del -2666 al -2662. El Sp continúa la misma tendencia. El GR presenta valores bajos. El neutrón es irregular, con valores medios. La densidad es irregular, con valores extremos. El sónico es también irregular, en general bajo. La resistividad presenta tendencia creciente. La inducción tiene valores irregulares, en general altos. La microresistividad es muy irregular, con valores muy altos y muy bajos.  
Alternancia de margas y halita.
- 4.- 7 m: del -2662 al -2655. El Sp muestra la misma tendencia positiva. El GR tiene valores muy bajos. El neutrón presenta valores bajos y homogéneos. La densidad es media-alta. La resistividad es alta. La inducción es media. La microresistividad es muy irregular.  
Alternancia de margas y anhidrita.
- 5.- 3 m: del -2655 al -2652. El Sp continúa con la misma tendencia. El GR presenta un pico de aumento muy acusado. El neutrón es bajo. La densidad es baja aumentando hacia el techo. El sónico es bajo. La resistividad es muy baja. El registro de inducción es alto. La microresistividad tiene valores medios-bajos.  
Margas.

Techo: Situado en el metro -2652, se observa un cambio bien marcado en todos los registros, que da paso a un tramo de 5 m (del -2652 al -2647), en el que el GR es muy bajo. El neutrón y la densidad son altos. El sónico es medio. La resistividad es baja, por el contrario la inducción es alta. La microresistividad es baja. Dolomías; estos materiales se asignan ya al Jurásico.

RESUMEN:

Debido al limitado espesor de materiales triásicos atravesados por el sondeo Aldehuela-1, únicamente establecemos un tramo caracterizado por un registro de Sp muy poco significativo. El GR presenta bajos valores con algunos picos de valores más altos. El neutrón es irregular, en general con valores bajos. La densidad presenta valores altos en general. La resistividad presenta una parte inferior con valores bajos y una superior con valores más altos. El registro de inducción es muy irregular. La microresistividad es también irregular, en general con valores altos. Litológicamente está formado por una alternancia de niveles de margas, anhidrita y halita que corresponden a las facies Keuper.

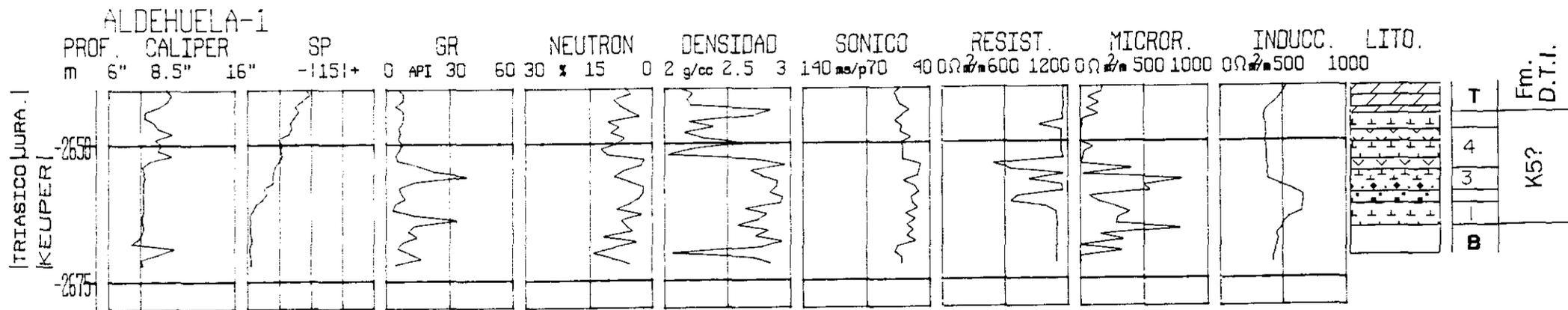


Fig. 13. Composición de diagrafas y columna litológica interpretada para el sondeo Aldehuela

### 2.2.9. Sondeo Don Juan (n° 106)(fig. 5)

COORDENADAS: Long. 4° 04' 45,57" W  
Lat. 41° 49' 08,63" N

SITUACION: Hoja n° 345 (Roa), del M.T.N. E: 1:50.000.

FECHA y OPERADOR: 1962, PHILLIPS.

DIAGRAFIAS DISPONIBLES (fig. 14): Cáliper, Potencial espontáneo, Resistividad, Resistividad 16, Resistividad 18, Resistividad 64 y Microresistividad. Se dispone parcialmente de los resultados del medidor de buzamientos.

MATERIALES PERFORADOS: El sondeo está embocado en materiales del Mioceno, cortando posteriormente gran parte de la serie miocena, el Cretácico superior, Cretácico inferior, Triásico y Paleozoico.

PROFUNDIDAD TOTAL: 1545 m perforados. Los últimos 64 m lo están en esquistos paleozoicos que constituyen la base de la serie estudiada.

ESPESOR DE LA SERIE ESTUDIADA: 72 m, que comprenden del metro -1481 al -1409.

DESCRIPCION (fig. 14):

Base: Situada en el metro -1481. Las diagráffas muestran un cambio notable en los valores de todos los registros. Se comienza a perforar esquistos metamórficos atribuidos al Paleozoico.

- 1.- 13 m: del -1481 al -1468. El Sp muestra una inflexión negativa. Los diversos registros de resistividad presentan valores irregulares próximos al máximo y mínimo. La inducción tiene valores irregulares, en general bajos, variando entre 200 y 100 ohms m<sup>2</sup>/m. La microresistividad presenta también valores muy irregulares.  
Areniscas de grano muy fino.
- 2.- 8 m: del -1468 al -1460. El Sp presenta tendencia vertical. La resistividad muestra registros con valores bajos próximos a 10 y otros altos próximos a 100 ohms m<sup>2</sup>/m. La inducción tiene intervalos con valores de 0 y otros de 200 ohms m<sup>2</sup>/m. La microresistividad continúa mostrando valores muy irregulares.  
Alternancia de areniscas y lutitas grises.
- 3.- 10 m: del -1460 al -1450. El Sp presenta una ligera tendencia positiva. Las curvas de resistividad muestran valores medios-bajos, con menos variación que los intervalos adyacentes. La inducción tiene valores bajos. La microresistividad presenta valores medios irregulares.  
Lutitas con intercalaciones de finos niveles de areniscas.
- 4.- 6 m: del -1450 al -1444. El Sp mantiene la tendencia ligeramente positiva. La resistividad es baja con un aumento en la parte media. La inducción es alta con una disminución en la parte media. La microresistividad presenta valores irregulares.  
Lutitas grises con una intercalación de areniscas en la parte media.
- 5.- 3 m: del -1444 al -1441: El Sp muestra una ligera inflexión negativa. Los registros de resistividad son muy altos. La curva de inducción tiene un pico de descenso. La microresistividad es muy alta.  
Anhidrita.
- 6.- 3 m: del -1441 al -1438. El Sp muestra una tendencia vertical. La resistividad es muy baja. La inducción presenta un pico de aumento. La microresistividad es baja.  
Lutitas grises.
- 7.- 2 m: del -1438 al -1436. El Sp tiene una inflexión negativa. La resistividad muestra valores muy altos en todas las curvas. El registro de inducción muestra un pico de valores bajos. La microresistividad es alta.  
Anhidrita.
- 8.- 4 m: del -1436 al -1432. El Sp tiende a mantenerse constante. La resistividad muestra valores bajos un poco irregulares. La inducción tiene valores altos. La microresistividad es irregular.  
Lutitas grises.
- 9.- 3 m: del -1432 al -1429. El Sp es ligeramente negativo. La resistividad muestra valores muy altos. La inducción tiene un pico de descenso. La microresistividad tiene valores muy altos.  
Anhidrita.

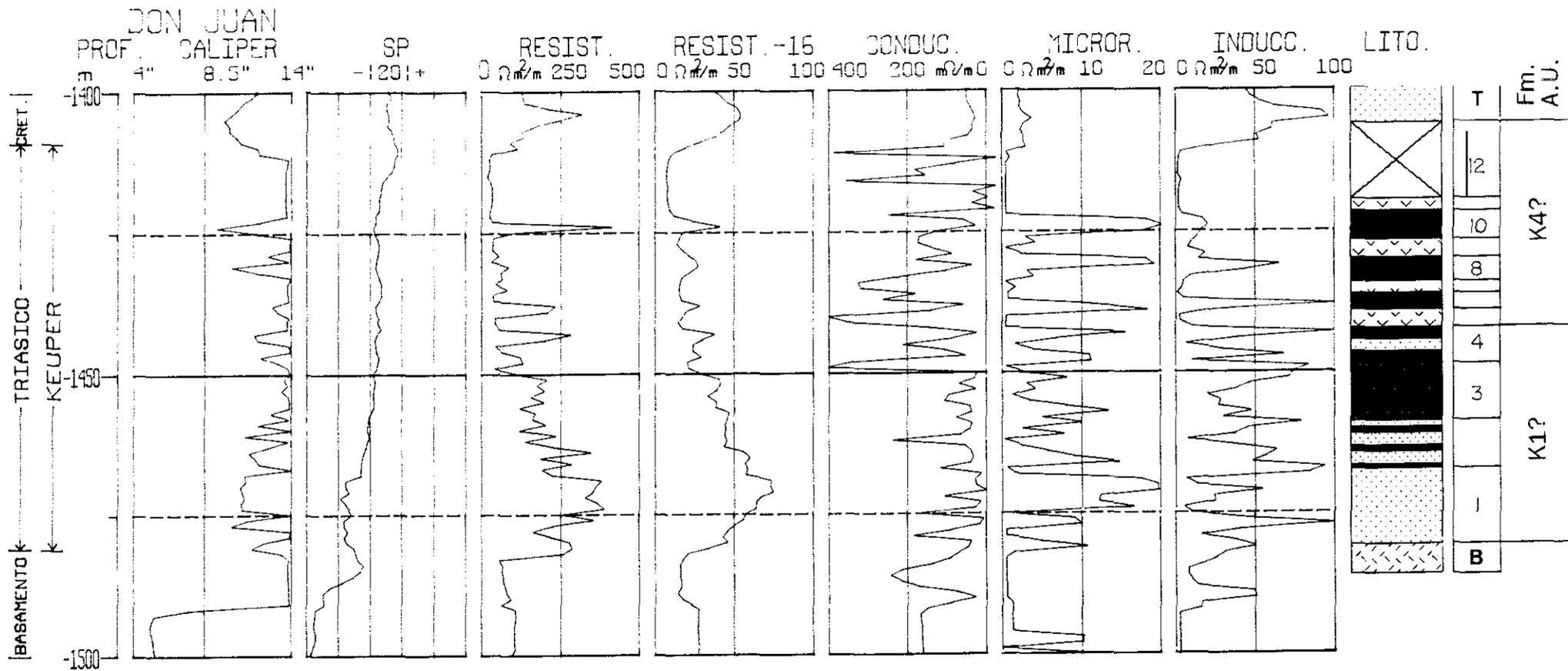


Fig. 14. Composición de diagráfias y columna litológica interpretada para el sondeo Don Juan

10.- 5 m: del -1429 al -1424. El Sp muestra una tendencia vertical. La resistividad presenta valores bajos con tendencia decreciente. La inducción muestra una curva con tendencia creciente. La microresistividad presenta valores bajos.

Lutitas grises que pueden ser arenosas en la base.

11.- 2 m: del -1424 al -1422. El Sp presenta una ligera inflexión negativa. La resistividad en todos sus registros muestra valores muy altos. La inducción tiene un pico de valores bajos. La microresistividad es muy alta. Anhidrita.

12.- 13 m: del -1422 al -1409. En este tramo los registros de todas las curvas muestran lecturas planas. El cáliper muestra la existencia de una caverna por caída de las paredes del pozo, debido a lo cual las herramientas no leen correctamente.

Techo: Se sitúa en el metro -1409. Los distintos registros presentan lecturas muy diferentes de la parte inferior hasta ahora descrita, por lo que situamos el techo en este nivel, constituido por 8 m (del -1409 al -1401), en el que el Sp produce una inflexión positiva. La resistividad tiene valores medios con tendencia creciente. La inducción es baja. La microresistividad tiene valores bajos y homogéneos. Se trata de areniscas, posiblemente cretácicas.

#### RESUMEN:

- Se ha identificado un tramo que comprende desde el metro-1481 al -1422. El Sp muestra una tendencia vertical excepto en la parte inferior, donde produce una inflexión negativa. La resistividad presenta valores muy irregulares, alternando intervalos de valores muy bajos próximos a 0 ohms m<sup>2</sup>/m y otros con altos valores. La inducción muestra igualmente registros irregulares que presentan la tendencia contraria a la resistividad. La microresistividad es muy irregular.

Se compone este tramo de una alternancia de lutitas grises, anhidrita y areniscas, éstas últimas en la parte inferior. Son los primeros materiales en facies Keuper.

- Se identifica un segundo tramo del metro -1422 al -1409, en el cual las herramientas no leen correctamente por existir una caverna en el pozo.

#### 2.2.10. Sondeo Río Francó (nº 105)(fig. 5)

COORDENADAS: Long. 4° 03' 7,50" W  
Lat. 41° 59' 7,40" N

SITUACION: Hoja nº 313 (Antigüedad), del M.T.N. E: 1:50.000.

FECHA y OPERADOR: 1962, PHILLIPS.

DIAGRAFIAS DISPONIBLES (fig. 15): Cáliper, Potencial espontáneo, Resistividad, Resistividad 16, Resistividad 18, Resistividad 64 y Microresistividad. De los registros de microresistividad no se dispone en los últimos 150 m.

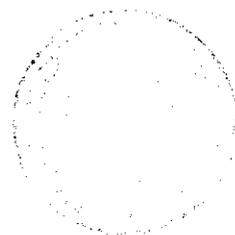
MATERIALES PERFORADOS: El sondeo se encuentra embocado en materiales del Mioceno, que constituyen la casi totalidad de la serie perforada. También se cortan materiales del Cretácico superior, Cretácico inferior y Triásico, para finalizar en el Paleozoico.

PROFUNDIDAD TOTAL: 2325 m perforados, los últimos 120 m en materiales paleozoicos, que constituyen la base de la serie estudiada.

ESPESOR DE LA SERIE ESTUDIADA: 93 m, que comprenden desde el metro -2205 al -2112.

DESCRIPCION (fig. 15):

Base: Se sitúa en el metro -2205. Por debajo se encuentran cuarcitas de edad paleozoica sobre las que se puede



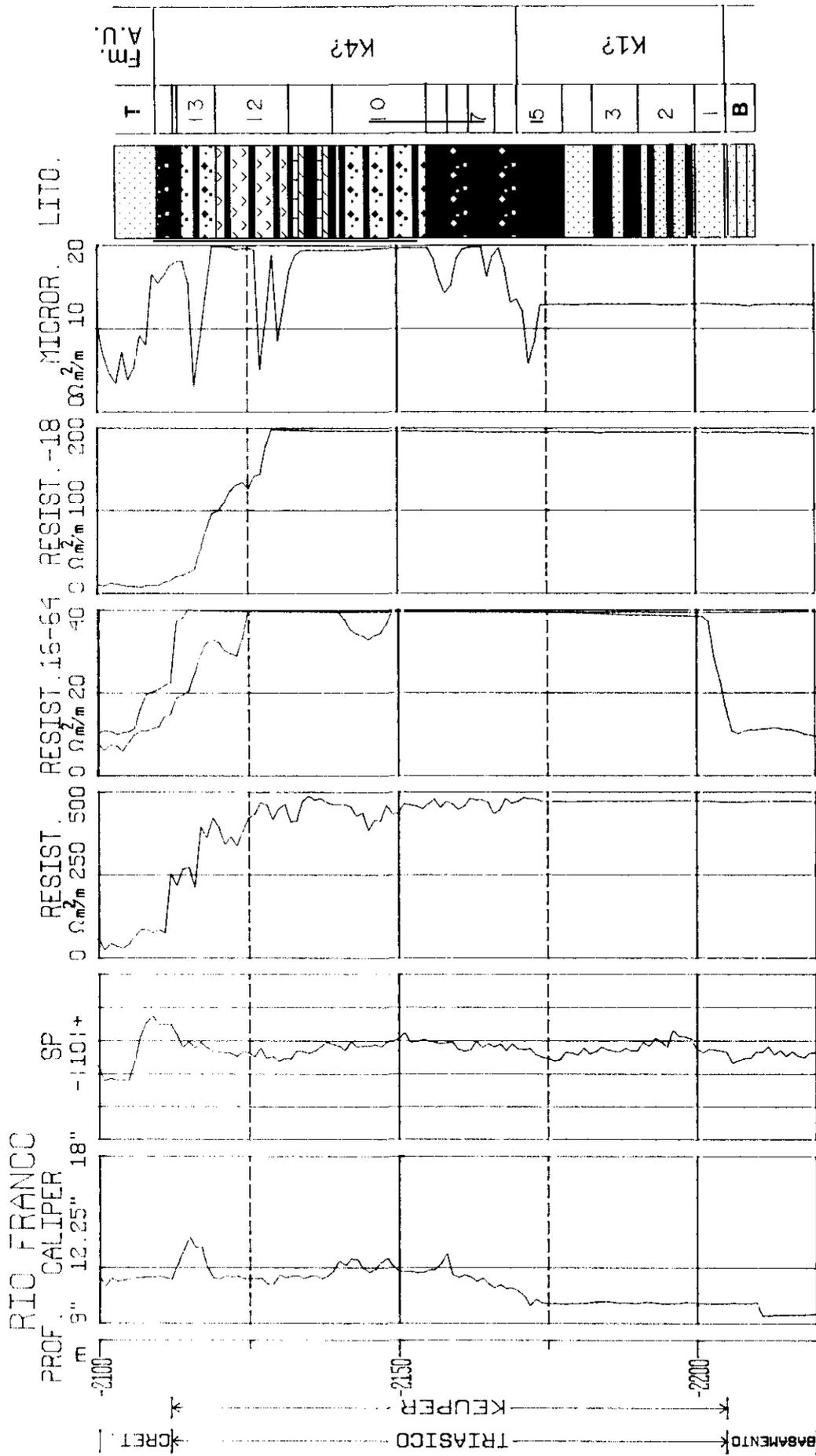


Fig. 15. Composición de diagráfias y columna litológica interpretada para el sondeo Río Francó

detectar una zona de alteración de unos 20 m.

- 1.- 5 m: del -2205 al -2200. El Sp produce una inflexión negativa. La resistividad muestra valores con tendencia creciente.  
Areniscas grises.
- 2.- 9 m: del -2200 al -2191. El Sp es irregular con inflexiones positivas y negativas. La resistividad es alta.  
Alternancia de areniscas y lutitas grises.
- 3.- 8 m: del -2191 al -2183. El Sp produce una inflexión negativa. La resistividad se mantiene alta.  
Lutitas grises con una intercalación de areniscas en la parte media.
- 4.- 5 m: del -2183 al -2178. El Sp mantiene una tendencia vertical. La resistividad es alta.  
Areniscas.
- 5.- 7 m: del -2178 al -2171. El Sp produce una inflexión negativa. La resistividad sigue siendo alta. La microresistividad es baja.  
Lutitas grises.
- 6.- 4 m: del -2171 al -2167. El Sp muestra tendencia vertical. La resistividad tiene valores altos. La microresistividad presenta tendencia creciente.  
Lutitas rojas con niveles de halita de forma ocasional.
- 7.- 4 m: del -2167 al -2163. El Sp tiene tendencia vertical. La resistividad presenta un pico de disminución. La microresistividad también presenta un pico de descenso.  
Lutitas rojas.
- 8.- 4 m: del -2163 al -2159. El Sp presenta tendencia vertical. La resistividad aumenta y luego decrece. La microresistividad es alta descendiendo un poco en el techo.  
Lutitas rojas con halita dispersa.
- 9.- 4 m: del -2159 al -2155. El Sp es vertical. La resistividad presenta valores más bajos que el intervalo anterior. La microresistividad muestra un pico de descenso.  
Lutitas rojas.
- 10.- 15 m: del -2155 al -2140. El Sp muestra una ligera inflexión negativa. La resistividad es algo irregular con tendencia decreciente. La microresistividad es alta.  
Lutitas con niveles de halita.
- 11.- 8 m: del -2140 al -2132. El Sp muestra una inflexión negativa. La resistividad tiene tendencia creciente. La microresistividad es alta.  
Lutitas rojas, con algunas intercalaciones de calizas.
- 12.- 7 m: del -2132 al -2125. El Sp mantiene la inflexión negativa. La resistividad es irregular con picos de ascenso y bajada. La microresistividad también presenta valores irregulares.  
Alternancia de lutitas rojas y verdes y niveles de anhidrita.
- 13.- 6 m: del -2125 al -2119. El Sp continúa con la inflexión negativa. La resistividad muestra valores bajos que aumentan ligeramente hacia el techo. La microresistividad es alta.  
Lutitas con niveles de halita.
- 14.- 4 m: del -2119 al -2115. El Sp tiene tendencia vertical. La resistividad muestra valores decrecientes. La microresistividad presenta un pico de descenso.  
Lutitas rojas y verdes.
- 15.- 3 m: del -2115 al -2112. El Sp tiene una inflexión positiva. La resistividad muestra tendencia decreciente. La microresistividad muestra un intervalo de valores altos.  
Lutitas con halita dispersa.

Techo: Se sitúa en el metro -2112. Existe una clara discontinuidad en las lecturas de los registros, con cambio brusco en sus valores. El tramo está compuesto por 15 m (del -2112 al -2107), de areniscas, posiblemente cretácicas.

#### RESUMEN:

- Se establece un primer tramo que comprende desde el metro -2205 al -2115. El Sp muestra tendencia vertical con algunas inflexiones negativas. La resistividad presenta valores relativamente altos, igual que la microresistividad en la zona donde se dispone de registro.

Se compone de areniscas y lutitas grises que corresponden a las facies Keuper.

- Un segundo tramo se define del metro -1155 al -1112. El Sp tiene tendencia vertical. La resistividad muestra en general valores bajos con algunos intervalos de ascenso. La microresistividad presenta valores irregulares, en conjunto más bajos que parte del intervalo anterior. Está formado por lutitas marrones y grises con intercalaciones de anhidrita, halita y más ocasionalmente calizas. Como el tramo anterior también se incluyen en las facies Keuper.

2.2.11.- Sondeo San Pedro-2 (n° 091)(fig. 5)

COORDENADAS: Long. 3° 53' 15,40" W  
Lat. 42° 28' 40,30" N

SITUACION: Hoja n° 199 (Sasamón), del M.T.N. E: 1:50.000.

FECHA y OPERADOR: 1961, VALDEBRO.

DIAGRAMAS DISPONIBLES (fig. 16): Cáliper, Potencial espontáneo, Resistividad 16, Resistividad 18, Resistividad 64 y Microresistividad. Se dispone parcialmente de los datos del medidor de buzamientos.

MATERIALES PERFORADOS: El sondeo está embocado en materiales del Mioceno, atravesando posteriormente el Cretácico superior, Albiense, Triásico y Carbonífero.

PROFUNDIDAD TOTAL: 1737 m perforados. Los 292 últimos metros perforan materiales del Carbonífero que constituyen el basamento de la serie estudiada.

ESPESOR DE LA SERIE ESTUDIADA: 311 m, que comprenden desde el metro -1447 al -1136.

DESCRIPCION (fig. 16):

Base: Está situada en el metro -1447, donde las diagramas muestran un cambio en sus valores y se encuentra una zona de alteración de los materiales carboníferos.

- 1.- 3 m: del -1447 al -1444. El Sp presenta un registro con una inflexión positiva. Las curvas de resistividad presentan valores más altos que en los intervalos adyacentes. La microresistividad muestra un intervalo de valores altos e irregulares.  
Brechas de cantos de cuarzo, angulosos.
- 2.- 5 m: del -1444 al -1439. El Sp muestra una inflexión negativa que se atenúa en el techo. Las curvas de resistividad tienen valores irregulares, más bajos en el techo. La microresistividad presenta valores irregulares, más bajos en la parte superior.  
Areniscas rojas de grano grueso con cantos de cuarzo dispersos, que desaparecen en el techo.
- 3.- 9 m: del -1439 al -1430. El Sp presenta una tendencia vertical. Los registros de resistividad muestran unas curvas homogéneas con valores bajos. La microresistividad tiene valores medios, más altos en el techo.  
Areniscas rosas en las que el tamaño de grano disminuye hacia el techo.
- 4.- 9 m: del -1430 al -1421. El Sp tiene valores irregulares que dan una inflexión negativa. La resistividad presenta un aumento en la base, luego descienden y a partir de aquí presentan una curva con valores crecientes. La microresistividad aumenta en la base, luego desciende y presenta tendencia creciente.  
Areniscas rojas. Presentan cantos de cuarzo en la base.
- 5.- 9 m: del -1421 al -1412. El Sp muestra una tendencia negativa. La resistividad es alta, con un pico de valor más bajo en la parte media. La microresistividad tiene valores medios, descendiendo ligeramente en la parte media.  
Areniscas rojas con un nivel de lutitas intercalado.
- 6.- 16 m: del -1412 al -1396. El Sp presenta una tendencia vertical, marcando probablemente la línea de arcillas. Las curvas de resistividad presentan valores bajos. La microresistividad presenta igualmente valores bajos.  
Lutitas rojas y grises.
- 7.- 3 m: del -1396 al -1393. El Sp presenta una tendencia negativa. La resistividad muestra valores altos. La microresistividad presenta valores altos.

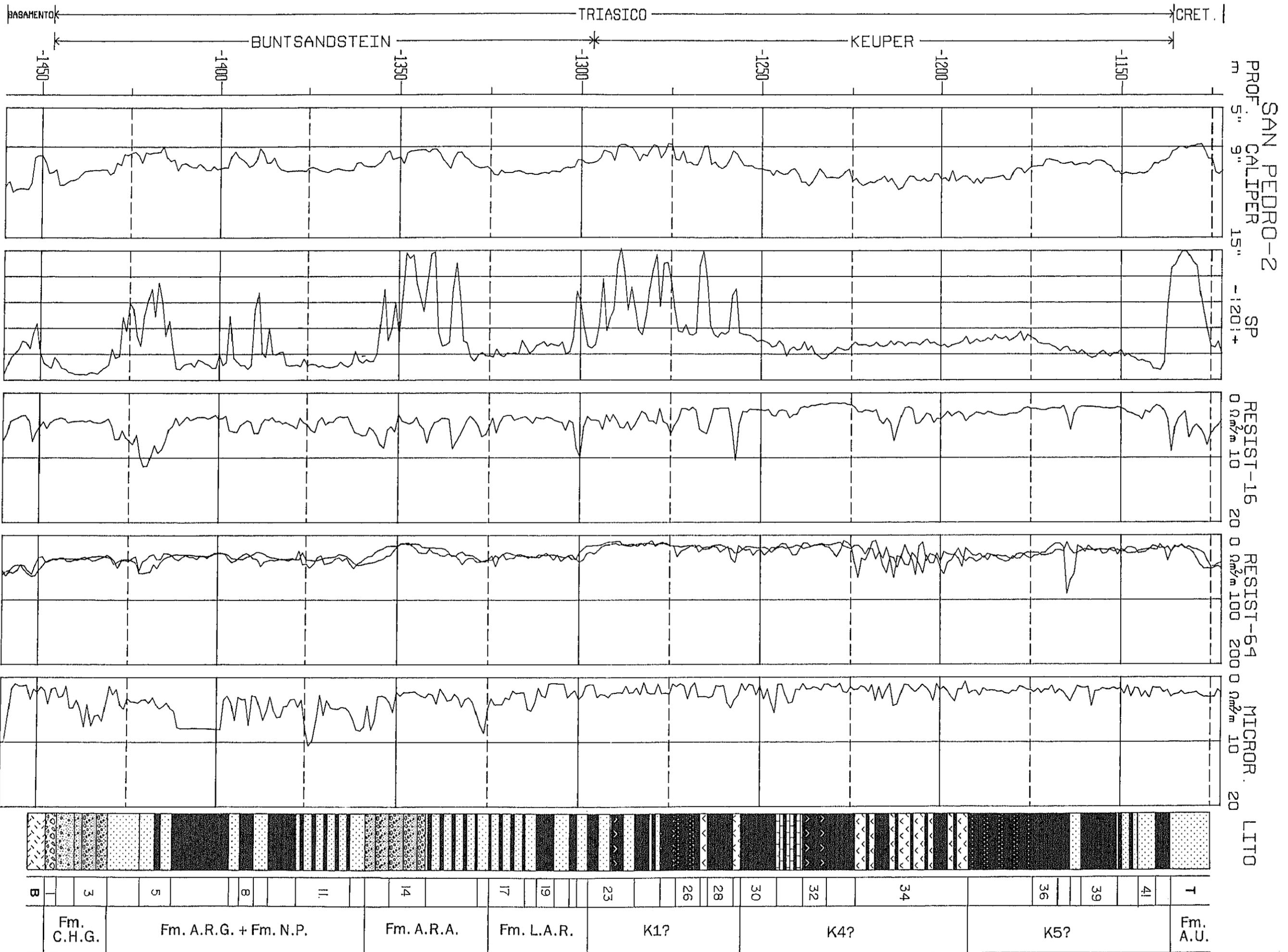


Fig. 16. Composición de diagrfas y columna litológica interpretada para el sondeo San Pedro-2

1	Fm. A.U.
3	Fm. C.H.G.
5	Fm. A.R.G. + Fm. N.P.
8	
11	Fm. A.R.A.
14	
17	Fm. L.A.R.
19	K1?
23	
26	K4?
28	
30	K5?
32	
34	K5?
36	
39	K5?
41	
B	

- Areniscas rojas.
- 8.- 4 m: del -1393 al -1389. El Sp presenta una tendencia vertical. La resistividad tiene valores bajos. La microresistividad muestra también valores bajos.
- Lutitas grises y rojas.
- 9.- 4 m: del -1389 al -1385. El Sp muestra una inflexión negativa. La resistividad presenta unos registros con un pico de ascenso. La microresistividad es alta.
- Areniscas rojas.
- 10.- 8 m: del -1385 al -1377. El Sp muestra una tendencia vertical. Los registros de resistividad muestran valores bajos con una ligera tendencia creciente. La microresistividad presenta valores bajos que tienen tendencia creciente.
- Lutitas, en el techo son más arenosas.
- 11.- 15 m: del -1377 al -1362. El Sp presenta una tendencia vertical algo irregular. Los registros de resistividad son irregulares, con valores bajos en general. La microresistividad presenta valores muy irregulares que varían de 2 a 10 ohms m<sup>2</sup>/m.
- Alternancia de lutitas y areniscas.
- 12.- 4 m: del -1362 al -1358. El Sp presenta una ligera inflexión negativa. Los registros de resistividad muestran valores más altos que en el intervalo anterior. La microresistividad presenta un pico de valores altos.
- Areniscas rojas.
- 13.- 7 m: del -1358 al -1351. El Sp muestra una inflexión negativa. Las curvas de resistividad son irregulares en general decrecientes. La microresistividad presenta valores irregulares.
- Areniscas rojas. Presentan una secuencia granodecreciente.
- 14.- 10 m: del -1351 al -1341. El Sp es muy irregular, mostrando una tendencia negativa. La resistividad es irregular, presentando valores altos en la base que descienden y luego tienen tendencia creciente. La microresistividad presenta valores altos en la base que descienden posteriormente para aumentar en el techo.
- Areniscas rojas. Presentan base erosiva y muestran una secuencia granodecreciente en el techo.
- 15.- 14 m: del -1341 al -1327. El Sp muestra una curva irregular con inflexiones positivas y negativas. La resistividad es también irregular con intervalos de valores altos y bajos. La microresistividad muestra la misma tendencia anterior.
- Alternancia de lutitas y areniscas.
- 16.- 3 m: del -1327 al -1324. El Sp muestra una tendencia vertical. La resistividad presenta un pico de valores altos. La microresistividad también presenta valores altos.
- Areniscas.
- 17.- 10 m: del -1324 al -1314. El Sp muestra una tendencia vertical con algunos picos negativos. La resistividad presenta valores bajos con algunos picos de valores más altos, igual que la microresistividad.
- Alternancia de lutitas y areniscas rojas.
- 18.- 3 m: del -1314 al -1311. El Sp tiene una ligera inflexión positiva. La resistividad muestra un pico de valores altos. La microresistividad también es alta.
- Areniscas rojas.
- 19.- 5 m: del -1311 al -1306. La curva del Sp presenta una tendencia vertical con irregularidades. Las curvas de resistividad muestran valores bajos. La microresistividad tiene valores bajos con una tendencia ligeramente decreciente.
- Lutitas versicolores.
- 20.- 4 m: del -1306 al -1302. El Sp tiene una inflexión positiva. La resistividad presenta un pico de valores altos. La microresistividad también es alta.
- Areniscas rojas.
- 21.- 2 m: del -1302 al -1300. El Sp presenta una tendencia vertical. La resistividad tiene valores bajos. La microresistividad tiene valores bajos.
- Lutitas.
- 22.- 3 m: del -1300 al -1297. El Sp muestra una inflexión negativa. Las curvas de resistividad presentan un pico de aumento. La microresistividad tiene valores altos.
- Areniscas.
- 23.- 13 m: del -1297 al -1284. El Sp muestra una curva muy irregular. La resistividad presenta valores también irregulares, en general más altos en el techo. La microresistividad presenta valores medios con picos de valores bajos.
- Alternancia de areniscas y lutitas. Estas últimas presentan intercalaciones de finos niveles de yeso.
- 24.- 7 m: del -1284 al -1277. El Sp mantiene en la base una tendencia vertical mostrando posteriormente una

- inflexión negativa. La resistividad muestra una tendencia creciente. La microresistividad presenta valores bajos con una tendencia creciente.
- Lutitas; en el techo tienen intercalaciones de niveles de areniscas.
- 25.- 4 m: del -1277 al -1273. El Sp es irregular mostrando una inflexión negativa. La resistividad presenta valores bajos irregulares, aumentando hacia el techo. La microresistividad tiene un pico de valores bajos en la base y luego aumenta.
- Lutitas con intercalaciones de niveles de yeso.
- 26.- 7 m: del -1273 al -1266. El Sp muestra una tendencia vertical ligeramente irregular. Las curvas de resistividad tienen en general valores bajos. La microresistividad tiene valores bajos que tienen un intervalo más alto en la parte media.
- Lutitas con intercalaciones de niveles de areniscas.
- 27.- 2 m: del -1266 al -1264. El Sp produce una inflexión negativa. La resistividad muestra valores altos. La microresistividad presenta valores más altos que en los intervalos adyacentes.
- Anhidrita.
- 28.- 7 m: del -1264 al -1257. El Sp muestra una tendencia vertical constante. Las curvas de resistividad presentan valores bajos. La microresistividad es también baja.
- Lutitas versicolores.
- 29.- 2 m: del -1257 al -1255. El Sp produce una inflexión negativa. Las curvas de resistividad muestran valores elevados. La microresistividad tiene valores altos.
- Anhidrita.
- 30.- 9 m: del -1255 al -1246. El Sp tiene una tendencia vertical. La resistividad presenta valores bajos. La microresistividad presenta valores bajos, algo irregulares.
- Lutitas con intercalaciones de finos niveles de carbonato.
- 31.- 8 m: del -1246 al -1238. El Sp presenta inflexiones positivas y negativas alternantes. La resistividad presenta también valores altos y bajos. La microresistividad presenta valores irregulares.
- Alternancia de lutitas y calizas.
- 32.- 8 m: del -1238 al -1230. El Sp muestra una ligera inflexión positiva. La resistividad muestra valores bajos con cierta tendencia decreciente. La microresistividad presenta valores bajos.
- Lutitas grises con finas láminas de yeso.
- 33.- 6 m: del -1230 al -1224. El Sp presenta una tendencia vertical. Las curvas de resistividad presentan valores bajos. La microresistividad es ligeramente más baja que en el intervalo anterior.
- Lutitas grises.
- 34.- 33 m: del -1224 al -1191. El Sp muestra una tendencia vertical. Las curvas de resistividad presentan valores muy irregulares con picos de valores altos. La microresistividad también presenta valores irregulares.
- Alternancia de lutitas grises y anhidrita. También se incluyen niveles de yeso.
- 35.- 16 m: del -1191 al -1175. El Sp mantiene la misma tendencia vertical. La resistividad muestra valores medios, menos irregulares que en el intervalo anterior, igual que la microresistividad.
- Lutitas rojas, presentan intercalaciones de areniscas.
- 36.- 8 m: del -1175 al -1167. El Sp presenta una tendencia vertical. La resistividad tiene valores bajos con una tendencia ligeramente decreciente. La microresistividad presenta valores en general bajos.
- Lutitas. En ocasiones son lutitas arenosas.
- 37.- 3 m: del -1167 al -1164. El Sp tiene una ligera inflexión negativa. Las curvas de resistividad muestran valores bajos. La microresistividad es irregular.
- Lutitas grises.
- 38.- 3 m: del -1164 al -1161. El Sp muestra una ligera inflexión positiva. La resistividad presenta un pico de aumento. La microresistividad tiene valores altos.
- Areniscas.
- 39.- 10 m: del -1161 al -1151. El Sp presenta una tendencia vertical. Las curvas de resistividad tienen valores medios-bajos un poco irregulares. La microresistividad tiene valores bajos irregulares.
- Lutitas grises.
- 40.- 6 m: del -1151 al -1145. La curva del Sp tiene una tendencia vertical ligeramente irregular. La resistividad es baja aumentando un poco en el techo. La microresistividad presenta valores irregulares que son más altos en el techo.
- Alternancia de lutitas y areniscas. Estas últimas son más frecuentes en el techo.
- 41.- 5 m: del -1145 al -1140. La curva del Sp mantiene una tendencia vertical. La resistividad presenta valores más altos que en el intervalo anterior. La microresistividad tiene valores irregulares en general altos.

Areniscas.

42.- 4 m: del -1140 al -1136. El Sp tiene la misma tendencia vertical del intervalo anterior. La resistividad es baja. La microresistividad presenta valores bajos. Lutitas grises.

Techo: Se sitúa en el metro -1136, en el cual las diagráfias muestran un cambio neto en los valores. Es un tramo de 11 m (del -1136 al -1125), en el cual el Sp muestra una fuerte inflexión negativa. La resistividad es irregular con valores más altos que en los intervalos anteriores. La microresistividad también presenta valores más altos. Se interpreta como arenas de grano grueso. Estos materiales se consideran como pertenecientes a la Fm. Arenas de Utrillas del Cretácico y erosionan los materiales infrayacentes.

## RESUMEN:

- Se ha distinguido un primer tramo que comprende desde el metro -1447 al -1396. Está caracterizado por presentar una curva de Sp con inflexiones positivas, excepto en la zona media donde es irregular. Las curvas de resistividad presentan en general valores bajos, alrededor de 40 ohms  $m^2/m$ . La curva de microresistividad es más irregular, con los valores más altos en la parte media; presenta un rango de variación entre 1 y 11 ohms  $m^2/m$ . La litología fundamental de este tramo son las areniscas rojas, que en la base presentan cantos de cuarzo que desaparecen en la parte superior. En la parte media de este intervalo existen lutitas. Corresponden a las facies Buntsandstein.

- Un segundo tramo abarca desde el metro -1396 al -1327. La curva de Sp que presenta este intervalo, muestra una primera parte con una tendencia vertical y una parte superior más irregular. Las curvas de resistividad también reflejan una parte inferior con valores relativamente bajos, en torno a 40-60 ohms  $m^2/m$ , y una parte superior más irregular y con valores más altos. La microresistividad es irregular con valores medios entre 2 y 6 ohms  $m^2/m$ . Este intervalo está compuesto por una alternancia de lutitas y areniscas grises y rojas. En la parte superior son más frecuentes las areniscas. Forman parte de las facies Buntsandstein.

- Un tercer intervalo se sitúa entre el metro -1327 y el -1297. El Sp muestra una curva con tendencia vertical. Las curvas de resistividad tienen valores bajos de 40 ohms  $m^2/m$ . La microresistividad presenta valores medios e irregulares con unos picos de aumento que alcanzan valores de 11 ohms  $m^2/m$ . El intervalo se compone básicamente de lutitas, existiendo también areniscas. Corresponde a los materiales más superiores de las facies Buntsandstein.

- Se establece un cuarto intervalo que comprende desde el metro -1297 al -1255. El Sp es irregular, predominando una tendencia negativa. Las curvas de resistividad presentan valores medios en torno a 40 y 60 ohms  $m^2/m$ . La microresistividad es irregular, dominando los valores bajos entre 1 y 2 ohms  $m^2/m$ . El intervalo se compone de areniscas y lutitas versicolores. Las lutitas incluyen niveles de yeso y ocasionalmente anhidrita. Son los primeros materiales en facies Keuper.

- Un quinto intervalo incluye desde el metro -1255 al -1191. El Sp tiene una tendencia vertical, con una ligera inflexión positiva en la parte inferior. La resistividad es baja en la parte inferior, con valores de 20 ohms  $m^2/m$  de media, siendo más alta e irregular en la parte superior. La curva de microresistividad muestra valores bajos próximos a 1 ohms  $m^2/m$ , con picos de aumento que llegan a 4 ohms  $m^2/m$ . La composición principal de este intervalo son las lutitas grises, que presentan intercalaciones de anhidrita, yesos y carbonatos, estos últimos de forma menos frecuente. Forman parte de las facies Keuper.

- El último intervalo distinguido ocupa desde el metro -1191 al -1136. El Sp muestra una tendencia vertical, ligeramente positiva en la parte superior. La resistividad es en general baja, con un valor medio de 30 ohms  $m^2/m$ , presentando algunos picos de valores más altos. La microresistividad presenta un valor medio de 2 ohms  $m^2/m$ , con algunos valores más altos.

Se compone de una alternancia de lutitas grises y rojas y areniscas. Estas últimas son menos frecuentes. Corresponde a las facies Keuper.

## 2.2.12. Sondeo Iglesias-1 (n° 25)(fig. 5)

COORDENADAS: Long. 3° 57' 20,50" W  
Lat. 42° 18' 39,30" N

SITUACION: Hoja n° 237 (Castrogeriz), del M.T.N. E: 1:50.000.

FECHA y OPERADOR: 1955, VALDEBRO.

DIAGRAFIAS DISPONIBLES (fig. 17): Cáliper, Potencial espontáneo, Resistividad 16, Resistividad 18, Resistividad 64 y Microresistividad.

MATERIALES PERFORADOS: El sondeo está embocado en materiales terciarios, probablemente miocenos. Atraviesa materiales terciarios llegando al Cretácico superior y Cretácico inferior. Atraviesa pocos metros de Jurásico, el Triásico y el Paleozoico.

PROFUNDIDAD TOTAL: 2180 m perforados. Los últimos 99 m atraviesan materiales paleozoicos.

ESPESOR DE LA SERIE ESTUDIADA: 432 m, que comprenden desde el -2081 al -1649.

DESCRIPCION (fig. 17):

Base: Situada en el metro -2081, donde las diagráfias muestran un cambio en el valor de sus registros y se comienzan a perforar pizarras y cuarcitas.

- 1.- 16 m: del -2081 al -2065. El Sp muestra una inflexión negativa. La resistividad presenta valores bajos con tendencia decreciente. La microresistividad tiene valores medios en torno a 4-5 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Lutitas rojas. Incluyen nódulos de carbonato.
- 2.- 9 m: del -2065 al -2056. El Sp tiene tendencia vertical. La resistividad registra un intervalo de valores bajos. La microresistividad tiene valores bajos, próximos a 1 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Alternancia de lutitas rojas, verdes y negras y areniscas rojas.
- 3.- 15 m: del -2056 al -2041. El Sp produce una inflexión negativa más atenuada en la parte inferior. La resistividad muestra valores altos. La microresistividad también tiene valores altos que llegan hasta 12 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Conglomerados de cuarzo y cuarcita. También presentan cantos blandos verdes.
- 4.- 5 m: del -2041 al -2036. El Sp tiene tendencia vertical. La resistividad presenta valores bajos en la base con tendencia creciente. La microresistividad también muestra tendencia creciente, pasando de 1 a 14 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Areniscas rojas que presentan una secuencia granodecreciente pasando a lutitas rojas con carbonatos.
- 5.- 6 m: del -2036 al -2030. El Sp es irregular, no mostrando una tendencia clara. La resistividad tiene valores altos en la base y una tendencia decreciente. La microresistividad también tiene tendencia decreciente.  
Areniscas rojas en secuencia granodecreciente hasta llegar a lutitas. Estas últimas pueden incluir nódulos de carbonato.
- 6.- 3 m: del -2030 al -2027. El Sp tiene tendencia vertical. La resistividad muestra valores altos. La microresistividad presenta valores elevados.  
Conglomerados rojos de cantos de cuarzo y cuarcita.
- 7.- 10 m: del -2027 al -2017. El Sp produce una inflexión negativa. La resistividad es irregular, presentando valores altos y bajos. La microresistividad tiene valores variables entre 4 y 8 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Lutitas rojas, con algunas intercalaciones de niveles de areniscas rojas.
- 8.- 4 m: del -2017 al -2013. El Sp tiene tendencia vertical. La resistividad tiene valores altos. La microresistividad presenta valores altos.  
Conglomerados rojos de cantos de cuarzo y cuarcita.
- 9.- 8 m: del -2013 al -2005. El Sp produce una ligera inflexión negativa. La resistividad tiene valores altos en la base con tendencia decreciente. La microresistividad presenta valores medios.  
Lutitas rojas. Tienen niveles de areniscas en la base.
- 10.- 16 m: del -2005 al -1989. El Sp muestra tendencia vertical. La resistividad tiene valores bajos y homogéneos. La microresistividad presenta valores medios-altos, entre 6 y 10 ohms m<sup>2</sup>/m.

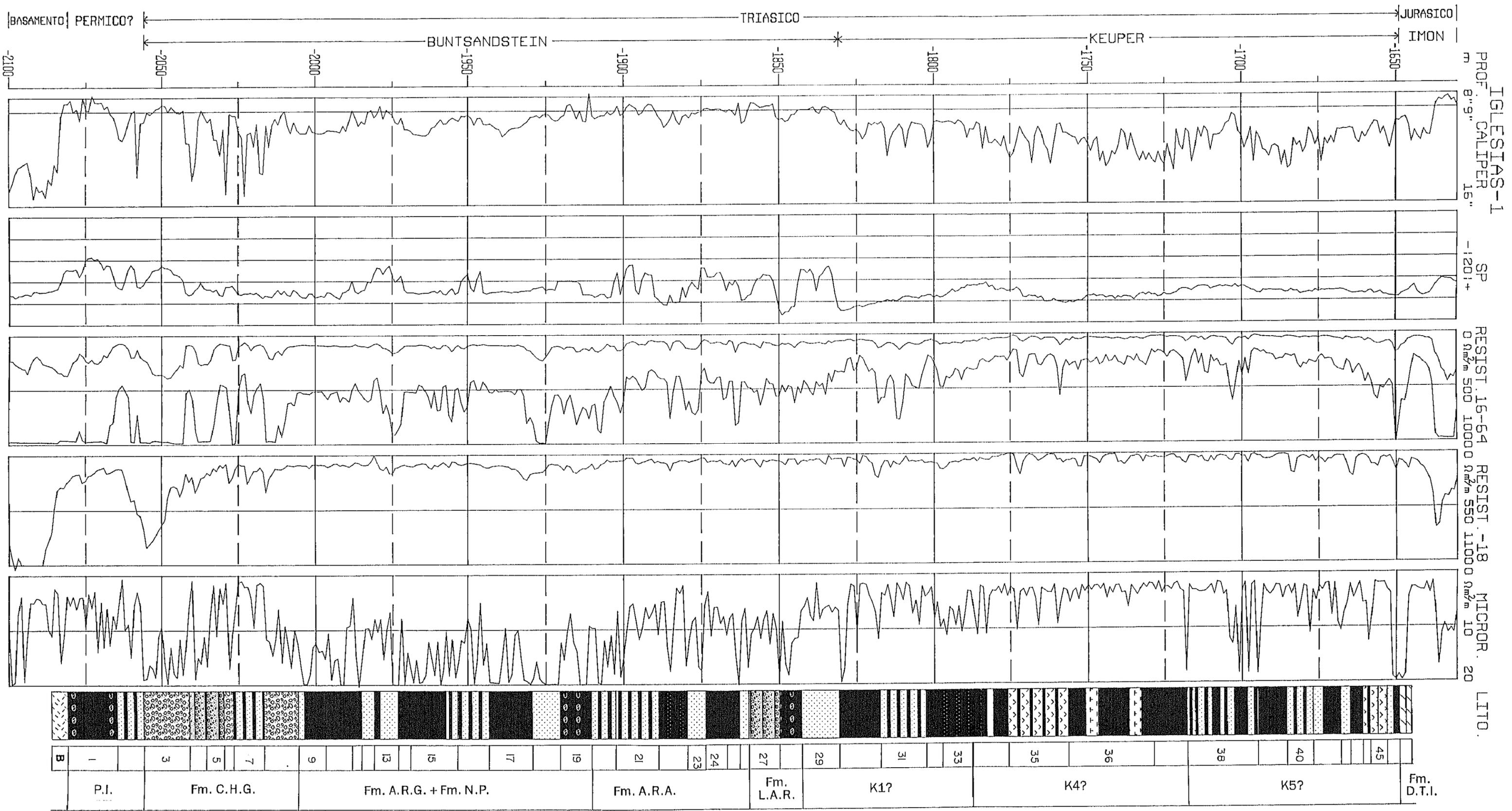


Fig. 17. Composición de diagráfiyas y columna litológica interpretada para el sondeo Iglesias-1

- Lutitas rojas.
- 11.- 3 m: del -1989 al -1986. El Sp muestra una inflexión negativa. La resistividad presenta un pico de valor más bajo. La microresistividad tiene valores bajos.
- Lutitas verdes.
- 12.- 4 m: del -1986 al -1982. El Sp tiene tendencia vertical. La resistividad presenta valores altos. La microresistividad sube en relación con el intervalo anterior.
- Areniscas rojas.
- 13.- 8 m: del -1982 al -1974. El Sp presenta una inflexión negativa. La resistividad presenta valores elevados con tendencia creciente. La microresistividad tiene valores entre 3 y 7 ohms m<sup>2</sup>/m.
- Areniscas rojas con algunos niveles de lutitas verdes en la base.
- 14.- 4 m: del -1974 al -1970. El Sp presenta una tendencia positiva. La resistividad presenta un pico de valores altos. La microresistividad tiene valores muy altos. (15 ohms m<sup>2</sup>/m).
- Lutitas verdes y negras.
- 15.- 16 m: del -1970 al -1954. El Sp tiene tendencia vertical. La resistividad tiene valores bajos, un poco irregulares en el techo. La microresistividad tiene valores entre 5 y 11 ohms m<sup>2</sup>/m.
- Lutitas arenosas rojas. Intercalaciones de areniscas en el techo que presentan poco espesor.
- 16.- 10 m: del -1954 al -1944. El Sp es irregular, en general con tendencia negativa. La resistividad presenta valores altos e irregulares que decrecen hacia el techo. La microresistividad tiene valores variables, entre 2 y 8 ohms m<sup>2</sup>/m.
- Alternancia de lutitas y areniscas rojas. Las lutitas predominan en la parte superior.
- 17.- 14 m: del -1944 al -1930. El Sp presenta tendencia vertical. La resistividad muestra valores bajos. La microresistividad tiene también valores bajos, con un valor medio de 4 ohms m<sup>2</sup>/m.
- Lutitas rojas.
- 18.- 9 m: del -1930 al -1921. El Sp muestra una ligera tendencia negativa. La resistividad presenta un aumento en sus valores. La microresistividad es alta, con valores próximos a 15 ohms m<sup>2</sup>/m.
- Areniscas.
- 19.- 9 m: del -1921 al -1912. El Sp tiene una inflexión negativa. La resistividad es irregular, con valores en general bajos. La microresistividad tiene también valores bajos.
- Lutitas rojas. Presentan nódulos de carbonato.
- 20.- 9 m: del -1912 al -1903. El Sp tiene tendencia vertical. La resistividad es irregular, con valores en general más altos que en el intervalo anterior. La microresistividad tiene valores altos.
- Alternancia de areniscas amarillas y lutitas verdes.
- 21.- 14 m: del -1903 al -1889. El Sp muestra un registro irregular con inflexiones negativas. La resistividad es irregular, con valores bajos (excepto en la base), y con tendencia decreciente. La microresistividad presenta valores medios con un rango de variación entre 4 y 8 ohms m<sup>2</sup>/m.
- Alternancia de areniscas rojas de grano fino y lutitas rojas y amarillas.
- 22.- 9 m: del -1889 al -1880. El Sp muestra tendencia vertical con una inflexión negativa en la parte media. La resistividad es media con un intervalo de aumento en la parte media. La microresistividad es irregular con valores próximos a 2 y otros cercanos a 9 ohms m<sup>2</sup>/m.
- Lutitas verdes y grises, con una intercalación de areniscas rojas.
- 23.- 6 m: del -1880 al -1874. El Sp presenta un registro irregular. La resistividad tiene valores altos. La microresistividad presenta valores medios-altos.
- Areniscas marrones.
- 24.- 8 m: del -1874 al -1866. El Sp muestra una inflexión negativa. La resistividad tiene valores medios, más bajos en la base. La microresistividad tiene valores medios entre 3 y 4 ohms m<sup>2</sup>/m.
- Lutitas verdes y grises.
- 25.- 3 m: del -1866 al -1863. El Sp es irregular. La resistividad es baja. La microresistividad tiene valores bajos.
- Lutitas con nódulos de carbonato.
- 26.- 3 m: del -1863 al -1860. El Sp muestra cierta tendencia vertical. La resistividad es alta, igual que la microresistividad.
- Areniscas verdes y rojas.
- 27.- 10 m: del -1860 al -1850. El Sp presenta una inflexión negativa. La resistividad presenta valores medios bajos. La microresistividad tiene valores entre 3 y 5 ohms m<sup>2</sup>/m.
- Areniscas grises. Presentan secuencias granodecrescentes.
- 28.- 7 m: del -1850 al -1843. El Sp muestra una inflexión positiva. La resistividad tiene valores medios, ligeramente mayores que en el intervalo anterior. La microresistividad presenta valores irregulares, en general bajos.

- Lutitas con nódulos de carbonato.
- 29.- 12 m: del -1843 al -1831. El Sp produce una inflexión negativa. La resistividad muestra valores con tendencia decreciente. La microresistividad tiene valores medios entre 3 y 5 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Areniscas marrones.
- 30.- 13 m: del -1831 al -1818. El Sp muestra tendencia vertical. La resistividad tiene valores bajos, igual que la microresistividad.  
Lutitas verdes y grises.
- 31.- 15 m: del -1818 al -1803. El Sp presenta una ligera tendencia negativa. La resistividad tiene valores irregulares, en general altos, con un pico de ascenso marcado en el centro. La microresistividad presenta valores irregulares, en general bajos con algunos valores altos.  
Alternancia de areniscas rojas y lutitas verdes y grises.
- 32.- 5 m: del -1803 al -1798. El Sp muestra una tendencia vertical. La resistividad presenta un pico de valores bajos. La microresistividad tiene valores bajos, entre 1 y 2 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Lutitas rojas.
- 33.- 10 m: del -1798 al -1788. El Sp tiene tendencia negativa. La resistividad presenta valores medios con tendencia decreciente. La microresistividad tiene valores altos próximos a 5 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Lutitas rojas, verdes y grises con intercalaciones de niveles finos de areniscas amarillas.
- 34.- 12 m: del -1788 al -1776. El Sp produce una inflexión negativa. La resistividad presenta valores con tendencia decreciente. La microresistividad tiene valores bajos con un pico de ascenso en el centro.  
Lutitas grises y verdes. Presentan intercalaciones de niveles de yeso en la parte media.
- 35.- 20 m: del -1776 al -1756. El Sp presenta una tendencia vertical. La resistividad tiene valores irregulares, con picos de ascenso marcados. La microresistividad tiene valores bajos, entre 1 y 2 ohms m<sup>2</sup>/m, con picos de aumento hasta 5 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Alternancia de lutitas grises y niveles de yeso.
- 36.- 27 m: del -1756 al -1729. El Sp muestra una tendencia vertical. La resistividad tiene valores bajos. La microresistividad presenta valores entre 1 y 3 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Lutitas verdes y grises, con algunos niveles de margas.
- 37.- 11 m: del -1729 al -1718. El Sp continúa con la misma tendencia vertical. La resistividad presenta valores más bajos que en el intervalo anterior. La microresistividad es baja, con valores homogéneos.  
Lutitas.
- 38.- 23 m: del -1718 al -1695. El Sp muestra una inflexión negativa. La resistividad tiene valores irregulares con tendencia creciente. La microresistividad presenta valores irregulares entre 1 y 8 ohms m<sup>2</sup>/m.  
Lutitas verdes y grises con intercalaciones de niveles finos de areniscas rojas. También se intercalan algunos niveles de dolomías de poco espesor.
- 39.- 9 m: del -1695 al -1686. El Sp tiene tendencia vertical. La resistividad tiene valores bajos con tendencia creciente. La microresistividad presenta valores bajos.  
Lutitas grises.
- 40.- 9 m: del -1686 al -1677. El Sp mantiene la tendencia vertical. La resistividad presenta valores irregulares medios. La microresistividad tiene valores bajos.  
Alternancia de lutitas grises y yeso.
- 41.- 9 m: del -1677 al -1668. El Sp mantiene la misma tendencia vertical. La resistividad presenta valores medios con tendencia decreciente. La microresistividad también tiene tendencia decreciente.  
Areniscas rojas que pasan a lutitas grises.
- 42.- 3 m: del -1668 al -1665. El Sp produce una ligera inflexión positiva. La resistividad es alta en relación con el intervalo anterior. La microresistividad también es alta (llega a 5 ohms m<sup>2</sup>/m).  
Areniscas rojas.
- 43.- 4 m: del -1665 al -1661. El Sp es vertical. La resistividad es alta. La microresistividad tiene valores medios.  
Lutitas verdes.
- 44.- 5 m: del -1661 al -1656. El Sp continúa con la tendencia vertical. La resistividad presenta valores irregulares. La microresistividad presenta tendencia decreciente.  
Alternancia de lutitas grises y yeso.
- 45.- 3 m: del -1656 al -1653. El Sp mantiene la misma tendencia. La resistividad tiene valores altos. La microresistividad también es alta.  
Yeso.
- 46.- 4 m: del -1653 al -1649. El Sp es vertical. La resistividad presenta valores más altos en la base que en el techo. La microresistividad es irregular, entre 1 y 5 ohms m<sup>2</sup>/m.

Areniscas rojas que pasan a lutitas grises y verdes con yeso.

Techo: Se localiza en el metro -1649, en el cual se observa un brusco cambio en las diagramas. Se trata de un tramo de 14 m (del -1649 al -1635), en el cual el Sp es irregular. La resistividad presenta valores muy elevados que luego descienden. La microresistividad es muy alta en la base (9 ohms m<sup>2</sup>/m), y luego disminuye. Dolomías y areniscas.

#### RESUMEN:

- Se distingue un primer tramo que comprende desde el metro -2081 al -2013. El Sp muestra un registro irregular, con una parte inferior en la que se observan inflexiones negativas y una parte superior con tendencia más vertical. La resistividad muestra también un registro irregular con valores en general altos. La microresistividad presenta valores variables, en general altos, con un rango entre 1 y 14 ohms m<sup>2</sup>/m.

Se compone de lutitas rojas, con intercalaciones de areniscas con cantos y conglomerados con abundante matriz. La parte inferior de este tramo corresponde al Pérmico, mientras el resto se encuentra en facies Buntsandstein.

- Un segundo tramo abarca del metro -2013 al -1930. El Sp muestra una tendencia vertical con escasas inflexiones negativas. La resistividad registra valores bajos, algo irregulares en la parte media. La microresistividad tiene valores variables entre 3 y 20 ohms m<sup>2</sup>/m.

Está formado fundamentalmente por lutitas grises, rojas y verdes. Como litología subordinada existen areniscas. Constituyen parte de las facies Buntsandstein.

- Un tercer tramo ocupa desde el metro -1930 al -1831. Se caracteriza por un registro de Sp que presenta una alternancia de tramos verticales e inflexiones negativas. La resistividad muestra valores irregulares, dominando los intervalos de valor alto. La microresistividad tiene en general valores altos, llegando a 15 ohms m<sup>2</sup>/m en ocasiones. La litología fundamental son las areniscas versicolores, con intercalaciones de lutitas con nódulos de carbonato. Corresponden a la parte más superior de las facies Buntsandstein.

- El cuarto tramo comprende desde el metro -1831 al -1649. El Sp presenta un registro más homogéneo que en tramos anteriores con tendencia vertical y alguna inflexión negativa en la base. La resistividad tiene valores bajos con algunos tramos de valor más alto en la base y en la parte superior. La microresistividad tiene valores muy bajos con algunos tramos de valor más alto (5 ó 10 ohms m<sup>2</sup>/m), en la base y en el techo.

Se compone de lutitas versicolores que tienen como litologías subordinadas niveles de yeso, areniscas y dolomías. También existen niveles de lutitas margosas, forman parte de las facies Keuper.

#### 2.2.13. Sondeo Arnedo (nº 107)(fig. 5)

COORDENADAS: Long. 2º 3' 36,50" W  
Lat. 42º 12' 2,30" N

SITUACION: Hoja nº 243 (Calahorra), del M.T.N. E: 1:50.000.

FECHA y OPERADOR: 1962, AMOSPAIN.

DIAGRAMAS DISPONIBLES (fig. 18): Caliper, Potencial Espontáneo, Gamma Ray, Neutrón y Resistividad. Se dispone de los resultados generados al tratar los registros del medidor de buzamientos.

MATERIALES PERFORADOS: Este sondeo se encuentra embocado en el Terciario, siendo atravesados posteriormente el Jurásico, Triásico y Paleozoico.

PROFUNDIDAD TOTAL: 1576 m. Los últimos 66 metros han sido perforados en materiales paleozoicos que constituyen la base de la serie estudiada.

ESPESOR DE LA SERIE ESTUDIADA: 484 m, que comprenden desde el metro -1510 al -1026.

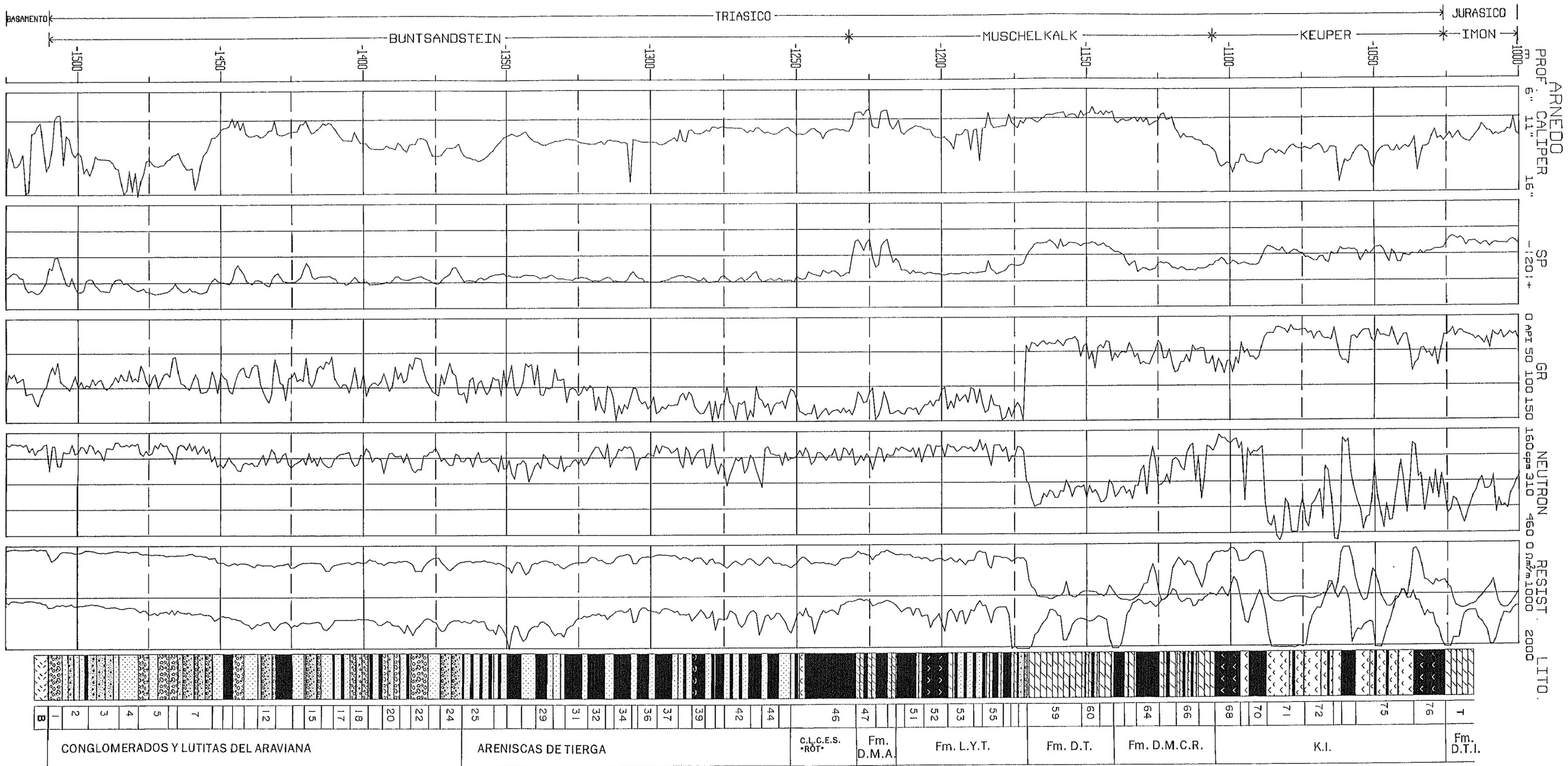


Fig. 18. Composición de diagrámas y columna litológica interpretada para el sondeo Arnedo

## DESCRIPCION (fig. 18):

Base: Se sitúa en el metro -1510. En los diferentes registros se observa un brusco cambio en los valores. Por debajo se sitúan cuarcitas correspondientes al Paleozoico. Se observa un cambio en el buzamiento. En la serie inferior es de 32° SE, mientras que en la superior el buzamiento varía entre 10° y 15° E.

- 1.- 5 m: del -1510 al -1505. El Sp muestra un intervalo con una inflexión negativa. El GR presenta valores menores de 75 API. El neutrón marca una disminución en su valor en relación con los intervalos adyacentes. La resistividad presenta un aumento en sus valores.  
Conglomerados.
- 2.- 9 m: del -1505 al -1496. El Sp muestra inflexión positiva en relación con el intervalo anterior. El GR tiene valores medios, más altos que el intervalo anterior. El neutrón presenta una tendencia a aumentar con una ligera disminución en la parte media. La resistividad presenta tendencia decreciente con un pequeño pico de aumento en la parte media.  
Areniscas rojas. Presentan intercalaciones de niveles de areniscas de grano más grueso y de lutitas.
- 3.- 11 m: del -1496 al -1485. El Sp señala un progresivo aumento en sus valores. El GR presenta valores medios y es algo irregular. El neutrón muestra valores bajos en la parte inferior, con un ligero aumento en la superior. La resistividad muestra valores en aumento, que disminuyen en la parte superior.  
Areniscas rojas con cantos. Se intercalan niveles de areniscas, probablemente de grano más fino en la parte superior.
- 4.- 7 m: del -1485 al -1478. El Sp muestra una tendencia más o menos constante. El GR es irregular, igual que todas las curvas, con valores más altos en la base. El neutrón muestra valores bajos. La resistividad parece mostrar una tendencia a aumentar, aunque es muy irregular.  
Areniscas rojas.
- 5.- 11 m: del -1478 al -1467. El Sp muestra una curva con inflexión positiva. El GR, aunque de forma irregular, muestra una tendencia a disminuir en sus valores. El neutrón presenta inicialmente valores altos que disminuyen hacia la parte superior. La resistividad es irregular con una ligera tendencia de aumento en sus valores.  
Alternancia de areniscas rojas y conglomerados.
- 6.- 3 m: del -1467 al -1464. El Sp presenta valores homogéneos. El GR y el neutrón muestran valores bajos. La resistividad tiene valores medios.  
Conglomerados.
- 7.- 12 m: del -1464 al -1452. Las curvas presentan dos secuencias de registros muy parecidas, la primera de ellas de 5 m y la segunda de 7 m. El Sp tiene una inflexión hacia la derecha. El GR presenta una tendencia creciente en sus valores, desde 75 a 110 API. El neutrón también presenta esa misma tendencia creciente. La resistividad por el contrario tiene tendencia decreciente.  
Areniscas rojas. Presentan una tendencia granodecreciente llegando a lutitas.
- 8.- 4 m: del -1452 al -1448. El Sp presenta valores constantes, próximos a la línea de arcillas. El GR tiene valores más altos que el intervalo anterior. El neutrón tiene valores irregulares que disminuyen en el techo. La resistividad presenta valores que aumentan progresivamente.  
Areniscas rojas. Presentan algún nivel de lutitas de poco espesor.
- 9.- 3 m: del -1448 al -1445. El Sp presenta inflexión hacia la derecha. El GR presenta valores altos. El neutrón también presenta valores altos. La resistividad presenta valores relativamente altos, pero más bajos que el intervalo inferior.  
Lutitas rojas.
- 10.- 4 m: del -1445 al -1441. Este nivel presenta valores de Sp negativos. El GR presenta valores bajos, menores de 75 API. El neutrón también tiene valores bajos. La resistividad es irregular, pero también es más baja.  
Conglomerados.
- 11.- 5 m: del -1441 al -1436. El Sp presenta valores constantes. El GR muestra una tendencia decreciente. El neutrón muestra valores que aumentan progresivamente. La resistividad presenta valores en aumento con una ligera disminución en la parte superior.  
Areniscas rojas.
- 12.- 6 m: del -1436 al -1430. El Sp sigue manteniendo valores constantes. El GR presenta valores que aumentan de forma importante y muestra tendencia creciente. El neutrón muestra igualmente valores en aumento progresivo. La resistividad presenta valores homogéneos y bajos.  
Areniscas rojas. Presenta una secuencia granodecreciente a lutitas.
- 13.- 6 m: del -1430 al -1424. El Sp presenta valores cercanos a la línea de arcillas. El GR presenta una tendencia

- creciente, desde 40 a 110 API. El neutrón también muestra la misma tendencia creciente. La resistividad presenta valores bajos.  
Lutitas rojas y grises.
- 14.- 4 m: del -1424 al -1420. El Sp se mantiene casi constante. El GR presenta valores bajos en la base que luego aumentan. El neutrón desciende en la base y luego aumenta. La resistividad presenta valores más altos en la base descendiendo en el techo.  
Areniscas rojas. Presenta cantos de cuarcita en la base.
- 15.- 6 m: del -1420 al -1414. El Sp presenta una inflexión negativa. El GR presenta valores muy bajos en la base y luego aumenta progresivamente. El neutrón muestra la misma tendencia que el GR. La resistividad es homogénea con una cierta tendencia a disminuir en el techo.  
Areniscas. Presenta cantos de cuarcita en la base. Muestran una secuencia granodecreciente a lutitas en el techo.
- 16.- 4 m: del -1414 al -1410. El Sp muestra una inflexión negativa. El GR presenta valores que disminuyen progresivamente desde 75 a 45 API. El neutrón presenta valores en disminución progresiva. La resistividad presenta valores altos.  
Areniscas rojas.
- 17.- 6 m: del -1410 al -1404. El Sp muestra valores cercanos a la línea de arcillas. El GR es homogéneo con valores altos. El neutrón también es alto, aunque presenta algunos picos de valores más bajos. La resistividad es baja con valores más altos que marcan dos picos.  
Lutitas grises. Presenta intercalaciones de areniscas.
- 18.- 6 m: del -1404 al -1398. El Sp tiene una ligera inflexión negativa. El GR y el neutrón presentan valores extremos altos y bajos. La resistividad muestra valores medios.  
Alternancia de areniscas rojas y conglomerados.
- 19.- 5 m: del -1398 al -1393. El Sp tiene una inflexión positiva. El GR muestra valores altos e irregulares. El neutrón tiene valores medios e irregulares. La resistividad presenta valores medios.  
Alternancia de areniscas rojas y lutitas grises.
- 20.- 6 m: del -1393 al -1387. El Sp mantiene aproximadamente una tendencia constante. El GR presenta una alternancia de valores extremos altos y bajos, igual que el neutrón. La resistividad mantiene valores medios.  
Alternancia de conglomerados y areniscas rojas.
- 21.- 4 m: del -1387 al -1383. El Sp muestra una ligera inflexión negativa. El GR presenta valores altos, algo irregulares. El neutrón y la resistividad tienen valores medios e irregulares.  
Areniscas rojas. Se intercalan algunos niveles finos de lutitas.
- 22.- 6 m: del -1383 al -1377. El Sp presenta un registro homogéneo. El GR tiene valores bajos próximos a 50 API. El neutrón también presenta valores bajos. La resistividad muestra valores altos.  
Conglomerados.
- 23.- 4 m: del -1377 al -1373. El Sp mantiene valores próximos a la línea de arcillas. El GR presenta valores cada vez más elevados. El neutrón muestra valores en aumento progresivo. La resistividad presenta valores decrecientes.  
Areniscas rojas. En el techo pueden existir lutitas.
- 24.- 8 m: del -1373 al -1365. El Sp muestra una inflexión negativa. El GR tras una importante disminución presenta valores en aumento, mayores que el nivel anterior. El neutrón presenta valores bajos en su parte inferior que van en aumento. La resistividad tiene valores bajos, aunque presenta un pico de aumento en la base.  
Areniscas rojas, decrece el tamaño de grano hasta lutitas. Puede tener base erosiva, con cantos de cuarcita.
- 25.- 11 m: del -1365 al -1354. El Sp de este nivel está próximo a la línea de arcillas. El GR es irregular alternando los valores altos y bajos. El neutrón también es irregular. La resistividad tiene valores bajos, aunque es irregular.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 26.- 6 m: del -1354 al -1348. El Sp se mantiene en la línea de arcillas. El GR es irregular con valores más extremos que el nivel anterior, entre 75 y 110 API. El neutrón presenta un registro irregular pero con valores bajos. La resistividad presenta una tendencia creciente, terminando con un pico de aumento importante.  
Alternancia de lutitas y areniscas rojas. En el techo existe un nivel de enriquecimiento en carbonatos.
- 27.- 4 m: del -1348 al -1344. El Sp sigue constante. El GR presenta valores altos, igual que el neutrón. La resistividad presenta valores bajos.  
Lutitas rojas.
- 28.- 5 m: del -1344 al -1339. El Sp se mantiene constante. El GR presenta valores bajos (70 API), con un pico más alto (90 API), en la parte superior. El neutrón tiene valores bajos. La resistividad presenta valores altos con una disminución en la parte superior.

- Areniscas rojas. Presentan un enriquecimiento en carbonatos en la parte superior.*
- 29.- 6 m: del -1339 al -1333. El Sp sigue manteniendo la misma tendencia. El GR, tras subir en relación al nivel anterior, muestra una tendencia decreciente. El neutrón responde de igual forma que el GR. La resistividad presenta valores bajos.  
Lutitas rojas. Pueden presentar intercalaciones de algunos niveles de areniscas en la parte superior.
- 30.- 4 m: del -1333 al -1329. El Sp mantiene la línea de arcillas. El GR muestra valores medios de 75 API. El neutrón presenta valores bajos, que aumentan ligeramente en el techo. La resistividad tiene valores bajos en la parte inferior y más altos en la superior.  
Areniscas rojas con una intercalación de lutitas.
- 31.- 8 m: del -1329 al -1321. El Sp continua la misma tendencia constante. El GR presenta valores homogéneos más altos (100 API), que el intervalo inferior. El neutrón tiene un aumento en la base y luego mantiene valores constantes. La resistividad presenta valores decrecientes; esta tendencia es más acusada en la parte inferior.  
Lutitas rojas. Algunos niveles de areniscas en la parte superior.
- 32.- 6 m: del -1321 al -1315. El Sp se mantiene constante. El GR muestra un registro con valores más bajos que el nivel anterior, pero con tendencia a aumentar. El neutrón también presenta valores crecientes, pero con una disminución intermedia. La resistividad presenta valores bajos.  
Lutitas versicolores.
- 33.- 3 m: del -1315 al -1312. El Sp muestra una ligera inflexión negativa. El GR tiene valores bajos, igual que el neutrón. La resistividad tiene valores altos.  
Areniscas rojas.
- 34.- 6 m: del -1312 al -1306. El Sp se mantiene en la línea de arcillas. El GR, tras aumentar hasta 150 API, tiene tendencia a disminuir llegando a 100 API. El neutrón muestra un aumento progresivo. La resistividad presenta valores bajos.  
Lutitas versicolores.
- 35.- 2 m: del -1306 al -1304. El Sp muestra una ligera inflexión negativa. El GR presenta valores bajos. El neutrón también es bajo. La resistividad es ligeramente más alta que en el nivel anterior.  
Areniscas rojas.
- 36.- 7 m: del -1304 al -1297. El Sp presenta valores próximos a la línea de arcillas. El GR es irregular. El neutrón aumenta un poco siendo irregular. La resistividad presenta valores medios-bajos.  
Lutitas versicolores. En la parte superior presentan intercalaciones de areniscas.
- 37.- 7 m: del -1297 al -1290. El Sp mantiene la línea de arcillas. El GR presenta valores con tendencia decreciente. El neutrón es irregular con una tendencia a disminuir en sus valores en el techo. La resistividad presenta valores bajos que tiende a aumentar un poco en el techo.  
Lutitas rojas. Presenta una secuencia granocreciente con areniscas en la parte superior.
- 38.- 5 m: del -1290 al -1285. El registro del Sp muestra una ligera inflexión negativa. El GR mantiene valores próximos a 100 API. El neutrón es muy irregular con picos de valores muy extremos, aunque predominan los de valores más bajos. La resistividad presenta valores más altos en la parte inferior.  
Alternancia de areniscas y lutitas versicolores.
- 39.- 4 m: del -1285 al -1281. El Sp se mantiene en la línea de arcillas. El GR presenta valores con tendencia creciente, igual que el neutrón. La resistividad presenta valores en aumento.  
Lutitas versicolores. Presentan enriquecimiento en carbonatos en algunos niveles.
- 40.- 4 m: del -1281 al -1277. El Sp se mantiene constante. El GR muestra una alternancia de valores altos y bajos. El neutrón muestra también esta misma alternancia, coincidiendo los picos de valores altos con los de GR. La resistividad es irregular, con picos de valores altos y bajos.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 41.- 3 m: del -1277 al -1274. El Sp mantiene un registro casi constante. El GR y el neutrón presentan valores medios. La resistividad también tiene valores medios, con cierta tendencia a aumentar.  
Lutitas versicolores.
- 42.- 9 m: del -1274 al -1265. Este intervalo presenta picos de valores muy extremos en todos los registros. El Sp oscila entre la línea de arcillas e intervalos negativos. El GR es irregular, pero los valores más altos (150 API), son más frecuentes en el techo. El neutrón es irregular con los valores más bajos en la base. La resistividad es muy irregular.  
Alternancia de lutitas y areniscas versicolores.
- 43.- 4 m: del -1265 al -1261. El Sp mantiene la línea de arcillas. El GR presenta en la base un valor bajo, aumentando hacia arriba. El neutrón presenta valores bajos que descienden de forma acusada en la base, aumentando posteriormente. La resistividad tiene valores bajos con un fuerte pico de aumento.

- Lutitas versicolores. Presentan algunos niveles con alto contenido en materia orgánica.
- 44.- 6 m: del -1261 al -1255. El Sp mantiene la línea de arcillas. El GR tiene valores que muestran tendencia decreciente. El neutrón también muestra esta tendencia decreciente. La resistividad muestra una ligera tendencia creciente.
- Lutitas grises. Pueden tener intercalaciones de areniscas en la base.
- 45.- 4 m: del -1255 al -1251. El Sp muestra una ligera inflexión negativa. El GR tiene una curva con registros irregulares, más bajos que el nivel anterior. El neutrón tiene picos de valores bajos. La resistividad muestra un registro más alto que el nivel anterior.
- Areniscas ocreas.
- 46.- 19 m: del -1251 al -1232. El Sp mantiene la línea de arcillas. El GR tiene valores elevados cercanos a 140 API. El neutrón presenta valores altos. La resistividad muestra valores medios, que descienden en el techo.
- Lutitas grises. Presentan en la base niveles de areniscas de poco espesor. Se intercalan ocasionalmente niveles finos de anhidrita.
- 47.- 7 m: del -1232 al -1225. El Sp muestra una ligera inflexión negativa. El GR tiene valores próximos a 90 API, con un pico de aumento (hasta 120 API), en la parte media. El neutrón es bajo, en relación con el nivel anterior. La resistividad es baja, con un pico de valores más bajos en la parte media.
- Dolomías arenosas ocreas. Tienen un nivel de lutitas en la parte media.
- 48.- 4 m: del -1225 al -1221. El Sp tiende hacia la línea de arcillas. El GR es alto, igual que el neutrón. La resistividad es también alta.
- Lutitas rojas.
- 49.- 3 m: del -1221 al -1218. El Sp da una inflexión negativa. El GR presenta valores bajos. El neutrón también tiene valores bajos. La resistividad presenta valores medios.
- Dolomías arenosas ocreas.
- 50.- 3 m: del -1218 al -1215. El Sp presenta una inflexión positiva. El GR presenta valores altos. El neutrón es alto. La resistividad tiene valores medios.
- Lutitas rojas.
- 51.- 7 m: del -1215 al -1208. El Sp mantiene la línea de arcillas. El GR presenta valores bajos en la parte inferior y altos en la superior. El neutrón tiene valores más bajos en la parte inferior. La resistividad tiene valores medios algo irregulares.
- Lutitas rojas. En la parte superior presenta niveles de dolomías.
- 52.- 8 m: del -1208 al -1200. El Sp mantiene la línea de arcillas. El GR presenta valores decrecientes con algunos picos irregulares. El neutrón es muy irregular con picos de valores alternantes, pero en general no muy altos. La resistividad presenta valores medios con algunos picos de aumento.
- Lutitas grises. Pueden presentar algunos niveles con yeso.
- 53.- 9 m: del -1200 al -1191. El Sp mantiene la línea de arcillas. El GR presenta valores más altos que el nivel anterior, con algunos picos irregulares. El neutrón presenta en general una tendencia irregular con valores más bajos en el techo. La resistividad es irregular siendo más alta en el techo.
- Alternancia de areniscas y lutitas grises. En la base presentan un nivel dolomítico.
- 54.- 6 m: del -1191 al -1185. El Sp mantiene la línea de arcillas. El GR es irregular con un rango de variación entre 90 y 120 API. El neutrón también es irregular. La resistividad tiene valores medios-bajos.
- Alternancia de areniscas y lutitas grises. Dominan las primeras.
- 55.- 6 m: del -1185 al -1179. El Sp presenta una inflexión negativa. El GR tiene valores bajos en los extremos y más altos en el centro. El neutrón, tras presentar un valor muy bajo en la base, que da un pico muy acusado, presenta una tendencia decreciente. La resistividad presenta un pico muy marcado de aumento en la base manteniendo después valores bajos.
- Lutitas rojas y grises. Se intercalan algunos niveles de dolomías arenosas.
- 56.- 2 m: del -1179 al -1177. El Sp mantiene la línea de arcillas. El GR presenta valores altos (150 API), igual que el neutrón. La resistividad tiene valores bajos.
- Lutitas grises.
- 57.- 3 m: del -1177 al -1174. El Sp genera una inflexión negativa. El GR presenta valores variables, en general altos próximos a 150. El neutrón tiene valores altos. La resistividad muestra picos de valores medios-altos.
- Lutitas grises con algunas intercalaciones de niveles de dolomías.
- 58.- 3 m: del -1174 al -1171. El Sp continúa siendo negativo. El GR, tras una disminución en la base (110 API), tiene valores con tendencia creciente hasta 150 API. El neutrón es irregular. La resistividad presenta valores con tendencia decreciente, en general no muy altos.
- Areniscas grises. Forman una secuencia granodecreciente a lutitas.

- 59.- 20 m: del -1171 al -1151. Todos los registros presentan en la base de este intervalo un fuerte cambio en los valores. El Sp presenta una clara inflexión negativa. El GR presenta valores bajos, cercanos a 40 API, que son menores en la parte superior. El neutrón presenta valores bajos con algunos picos de aumento. La resistividad presenta valores altos aunque irregulares; presenta un valor muy bajo en el metro -1156.  
Dolomías ocreas. La irregularidad puede deberse a un nivel de karstificación.
- 60.- 5 m: del -1151 al -1146. El Sp mantiene la misma tendencia que el intervalo anterior. El GR presenta valores muy irregulares, ligeramente más altos que los anteriores. El neutrón tiene valores irregulares. La resistividad presenta valores irregulares, más altos en la base.  
Alternancia de dolomías ocreas y lutitas grises.
- 61.- 5 m: del -1146 al -1141. El Sp presenta cierta tendencia positiva. El GR tiene tendencia homogénea con valores bajos. El neutrón presenta valores bajos. La resistividad tiene valores altos.  
Dolomías ocreas.
- 62.- 4 m: del -1141 al -1137. El Sp sigue manteniendo la tendencia positiva. El GR es algo irregular con tendencia a aumentar. El neutrón también presenta tendencia a aumentar. La resistividad es irregular.  
Lutitas grises. Presentan algún nivel dolomítico.
- 63.- 4 m: del -1137 al -1133. El Sp mantiene la misma tendencia que el intervalo anterior. El GR presenta valores próximos a 40 API. El neutrón es también bajo. La resistividad es alta, algo irregular.  
Dolomías ocreas.
- 64.- 8 m: del -1133 al -1125. En este nivel el Sp presenta una inflexión negativa. El GR es irregular mostrando en su parte superior los valores más altos. El neutrón tiene una tendencia creciente, aunque de forma irregular. La resistividad tiene valores más bajos que los intervalos anteriores.  
Lutitas versicolores.
- 65.- 6 m: del -1125 al -1119. El Sp muestra una inflexión negativa. El GR tiene valores bajos (40 API), con algunos picos más altos (60 API). El neutrón tiene valores bajos, aumentando en algunas zonas. La resistividad tiene valores altos, más bajos en el techo.  
Dolomías grises; pueden incluir algún nivel de lutitas.
- 66.- 7 m: del -1119 al -1112. El Sp mantiene la línea de arcillas, mostrando en la parte superior una ligera inflexión positiva. El GR aumenta en relación con el intervalo anterior, aunque luego presenta una tendencia decreciente en sus valores. El neutrón tiene valores bastante irregulares. La resistividad presenta valores bajos, con un intervalo de valores más altos en la parte media.  
Alternancia de lutitas y dolomías grises.
- 67.- 6 m: del -1112 al -1106. El Sp tiende a mantener la línea de arcillas. El GR presenta valores bajos cercanos a 50 API, con un aumento en la parte superior hasta 70 API. El neutrón tiene valores bajos. La resistividad tiene valores en general altos.  
Dolomías grises. Ocasionalmente aparecen lutitas.
- 68.- 9 m: del -1106 al -1097. El Sp presenta una inflexión negativa. El GR tiene valores muy irregulares, manteniendo valores en general altos. El neutrón mantiene valores irregulares altos. La resistividad es baja, más irregular en la parte inferior.  
Lutitas versicolores. Presentan nódulos de anhidrita dispersos.
- 69.- 3 m: del -1097 al -1094. El Sp muestra una inflexión negativa. El GR presenta valores bajos. El neutrón tiene un pico de valores bajos. La resistividad muestra valores altos.  
Anhidrita.
- 70.- 6 m: del -1094 al -1088. El Sp tiende a alcanzar la línea de arcillas. El GR, tras presentar un fuerte pico de disminución, vuelve a subir. El neutrón también desciende presentando después tendencia creciente. La resistividad presenta valores altos en la base, descendiendo posteriormente.  
Lutitas verdes.
- 71.- 13 m: del -1088 al -1075. El Sp presenta una inflexión negativa. El GR tiene valores muy bajos próximos a 10 API. El neutrón también muestra valores bajos con algún aumento. La resistividad presenta valores muy altos con una disminución en la parte media.  
Anhidrita con una intercalación de lutitas.
- 72.- 10 m: del -1075 al -1065. El Sp tiene tendencia a recuperar la línea de arcillas. El GR muestra tendencia a aumentar, siendo más irregular que el intervalo anterior. El neutrón muestra tendencia creciente sobre todo en la parte superior. La resistividad presenta valores altos, aunque baja ligeramente en la parte superior.  
Anhidrita. Presenta intercalaciones de lutitas, más frecuentes en la parte superior.
- 73.- 3 m: del -1065 al -1062. El Sp muestra inflexión negativa. El GR y el neutrón presenta valores bajos. La resistividad es media-alta.

Anhidrita.

74.- 5 m: del -1062 al -1057. El Sp presenta una inflexión negativa. El GR presenta valores próximos a 75 API. El neutrón muestra valores altos. La resistividad es baja.

Lutitas versicolores.

75.- 20 m: del -1057 al -1037. El Sp es muy irregular, en general con tendencia negativa. El GR presenta valores bajos próximos a 30 API, con dos picos de valores más altos. El neutrón presenta valores bajos con dos intervalos de valores muy altos. La resistividad es alta con dos intervalos de disminución.

Anhidrita. Se intercalan niveles de lutitas.

76.- 11 m: del -1037 al -1026. El Sp presenta inflexión negativa. El GR tiene valores irregulares, pero más altos que el intervalo anterior. El neutrón es bastante irregular, con tendencia decreciente. La resistividad es irregular con tendencia creciente en sus valores.

Lutitas versicolores. Presentan nódulos de anhidrita dispersos.

Techo: Localizado en el metro -1026. Es un tramo de 29 m (del -1026 al -997). En el Sp muestra valores ligeramente negativos. El GR presenta valores bajos. El neutrón tiene valores bajos, con algunas aumentos. La resistividad presenta valores altos irregulares.

*Dolomías con intercalaciones de niveles de calizas dolomíticas. Corresponden a la Fm. Dolomías tableadas de Imón.*

#### RESUMEN:

- Se ha distinguido un primer tramo entre los metros -1510 y -1464. El Sp muestra en general una tendencia vertical con inflexiones negativas. El GR presenta valores irregulares en torno a 80 API. El neutrón tiene valores bajos. La resistividad es también baja con cierta tendencia creciente en la parte superior.

Este intervalo se encuentra formado por areniscas rojas con intercalaciones de niveles de conglomerados y lutitas, estas últimas más frecuentes en la parte superior. Corresponden a las facies Buntsandstein.

- El segundo tramo ocupa del metro -1464 al -1354. El Sp presenta una tendencia vertical. El GR tiene valores altos que varían entre 75 y 100 API. El neutrón continúa con valores bajos, pero más altos que el intervalo anterior. La resistividad es también más alta que en el tramo anterior.

Este intervalo está formado por areniscas y lutitas rojas. También se intercalan niveles de conglomerados. En la parte inferior las areniscas presentan secuencias granodecrecientes. Forman parte de las facies Buntsandstein.

- El tercer tramo comprende desde el metro -1354 al -1171. El Sp tiene tendencia vertical con una inflexión negativa en la parte superior. El GR muestra valores muy altos próximos a 150 API. El neutrón tiene valores bajos e irregulares. La resistividad es irregular.

Se compone de una alternancia de areniscas y lutitas, que en la parte inferior son rojas y en la parte superior versicolores. Como litologías subordinadas pueden aparecer dolomías y yeso. La parte inferior de este intervalo corresponde a materiales en facies Buntsandstein, mientras la parte superior se presenta en facies Muschelkalk.

- El cuarto tramo abarca desde el metro -1171 al -1106. El Sp alterna inflexiones negativas y tendencia vertical. El GR tiene valores medios entre 40 y 75 API. El neutrón tiene valores altos disminuyendo en el techo. La resistividad es muy irregular.

Está formado por una alternancia de dolomías ocre y grises y lutitas que corresponden a las facies Muschelkalk.

- El último tramo ocupa desde el metro -1106 al -1026. El Sp es irregular, dominado las inflexiones negativas. El GR tiene valores bajos con algunos picos de aumento. El neutrón es muy irregular. La resistividad es también irregular con valores extremos.

Está compuesto por una alternancia de niveles de anhidrita y lutitas versicolores. Representa las facies Keuper.

#### 2.2.14. Sondeo Castilfrío (nº 019)(fig. 5)

COORDENADAS: Long. 2º 18' 18,50" W

Lat. 41º 15' 42,30" N

SITUACION: Hoja n° 318 (Almarza), del M.T.N. E: 1:50.000.

FECHA y OPERADOR: 1954, VALDEBRO.

DIAGRAFIAS DISPONIBLES (fig. 19): Potencial espontáneo, Gamma Ray, Resistividad y Microresistividad. A partir del metro -1571 no se dispone de registro de la curva del Gamma Ray.

MATERIALES PERFORADOS: Se encuentra embocado este sondeo en el Jurásico, atravesando el Triásico y el Paleozoico inferior.

PROFUNDIDAD TOTAL: 2200 m perforados. Los últimos 210 m cortan cuarcitas.

ESPESOR DE LA SERIE ESTUDIADA: 540 m, incluye desde el metro -1990 al -1470.

DESCRIPCION (fig. 19):

Base: Situada en el metro -1990, a partir del cual se perforan cuarcitas del Silúrico que constituyen el basamento de la serie estudiada.

- 1.- 5 m: del -1990 al -1985. El Sp presenta una ligera inflexión positiva. El GR presenta una tendencia decreciente. La resistividad tiene valores medios-altos. La microresistividad tiende a aumentar. Se observa un cambio brusco en los valores de este intervalo respecto a los anteriores.  
Conglomerados.
- 2.- 5 m: del -1985 al -1980. El Sp muestra una inflexión homogénea y negativa. El GR presenta en su parte inferior valores altos, mostrando después una tendencia decreciente seguida de otra creciente. La resistividad aumenta con una ligera tendencia de disminución en el techo. La microresistividad aumenta, disminuyendo posteriormente.  
Areniscas rojas. Presentan cantos de cuarcita dispersos. En la base tienen cantos blandos. En el techo existen niveles de lutitas.
- 3.- 7 m: del -1980 al -1973. El Sp tiene valores bajos con un pico de aumento y otro de descenso en el techo. La resistividad es baja. La microresistividad tiene valores bajos con un aumento en el techo.  
Conglomerados. Presentan una disminución del tamaño de grano en el techo, donde además se intercalan niveles de areniscas.
- 4.- 5 m: del -1973 al -1968. El Sp es constante, con una ligera inflexión negativa en la base. El GR aumenta en relación con el intervalo anterior, pero muestra una tendencia decreciente. La resistividad muestra una tendencia a aumentar. La microresistividad muestra una tendencia decreciente.  
Areniscas rojas; se intercalan un nivel de lutitas en la parte inferior.
- 5.- 19 m: del -1968 al -1949. El Sp se mantiene constante. El GR presenta valores irregulares variando entre 30 y 60 API. La resistividad tiene un valor bajo en la base aumentando después. La microresistividad tiende a disminuir.  
Alternancia de conglomerados y areniscas rojas.
- 6.- 10 m: del -1949 al -1939. El Sp presenta una inflexión negativa. El GR alterna niveles con valores altos y bajos. La resistividad también muestra una tendencia irregular con aumentos y disminuciones igual que la microresistividad.  
Alternancia de areniscas y lutitas grises y rojas.
- 7.- 8 m: del -1939 al -1931. El Sp presenta una tendencia a mantenerse constante. El GR tiene valores bajos en la base y luego aumenta. La resistividad tiene valores más altos en la base y luego disminuye. La microresistividad tiene valores medios-bajos.  
Areniscas con cantos de cuarcita en la base. Disminuyen el tamaño de grano en el techo llegando a lutitas.
- 8.- 7 m: del -1931 al -1924. El Sp se mantiene constante. El GR presenta una tendencia irregular; en la base valores altos, luego desciende y vuelve a aumentar progresivamente. La resistividad y la microresistividad muestran registros irregulares.  
Alternancia de areniscas y lutitas grises y verdes.
- 9.- 9 m: del -1924 al -1915. La curva del Sp da una inflexión negativa. El GR tiene valores homogéneos, próximos a 30 API, con una ligera tendencia a decrecer. La resistividad presenta una tendencia a disminuir de forma

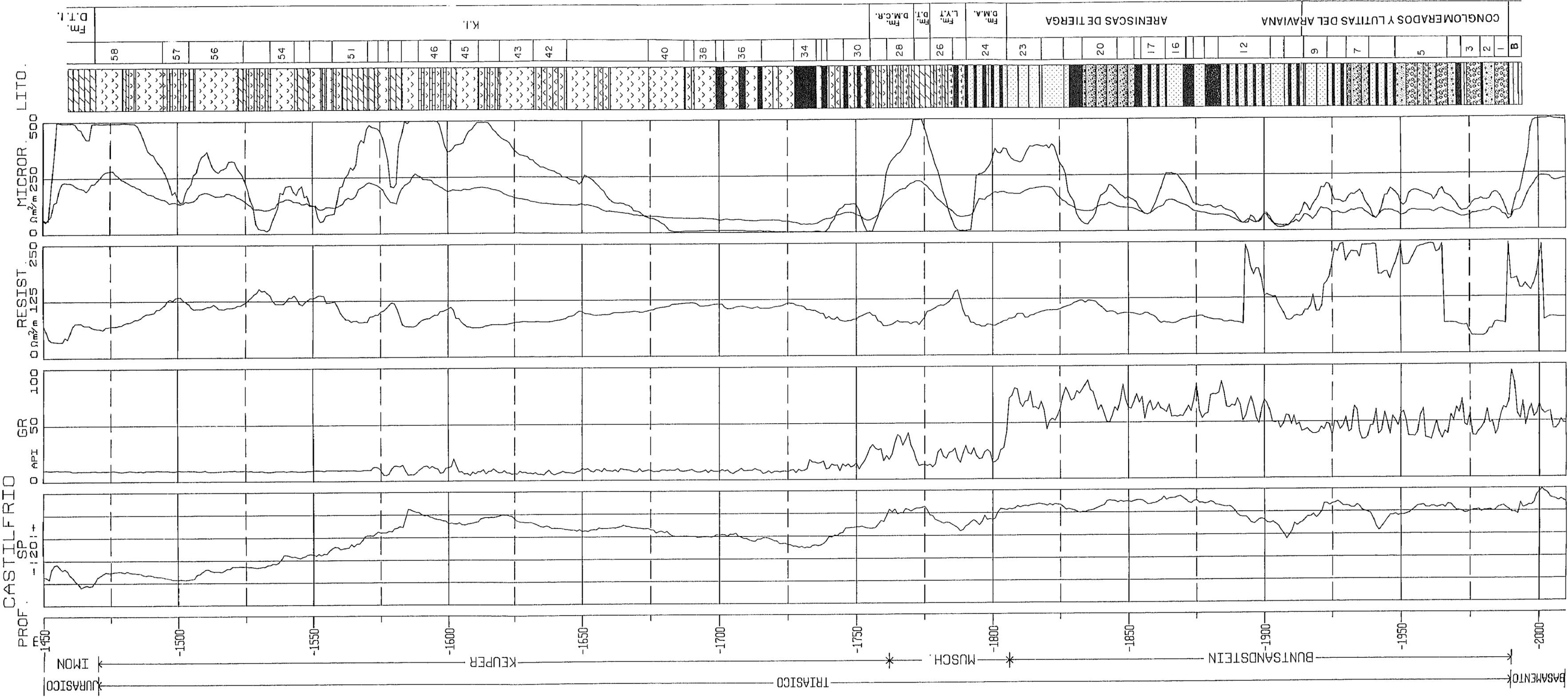


Fig. 19. Composición de diagráfias y columna litológica interpretada para el sondeo Castifré

- irregular. La microresistividad presenta picos de valores altos y bajos.  
Areniscas rojas con algunos niveles de lutitas intercalados.
- 10.- 7 m: del -1915 al -1908. El Sp presenta una inflexión negativa. El GR es homogéneo con una tendencia a aumentar. La resistividad es baja. La microresistividad también es baja.  
Alternancia de lutitas y areniscas rojas y grises.
- 11.- 5 m: del -1908 al -1903. El Sp muestra una inflexión positiva. El registro del GR presenta valores bajos que luego aumentan. La resistividad presenta valores altos que luego disminuyen. La microresistividad tiene valores medios.  
Areniscas rojas.
- 12.- 19 m: del -1903 al -1884. El Sp presenta cierta tendencia positiva, pero es bastante irregular. La curva del GR es muy irregular con un rango de variación entre 50 y 70 API. La resistividad es irregular con tendencia a aumentar. La microresistividad también es irregular con valores alternantes.  
Alternancia de lutitas y areniscas rojas y grises.
- 13.- 5 m: del -1884 al -1879. El Sp no muestra una tendencia clara. El GR presenta valores más altos que el nivel anterior. La resistividad presenta valores que aumentan progresivamente. La microresistividad se muestra irregular.  
Lutitas rojas. Presentan nódulos carbonatados en la parte superior.
- 14.- 4 m: del -1879 al -1875. El Sp no presenta una tendencia clara. El registro del GR muestra valores bajos. La resistividad tiene valores medios. La microresistividad es alta.  
Areniscas rojas.
- 15.- 2 m: del -1875 al -1873. El Sp mantiene una tendencia homogénea. El GR es alto, cercano a 80 API. La resistividad y la microresistividad presentan valores medios.  
Lutitas rojas y verdes.
- 16.- 8 m: del -1873 al -1865. El Sp muestra una inflexión positiva. El GR presenta valores bajos que aumentan un poco y luego se mantienen constantes. La resistividad aumenta. La microresistividad presenta valores bajos en la base que luego aumentan.  
Areniscas rojas. En la base se intercala un nivel de lutitas.
- 17.- 10 m: del -1865 al -1855. El Sp muestra una ligera inflexión negativa, pero tiende a mantenerse bastante constante. El registro del GR presenta una tendencia creciente aunque irregular. La resistividad presenta unos valores bajos en la base aumentando posteriormente. La microresistividad presenta una tendencia a aumentar sus valores aunque de forma irregular.  
Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 18.- 2 m: del -1855 al -1853. El Sp tiene una inflexión positiva. El GR presenta valores altos (85 API). La resistividad es media. La microresistividad es baja.  
Lutitas rojas.
- 19.- 6 m: del -1853 al -1847. El Sp es constante. El GR presenta valores altos, aunque irregulares. La resistividad tiene tendencia a aumentar. La microresistividad es irregular.  
Areniscas rojas. Presentan secuencias granodecrecientes a lutitas.
- 20.- 13 m: del -1847 al -1834. El Sp tiene una tendencia negativa. El registro de GR presenta una primera parte con tendencia a disminuir, aumentado posteriormente. La resistividad presenta valores más altos en la base que en el techo. La microresistividad presenta una tendencia a decrecer.  
Areniscas rojas. Presentan base erosiva con cantos blandos. Tiene granoselección a lutitas.
- 21.- 7 m: del -1834 al -1827. El Sp mantiene una inflexión negativa. El GR presenta valores bajos en la base, aumentando ligeramente a continuación. La resistividad tiene valores altos. La microresistividad es irregular y en general mantiene valores altos.  
Lutitas rojas y grises. Presenta algunas intercalaciones de areniscas.
- 22.- 8 m: del -1827 al -1819. El Sp es constante. La curva del GR presenta tendencia decreciente desde 80 a 40 API. La resistividad presenta valores con tendencia a aumentar. La microresistividad presenta valores altos.  
Areniscas grises y rosas.
- 23.- 13 m: del -1819 al -1806. El Sp tiene valores constantes. El GR presenta valores altos. La resistividad es alta aunque algo irregular en el techo. La microresistividad es alta.  
Areniscas marrones. Incluyen algunos niveles de lutitas grises y rojas.
- 24.- 15 m: del -1806 al -1791. El registro del Sp muestra una inflexión negativa. El GR presenta valores más bajos que el intervalo anterior. La resistividad y la microresistividad presenta valores muy irregulares.  
Alternancia de areniscas y lutitas grises y rojas. Se intercalan también niveles finos de dolomías.
- 25.- 5 m: del -1791 al -1786. El Sp se mantiene similar al tramo anterior. La curva del GR presenta valores bajos

- cercanos a 40 API. La resistividad presenta valores bajos, igual que la microresistividad.  
 Alternancia de lutitas grises y rojas y margas.
- 26.- 7 m: del -1786 al -1779. El Sp tiene una inflexión positiva. El GR presenta valores medios irregulares. La resistividad muestra valores altos con tendencia a disminuir. La microresistividad es irregular.  
 Alternancia de margas y dolomías grises y ocreas.
- 27.- 7 m: del -1779 al -1772. El Sp presenta valores que muestran una inflexión positiva. El GR tiene valores muy bajos, de 10 API. Los valores de resistividad tienden a aumentar. La microresistividad es irregular.  
 Dolomías grises y ocreas.
- 28.- 10 m: del -1772 al 1762. El Sp presenta una inflexión negativa. El GR presenta valores más altos que el intervalo anterior. La resistividad muestra valores altos. La microresistividad es alta.  
 Alternancia de dolomías y margas grises y ocreas.
- 29.- 6 m: del -1762 al -1756. El Sp mantiene la misma tendencia que en el intervalo anterior. El GR presenta valores irregulares con tendencia decreciente. La resistividad tiene valores bajos. La microresistividad muestra valores altos en la base que decrecen posteriormente.  
 Alternancia de dolomías grises y anhidrita.
- 30.- 10 m: del -1756 al -1746. El Sp muestra una ligera inflexión negativa. El GR aumenta en relación con el intervalo anterior. La resistividad presenta valores bajos. La microresistividad presenta valores con tendencia a aumentar.  
 Alternancia de lutitas verdes y anhidrita. Ocasionalmente incluye algún nivel de dolomías.
- 31.- 6 m: del -1746 al -1740. El Sp presenta una inflexión negativa. El GR presenta valores decrecientes desde 40 a 10 API. La resistividad presenta una disminución en la base y luego aumenta. La microresistividad también presenta una disminución en la base y luego aumenta.  
 Anhidrita con intercalaciones de niveles de yeso.
- 32.- 2 m: del -1740 al -1738. El Sp presenta una tendencia positiva. El GR es bastante irregular. La resistividad presenta valores medios. La microresistividad presenta valores bajos.  
 Lutitas.
- 33.- 2 m: del -1738 al -1736. El Sp muestra inflexión negativa. El GR presenta valores más bajos que los adyacentes. La resistividad tiene valores medios. La microresistividad es irregular con valores altos.  
 Anhidrita.
- 34.- 8 m: del -1736 al -1728. El Sp tiene una ligera inflexión positiva. El GR se eleva ligeramente. La resistividad se mantiene homogénea y baja. La microresistividad presenta valores bajos.  
 Lutitas.
- 35.- 12 m: del -1728 al -1719. El Sp se mantiene como el nivel anterior. El GR sigue manteniendo valores bajos, aunque un poco más altos que los intervalos adyacentes. La resistividad es homogénea. La microresistividad presenta valores altos.  
 Anhidrita con un nivel de yeso intercalado.
- 36.- 14 m: del -1719 al -1705. El Sp se mantiene constante. El GR es bajo, pero más irregular que los intervalos anteriores. La resistividad se mantiene homogénea. La microresistividad es alta, presentando algún pico de valores bajos.  
 Anhidrita. Presenta algunos niveles de lutitas intercalados.
- 37.- 3 m: del -1705 al -1702. El Sp continúa constante. El GR es más alto que en los intervalos adyacentes. La resistividad es baja. La microresistividad presenta valores bajos.  
 Lutitas.
- 38.- 8 m: del -1702 al -1694. El Sp se mantiene constante. El GR muestra valores bajos. La resistividad presenta valores altos. La microresistividad tiene valores muy altos.  
 Anhidrita.
- 39.- 6 m: del -1694 al -1688. El Sp continúa constante. El GR presenta valores algo irregulares. La resistividad presenta tendencia decreciente. La microresistividad muestra valores bajos que aumentan ligeramente en el techo.  
 Alternancia de anhidrita y yeso.
- 40.- 13 m: del -1688 al -1675. El Sp se mantiene constante. El GR presenta valores bajos. La resistividad presenta valores constantes medios-altos próximos a 125 ohms m<sup>2</sup>/m. La microresistividad se mantiene alta.  
 Anhidrita.
- 41.- 30 m: del -1675 al -1645. El Sp presenta una ligera inflexión hacia la derecha. El GR sube en relación con los intervalos anteriores. La resistividad y la microresistividad presentan valores medios.  
 Anhidrita con algunas intercalaciones de yeso.
- 42.- 12 m: del -1645 al -1633. El Sp tiene una ligera inflexión negativa. El registro del GR es ligeramente irregular,

pero más homogéneo que el tramo anterior. La resistividad y la microresistividad presentan valores relativamente altos.

Alternancia de niveles de yeso y anhidrita.

43.- 13 m: del -1633 al -1620. El Sp muestra una inflexión positiva. El GR muestra valores homogéneos y bajos, próximos a 10 API. La resistividad presenta una ligera tendencia creciente. La microresistividad tiene valores altos.

Anhidrita.

44.- 8 m: del -1620 al -1612. El Sp muestra una inflexión positiva. La curva del GR presenta intervalos de aumento y disminución. La resistividad presenta valores moderados. La microresistividad es alta.

Alternancia de anhidrita y dolomías grises.

45.- 10 m: del -1612 al -1602. El Sp es constante. El registro de GR es bajo. La resistividad presenta valores bajos. La microresistividad es alta.

Anhidrita con algunos niveles de calizas grises en el techo.

46.- 12 m: del -1602 al -1590. El registro del Sp muestra una ligera inflexión positiva. El GR presenta valores bajos, aproximadamente de 10 API. La resistividad y la microresistividad son irregulares disminuyendo al principio y aumentando a continuación.

Calizas con intercalaciones de anhidrita. Estas últimas aumentan en la parte superior.

47.- 6 m: del -1590 al -1584. El Sp muestra una ligera variación positiva. El GR tiene valores muy bajos cercanos a 0 API. La resistividad y la microresistividad presentan valores ligeramente más altos que el tramo anterior.

Anhidrita.

48.- 5 m: del -1584 al -1579. El Sp muestra una tendencia negativa. El GR presenta valores mayores de 10 API. La resistividad y la microresistividad presentan valores más bajos que intervalos anteriores.

Dolomías grises.

49.- 4 m: del -1579 al -1575. El Sp es similar al intervalo anterior. El GR tiene valores más bajos. La resistividad y la microresistividad presentan valores altos.

Anhidrita.

50.- 4 m: del -1575 al -1571. El Sp es parecido al intervalo anterior. El GR tiene valores bajos. La resistividad y la microresistividad presentan valores más bajos que el intervalo anterior.

Dolomías grises.

51.- 13 m: del -1571 al -1558. El Sp presenta una inflexión negativa. La resistividad es baja. La microresistividad presenta valores irregulares aunque es baja.

Dolomías. Presenta algunas intercalaciones de anhidrita en el techo.

52.- 8 m: del -1558 al -1550. El Sp es más o menos constante. La resistividad presenta un gran pico con valores bajos. La microresistividad es ligeramente más alta.

Anhidrita con algunas intercalaciones de dolomías.

53.- 6 m: del -1550 al -1544. El Sp presenta una ligera variación positiva. La resistividad y la microresistividad aumentan ligeramente.

Dolomías grises.

54.- 9 m: del -1544 al -1535. El Sp es homogéneo. La resistividad y la microresistividad son irregulares.

Anhidrita.

55.- 10 m: del -1535 al -1525. El Sp se mantiene homogéneo. La resistividad presenta valores con tendencia a aumentar. La microresistividad presenta un intervalo de disminución seguido de un aumento.

Alternancia de dolomías grises y anhidrita. Esta última aumenta en el techo.

56.- 20 m: del -1525 al -1505. El Sp presenta una inflexión negativa. La resistividad presenta valores más altos aunque irregulares. La microresistividad tiene valores altos en la base y luego disminuye.

Anhidrita. Presentan una intercalación de dolomía en la base y calizas en el techo.

57.- 10 m: del -1505 al -1495. La curva del Sp es homogénea. La resistividad tiene valores medios próximos a 125 ohms m<sup>2</sup>/m. La microresistividad es irregular con valores altos y bajos.

Alternancia de calizas grises y anhidrita, con predominio de estas últimas en la parte superior.

58.- 25 m: del -1495 al -1470. El Sp presenta una inflexión positiva. La resistividad y la microresistividad muestran valores altos.

Anhidrita con algunas intercalaciones de niveles de dolomías.

*Techo: Se localiza en el metro -1470. A partir de aquí aparecen los primeros carbonatos significativos. Se trata de un tramo de 20 m (del -1470 al -1450). Presenta un registro de Sp irregular. La resistividad y la microresistividad presentan curvas con valores en general bajos.*

Dolomías. Probablemente se trata de la Fm. Dolomías tableadas de Imón.

#### RESUMEN:

- Se distingue un primer tramo que comprende desde el metro -1990 al -1924. Se caracteriza por un Sp con tendencia vertical excepto una inflexión negativa. El GR presenta valores próximos a 50 API. La resistividad tiene valores altos excepto en la parte inferior. La microresistividad mantiene valores medios.

Está constituido por areniscas rojas con intercalaciones de lutitas rojas y conglomerados. Corresponden a las facies Buntsandstein.

-El segundo tramo abarca desde el metro -1924 al -1834. El Sp muestra una inflexión negativa en la base seguida de otra positiva más amplia. El GR presenta valores altos siempre mayores de 50 API. La resistividad es irregular. La microresistividad tiene valores irregulares, más bajos en la base.

Se compone de una alternancia de areniscas y lutitas grises y rojas, que forman parte de las facies Buntsandstein.

- El tercer tramo ocupa desde el metro -1834 al -1786. El Sp muestra una tendencia vertical. El GR tiene valores altos próximos a 75 API. La resistividad presenta tendencia decreciente. La microresistividad es alta.

Este tramo se compone de lutitas y areniscas grises y rojas con algunas intercalaciones de calizas. También de forma ocasional existen nódulos de anhidrita. Constituyen la parte superior de las facies Buntsandstein.

- Un cuarto tramo se define del metro -1786 al -1762. El Sp muestra inflexiones negativas y tendencia vertical. El GR presenta valores bajos en torno a 25 API, que son algo más elevados en la parte superior. La resistividad tiene valores relativamente bajos. La microresistividad es muy irregular en general alta.

Litológicamente está compuesto por una alternancia de dolomías ocre y grises y margas. Se encuentran en facies Muschelkalk.

- El quinto tramo abarca desde el metro -1762 al -1620. El Sp muestra tendencia vertical. El GR tiene valores homogéneos muy bajos próximos a 0 API. La resistividad mantiene valores medios, que disminuyen ligeramente en el techo. La microresistividad muestra valores muy bajos en la parte inferior que presentan tendencia creciente en la parte superior.

La litología dominante es la anhidrita, aunque se intercalan niveles de lutitas y dolomías en la parte inferior y niveles de yeso en la superior. Son los primeros materiales en facies Keuper.

- Se distingue un último tramo comprendido entre el metro -1620 y el -1470. El Sp marca una inflexión negativa. El GR no presenta registro en este intervalo, sólo en la parte más inferior, donde tiene valores muy bajos. La resistividad tiene valores medios próximos a 125 ohms m<sup>2</sup>/m. La microresistividad es muy irregular.

Este tramo se forma por una alternancia de anhidrita y dolomías grises que forman parte de las facies Keuper.

#### 2.2.15. Sondeo Magallón (nº135)(fig. 5)

COORDENADAS: Long. 1° 28' 22,5" W

Lat. 41° 48' 7,3" N

SITUACION: Hoja nº 353 (Pédrola), del M.T.N. E: 1:50.000.

FECHA Y OPERADOR: 1964, ENPENSA.

DIAGRAFIAS DISPONIBLES (fig. 20): Cáliper, Potencial espontáneo, Sónico, Resistividad 16 y Resistividad 18. También se dispone de las curvas de registro directo del "dipmeter".

MATERIALES PERFORADOS: El sondeo está embocado en materiales terciarios que constituyen la casi totalidad de los materiales cortados por el sondeo. A continuación se atraviesan materiales del Cretácico inferior, Jurásico, Triásico y Paleozoico.

PROFUNDIDAD TOTAL: 3420 m perforados. Los últimos 243 m están perforados en materiales del Paleozoico.

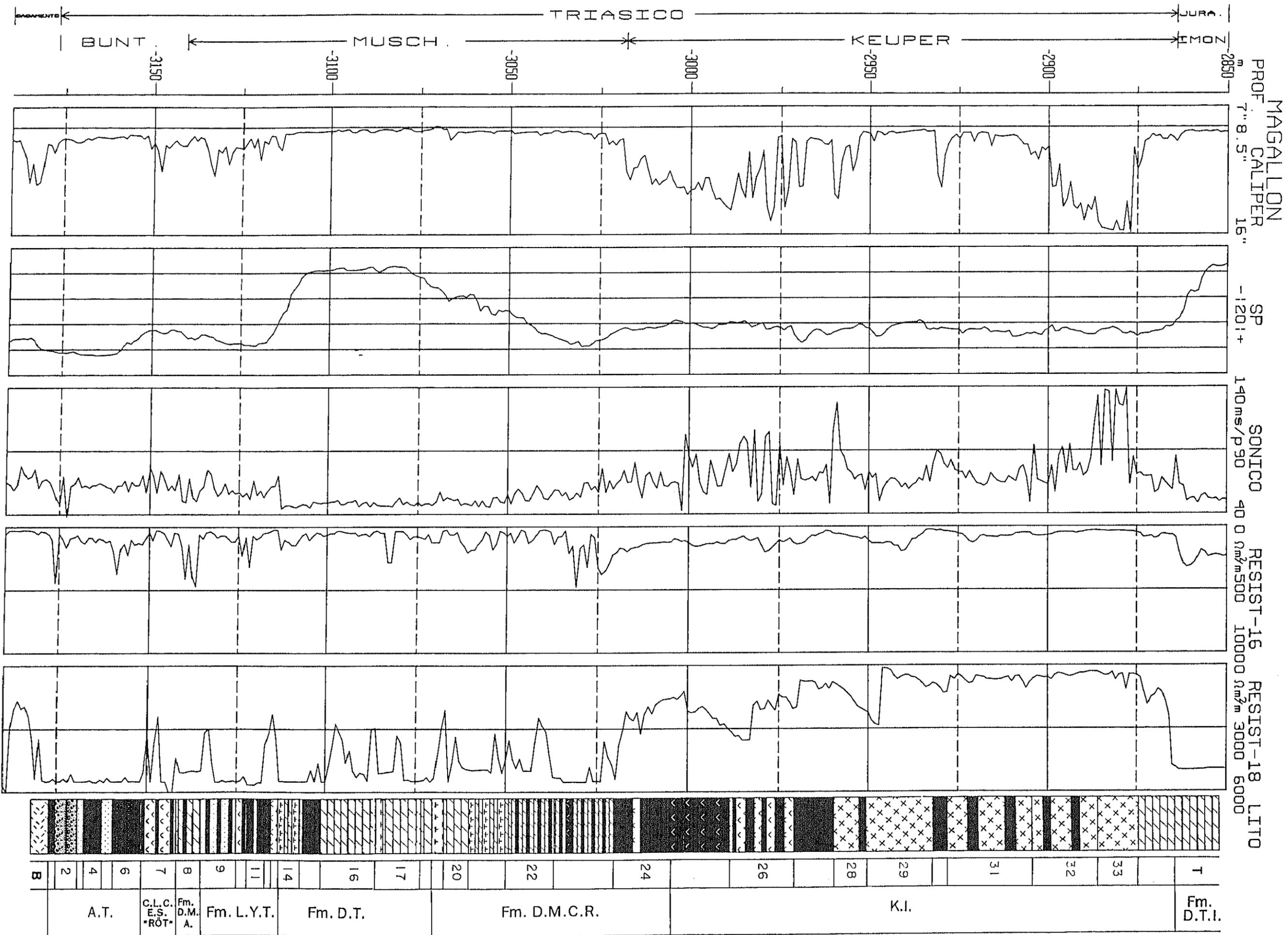


Fig. 20. Composición de diagráfias y columna litológica interpretada para el sondeo Magallón

ESPELOR DE LA SERIE ESTUDIADA: 313 m, que abarcan desde el -3177 al -2864.

DESCRIPCION (fig. 20):

Base: Se sitúa en el metro -3177. Las diagrfas muestran un cambio en los registros. Por debajo del metro -3177 y hasta el -3197 existe una zona de alteración del basamento paleozoico marcada por una irregularidad en los registros y cambios en la coloración.

- 1.- 2 m: del -3177 al -3175. El Sp muestra una ligera inflexión negativa. El sónico muestra un pico de descenso muy acusado. Los registros de resistividad también presentan en este nivel valores altos.  
Areniscas rojas. Presentan abundantes nódulos de carbonato.
- 2.- 6 m: del -3175 al -3169. El Sp presenta una inflexión positiva. El sónico presenta una tendencia muy irregular, en general con valores bajos. Las curvas de resistividad tienen valores irregulares, más altos en la base.  
Areniscas rojas. En el techo son más lutíticas.
- 3.- 2 m: del -3169 al -3167. El Sp mantiene una tendencia vertical constante. El sónico produce un pico de valores bajos (60 ms/p). Las resistividades son altas.  
Areniscas rojas.
- 4.- 5 m: del -3167 al -3162. El Sp mantiene la misma tendencia vertical. El sónico presenta valores constantes más altos que los intervalos adyacentes. La resistividad presenta valores bajos.  
Lutitas rojas.
- 5.- 3 m: del -3162 al -3159. El Sp mantiene la tendencia constante. El sónico muestra valores bajos (55 ms/p). La resistividad es alta, algo más baja en la base.  
Areniscas rojas. Presentan niveles de lutitas en la base.
- 6.- 8 m: del -3159 al -3151. El Sp inicia una tendencia negativa. El sónico es en general medio-alto, con algunos picos de descenso. La resistividad tiene valores medios con tendencia decreciente.  
Lutitas grises y rojas con intercalaciones de niveles de areniscas rojas.
- 7.- 10 m: del -3151 al -3141. El Sp presenta una ligera inflexión negativa. El sónico es irregular, con valores altos en general decrecientes hacia el techo. Las resistividades son irregulares, en general bajas con algunos picos de aumento.  
Lutitas grises. Ocasionalmente presentan intercalaciones de finos niveles de anhidrita.
- 8.- 7 m: del -3141 al -3134. El Sp muestra una inflexión positiva. El sónico presenta valores bajos con un pico de ascenso. La resistividad tiene valores altos con un pico de descenso.  
Dolomías con un nivel de lutitas intercalado.
- 9.- 10 m: del -3134 al -3124. El Sp muestra una tendencia positiva. El sónico, tras presentar un pico de aumento en la base (75 ms/p), muestra una tendencia decreciente (55 ms/p). Las curvas de resistividad tienen una tendencia creciente.  
Lutitas grises. En el techo alternan con niveles de areniscas cada vez más frecuentes.
- 10.- 3 m: del -3124 al -3121. El Sp mantiene la tendencia positiva. El sónico presenta valores bajos algo irregulares. La resistividad es alta e irregular.  
Alternancia de lutitas y anhidrita.
- 11.- 5 m: del -3121 al -3116. El Sp inicia una tendencia negativa. El sónico, tras aumentar en la base, presenta valores decrecientes. La resistividad muestra valores bajos con picos de ascenso, por lo cual muestra una curva irregular.  
Lutitas con algunas intercalaciones de niveles de dolomías de poco espesor.
- 12.- 2 m: del -3116 al -3114. El Sp continúa con la tendencia negativa. El sónico muestra valores medios de 65 ms/p. La resistividad muestra valores homogéneos y bajos.  
Lutitas.
- 13.- 2 m: del -3114 al -3112. El Sp mantiene la misma tendencia anterior. El sónico presenta un pico de descenso. La resistividad presenta un pico de ascenso.  
Anhidrita.
- 14.- 6 m: del -3112 al -3106. El Sp muestra una inflexión negativa. El sónico tiene valores medios de 47 ms/p. Las curvas de resistividad muestran valores medios-altos.  
Dolomías. Pueden presentar intercalaciones de niveles margosos de pequeño espesor.
- 15.- 6 m: del -3106 al -3098. El Sp presenta una inflexión negativa. El sónico muestra valores bajos. La resistividad tiene un pico de ascenso en la base y desciende en el techo.  
Lutitas. En la base tienen intercalado un nivel dolomítico.

- 16.- 16 m: del -3098 al -3082. Presenta un Sp con una inflexión negativa. El sónico presenta valores homogéneos variables, entre 45 y 50 ms/p. La resistividad tiene valores bajos en la base que posteriormente presentan tendencia creciente.  
Dolomías marrones.
- 17.- 12 m: del -3082 al 3070. El Sp sigue con la tendencia negativa. El sónico presenta también valores homogéneos, un poco más altos que en el intervalo anterior. La resistividad es en general alta, excepto en la base.  
Dolomías marrones. En la base pueden incluir un nivel más margoso.
- 18.- 3 m: del -3070 al -3067. El Sp muestra una ligera inflexión positiva. El sónico presenta valores muy irregulares. Las curvas de resistividad tienen valores bajos.  
Dolomías.
- 19.- 3 m: del -3067 al -3064. El Sp presenta una inflexión negativa. El sónico muestra valores bajos, pero ligeramente mayores que los anteriores. La resistividad tiene cierta tendencia creciente.  
Margas.
- 20.- 7 m: del -3064 al -3057. El Sp mantiene la misma inflexión negativa. El sónico muestra valores bajos. La resistividad es alta.  
Dolomías marrones.
- 21.- 11 m: del -3057 al -3046. El Sp muestra una inflexión negativa. El sónico presenta valores alternantes con un rango variable entre 45 y 60 ms/p. La resistividad presenta también valores alternantes.  
Alternancia de dolomías y margas.
- 22.- 12 m: del -3046 al -3034. El Sp presenta tendencia a marcar una inflexión positiva. El sónico presenta valores variables con un intervalo entre 65 50 ms/p. La resistividad es en general media-baja con valores alternantes.  
Alternancia de dolomías y lutitas grises, en tramos de mayor espesor que los anteriores.
- 23.- 16 m: del -3034 al -3018. El Sp presenta una inflexión positiva. El sónico tiene valores medios de 55 ms/p. La resistividad tiene valores altos, siendo en el techo más irregular.  
Alternancia de lutitas grises y dolomías marrones. Las lutitas presentan ocasionalmente nódulos de anhidrita.
- 24.- 15 m: del -3018 al -3003. El Sp muestra tendencia vertical, con una ligera inflexión negativa. El sónico muestra valores medios irregulares con un rango de variación entre 50 y 85 ms/p. Las curvas de resistividad presentan registros en general bajos con algunos picos en la parte superior.  
Lutitas grises. Se intercala un nivel de anhidrita del metro -3013 al -3012.
- 25.- 16 m: del -3003 al -2987. El Sp presenta una inflexión negativa. El sónico tiene valores algo más altos que en el tramo anterior, pero también son irregulares. La resistividad tiene valores irregulares medios.  
Lutitas grises. Presentan nódulos de anhidrita dispersos.
- 26.- 18 m: del -2987 al -2969. El Sp es un poco irregular manteniendo cierta tendencia vertical. El sónico presenta valores muy irregulares con un rango de variación entre 105 y 45 ms/p. La resistividad presenta valores muy irregulares, más altos en la base que en techo.  
Alternancia de lutitas y anhidritas. Estas últimas son menos frecuentes en la parte superior.
- 27.- 10 m: del -2969 al -2959. El Sp presenta una inflexión positiva. El sónico presenta valores medios con tendencia creciente. La resistividad tiene valores medios con tendencia decreciente.  
Lutitas arenosas. Hacia la parte superior pierden la fracción arenosa.
- 28.- 9 m: del -2959 al -2950. El Sp tiene una tendencia vertical algo irregular. El sónico, tras presentar un pico de ascenso muy brusco en la base, tiene una tendencia decreciente. La resistividad muestra una disminución en la base y luego una tendencia creciente.  
Lavas de labradorita. En el techo presentan un nivel de lutitas.
- 29.- 18 m: del -2950 al -2932. El Sp presenta una inflexión negativa. El sónico muestra valores medios. La resistividad tiene en general valores altos.  
Lavas de labradorita.
- 30.- 4 m: del -2932 al -2928. El Sp presenta una inflexión positiva. El registro del sónico muestra valores altos. La resistividad tiene un pico de descenso.  
Lutitas algo arenosas.
- 31.- 23 m: del -2928 al -2905. El Sp muestra una tendencia constante. El sónico presenta valores bajos con algunos picos de ascenso. La resistividad es algo irregular, manteniéndose en general baja.  
Lavas de labradorita. Ocasionalmente pueden intercalar algunos niveles de lutitas.
- 32.- 18 m: del -2905 al -2887. El Sp sigue manteniendo la tendencia más o menos constante. El sónico muestra un registro más irregular que en el tramo anterior, con picos de valores más altos. La resistividad presenta una tendencia decreciente.

Lavas de labradorita. Presenta más intervalos lutíticos que en los tramos anteriores; probablemente sean alteraciones.

33.- 11 m: del -2887 al -2876. El Sp se mantiene constante. El sónico presenta valores muy altos (140 ms/p), e irregulares. La resistividad es irregular con tendencia creciente.

Lavas de labradorita, probablemente alteradas.

34.- 12 m: del -2876 al -2864. El Sp muestra una curva con tendencia constante. El sónico presenta una tendencia decreciente con valores medios. La resistividad es irregular, con una tendencia creciente.

Dolomías. Presentan algunos niveles intercalados de brechas de material volcánico.

Techo: Se encuentra situado en el metro -2864, donde los registros muestran un cambio notable en sus valores. Existe un tramo de 34 m (del -2864 al -2830), donde el Sp presenta una marcada inflexión negativa. El sónico muestra un registro de valores bajos aproximadamente homogéneos. Las curvas de resistividad presentan valores altos.

Dolomías. Pueden corresponder a la Fm. Dolomías tableadas de Imón.

## RESUMEN:

- El primer tramo identificado dentro de la serie estudiada abarca desde el metro -3177 al -3141. Presenta en general una inflexión positiva en el registro del Sp. El sónico muestra valores próximos a 65 ms/p, más o menos homogéneos. La resistividad tiene valores bajos con algunos picos de ascenso muy netos.

Se compone fundamentalmente de lutitas y areniscas rojas en niveles de poco espesor. Corresponden a las facies Buntsandstein.

- El segundo intervalo comprende desde el metro -3141 al -3114. Se caracteriza por un registro de Sp con una tendencia más o menos vertical. El sónico muestra valores algo irregulares, con un rango de variación entre 47 y 84 ms/p. La resistividad presenta valores en general bajos.

La litología fundamental son lutitas grises, presentando algunos niveles de poco espesor de anhidrita, forman parte de las facies Muschelkalk.

- El tercer intervalo ocupa desde el metro -3114 al -3018. El Sp muestra una inflexión negativa que se va atenuando hacia la parte superior del tramo. El sónico presenta un registro homogéneo de valores bajos, en torno a 45 y 60 ms/p. La resistividad tiene valores intermedios, más altos en la parte inferior.

La composición fundamental son dolomías marrones, que en la parte superior existen intercalados niveles de margas. Corresponden a las facies Muschelkalk.

- El cuarto tramo incluye desde el metro -3018 al -2959. El Sp presenta una tendencia vertical constante. El sónico muestra valores muy irregulares con un rango de variación de 50 a 105 ms/p. La resistividad tiene registros irregulares en general con valores altos.

Se compone de lutitas grises y niveles de anhidrita. Corresponden a las facies Keuper.

- Se identifica un quinto tramo que comprende desde el metro -2959 al -2876. El Sp presenta una tendencia vertical, el sónico presenta valores medios altos en 2 secuencias decrecientes (posible falla). La resistividad muestra registros con valores en general bajos.

Los materiales que forman este tramo son lavas de labradorita. Pueden corresponder a las facies Keuper.

- Podemos separar un último tramo que abarca desde el metro -2876 al -2864. El Sp presenta un registro también vertical y el sónico muestra valores irregulares y altos. La resistividad también es alta.

Se compone de dolomías con niveles intercalados de brechas de material volcánico. Corresponden a las facies Keuper.

### 2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS

#### 2.3.1. Columna: Serrezuela (fig. 21)

Long. 0° 06' 15" W

Lat. 41° 28' 25" N

**Situación:** Se ha realizado la columna a lo largo del barranco denominado Arroyo de la Serrezuela y en la carretera que va desde el pueblo de Aldeanueva de la Serrezuela a Navares (prov. de Segovia). Se ha realizado sobre materiales en facies Keuper. La base está cubierta por materiales terciarios. Los materiales dominantes en esta columna son las areniscas, existiendo también lutitas y conglomerados. Como litología subordinada aparecen las dolomías.

**Base:** Cubierta por materiales terciarios.

- 1.- 20,00 m. Semicubierto. Alternancia de conglomerados, areniscas y lutitas.
- 2.- 2,00 m. Conglomerados naranjas de cantos de cuarzo y cuarcita subredondeados. Presentan un centil de 12 cm y un tamaño medio de 3 cm. Tienen cicatrices internas.
- 3.- 1,50 m. Semicubierto. Se observan niveles de lutitas versicolores.
- 4.- 3,00 m. Areniscas naranjas de grano muy grueso y grueso. Cantos de cuarcita dispersos, centil de 11 cm. Presentan base y superficies internas erosivas. Laminación paralela y estratificación cruzada de surco a media escala.
- 5.- 2,20 m. Areniscas naranjas de grano medio a grueso. Base erosiva. Estratificación cruzada de surco y laminación de bajo ángulo. En el techo se conservan de forma ocasional lutitas rojas. Presentan decoloraciones blancas debidas a procesos edáficos en la parte superior.
- 6.- 4,50 m. Areniscas naranjas de grano medio. Cantos de cuarcita subangulosos dispersos. Base erosiva. Estratificación cruzada planar.
- 7.- 0,60 m. Areniscas rojas de grano muy fino. Nódulos de carbonato.
- 8.- 4,00 m. Areniscas naranjas de grano grueso. Existen intercalaciones de niveles de lutitas rojas de 50 cm de espesor máximo. Las areniscas tienen base erosiva y superficies internas. Presentan estratificación cruzada de surco y estratificación cruzada planar en la parte superior del tramo, donde también existen cantos de cuarcita dispersos. Las lutitas pueden presentar nódulos de carbonato.
- 9.- 1,50 m. Areniscas rojas de grano muy fino con nódulos de carbonato.
- 10.- 3,00 m. Areniscas naranjas de grano medio a grueso. Cantos blandos y de cuarcita dispersos. Base erosiva. Estratificación cruzada de surco a media y gran escala.

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE LITOLOGIA TRAMO:	ESTRUCTURAS
----------	------------	------------------------	-------------

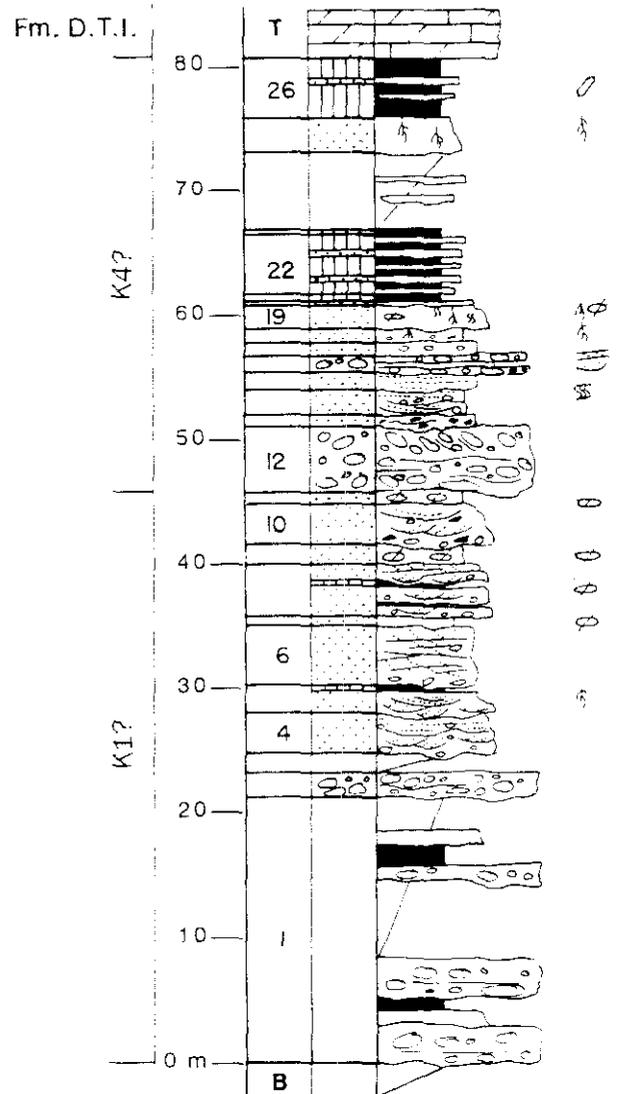


Fig. 21. Columna Serrezuela

- 11.- 0,80 m. Areniscas rojas de grano fino. Nódulos de carbonato.
- 12.- 5,00 m. Conglomerados naranjas de cantos de cuarzo y cuarcita subredondeados. Presentan un centil de 14 cm. Estratificación cruzada planar y estratificación horizontal.
- 13.- 0,90 m. Areniscas rojas de grano medio. Cantos blandos dispersos y concentrados en la base y en las superficies internas, que tienen carácter erosivo.
- 14.- 1,80 m. Areniscas naranjas de grano fino. Base erosiva. Superficies internas que presentan cantos de

cuarcita en hiladas. Laminación horizontal y de bajo ángulo. En el techo existe abundante bioturbación.

15.- 1,40 m. Areniscas naranjas de grano medio. Laminación paralela.

16.- 1,30 m. Alternancia de conglomerados de cantos de cuarzo y cuarcita subredondeados y areniscas blancas de grano medio a grueso. Los conglomerados tienen estratificación cruzada planar y las areniscas estratificación cruzada de surco.

17.- 1,00 m. Areniscas blancas de grano medio. Cantos de cuarcita dispersos. Aspecto masivo.

18.- 1,10 m. Areniscas rojas de grano fino. Cantos blandos y de cuarcita dispersos. Abundantes decoloraciones debidas a procesos edáficos.

19.- 1,80 m. Areniscas naranjas de grano grueso. Aspecto masivo. Nódulos de carbonato dispersos. Abundante bioturbación y decoloraciones debidas a procesos edáficos.

20.- 0,30 m. Areniscas rojas de grano medio. Cantos de cuarcita dispersos.

21.- 0,50 m. Lutitas rojas.

22.- 4,50 m. Semicubierto. En ocasiones se observa una alternancia de lutitas rojas y areniscas naranjas de grano fino y medio.

23.- 0,30 m. Lutitas verdes.

24.- 6,00 m. Semicubierto. Se observan lutitas rojas que en ocasiones intercalan niveles de areniscas de poco espesor.

25.- 2,50 m. Areniscas rosas de grano fino con granoselección a grano muy fino. Son niveles tabulares con un espesor entre 20 y 50 cm. Presentan abundante cemento carbonático. Tienen decoloraciones debidas a procesos edáficos.

26.- 4,50 m. Lutitas rojas y verdes. Intercalan niveles irregulares con recristalizaciones de sílice. Incluyen cristales subidiomorfos de sílice dispersos en las lutitas.

Techo: 8,00 m. Dolomías de color rosa. Se encuentran estratificadas en bancos de 40 a 50 cm de espesor en la base y en el techo, mientras en la parte media los niveles llegan a tener 1 m de espesor. Presentan estratificación cruzada planar.

#### Resumen:

- Se puede establecer un primer intervalo que incluiría del tramo 1 al 3, compuesto por una alternancia de conglomerados de cantos de cuarzo y cuarcita y lutitas rojas. En este intervalo existen algunos niveles cubiertos.

- A continuación existe otro intervalo que ocupa desde el tramo 4 al 11, formado fundamentalmente por areniscas rojas y amarillas con cantos de cuarcita dispersos y ocasionalmente niveles de lutitas donde se observan niveles de nódulos de carbonato.

- El siguiente intervalo abarca desde el tramo 12 al

19, y está constituido por areniscas de grano medio y grueso con cantos de cuarcita dispersos. Estas areniscas en la parte superior presentan decoloraciones debidas a procesos edáficos. En la parte inferior existen intercalaciones de niveles de conglomerados. - Sobre éste, se sitúa un intervalo del tramo 20 al 26, formado por lutitas con intercalaciones ocasionales de niveles de areniscas de grano fino.

#### 2.3.2. Columna: Honrubia (fig. 22)

Long. 3° 42' 43" W

Lat. 41° 29' 40" N

Situación: Se ha realizado esta columna a lo largo del margen derecho de la carretera nacional Madrid-Burgos, cerca del punto kilométrico 138, antes de llegar al desvío existente para acceder al pueblo de Honrubia (prov. de Segovia). Esta columna se ha realizado en materiales en facies Keuper. La litología más frecuente son las areniscas, existiendo también conglomerados y lutitas.

Base: Paleozoico compuesto por pizarras y gneises. La parte superior, en el contacto con el Triásico. El paleozoico se encuentra alterado y rubificado.

1.- 1,20 m. Conglomerados de cantos de cuarcita y pizarra muy angulosos. Presentan un centil de 25 cm.

2.- 2,00 m. Areniscas naranjas de grano grueso a medio. Cantos de cuarzo y cuarcita dispersos (Centil = 14 cm). Base erosiva. Estratificación cruzada de surco.

3.- 6,00 m. Areniscas naranjas de grano grueso a medio. Cantos de cuarzo y cuarcita dispersos. Base erosiva con un "lag" de cantos de cuarcita. Superficies internas erosivas que delimitan niveles lenticulares de 1,5 a 2 m de espesor. Estratificación cruzada de surco. En ocasiones se conservan niveles de lutitas rojas que pueden tener 50 cm de espesor.

4.- 2,00 m. Areniscas naranjas con granoselección positiva de grano grueso a medio. Algunos cantos de cuarcita dispersos.

5.- 1,50 m. Areniscas rojas de grano fino. En el techo presentan niveles de lutitas rojas. Bioturbación.

6.- 3,00 m. Areniscas naranjas de grano medio. Cantos de cuarcita dispersos. Base erosiva con "lag" de cantos blandos y de cuarcita. Estratificación cruzada de bajo ángulo.

7.- 6,70 m. Areniscas naranjas de grano grueso. Base erosiva. Superficies internas erosivas que conservan en ocasiones niveles de lutitas rojas de 30 cm de espesor. También presentan niveles de "lag" de cantos de cuarcita que pueden tener 20 cm de espesor. Estratificación cruzada de bajo ángulo.

8.- 4,50 m. Semicubierto. Alternancia de lutitas rojas y areniscas rojas de grano fino.

9.- 5,30 m. Areniscas blancas de grano medio. Base erosiva que presenta un "lag" de cantos blandos. Superficies internas con cantos de cuarcita dispersos. Estratificación cruzada de surco que hacia la parte superior es de bajo ángulo. En el techo de este nivel existen diques rellenos de areniscas de grano muy grueso.

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

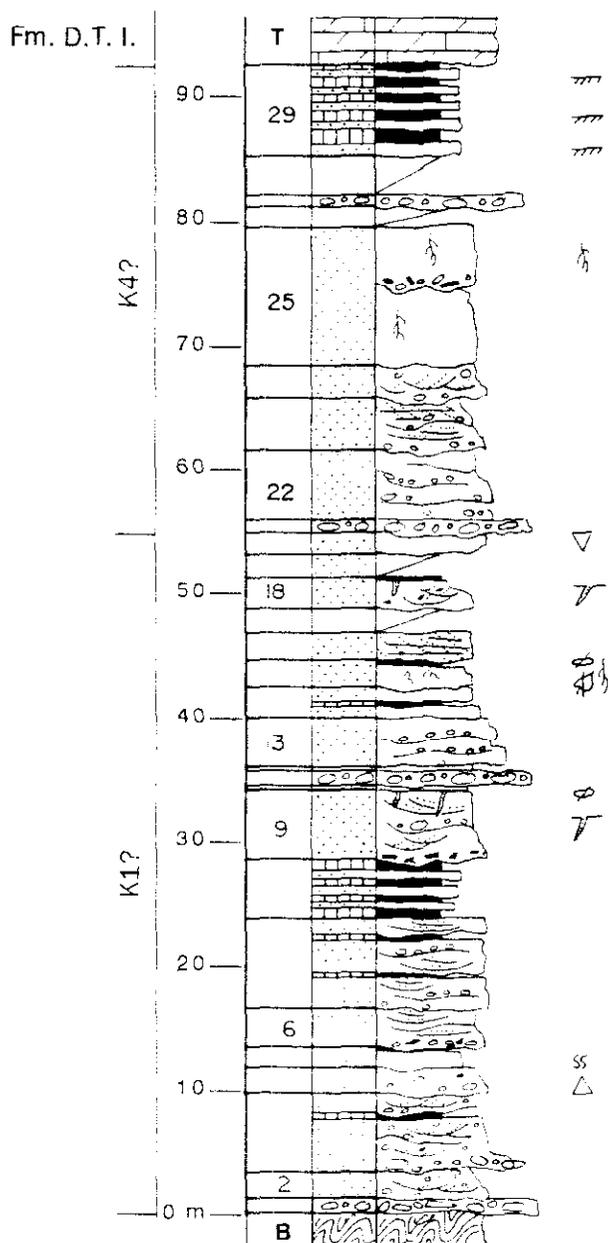


Fig. 22. Columna Honrubia

10.- 0,20 m. Areniscas rojas de grano medio. Se encuentran cementadas por carbonato, llegando a constituir nódulos.

11.- 1,20 m. Conglomerado de cantos de cuarzo y cuarcita granosostenidos. (Centil = 9 cm; Tamaño medio = 4 cm).

12.- 0,30 m. Areniscas blancas de grano medio. Estratificación cruzada de bajo ángulo.

13.- 3,70 m. Areniscas rojas de grano muy grueso y grueso con cantos de cuarcita dispersos. Afloran en varios niveles separados por superficies erosivas en las cuales existen concentraciones de cantos de cuarcita.

14.- 2,40 m. Semicubierto. Areniscas blancas y rojas de grano medio, con algunas intercalaciones de lutitas rojas.

15.- 2,00 m. Areniscas rojas de grano medio. Base erosiva. En el techo se observa una disminución de tamaño de grano llegando a lutitas. Presentan nódulos de carbonato, decoloraciones debidas a procesos edáficos y restos vegetales.

16.- 2,00 m. Areniscas rojas de grano medio. Estratificación cruzada planar.

17.- 1,80 m. Cubierto.

18.- 2,40 m. Areniscas rojas que forman una secuencia granodecreciente desde grano medio a lutitas. Estratificación cruzada planar en "sets" de 40 cm. Cantos blandos en las láminas. Presentan diques rellenos de areniscas de grano grueso.

19.- 1,80 m. Cubierto.

20.- 1,60 m. Areniscas rojas, forman una secuencia granocreciente desde grano medio a muy grueso.

21.- 1,00 m. Conglomerados de cantos de cuarzo y cuarcita subredondeados, con textura granosostenida (Centil = 14 cm; Tamaño medio = 4 cm). Presentan base erosiva.

22.- 5,20 m. Areniscas rojas de grano grueso y muy grueso con cantos de cuarcita. Superficies internas erosivas donde en ocasiones se concentran los cantos. Hacia la parte superior del nivel los cantos son menos abundantes y disminuye el tamaño de grano.

23.- 4,00 m. Areniscas rojas de grano grueso en una secuencia granodecreciente hasta grano fino. Base erosiva con algunos cantos de cuarcita. Superficies internas con "lag" de cantos. Estratificación cruzada planar y de bajo ángulo.

24.- 2,50 m. Areniscas rojas de grano grueso. Cantos de cuarcita dispersos. Estratificación cruzada de surco.

25.- 10,50 m. Areniscas blancas de grano medio. Aspecto masivo. En la parte media del tramo existe una superficie muy erosiva con una gran concentración de cantos blandos y de cuarcita. Todo el nivel se encuentra muy afectado por procesos edáficos.

26.- 1,50 m. Cubierto.

27.- 0,80 m. Conglomerados de cantos de cuarzo y cuarcita subredondeados, con textura granosostenida (Centil = 10 cm).

28.- 3,00 m. Cubierto.

29.- 7,00 m. Alternancia de lutitas verdes y rojas y areniscas amarillas de grano fino con abundante cemento carbonático. Existen costras ferruginosas desarrolladas en el techo de los niveles de areniscas.

Techo: 10,50 m. Calizas dolomíticas de color gris. Aparecen en niveles de 50 cm a 1 m. En algunos bancos se observan oolitos y laminaciones de algas. En la base del tramo existe un nivel ferruginoso bien desarrollado.

#### Resumen:

- Se distingue un primer intervalo que abarca del tramo 1 al 10, compuesto por areniscas de grano grueso y medio con cantos de cuarzo y cuarcita y cantos blandos. En la base, existe un nivel de conglomerados de poco espesor. En la parte superior pueden observarse algunos niveles de lutitas rojas con intercalaciones de areniscas.

- Sobre él, se halla otro intervalo que ocupa del tramo 11 al 20, constituido por areniscas de grano grueso a fino, que ocasionalmente presentan cantos de cuarcita dispersos. También pueden presentar decoloraciones debidas a procesos edáficos. El primer tramo de este intervalo es un nivel de conglomerados. En la parte superior aparecen intercalaciones de lutitas rojas.

- A continuación existe otro intervalo constituido por los tramos 21 al 26, compuesto por areniscas de grano grueso y medio con cantos de cuarcita dispersos. Las areniscas presentan decoloraciones debidas a procesos edáficos. Igual que en el intervalo anterior el primer tramo de este (tramo 21), es un conglomerado de cantos de cuarzo y cuarcita.

- El último intervalo, ocupa desde el tramo 27 al 29. El primer tramo está formado por un conglomerado de cantos de cuarzo y cuarcita. Tras un tramo cubierto existe una alternancia de areniscas de grano fino y lutitas. Estas últimas presentan costras de hierro.

#### 2.3.3. Columna: Anticlinal Yelo (fig. 23)

Long. 2° 33' 21" W

Lat. 41° 11' 25" N

Situación: La columna se ha levantado en las proximidades de la carretera que va de Miño de Medina a Conquezueta (prov. de Soria), a lo largo de un barranco que discurre perpendicular a esta carretera. La columna se ha realizado en materiales en facies Buntsandstein. La base está cubierta. Los materiales dominantes son las areniscas, existiendo también lutitas en un porcentaje menor.

Base: Semicubierta. Ocasionalmente aparecen areniscas naranjas con abundantes cantos de cuarcita.

1.- 3,90 m. Areniscas naranjas de grano grueso a muy grueso. Cantos de cuarcita dispersos y en las láminas. Presentan un centil de 10 cm. Superficies internas con "lag" de cantos. Estratificación cruzada de surco; a veces laminación de bajo ángulo. Hacia el techo disminuye el porcentaje de cantos hasta casi desaparecer, constituyendo una secuencia granodecreciente.

2.- 1,20 m. Cubierto.

3.- 9,25 m. Areniscas naranjas de grano muy grueso a grueso. Cantos de cuarcita dispersos. Superficies erosivas internas. Estratificación cruzada de surco. Se observan dentro de este nivel 3 secuencias de granulometría decreciente, llegando a grano medio. Presentan abundantes decoloraciones debidas a procesos edáficos.

4.- 0,15 m. Lutitas verdes.

5.- 4,20 m. Areniscas blancas de grano muy grueso a grueso. Cantos de cuarcita subangulosos (Centil = 24 cm). Base y superficies internas erosivas, que presentan "lag" de cantos de cuarcita. Estratificación cruzada de surco a gran escala en "sets" de hasta 1,20 m. En la mitad del nivel aparece una superficie más importante a partir de la cual disminuye el tamaño de grano y comienza a existir laminación debida a "ripples" (incluso algunos de "back-flow"), y niveles de lutitas verdes. Hacia el W se observan erosiones que presentan relleno lutítico. Se pueden apreciar restos de materia orgánica, incluso restos de troncos en posición de vida incluidos en los niveles verdes.

6.- 2,40 m. Areniscas naranjas de grano medio. Cantos de cuarcita dispersos. Base erosiva con cantos de cuarcita angulosos (centil = 22 cm), e intraclastos de lutitas (centil = 30 cm), que en ocasiones constituyen un depósito de "lag" que llega a alcanzar 30 cm de espesor.

7.- 1,60 m. Areniscas naranjas de grano medio. Cantos de cuarcita dispersos de forma menos abundante que en el nivel anterior. Base erosiva con cantos de cuarcita e intraclastos de lutitas.

8.- 1,65 m. Areniscas naranjas de grano medio. Base erosiva con cantos de cuarcita e intraclastos de lutitas. Estratificación cruzada de surco a gran escala y laminación de bajo ángulo.

9.- 2,20 m. Areniscas blancas de grano muy grueso a grueso. Cantos de cuarcita dispersos. Estratificación cruzada de bajo ángulo a gran escala.

10.- 4,20 m. Areniscas naranjas de grano muy grueso a grueso. Cantos de cuarcita dispersos. Base erosiva que presenta un depósito de "lag" de cantos de cuarcita subangulosos, con un tamaño variable entre 5-10 cm. El depósito residual presenta un espesor de 35 cm. Estratificación cruzada de bajo ángulo a gran escala.

11.- 2,20 m. Areniscas naranjas de grano grueso a medio. Cantos de cuarcita dispersos.

12.- 2,40 m. Areniscas de color gris-verdoso y grano

fino. Abundantes micas. Laminación paralela. Presentan superficies en las que el tamaño de grano aumenta a medio y grueso, con cantos de cuarcita.

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE LITOLOGÍA (TRAMO)	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------------------	-------------

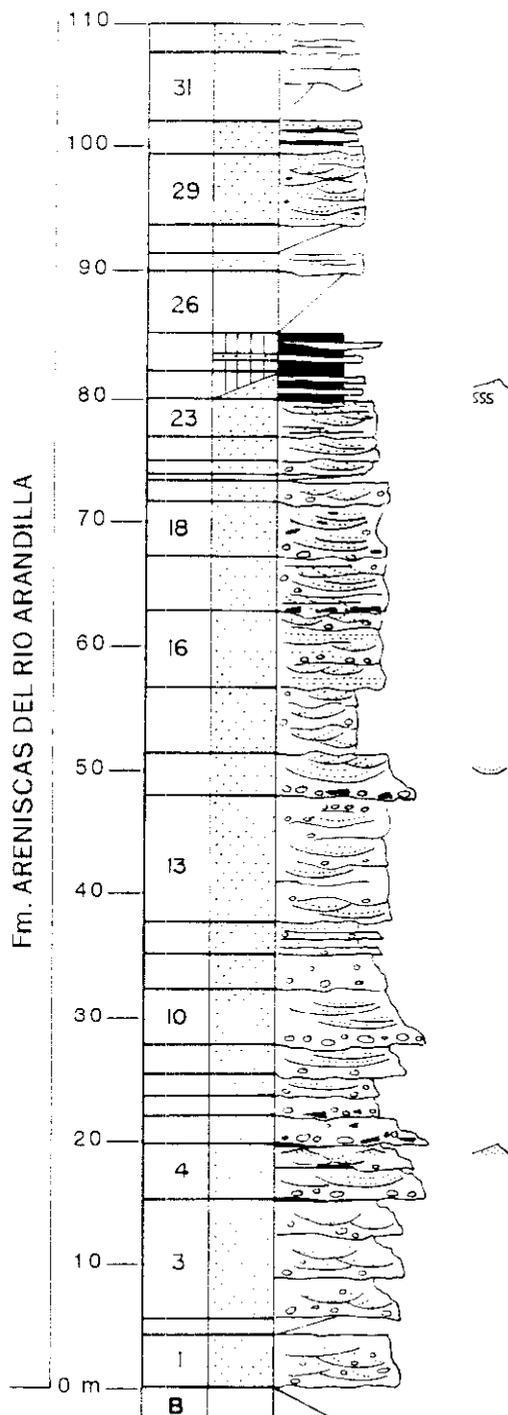


Fig. 23a. Columna Yelo

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE LITOLOGÍA (TRAMO)	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------------------	-------------

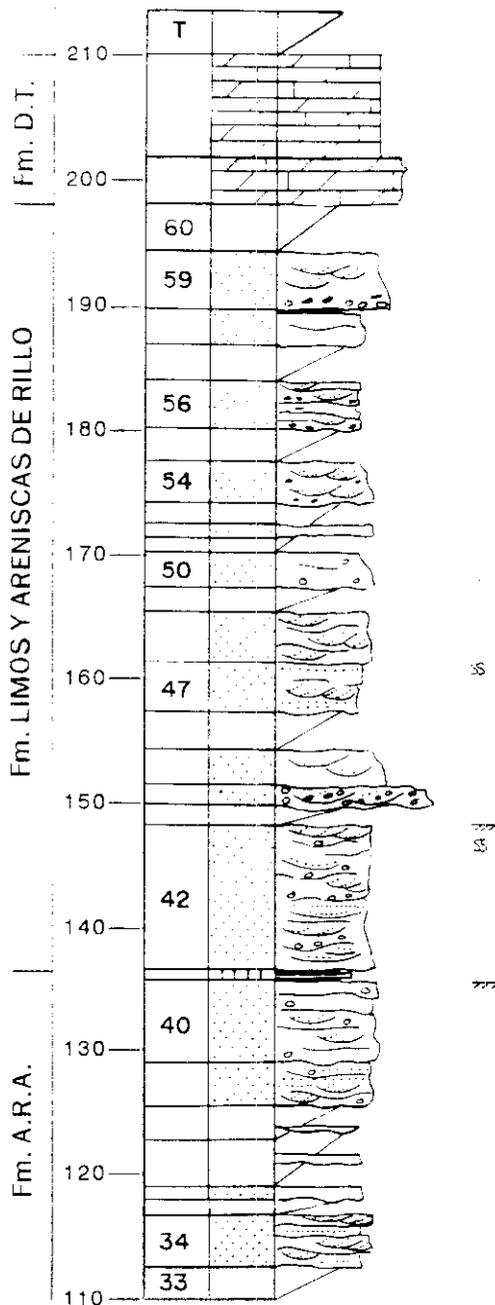


Fig. 23b. Columna Yelo

13.- 9,80 m. Areniscas naranjas de grano grueso. Cantos de cuarcita dispersos e hiladas hacia la parte superior del tramo. Base y superficies internas erosivas. Estratificación cruzada de surco a gran escala en

"sets" de hasta 1,5 m y gran extensión lateral.

14.- 3,10 m. Areniscas naranjas de grano muy grueso y grueso. Cantos de cuarcita dispersos, que presentan un centil de 10 cm. Base erosiva que conserva cantos blandos verdes y cantos de cuarcita generando un depósito de "lag" muy cementado. Estratificación cruzada de bajo ángulo a gran escala, que pasa a estratificación cruzada de surco a escala media.

15.- 5,00 m. Areniscas de grano muy fino. Cantos de cuarcita muy dispersos. Superficie interna erosiva. Estratificación cruzada de surco en "sets" de 20 a 60 cm y anchura de 10 m. En las bases de los "sets" se observan cantos de cuarcita de pequeño tamaño.

16.- 5,80 m. Areniscas blanco-anaranjadas de grano grueso. Base plana. Superficies internas planas, alguna de las cuales presenta una lámina de cantos. Laminación paralela. Estratificación cruzada de surco en "sets" de 40 a 60 cm.

17.- 4,00 m. Areniscas naranjas de grano grueso. Cantos de cuarcita dispersos. Base y superficies internas erosivas que presentan intraclastos de lutitas de gran tamaño. Estratificación cruzada de bajo ángulo. Estratificación cruzada planar.

18.- 4,20 m. Areniscas naranjas de grano grueso. Cantos de cuarcita dispersos. Estratificación cruzada de bajo ángulo que presenta cantos blandos en las láminas.

19.- 1,60 m. Areniscas naranjas de grano grueso. Cantos de cuarcita muy dispersos, que muestran un centil de 20 cm. Estratificación cruzada de surco a media escala.

20.- 0,40 m. Cubierto.

21.- 1,10 m. Areniscas rojas de grano fino a medio. Estratificación cruzada de surco en "sets" de poco espesor y gran amplitud.

22.- 1,80 m. Areniscas rojas de grano medio. Estratificación cruzada de surco en "sets" de poco espesor y gran amplitud.

23.- 2,90 m. Areniscas blanco-anaranjadas de grano medio. Superficies internas que limitan niveles de 30 cm. Estratificación cruzada de surco y estratificación cruzada planar.

24.- 2,10 m. Alternancia de niveles de areniscas rojas de grano fino y niveles de lutitas rojas y verdes. Las areniscas presentan un espesor medio de 40 cm y tienen estratificación cruzada de surco. Los niveles de lutitas tienen un espesor de 30 cm. Ambos tipos de niveles están muy bioturbados.

25.- 2,75 m. Lutitas rojas. Intercalan dos tipos de niveles de areniscas. El primero de ellos son areniscas rojas de grano fino, con un espesor de 10- 25 cm. Laminación debida a "ripples". El segundo tipo son areniscas rojas de grano medio. Presenta geometría lenticular, con un espesor de 60 cm y una extensión lateral de 5 m. Todos los niveles presentan bioturbación.

26.- 4,50 m. Cubierto.

27.- 1,40 m. Areniscas blanco-amarillentas de grano fino. Compactas. Moteado limonítico. Laminación difusa.

28.- 2,20 m. Cubierto.

29.- 5,25 m. Areniscas amarillo-anaranjadas de grano fino. Cantos blandos de pequeño tamaño. Moteado limonítico. Superficies internas erosivas con cantos blandos. Algunas de estas superficies son muy erosivas y las areniscas situadas por encima de ellas presentan relleno adaptado a su geometría. En general, presentan estratificación cruzada de surco en "sets" de 10-20 cm y anchura de 75 cm. Presentan intervalos de laminación paralela, que aumentan su espesor en la parte superior del tramo.

30.- 2,40 m. Areniscas naranjas de grano fino. Los 20 cm primeros son lutitas verdes. A continuación presentan una alternancia de niveles de areniscas de 10 a 15 cm y niveles milimétricos de lutitas. La parte superior del tramo es un nivel con laminación paralela.

31.- 5,25 m. Semicubierto. Se observa un nivel de areniscas amarillas de grano fino de 45 cm de espesor.

32.- 1,90 m. Areniscas naranjas de grano fino. Se encuentran muy cementadas. Moteado limonítico. Se encuentran en niveles de 10 a 30 cm, separados por niveles de 2 cm de lutitas.

33.- 2,60 m. Cubierto.

34.- 3,80 m. Areniscas naranjas de grano fino a medio. Superficies erosivas internas. Estratificación cruzada de surco en "sets" de 20 a 30 cm. Laminación paralela.

35.- 1,10 m. Cubierto.

36.- 1,00 m. Areniscas amarillas de grano fino. Moteado limonítico.

37.- 3,60 m. Semicubierto. Se observa una intercalación de 80 cm de areniscas naranjas de grano fino, muy cementadas.

38.- 2,60 m. Semicubierto. En la parte inferior se ve un nivel de 40 cm de areniscas naranjas de grano fino con geometría lenticular.

39.- 3,20 m. Areniscas naranjas de grano medio. Ocasionalmente aparecen cantos de cuarcita. Moteado limonítico. Superficies internas. Estratificación cruzada de surco en "sets" de 15 cm. Laminación paralela. Los últimos 40 cm están cubiertos.

40.- 6,20 m. Areniscas naranjas de grano medio. Muy compactas. Cantos de cuarcita subredondeados dispersos. Superficies internas planas con cantos blandos. Estratificación cruzada de surco en "sets" de 5-20 cm. El techo presenta una lámina de óxidos de hierro.

41.- 0,90 m. Alternancia de niveles de lutitas amarillas y verdes con "ripples" y areniscas rojas de grano muy fino. Intercalan algunos niveles de areniscas de grano medio con cantos blandos de hasta 4 cm. Todo el tramo está muy bioturbado.

42.- 11,00 m. Areniscas amarillas de grano medio. Superficies internas que concentran cantos de cuarcita. Estratificación cruzada de surco a gran escala. Niveles de laminación paralela de 10 cm de espesor. Estratificación cruzada de surco. Techo bioturbado y enrojecido.

43.- 1,60 m. Cubierto.

44.- 1,50 m. Areniscas conglomeráticas. Cantos de cuarcita con un tamaño medio de 4 cm. Estratificación cruzada de surco en "sets" de 30 cm.

45.- 2,60 m. Areniscas amarillas de grano grueso a medio. Moteado limonítico. Estratificación cruzada de surco.

46.- 2,90 m. Cubierto.

47.- 3,70 m. Areniscas ocre de grano fino. Cantos de cuarcita dispersos de 2 cm. Estratificación cruzada de surco. Laminación paralela. Los 20 cm últimos aparecen cubiertos. Bioturbación.

48.- 3,80 m. Areniscas ocre de grano medio. Moteado limonítico. Superficies internas. Estratificación cruzada de surco en "sets" de 20 cm y anchura de 4 m.

49.- 1,90 m. Cubierto.

50.- 2,70 m. Areniscas amarillas de grano medio a fino. Algún canto de cuarcita disperso. Aparecen muy ferruginizadas.

51.- 1,10 m. Cubierto.

52.- 1,00 m. Semicubierto. Areniscas amarillas de grano medio.

53.- 1,70 m. Cubierto.

54.- 3,10 m. Areniscas ocre de grano medio. Abundantes cantos blandos verdes de tamaño milimétrico. Hacia el techo disminuyen los cantos blandos y el tamaño de grano es fino. Estratificación cruzada de surco a media escala.

55.- 2,40 m. Cubierto.

56.- 3,60 m. Areniscas blancas de grano fino. Moteado limonítico. Niveles de cantos blandos verdes en la base. Superficies internas planas que separan niveles de 80 cm. Estratificación cruzada de surco en "sets" de 5-10 cm y gran amplitud.

57.- 2,80 m. Cubierto.

58.- 2,60 m. Areniscas amarillas de grano fino. Los 40 cm finales son niveles de lutitas verdes y areniscas amarillas de grano medio que deforman a las lutitas.

59.- 4,35 m. Areniscas rojas de grano medio. Cantos de cuarcita e intraclastos de lutitas dispersos. Base erosiva que presenta un depósito de "lag" formado por cantos blandos cementados de 10 cm de espesor. Superficies internas ligeramente erosivas. Estratificación cruzada de surco a media escala.

60.- 3,60 m. Cubierto.

Techo: Dolomías y calizas (facies *Muschelkalk*).

Resumen:

- En esta columna se observa un primer intervalo que abarca del tramo 1 al 23, constituido por areniscas naranjas de grano grueso a medio, con cantos blandos y de cuarcita acumulados en las bases de los niveles.

- El siguiente tramo ocupa desde el tramo 24 al 38. Está compuesto por una alternancia de lutitas rojas y areniscas de grano medio, que no presentan cantos de cuarcita. En este intervalo hay algunos niveles cubiertos.

- A continuación incluyendo del tramo 39 al 44, existe un intervalo de areniscas de grano medio a grueso con algunos cantos de cuarcita dispersos. Ocasionalmente hay niveles de lutitas rojas.

- La serie continúa con un intervalo que abarca desde el tramo 45 al 60. Está compuesta por areniscas blancas y ocre de grano medio y fino que alternan con niveles cubiertos.

- El último intervalo está constituido por dolomías ocre y grises y ocupa el tramo 61 y el 62.

#### 2.3.4. Ayllón (fig. 24)

Esta columna se ha realizado tomando como base las columnas de Hernando (1977), denominadas: Norte de Pedro y Pedro para la parte baja del Pérmico, Barranco de la Benita para la parte media, Río Pedro para la parte media y alta, y Oeste de Noviales para la parte alta. Para el Triásico se han empleado las columnas: Carretera de Noviales-Liceras y Cuevas de Ayllón.

Las coordenadas de estas columnas, referidas al meridiano de Madrid, según Hernando (1977), son las siguientes:

Norte de Pedro:

Base: Long. 0° 29' 25" E Lat. 41° 19' 18" N  
Techo: Long. 0° 29' 40" E Lat. 41° 19' 23" N

Pedro:

Base: Long. 0° 29' 28" E Lat. 41° 19' 02" N  
Techo: Long. 0° 29' 20" E Lat. 41° 18' 57" N

Barranco de la Benita:

Base: Long. 0° 29' 20" E Lat. 41° 18' 57" N  
Techo: Long. 0° 29' 15" E Lat. 41° 18' 54" N

Río Pedro:

Base: Long. 0° 29' 13" E Lat. 41° 19' 58" N  
Techo: Long. 0° 28' 35" E Lat. 41° 20' 18" N

Oeste de Noviales:

Base: Long. 0° 16' 11" E Lat. 41° 21' 16" N  
Techo: Long. 0° 25' 36" E Lat. 41° 21' 22" N

**Carretera Noviales-Liceras:**

Base: Long. 0° 26' 12" E Lat. 41° 21' 40" N

Techo: Long. 0° 26' 10" E Lat. 41° 22' 18" N

**Cuevas de Ayllón:**

Base: Long. 0° 22' 50" E Lat. 41° 23' 34" N

Techo: Long. 0° 22' 58" E Lat. 41° 23' 42" N

En las mismas áreas donde Hernando (1977), efectuó las columnas mencionadas anteriormente, otros autores han realizado con posterioridad su Tesis de Licenciatura (Aracil, 1986; Matesanz, 1986), o su Tesis Doctoral (Pérez-Mazarío, 1990). Estos trabajos han servido para y completar los datos iniciales de Hernando (1977). Las columnas llevadas a cabo sobre materiales pérmicos, han sido modificadas con datos de Pérez-Mazarío (1990). Por otra parte, las columnas referidas a materiales triásicos se han modificado con los datos de Matesanz (1987), y Aracil (1986).

Por tanto, la columna de Ayllón (fig. 22), de este trabajo es una síntesis de los datos aportados por todos los autores mencionados con anterioridad.

La base de la columna se presenta cubierta o tectonizada. Los primeros 176 m (tramos del 1 al 10), están formados por una alternancia de conglomerados y lutitas que presentan ocasionalmente niveles de areniscas intercalados.

Sobre ellos se sitúan 549 m (tramos 10 al 12), de una alternancia de lutitas y areniscas. En la parte inferior dominan los niveles de lutitas, mientras que en la superior son más frecuentes las areniscas.

A continuación hay 311 m (tramos 13 al 16), de una alternancia de conglomerados y lutitas, donde los niveles de areniscas son muy poco frecuentes.

Tras un tramo relativamente cubierto existen 5 m (tramo 17), de conglomerados. Sobre estos se sitúan 156 m (tramos del 18 al 51), de areniscas con tamaño de grano de grueso a fino. Presentan intercalaciones de lutitas, en general de poco espesor.

Por encima de estos niveles se sitúan 77 m (tramos del 52 al 61), de areniscas de grano grueso y medio con cantos de cuarcita dispersos. En ocasiones los cantos llegan a formar niveles de conglomerados de poco espesor. En el techo de este intervalo hay algunas intercalaciones de lutitas.

Continúa la serie con 26 m (tramo 62), de conglomerados de cantos de cuarcita. A continuación existen 39 m (tramos del 63 al 67), de areniscas de grano medio, que pueden tener cantos dispersos.

UNIDADES	ESCALA	Nº DE LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
	(m)	TRAMO	

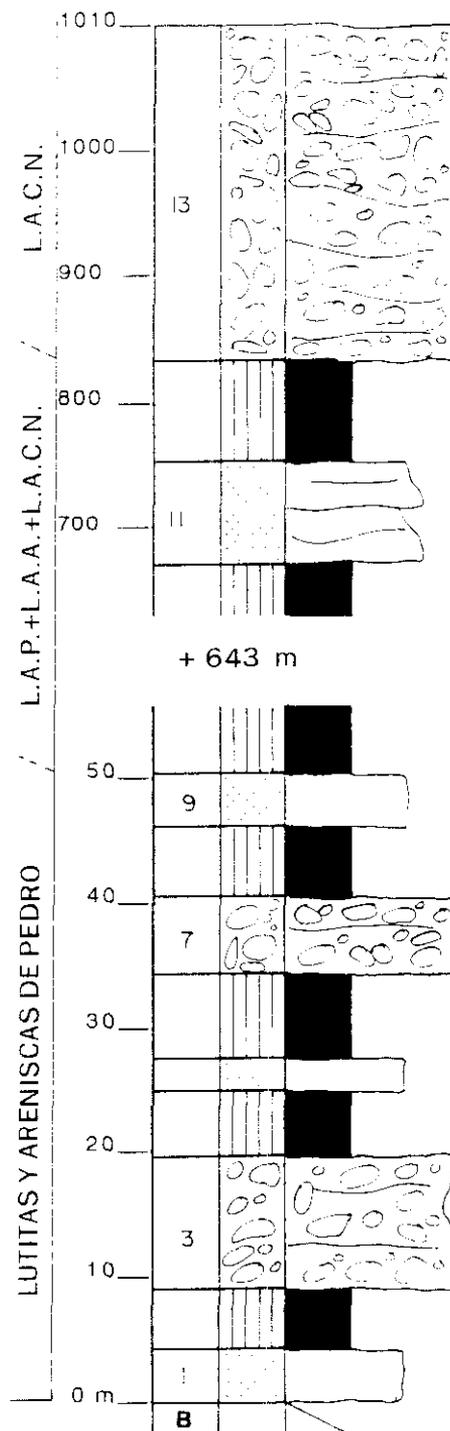


Fig. 24a. Columna Ayllón (Hernando, 1977; Pérez-Mazarío, 1990)

Ocasionalmente presentan intercalaciones de niveles de conglomerados y lutitas.

Sobre este tramo se presentan 53 m (tramos del 68 al 74), formados por una alternancia de lutitas

y areniscas. Las lutitas pueden presentar nódulos de carbonato.

A continuación hay un tramo de 8 m (tramos del 75 al 90), de areniscas que en la parte media y

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE LITOLOGÍA (RAMO)	ESTRUCTURAS
----------	------------	------------------------	-------------

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE LITOLOGÍA (RAMO)	ESTRUCTURAS
----------	------------	------------------------	-------------

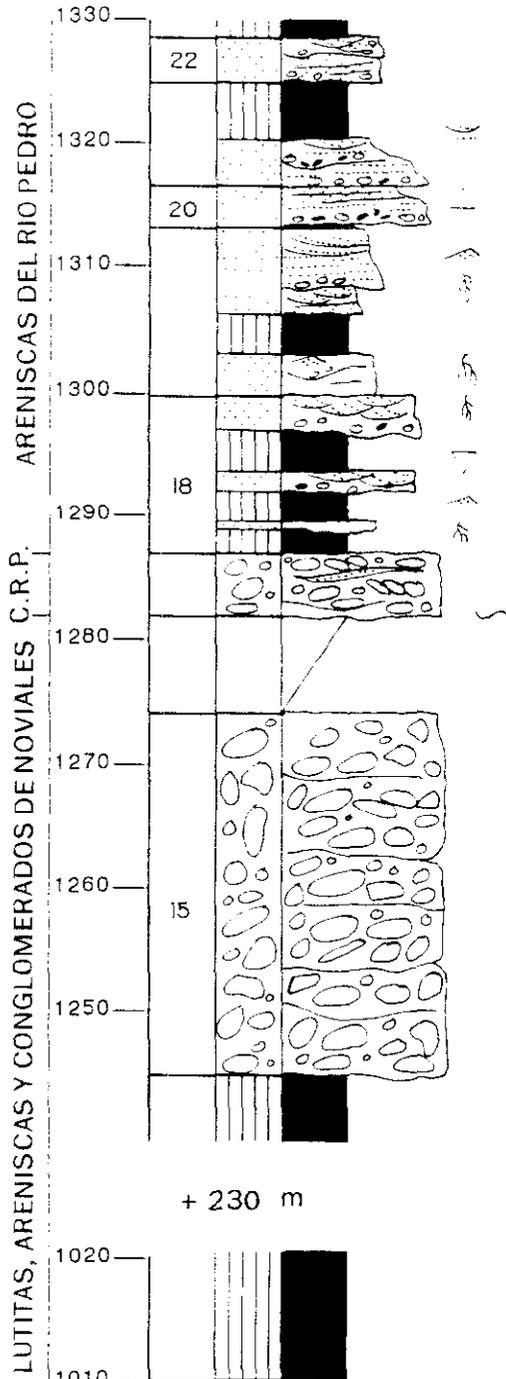


Fig. 24b. Columna Ayllón

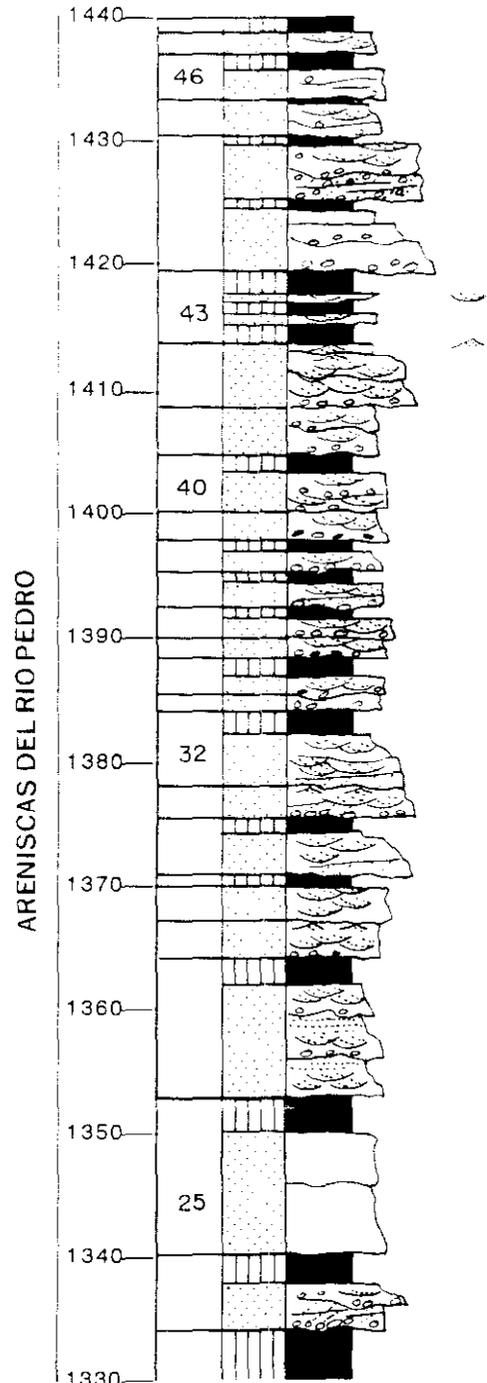


Fig. 24c. Columna Ayllón

superior muestran intercalaciones de lutitas. Sobre ellas se sitúan 43 m (tramos del 91 al 108), de una alternancia de dolomías, margas y lutitas, con niveles

de areniscas de manera ocasional. Por encima de estos niveles, existen 35 m (tramos del 109 al 128), compuestos por una alternancia de lutitas y areniscas,

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE LITOLOGÍA (RAMO)	ESTRUCTURAS
----------	------------	------------------------	-------------

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE LITOLOGÍA (RAMO)	ESTRUCTURAS
----------	------------	------------------------	-------------

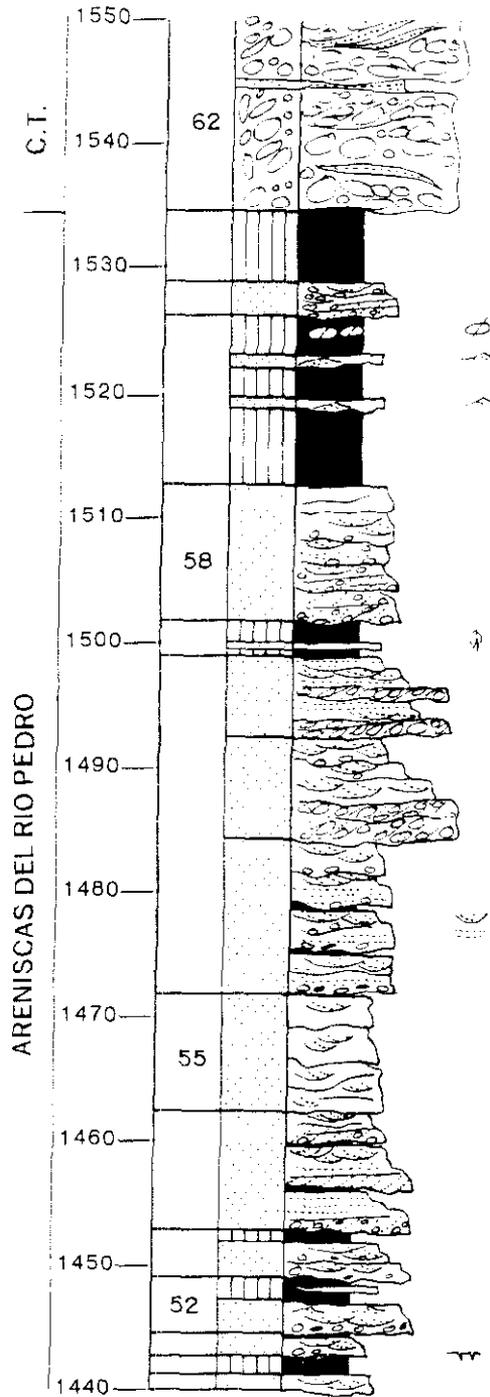


Fig. 24d. Columna Ayllón

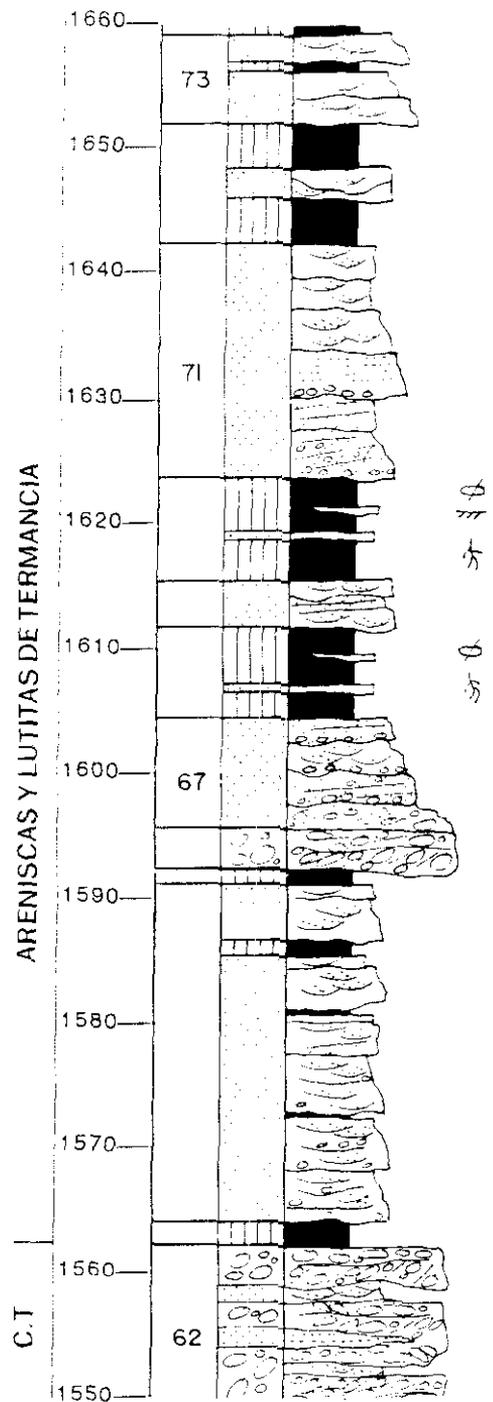


Fig. 24e. Columna Ayllón

que en la base presentan niveles de yeso. Situados sobre esta alternancia, aparecen 45 m (tramos del 129 al 135), de lutitas que ocasionalmente presentan nódulos de carbonato. Entre los niveles de lutitas

de lutitas pueden existir intercalaciones de areniscas y dolomías. Formando el final de la serie existen 58 m (tramos del 136 al 143), de areniscas y lutitas. De estos los últimos 24 m están cubiertos.

UNIDADES   ESCALA	Nº DE LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
(m)	(RAMO)	

UNIDADES   ESCALA	Nº DE LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
(m)	(RAMO)	

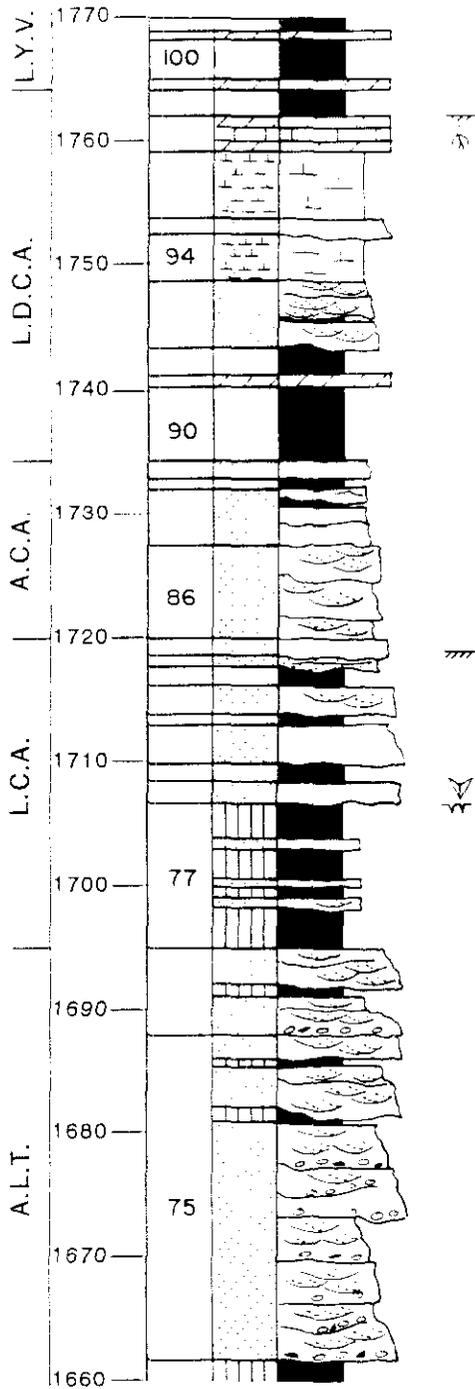


Fig. 24f. Columna Ayllón

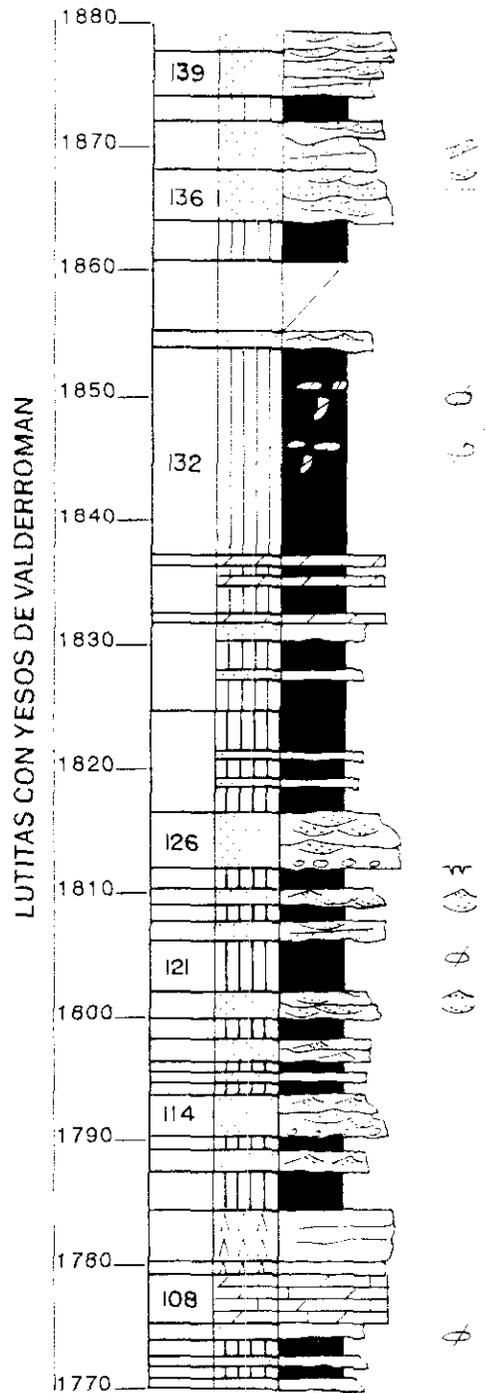


Fig. 24g. Columna Ayllón

El techo está constituido por dolomías correspondientes a los primeros niveles de la Fm. Dolomías Tableadas de Imón.

Los primeros 1,5 m (tramos 1 y 2), son conglomerados de cantos de cuarcita, pizarra, esquisto y gneis con matriz arenosa. A continuación hay 20 m

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGÍA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGÍA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

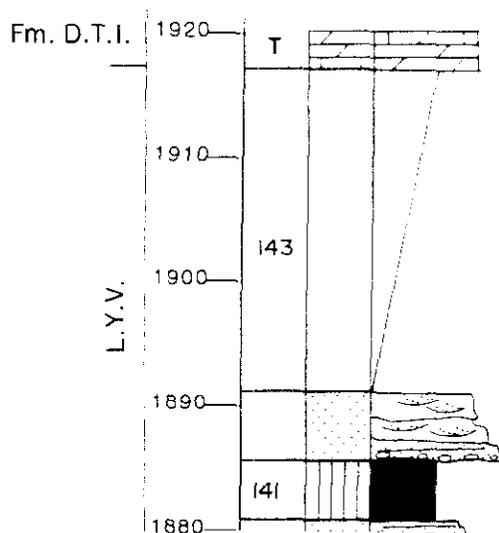


Fig. 24h. Columna Ayllón

### 2.3.5. Pálmaces (fig. 25)

Esta columna está realizada a partir de los datos de las columnas Pálmaces de Jadraque, El Carrascal y Los Gavilanes de Sopena (1979). Las coordenadas que presentan estas columnas según su autor son:

Pálmaces de Jadraque:

Base: Long. 2° 54' 3" W Lat. 41° 3' 25" N

Techo: Long. 2° 54' 14" W Lat. 41° 3' 16" N

El Carrascal:

Base: Long. 2° 55' 57" W Lat. 41° 3' 32" N

Techo: Long. 2° 55' 59" W Lat. 41° 3' 28" N

Los Gavilanes:

Base: Long. 2° 56' 40" W Lat. 41° 3' 19" N

Techo: Long. 2° 56' 39" W Lat. 41° 3' 28" N

El resumen que se presenta a continuación está realizado a partir de los datos de Sopena (1979). La base de la columna está situada sobre materiales pérmicos, concretamente sobre la unidad que Sopena (1979), denomina Conglomerados Superiores de Pálmaces (unidad r.s.5).

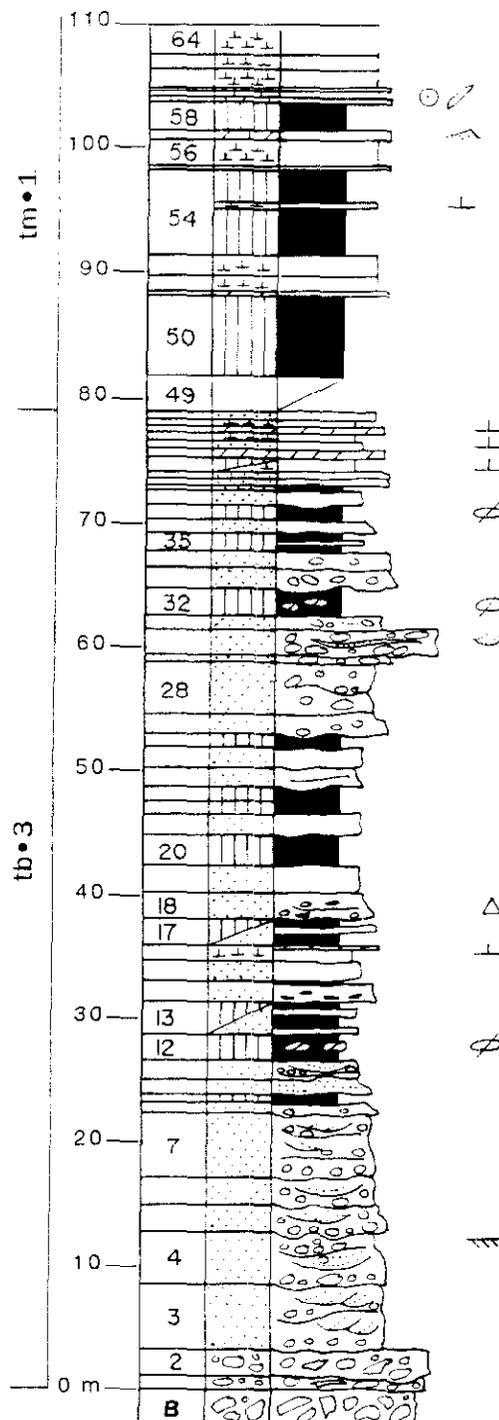


Fig. 25a. Columna Pálmaces (Sopena, 1979)

(tramos del 3 al 8), de areniscas que en la base tienen grano grueso y presentan cantos de cuarcita dispersos y en el techo presentan grano medio y fino.

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE RAMOS	LITOLOGÍA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

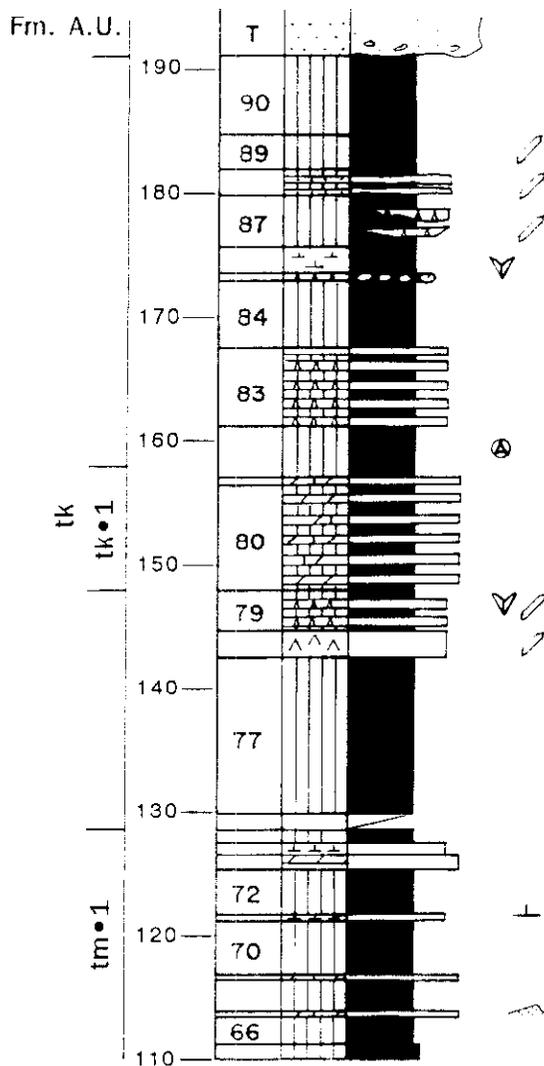


Fig. 25b. Columna Palmaces

Sobre estos niveles existen 48 m (tramos del 9 al 41), formados por una alternancia de lutitas y areniscas. Ocasionalmente las areniscas presentan cantos de cuarcita dispersos. Las lutitas pueden presentar niveles de nódulos carbonatados.

A continuación existen 5 m (tramos del 42 al 48), constituidos por una alternancia de dolomías, margas y areniscas.

Sobre ellos se sitúan 47 m (tramos del 49 al 76), de una alternancia de lutitas y margas, que incluyen algunos niveles dolomíticos, más abundantes en la parte superior.

Por último, existe un intervalo de 58 m (tramos del 77 al 90), formado fundamentalmente por lutitas que incluyen frecuentes niveles de yeso. Ocasionalmente presentan también niveles de dolomías, margas y areniscas.

El techo lo constituyen los niveles terrígenos en facies Utrillas del Cretácico.

### 2.3.6. Jubera (fig. 26)

Esta columna ha sido realizada a partir de los datos obtenidos de las columnas estratigráficas Jubera-1 y Puente de Jubera de García-Gil (1989).

Las coordenadas de estas columnas según su autora son:

#### Jubera-1:

Base: Long. 2° 22' 30" W Lat. 41° 11' 50" N

Techo: Long. 2° 22' 47" W Lat. 41° 11' 50" N

#### Puente de Jubera:

Base: Long. 2° 21' 28" W Lat. 41° 11' 53" N

Techo: Long. 2° 21' 20" W Lat. 41° 12' 02" N

La base se encuentra cubierta. Los primeros niveles que se observan son 9,7 m (tramos del 1 al 4), de una alternancia de areniscas grises de grano fino y lutitas grises y rojas. Las areniscas aparecen en mayor proporción y presentan estratificación cruzada épsilon.

Tras estos niveles aparecen 19 m (tramos del 5 al 9), de areniscas blancas y rojas de grano fino y medio. Presentan abundantes cantos blandos. En el techo existen algunos niveles de lutitas rojas.

A continuación hay 18 m (tramos del 10 al 19), formados por una alternancia de areniscas rojas y ocre de grano fino y muy fino y lutitas rojas y verdes. Estas últimas dominan en la parte superior. Las areniscas presentan fragmentos vegetales macerados y finos niveles de costras ferruginosas.

Sobre ellas aparecen 19 m (tramos del 20 al 22), de dolomías mesocristalinas. Pueden presentar nódulos de sílex. En la base tienen bioturbación de tipo *Rizochoralium* sp. Presentan una intercalación de margas grises.

El siguiente intervalo está tiene 20 m (tramos del 23 al 32), de una alternancia de margas dolomíticas grises y verdes con laminación de "ripples" y

dolomías grises tableadas, frecuentemente bioturbadas. Tras un tramo de 5 m (tramo 33), cubierto, existen 16 m (tramos 34 y 35) , de lutitas rojas y grises, que

UNIDADES: ESCALA (m)	Nº DE TRAMO: LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------------------	------------------------	-------------

UNIDADES: ESCALA (m)	Nº DE TRAMO: LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------------------	------------------------	-------------

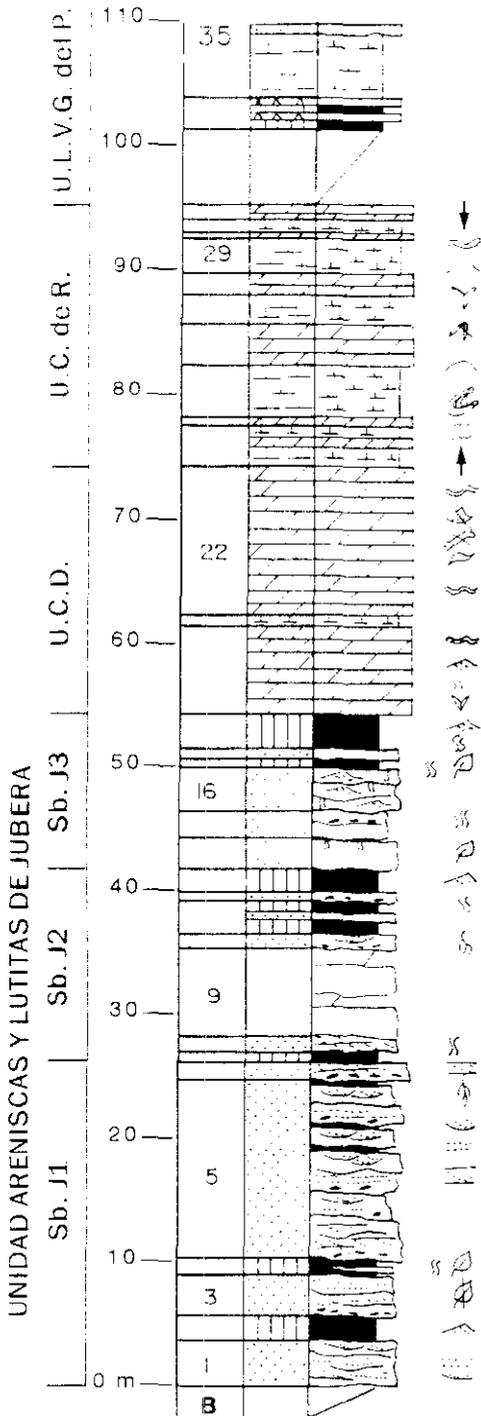


Fig. 26a. Columna Jubera (García-Gil, 1989)

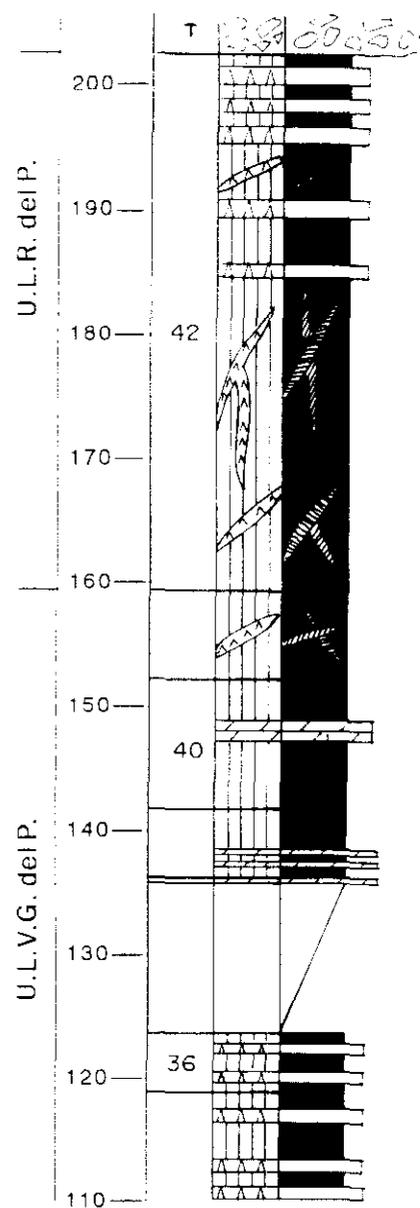


Fig. 26b. Columna Jubera

presentan masas irregulares de yeso rojo. En la base hay láminas de yeso y en el techo un nivel de areniscas de grano muy fino.

A continuación hay un intervalo de 38 m

(tramos del 36 al 41), compuesto por lutitas verdes y grises, que muestran intercalaciones de niveles de yeso gris y negro y también de dolomías microcristalinas con laminación de aglas.

El último intervalo está constituido por 40,7 m (tramo 42), de una alternancia de lutitas rojas y niveles de yeso blanco fibroso. En esta alternancia dominan las lutitas.

EL techo lo constituyen conglomerados con cantos de caliza y matriz arcillosa de color anaranjado que corresponden al Terciario que se apoya discordante sobre la serie triásica.

### 2.3.7. Molina de Aragón (fig. 27)

Se ha realizado esta columna a partir de los datos obtenidos de las columnas La Ermita, Barranco de la Hoz, Rillo de Gallo, Hoz del Gallo y Torrecilla de Ramos (1979). Así como de, Los Zorzales y Masía de los Tejadillos de Pérez-Arlucea (1985).

Las coordenadas de estas columnas según Ramos (1979), para las 5 primeras y Pérez-Arlucea (1985), para las dos últimas, son las siguientes:

#### La Ermita:

Base: Long. 1° 55' 18" W Lat. 40° 55' 22" N

Techo: Long. 1° 55' 20" W Lat. 40° 54' 32" N

#### Barranco de la Hoz:

Base y techo: Long. 1° 59' 0" W Lat. 40° 40' 50" N

#### Rillo de Gallo:

Base: Long. 1° 55' 02" W Lat. 40° 53' 56" N

Techo: Long. 1° 55' 56" W Lat. 40° 52' 28" N

#### Hoz del Gallo:

Base: Long. 1° 59' 16" W Lat. 40° 49' 37" N

Techo: Long. 2° 02' 50" W Lat. 40° 48' 51" N

#### Torrecilla:

Base: Long. 2° 05' 15" W Lat. 40° 50' 27" N

Techo: Long. 2° 05' 36" W Lat. 40° 50' 12" N

#### Zorzales:

Base: Long. 1° 35' 15" W Lat. 40° 26' 48" N

Techo: Long. 1° 34' 55" W Lat. 40° 26' 50" N

#### Masía de los Tejadillos:

Base: Long. 1° 26' 12" W Lat. 40° 26' 13" N

Techo: Long. 1° 26' 32" W Lat. 40° 26' 16" N

Como se indicó anteriormente, el resumen

que se expone, proviene de la síntesis de las columnas de Ramos (1979), y Pérez-Arlucea (1985).

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

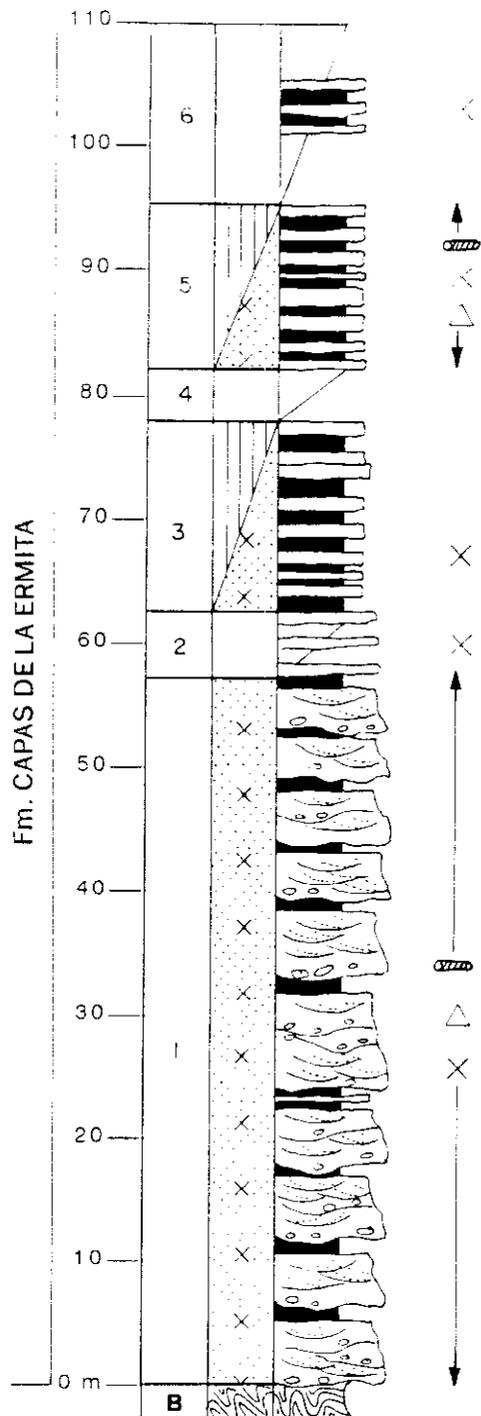


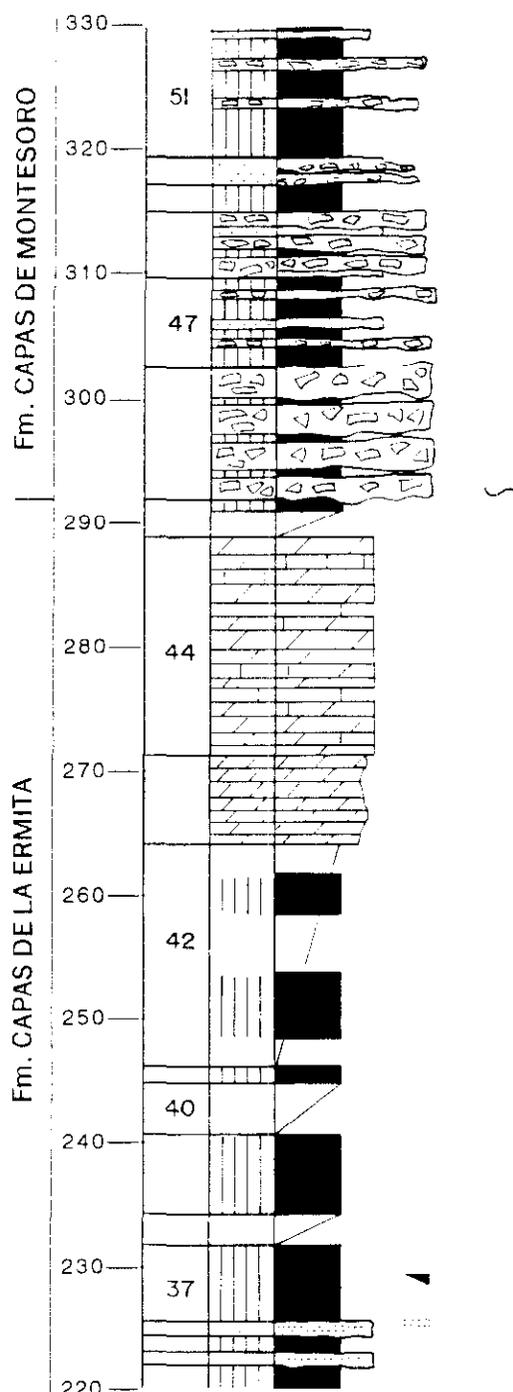
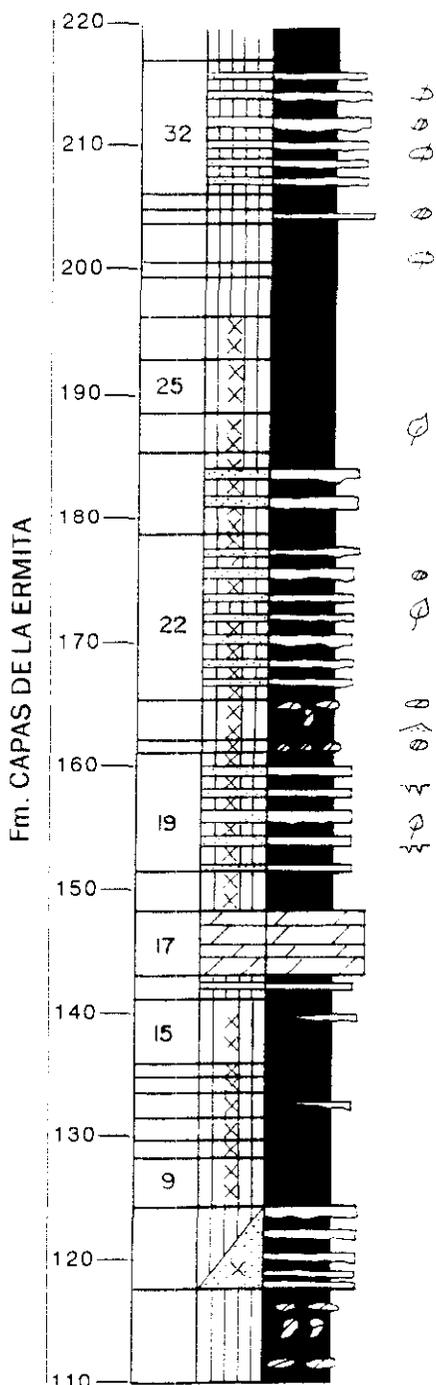
Fig. 27a. Columna Molina de Aragón (Ramos, 1979; Pérez-Arlucea, 1985).

La base se sitúa sobre cuarcitas del Ordovícico. Sobre ellas se encuentran 57 m (tramo 1), de areniscas volcanoclásticas. A continuación existen 84 m (tramos del 2 al 15), formados por una alternancia

de areniscas y lutitas verdes volcanoclásticas. Tras estos niveles aparecen 62 m (tramos del 16 al 29), de lutitas negras y lutitas verdes volcanoclásticas, con algunas intercalaciones de niveles dolomíticos.

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------



Sobre ellas existen 60 m (tramos del 30 al 42), compuestos por una alternancia de lutitas y areniscas con algunos nódulos de carbonato en la parte inferior.

Seguidamente se observan 27 m (tramos del 43 al 45), formados por dolomías ferruginoso-silíceas, que en algunas ocasiones también pueden ser algo arenosas.

UNIDADES ESCALA (m)	Nº DE TRAMOS	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
---------------------	--------------	-----------	-------------

UNIDADES ESCALA (m)	Nº DE TRAMOS	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
---------------------	--------------	-----------	-------------

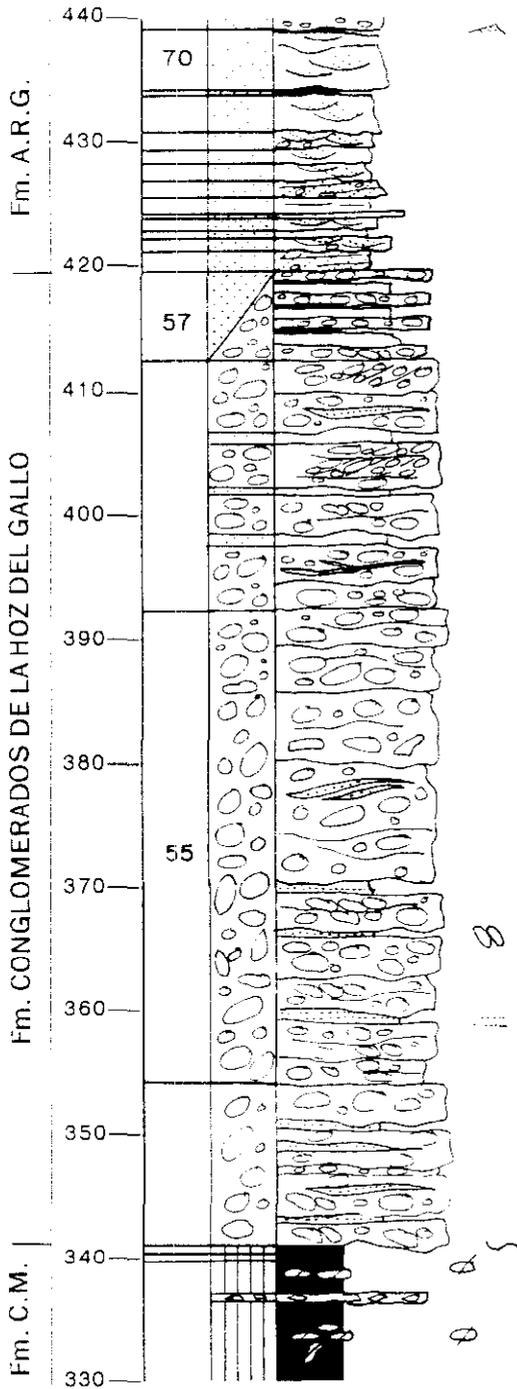


Fig. 27d. Columna Molina de Aragón

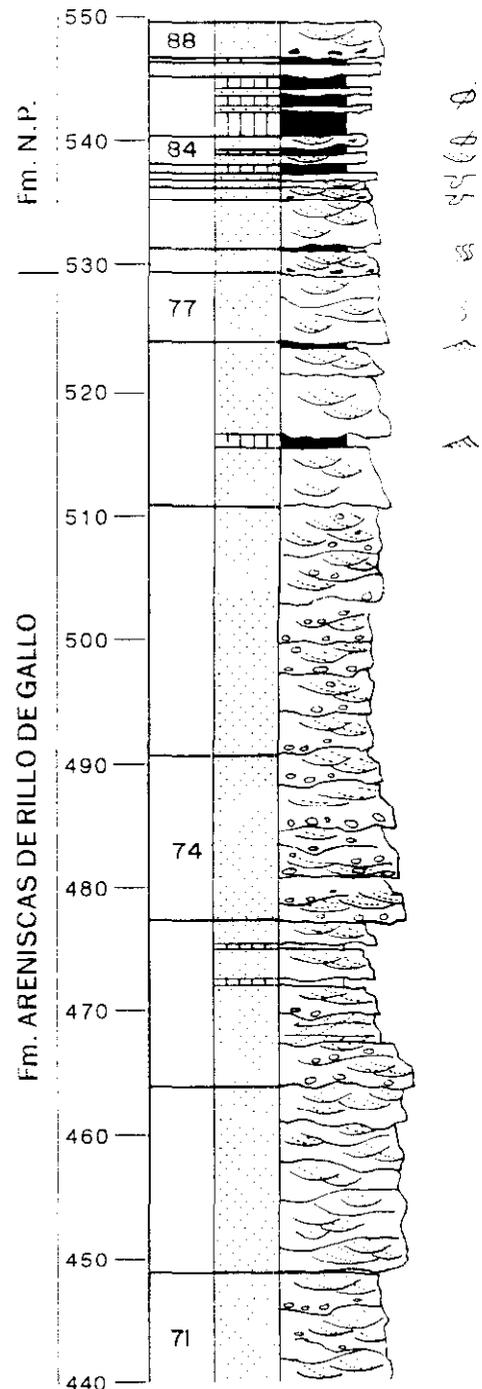


Fig. 27e. Columna Molina de Aragón

En discordancia con los niveles anteriores, se encuentran 27 (tramos del 46 al 50), de una alternancia de brechas de cantos de cuarcita, pizarra y esquistos y lutitas rojas. Sobre este intervalo hay 22 m

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

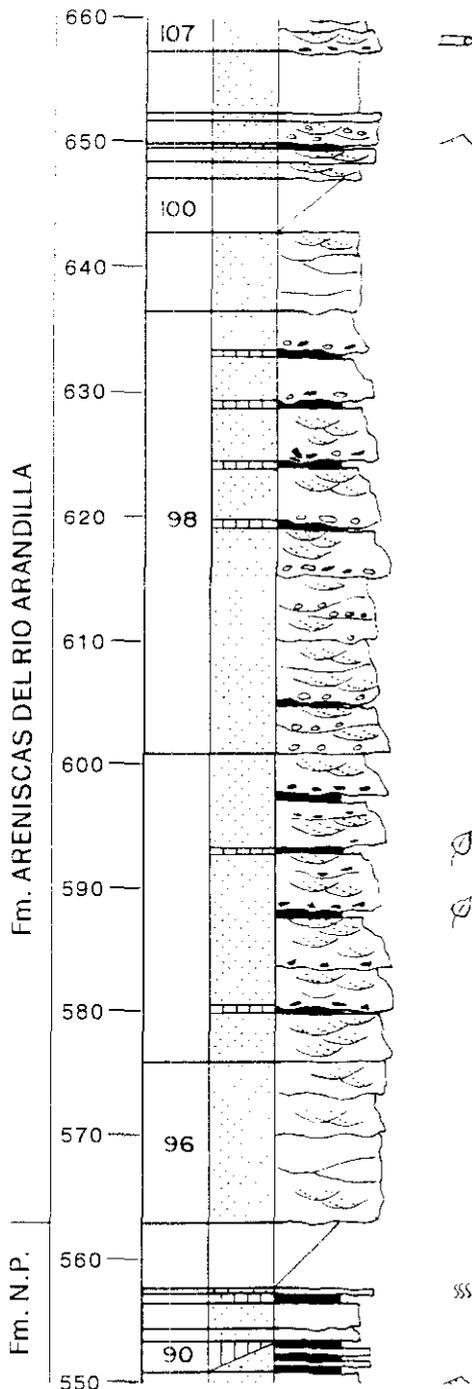


Fig. 27f. Columna Molina de Aragón

(tramos del 51 al 53), de lutitas rojas que presentan nódulos de carbonato dispepos.

Sobre ellas hay 79 m (tramos del 54 al 57),

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

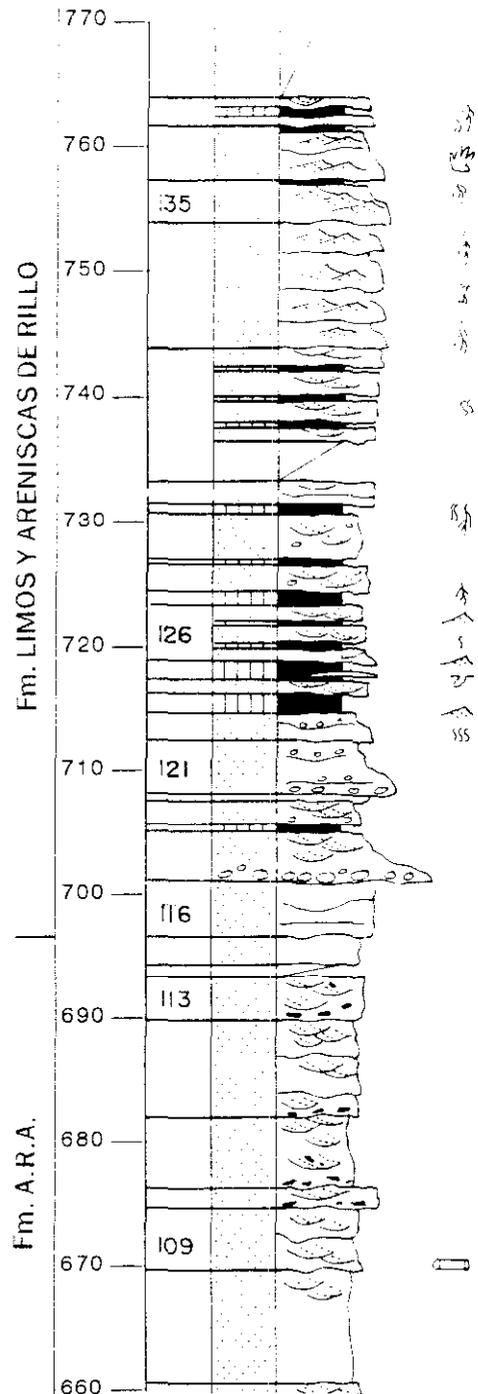


Fig. 27g. Columna Molina de Aragón

de conglomerados de cantos de cuarcita subredondados, que en el techo pueden presentar intercalados niveles de areniscas que no suelen alcanzar gran espesor.

UNIDADES   ESCALA (m)	Nº DE LITOLOGÍA (RAMO)	ESTRUCTURAS
-----------------------	------------------------	-------------

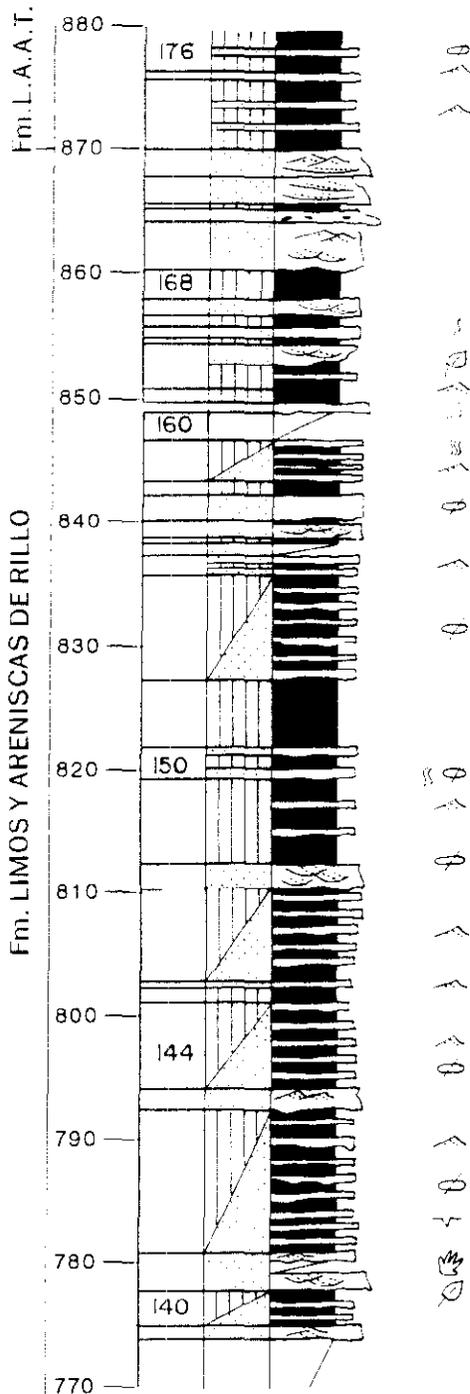


Fig. 27h. Columna Molina de Aragón

A continuación aparecen 110 m (tramos del 58 al 77), de areniscas de grano grueso a medio. En la parte media presentan cantos de cuarcita dispersos. En ocasiones tienen intercalaciones de pequeños

UNIDADES   ESCALA (m)	Nº DE LITOLOGÍA (RAMO)	ESTRUCTURAS
-----------------------	------------------------	-------------

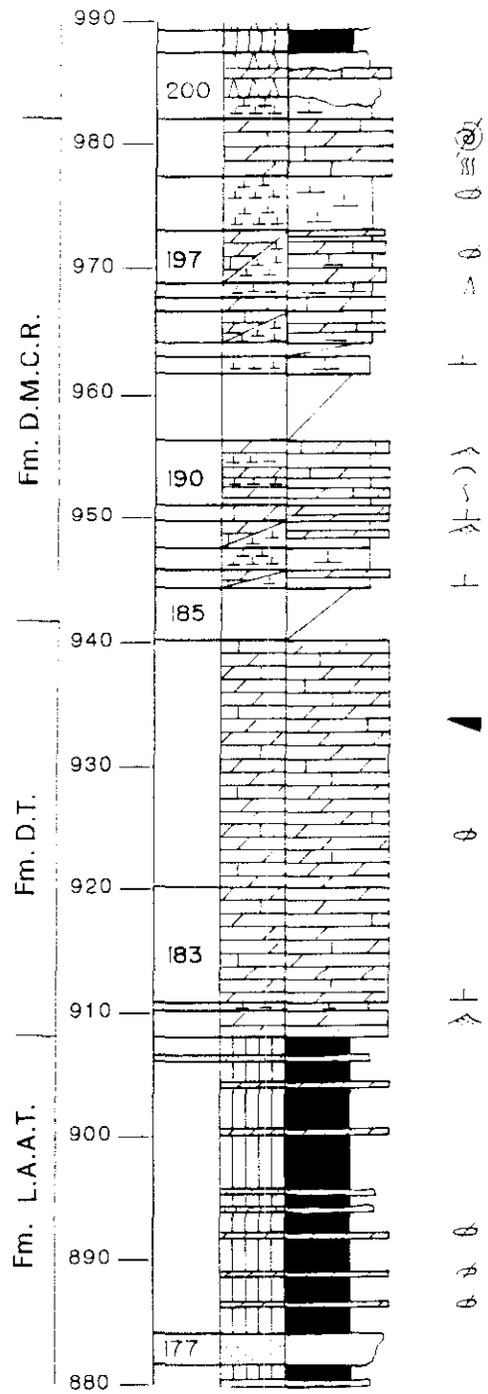


Fig. 27i. Columna Molina de Aragón

niveles de lutitas. Sobre ellas existen 34 m (tramos del 78 al 95), compuestos por una alternancia de areniscas rojas de grano medio y lutitas rojas, que en ocasiones presentan nódulos de carbonato dispersos.

Tras estos niveles hay 134 m (tramos del 96 al 115), compuestos por una alternancia de areniscas amarillas o rojas de grano grueso a fino con abundantes cantos blandos. Le suceden 65 m (tramos del 116

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE RAMOS	LITOLOGÍA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE RAMOS	LITOLOGÍA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

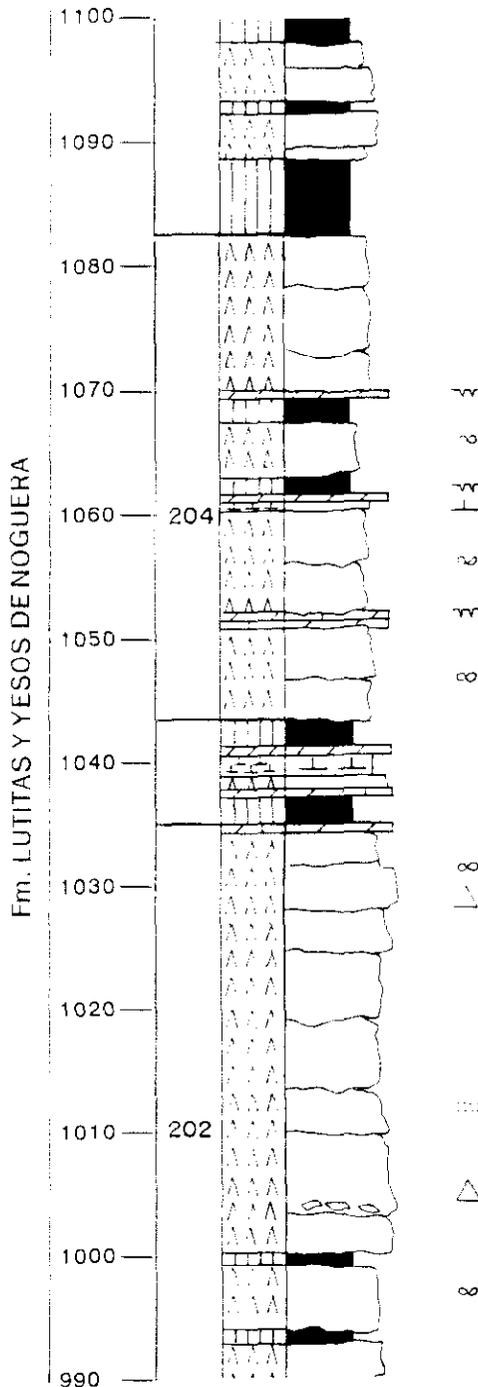


Fig. 27j. Columna Molina de Aragón

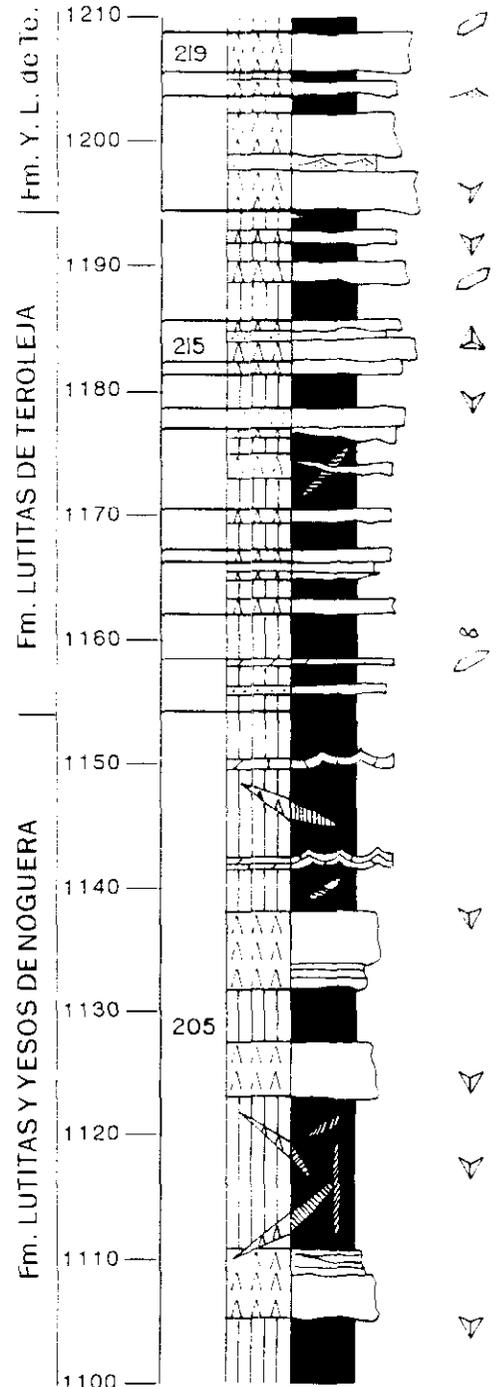


Fig. 27k. Columna Molina de Aragón

al 136), de areniscas rojas de grano grueso a medio, que en la parte inferior pueden presentar niveles de conglomerados y en la parte superior muestran intercalaciones de lutitas.

Continúa la serie con 108 m (tramos del 137 al 173), de una alternancia de lutitas rojas y areniscas rojas y verdes de grano fino. En la parte inferior y media los niveles de lutitas tienen mayor espesor. Mientras que en la parte superior los niveles de areniscas son más frecuentes y el tamaño de grano puede llegar a ser medio.

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE LITOLOGÍA (TRAMO)	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------------------	-------------

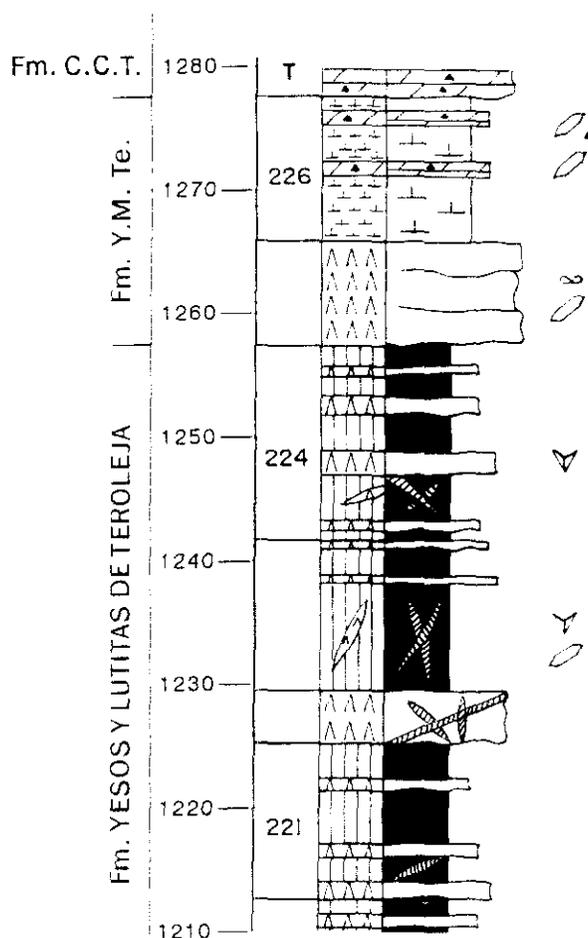


Fig. 271. Columna Molina de Aragón

Sobre este intervalo existen 38 m (tramos del 174 al 180), de lutitas rojas y verdes con intercalaciones de niveles de areniscas y dolomías de reducido

espesor.

Situados sobre ellas hay 34 m (tramos del 181 al 184), de dolomías grises cristalinas. A continuación se sitúan 42 m (tramos del 185 al 199), formados por una alternancia de dolomías cristalinas y margas verdes.

Ubicados seguidamente se encuentran 100 m (tramos del 200 al 204), de yeso gris y negro con algunos niveles intercalados de lutitas, margas y dolomías.

Sobre ellos se sitúan 94 m (tramos del 205 al 211), lutitas rojas y yeso rojo. Tras estos niveles existen 31 m (tramos del 212 al 219), compuestos de lutitas verdes, yeso negro y areniscas yesíferas blancas.

Por último, aparecen 68 m (tramos del 220 al 226), de lutitas rojas niveles de yeso blanco y rojo, que en la parte superior presenta intercalaciones de margas ocreas.

El techo está constituido por las dolomías brechoideas de la Fm. Dolomías de Cortes de Tajuña.

#### 2.3.8. Tabuena (fig. 28)

Esta columna se ha realizado a partir de los datos de las columnas BA y MT de Arribas (1984). Las coordenadas de las columnas empleadas, referidas al meridiano de Madrid según Arribas (1984), son:

BA:

Base: Long. 2° 08' 25" W Lat. 41° 40' 08" N

Techo: Long. 2° 07' 55" W Lat. 41° 42' 05" N

MT:

Base y Techo: Long. 2° 11' 50" W 41° 37' 35" N

La base está constituida por una serie carbonatado-detritica paleozoica. Sobre ella se sitúan 3 m (tramo 1), de conglomerados de cantos de cuarcita, pizarra y dolomías. A continuación existen 4 m (tramos del 2 al 9), de lutitas rojas con intercalaciones de areniscas de grano fino. Las lutitas presentan niveles de nódulos de carbonato. Las areniscas tienen poco espesor y son más frecuentes en el techo y en la base de este intervalo.

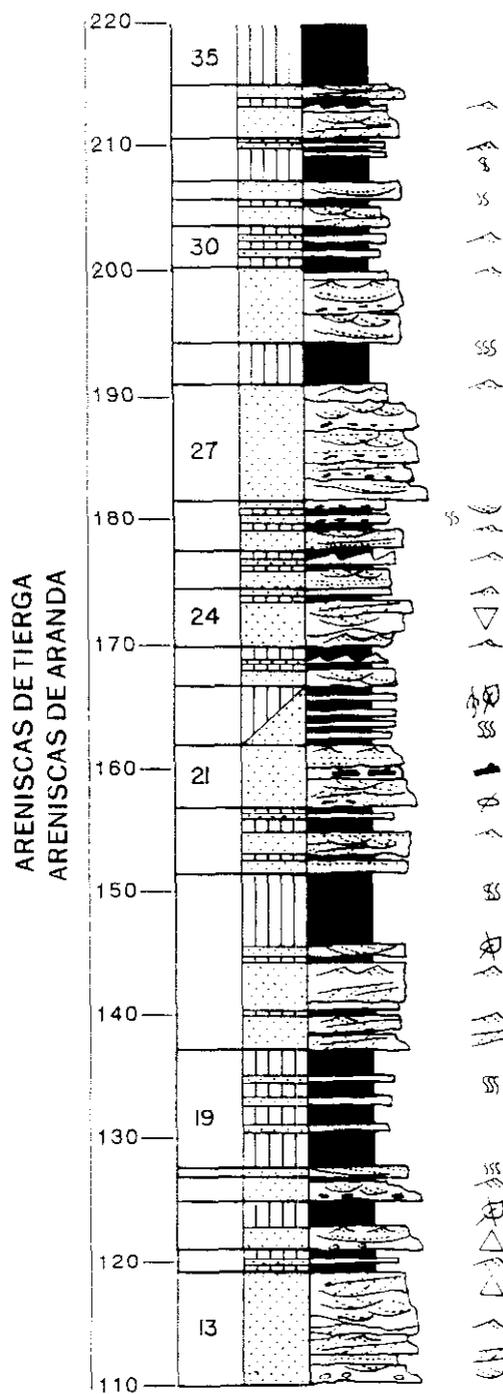
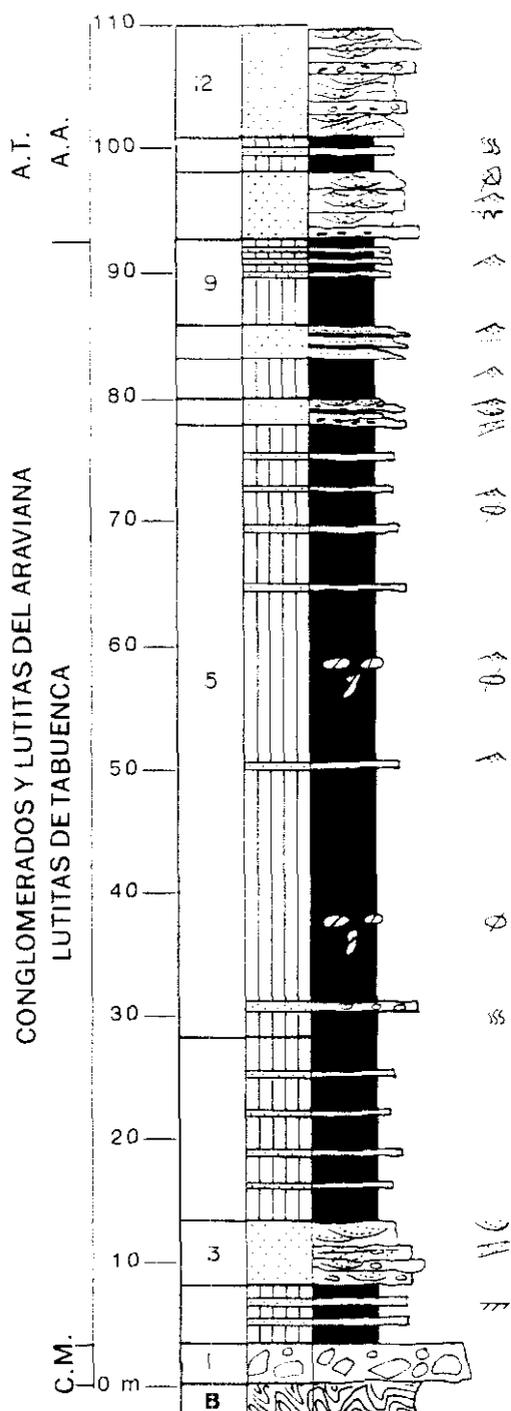
La serie continúa con 149 m (tramos del 10 al 44), formados por una alternancia de areniscas ocreas y rojas de grano grueso y fino y lutitas rojas. Las areniscas presentan cantos blandos y ocasionalmente cantos de cuarcita.

Le suceden 115 m (tramos del 45 al 62),  
compuestos por lutitas rojas con intercalaciones de

areniscas de grano fino y medio. Las areniscas suelen  
formar niveles de espesor menor de 1 m.

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------



Sobre estos niveles existen 55 m (tramos del 63 al 70), de lutitas rojas, amarillas y verdes. En la parte inferior existe un nivel de areniscas de 6 m de espesor y en la parte superior 9 de un tramo cubierto.

Las lutitas presentan intercalaciones de areniscas y dolomías de espesor muy reducido. A continuación hay 8 m (tramos 71 y 72), de dolomías grises ocre. Se suceden 24 m (tramos del 73 al 75),

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

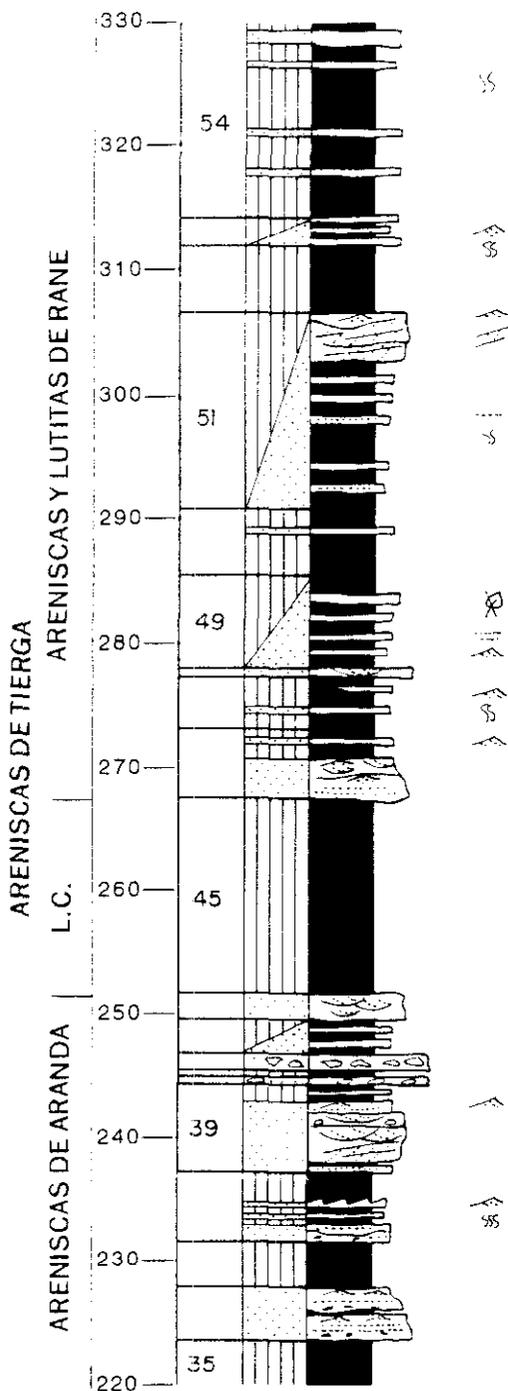


Fig. 28c. Columna Tabuena

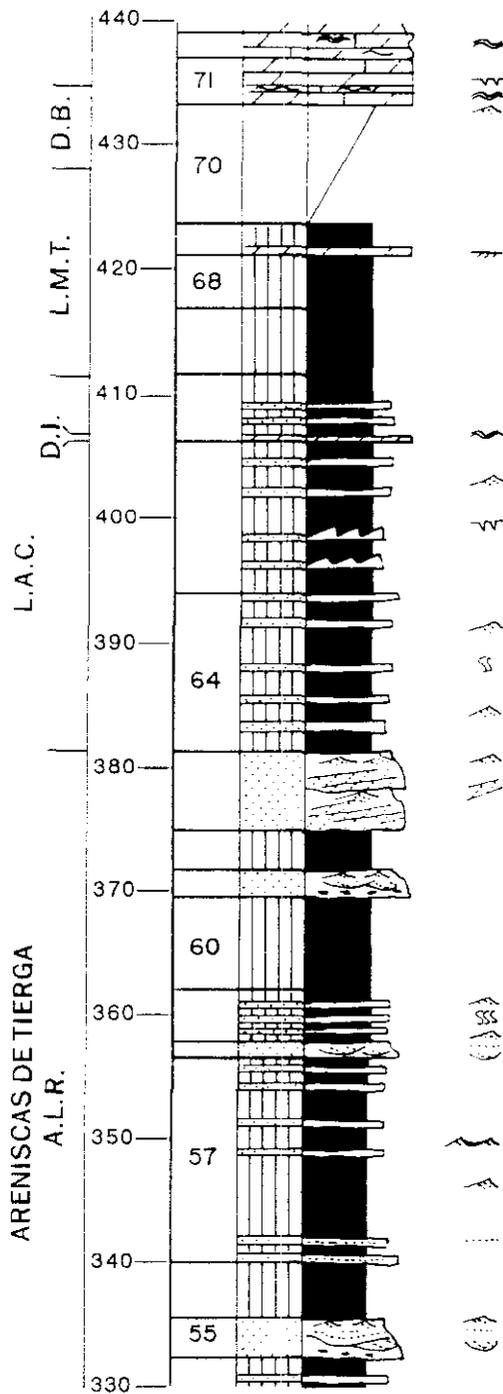


Fig. 28d. Columna Tabuena

de dolomías ocreas, margas y lutitas.

El techo lo constituyen lutitas moradas con intercalaciones de niveles margosos y ofitas.

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

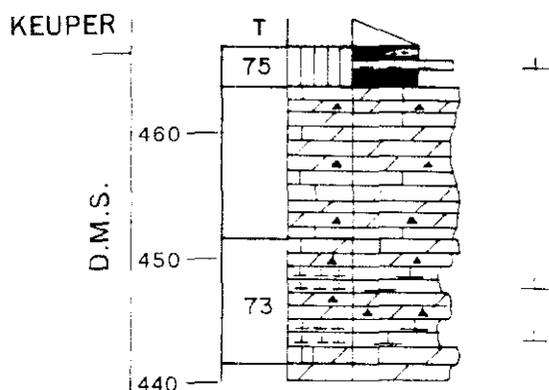


Fig. 28e. Columna Tabuena

### 2.3.9. Moncayo (fig. 29)

Esta columna igual que la anterior ha sido compuesta a partir de los datos de las columnas de Arribas (1984). En este caso las columnas empleadas han sido BN y MP. Las coordenadas de estas columnas, referidas al meridiano de Madrid, según Arribas (1984), son las siguientes:

BN:

Base: Long. 1° 55' 52" W Lat. 41° 45' 05" N

Techo: Long. 1° 56' 38" W Lat. 41° 45' 40" N

MP:

Base y techo: Long. 1° 54' 40" W Lat. 41° 41' 10" N

La base esta formada por metacuarcitas y pizarras grises en discordancia con los tramos supra-yacentes.

Sobre ella se sitúan 9 m (tramo 1), de conglomerados de cantos de metacuarcita y cuarzo. A continuación hay 50 m (tramos del 2 al 5), de una alternancia de areniscas de grano medio y fino con cantos de cuarcita dispersos y lutitas rojas. Las areniscas son más frecuentes en la parte inferior, mientras que las lutitas lo son en la superior.

Le siguen 58 m bastante cubiertos (tramos del

6 al 9), en ocasiones afloran niveles de areniscas de grano grueso con cantos de cuarcita dispersos.

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

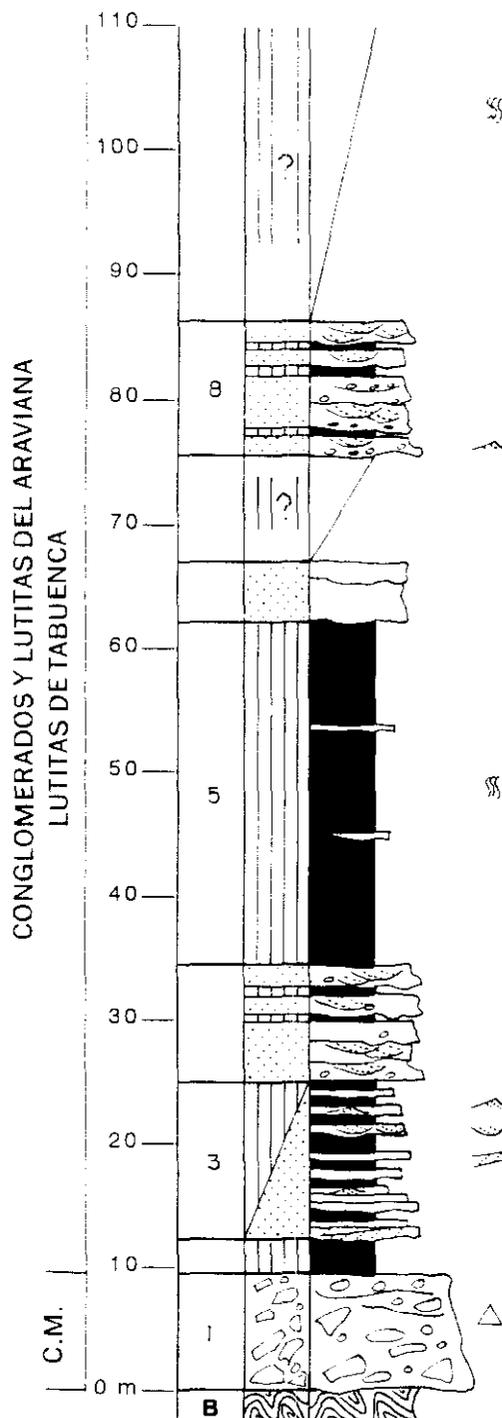


Fig. 29a. Columna Moncayo (Arribas, 1984)

Sobre ellos se encuentran 95 m (tramos del 10 al 21), compuestos por una alternancia irregular de niveles de lutitas rojas y areniscas ocreas de grano medio.

A continuación hay 53 m (tramos del 22 al 24), de lutitas grises con intercalaciones de areniscas de grano fino. Sobre estos niveles hay 129 m (tramos del 25 al 48), compuestos por una alternancia de

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMOS	LITOLOGÍA	ESTRUCTURAS
----------	------------	--------------	-----------	-------------

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMOS	LITOLOGÍA	ESTRUCTURAS
----------	------------	--------------	-----------	-------------

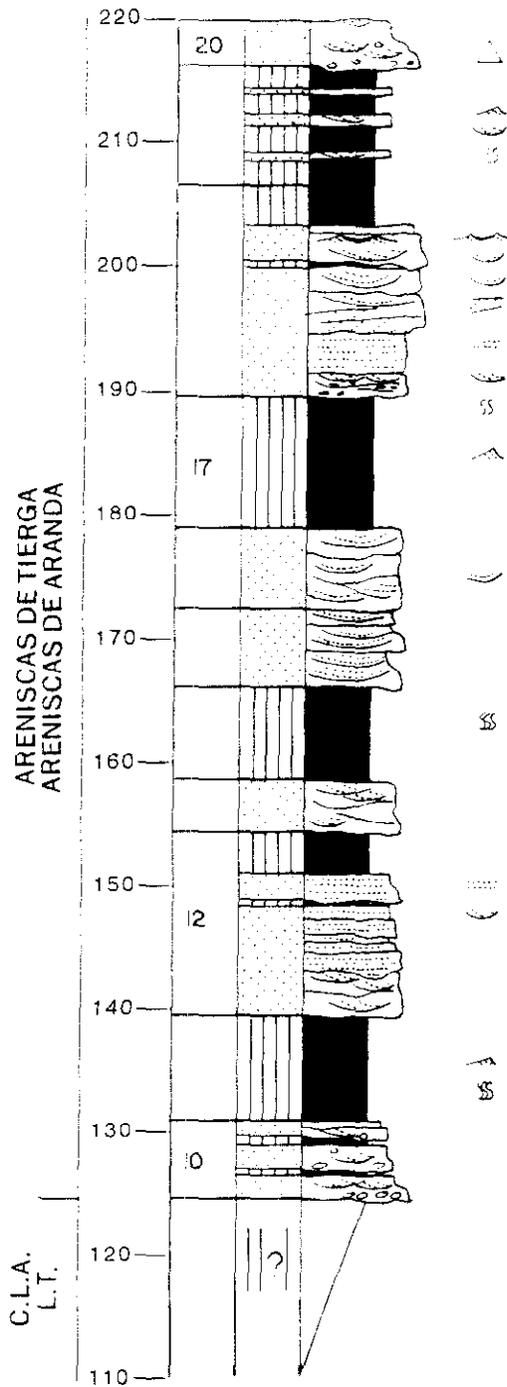


Fig. 29b. Columna Moncayo

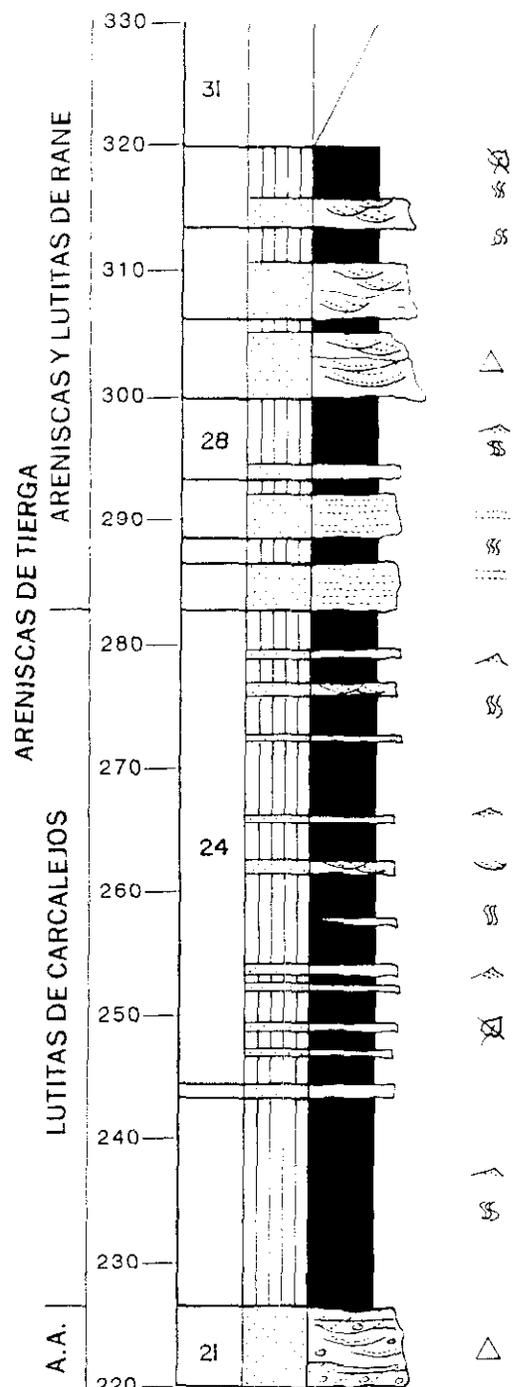


Fig. 29c. Columna Moncayo

areniscas ocre con tamaño de grano variable entre grueso y fino y lutitas de colores grises y rojos caracterizadas por presentar frecuentemente abundante bioturbación.

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

Tras un intervalo de 100 m (tramo 49), de materiales cubiertos, que probablemente son lutitas con algunas intercalaciones de areniscas, aparecen 17 m (tramo 50), de dolomías grises recrystalizadas.

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

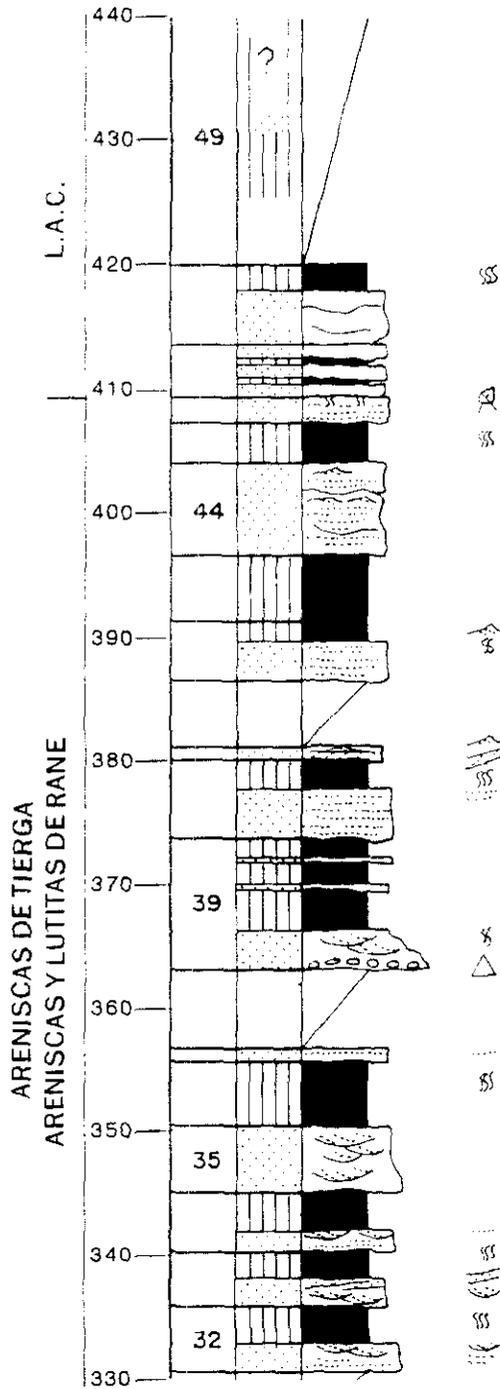


Fig. 29d. Columna Moncayo

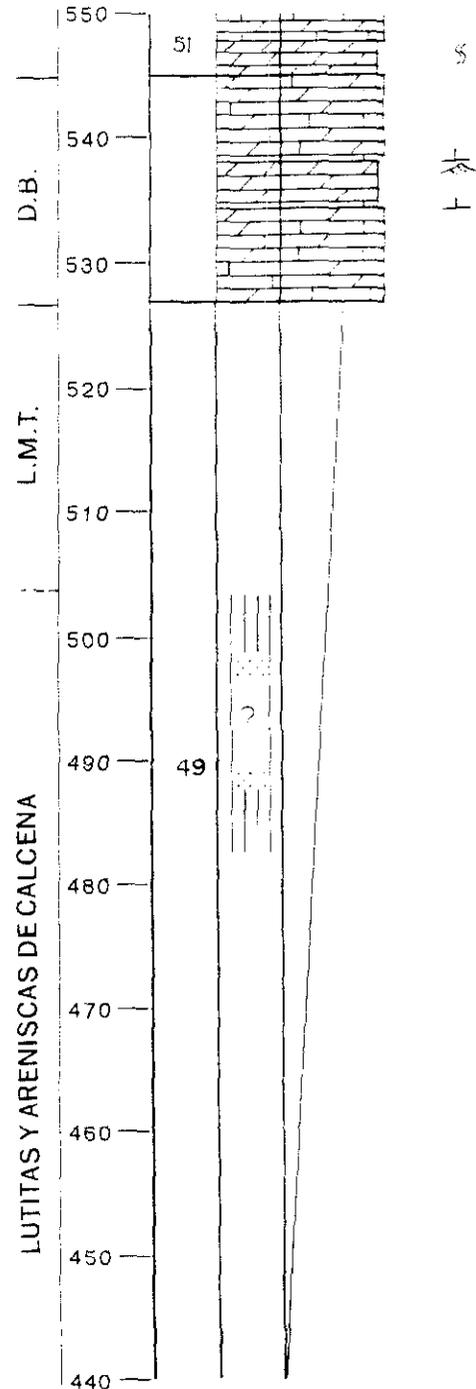


Fig. 29e. Columna Moncayo

La serie continúa con 24 m (tramos 51 y 52), formados por una alternancia de dolomías grises y amarillas y margas dolomíticas amarillas.

El techo está formado por lutitas versicolores.

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

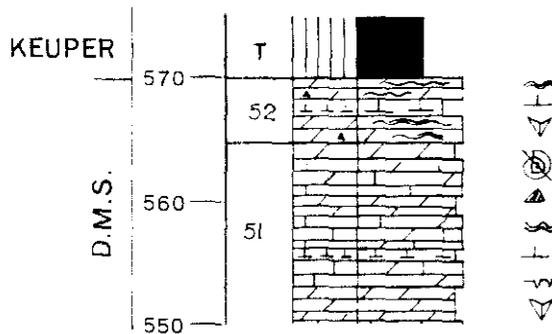


Fig. 29f. Columna Moncayo

### 2.3.10. Mansilla (fig. 30)

Esta columna ha sido elaborada a partir de los datos aportados por las columnas realizadas por Hernando y Rincón (1987), en los alrededores del embalse de Mansilla (La Rioja). Las coordenadas de estas columnas son:

Columna nº 3:

Base y techo: Long. 2º 52' 30"W Lat. 42º 09' 33" N

Columna nº 2:

Base y techo: Long. 2º 55' 43"W Lat. 42º 08' 15" N

Columna nº 1:

Base y techo: Long. 2º 57' 05"W Lat. 42º 09' 13" N

Así, la columna empleada en esta Tesis es un síntesis de las realizadas por estos autores.

La base está formada formada por materiales cámbricos. Sobre ellos se sitúan 4 m (tramo 1), de conglomerados de cantos de cuarcita y esquistos.

A continuación 50 m (tramos del 2 al 19), formados por una alternancia de areniscas de grano fino y lutitas rojas bioturbadas y con huellas de raíces.

Le siguen 31 m (tramos del 20 al 26), de areniscas de grano medio a grueso, con algunos

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

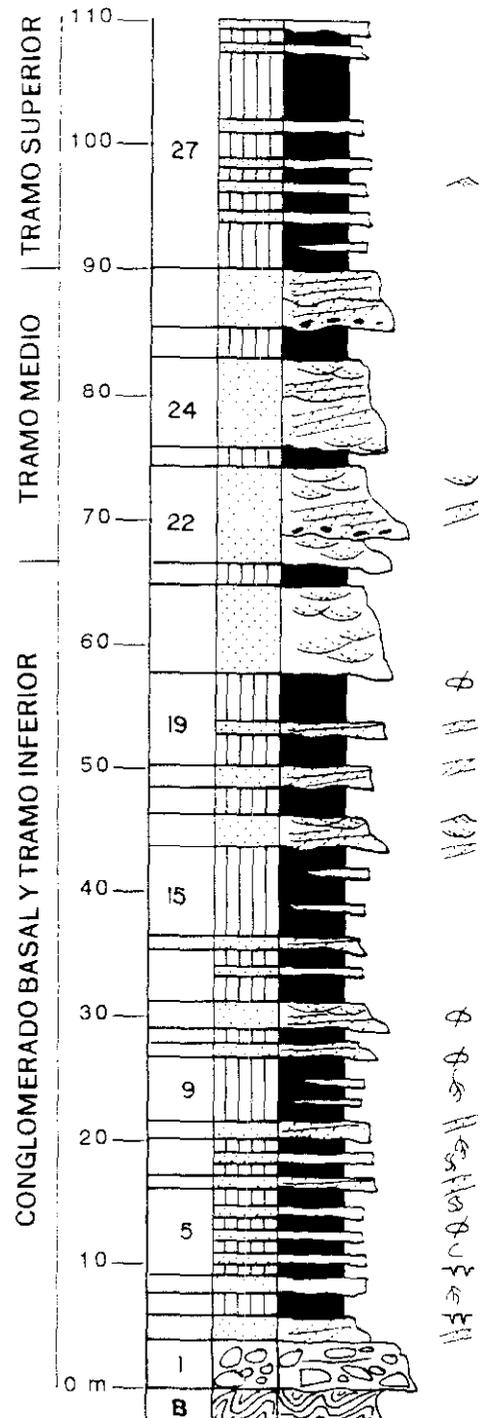


Fig. 30a. Columna Mansilla (Hernando y Rincón, 1987)

UNIDADES	ESCALA (m)	Nº DE TRAMO	LITOLOGIA	ESTRUCTURAS
----------	------------	-------------	-----------	-------------

cristales de halita.

El techo de esta columna está constituido por la Fm. Carniolas de Cortes de Tajuña.

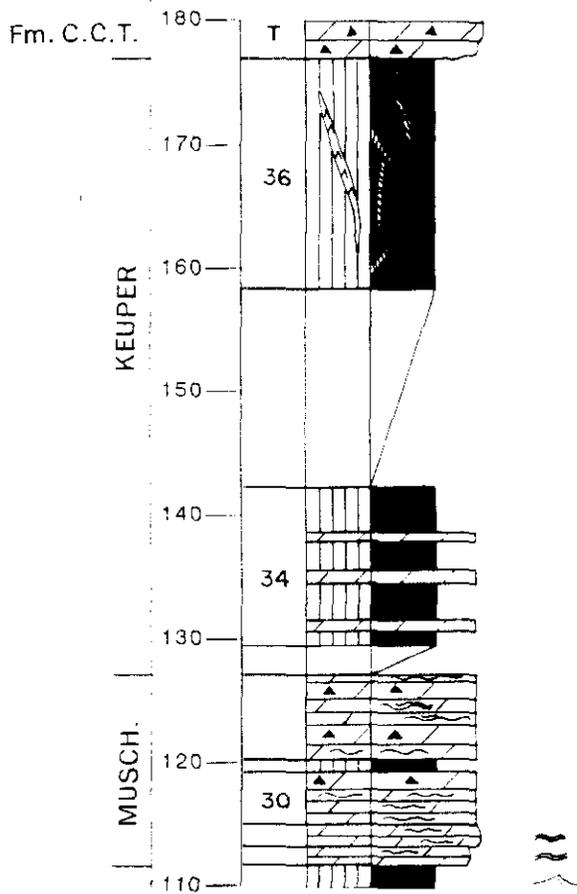


Fig. 30b. Columna Mansilla

niveles de lutitas intercalados. Sobre ellos se encuentran 21 m (tramo 27), de lutitas de color rojos que presentan intercalados niveles de areniscas de poco espesor.

A continuación aparecen 7 m (tramos del 28 al 30) formados por dolomías con laminación de algas. Sigue la serie con 14 m (tramos del 31 al 33), compuestos por una alternancia de dolomías y lutitas, que en ocasiones son negras. Las dolomías pueden estar brechificadas.

Tras un intervalo de 12 m (tramo 34), formados por una alternancia irregular de lutitas y dolomías, aparecen 15 m (tramo 35), bastante cubietos. Sobre estos niveles existen 17 m (tramo 36), compuestos por *lutitas* versicolores con algunas intercalaciones de niveles de yeso. Las lutitas presentan pseudomorfos de

## 2.4. CARACTERIZACION DE LAS UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS

En este apartado, se incluye una descripción detallada de las unidades litoestratigráficas establecidas, según los diferentes sectores en los que se ha dividido el área estudiada: norte, centro y sur (fig. 31 y Tabla I). Las divisiones establecidas responden al tipo de Trías existente en las diferentes áreas.

En el denominado sector norte el Triásico es fundamentalmente de tipo Mediterráneo (Virgili et al., 1977; Sopena et al., 1983), caracterizado por la existencia de dos barras carbonatadas separadas por una unidad intermedia terrígeno-evaporítica. En este sector se aprecia un cambio desde un Trías de tipo Mediterráneo a un Trías de tipo Ibérico en dirección NW.

El sector centro muestra un Triásico de tipo Ibérico (Virgili et al., 1977; Sopena et al., 1983), caracterizado por la presencia de una única barra carbonatada en facies Muschelkalk. También se observa en este sector un cambio en dirección NW pasando de un Trías Ibérico a un Trías Hespérico que no presenta materiales carbonatados en facies Muschelkalk.

El sector sur presenta un Triásico de espesor reducido típico de las zonas de borde de cuenca. Las unidades empleadas pueden estar presentes en los tres sectores o tan sólo en alguno de ellos. La descripción de las unidades se realiza en el primer sector donde aparecen, haciéndose referencia a las peculiaridades que presentan en los otros sectores donde se encuentran.

SECTOR NORTE	SECTOR CENTRO	SECTOR SUR
<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Keuper indiferenciado"</li> <li>- <b>Fm. dolomías, margas y calizas de Royuela</b> (Pérez-Arlucea y Sopena, 1985)</li> <li>- <b>Fm. dolomías de Tramacastilla</b> (Pérez-Arlucea y Sopena, 1985)</li> <li>- <b>Fm. lutitas y yesos de Tramacastilla</b> (Pérez-Arlucea y Sopena, 1985)</li> <li>- <b>Fm. dolomías y margas de Albarracín</b> (Pérez-Arlucea y Sopena, 1985)</li> <li>- "Complejo lutítico carbonatado evaporítico superior" (Marzo, 1980)</li> <li>- "Areniscas de Tierga" (Arribas, 1984)</li> <li>- "Conglomerados y lutitas del Araviana" (Arribas, 1984)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>K5?</b></li> <li>- <b>K4?</b></li> <li>- <b>K1?</b></li> <li>- Fm. dolomías, margas y calizas de Royuela</li> <li>- Fm. dolomías de Tramacastilla</li> <li>- <b>Fm. limos y areniscas abigarrados de Torete</b> (Ramos, 1979)</li> <li>- <b>Fm. limos y areniscas de Rillo</b> (Ramos, 1979)</li> <li>- <b>Fm. areniscas del río Arandilla</b> (Ramos, 1979)</li> <li>- <b>Fm. nivel de Prados</b> (Ramos, 1979)</li> <li>- <b>Fm. areniscas de Rillo de Gallo</b> (Ramos, 1979)</li> <li>- <b>Fm. conglomerados de la Hoz del Gallo</b> (Ramos, 1979)</li> <li>- "Pérmico indiferenciado"</li> <li>- <b>Fm. capas de la Ermita</b> (Sacher, 1966)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- K4?</li> <li>- K1?</li> <li>- Fm. dolomías, margas y calizas de Royuela</li> <li>- <b>Fm. dolomías de Tramacastilla</b></li> <li>- Fm. limos y areniscas de Rillo</li> <li>- "Buntsandstein indiferenciado"</li> </ul>

Tabla I. Unidades litoestratigráficas empleadas en los tres sectores estudiados. En negrilla se encuentran las unidades descritas en cada sector.

Se han podido diferenciar veinte unidades, de las cuales dos se establecen para el Pérmico y dieciocho para los materiales del Triásico. La mayor parte de estas unidades habían sido propuestas anteriormente por otros autores y se respeta por tanto la nomenclatura original, mientras que otras se emplean por primera vez en este trabajo. Se ha tratado de introducir el menor número de nuevas unidades posible, con objeto de aumentar la confusión provocada por el gran número de unidades existentes sobre todo para el Triásico.

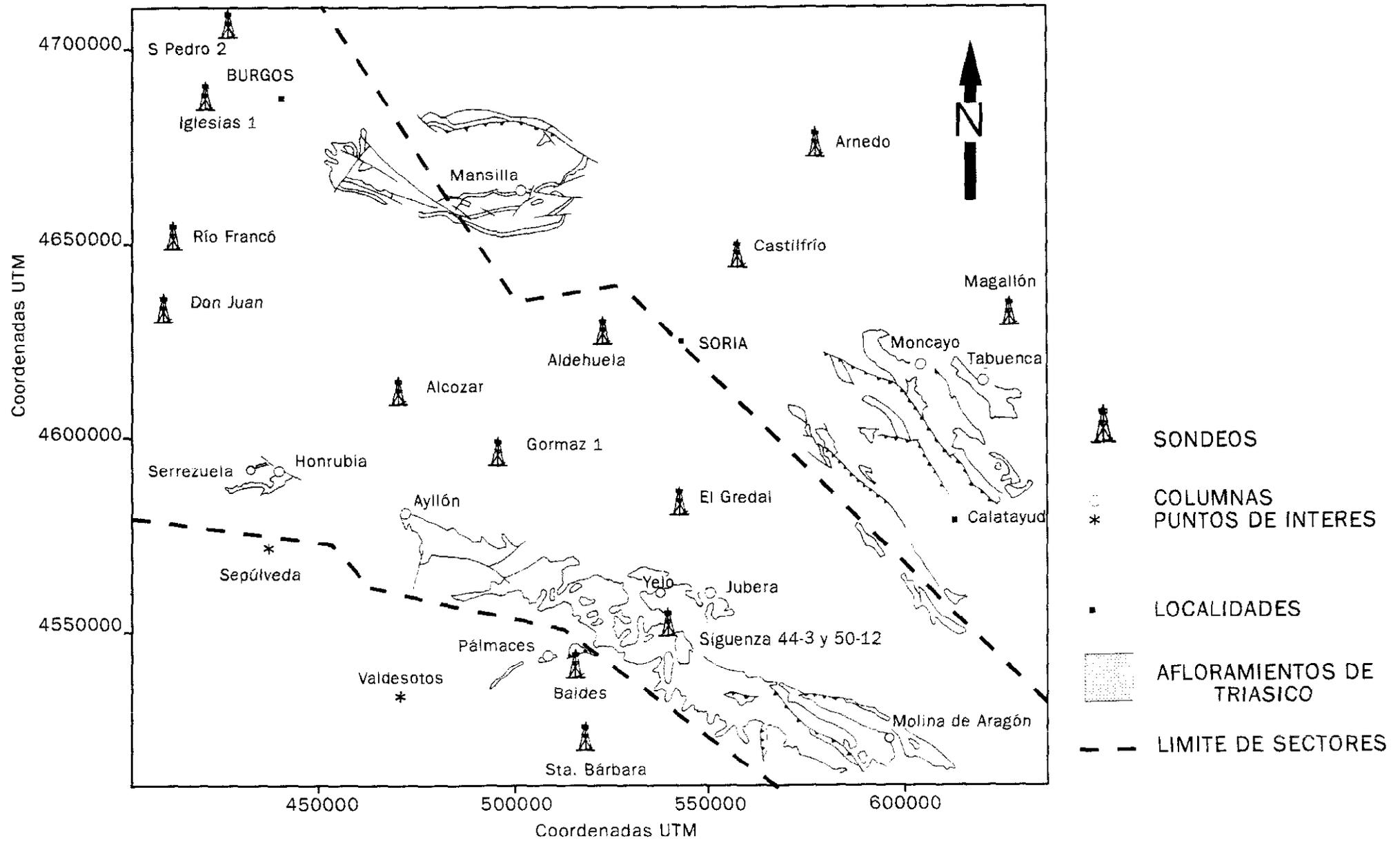


Fig. 31. Localización de columnas estratigráficas y sondeos en los sectores establecidos

Según la recomendación del "North American Stratigraphic Code" (NASC, 1983), se deben definir las unidades litoestratigráficas del subsuelo en función de criterios litológicos y no basadas exclusivamente en la morfología de las diagráfias. Esta indicación está justificada por varias razones. Una de ellas es que dentro de una misma unidad litoestratigráfica, pueden existir variaciones de litología, estructuras, etc., que provocan cambios en la morfología de los registros en los diferentes sondeos. Otra causa es que la misma morfología en las diagráfias de sondeos distintos puede no responder siempre a una semejanza litológica. Por todo ello, se ha considerado conveniente seguir esta recomendación para establecer las unidades litoestratigráficas.

A continuación se exponen las principales características de estas unidades y se detallan los criterios que han permitido su identificación.

#### 2.4.1. Sector norte

Se han incluido en este sector los sondeos Castilfrío, Arnedo y Magallón (fig. 31). Las columnas de superficie han sido compuestas a partir de datos de la bibliografía, e incluyen las series del Moncayo y Tabuena de Arribas (1984), para las facies Buntsandstein y Muschelkalk y la serie de Mansilla de Hernando y Rincón (1987), para todo el Triásico (figs. 31 y 32).

En este sector se han distinguido un total de 8 unidades (Tabla I). De las cuales dos están en facies Buntsandstein, una en facies Röt, cuatro en facies Muschelkalk y una en facies Keuper.

Los materiales pérmicos más antiguos citados en áreas cercanas corresponden al Autuniense de la región de Reznos, provincia de Soria (De la Peña et al., 1977). Sin embargo, existe controversia sobre la posible existencia o no de materiales pérmicos en facies Saxoniense. Arribas (1985), en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, describe una unidad basal denominada "Conglomerados y lutitas del Araviana" que por sus características litológicas y petrológicas correlaciona con las facies rojas de tipo Saxoniense, descritas en la Rama Castellana por Sopeña et al. (1977) y Ramos (1979). Por el contrario, Tallos (1984), también en la Rama Aragonesa, considera los materiales de esta unidad basal como Triásico. En 1991, Rey y Ramos realizan un estudio en la región de Reznos, donde identifican materiales de edad Autuniense y sobre ellos la unidad "Conglomerados y lutitas del Araviana" de Arribas (1984). Incluyen esta unidad dentro de los materiales pérmicos, pero considerando la posibilidad de que su edad fuese Triásico inferior o incluso Triásico medio.

En este trabajo no se aportan datos nuevos que ayuden a aclarar este problema, ya que no se han encontrado criterios cronoestratigráficos, y por tanto no se entrará en la discusión sobre la edad de estos materiales.

Los materiales estudiados se apoyan sobre el zócalo paleozoico hasta el cual se perforó en todos los sondeos considerados en este sector. El techo de la serie está constituido por la Fm. dolomías tableadas de Imón. El espesor del Triásico varía de 127 m en la serie de Mansilla a 540 m en el sondeo Castilfrío (fig. 32), aunque probablemente la serie del Moncayo presente mayor espesor, ya que la medida de la cual se dispone no considera los materiales en facies Keuper por la escasa calidad de afloramiento.

#### "Conglomerados y lutitas del Araviana"

##### a.- Descripción

EL nombre de esta unidad ha sido tomado de Arribas (1984, pág. 46), quién estableció esta unidad en la zona norte de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica.

La unidad está compuesta de lutitas rojas en un porcentaje del 45%. Un porcentaje del 17% corresponde a conglomerados de cantos de cuarzo y cuarcita y el 38% restante está representado por areniscas rojas (fig. 33).

##### b.- Características

Esta unidad está formada principalmente por lutitas rojas que pueden incluir niveles de areniscas de poco

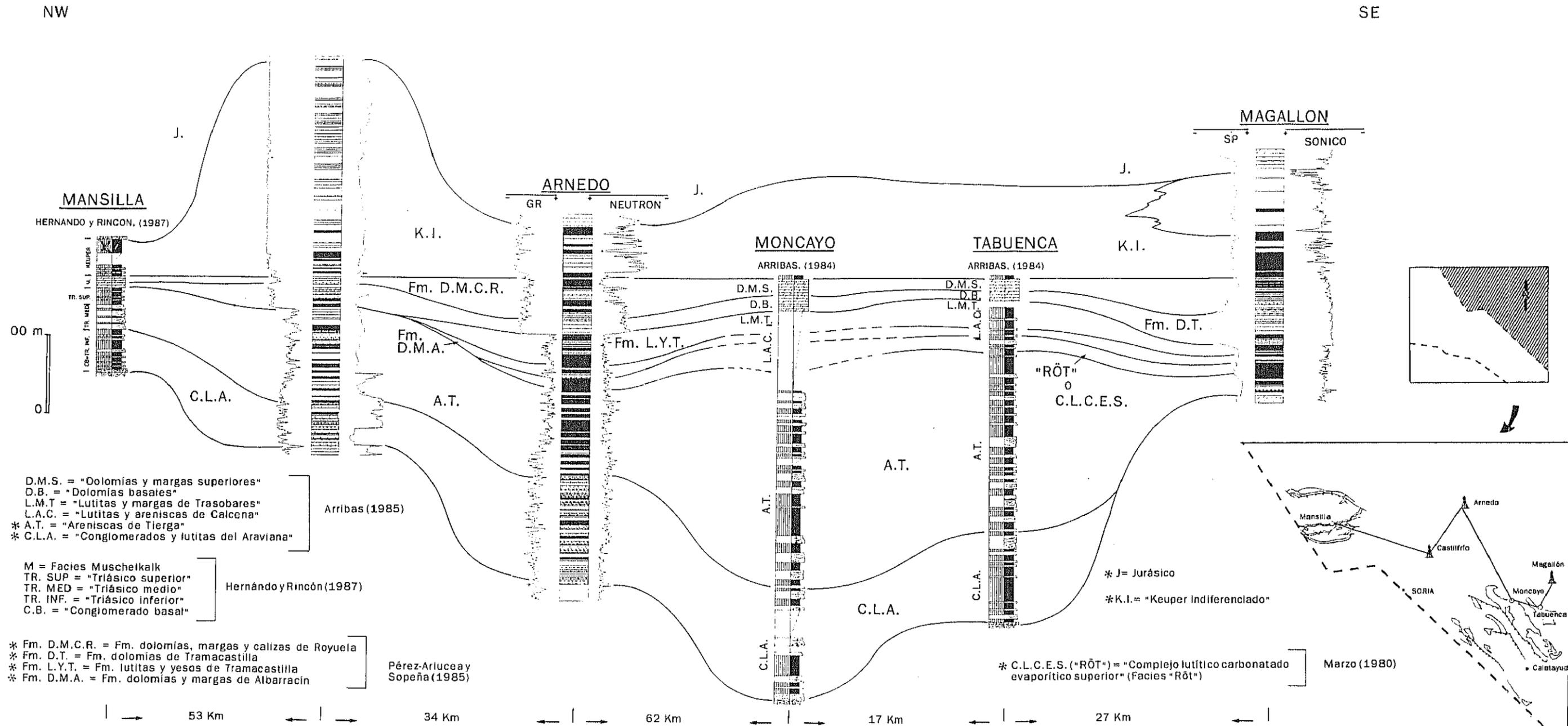


Fig. 32. Gráfico de correlación de las columnas y sondeos analizados en el sector norte

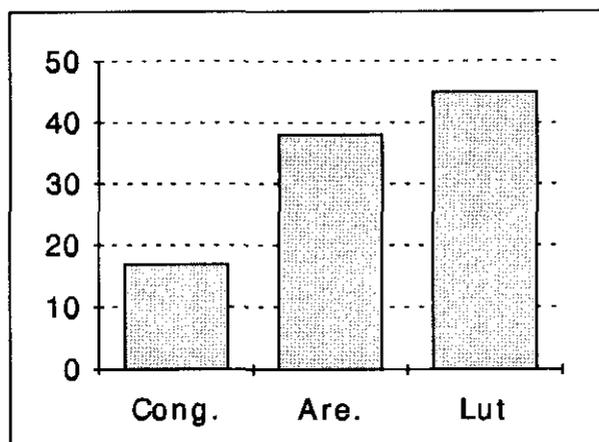


Fig. 33. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la unidad "Conglomerados y lutitas del Araviana". En los gráficos de porcentajes litológicos la nomenclatura empleada corresponde: Cong. = Conglomerados; Are. = Areniscas; Lut. = Lutitas; Dol. = Dolomías; Mar. = Margas; Car. = Carbonatos; Cub. = Cubierto; Anh. = Anhidrita; Ys. = Yeso; Hal. = Halita.

espesor. Las lutitas alternan con conglomerados rojos de cantos de cuarzo y cuarcita muy abundantes en la base de la unidad. Las areniscas pueden aparecer también como niveles de mayor espesor alternando con las lutitas, siendo este caso más frecuente en el techo.

En diagráfias presenta valores de GR medios. El neutrón tiene valores medios altos y la resistividad muestra un registro irregular, en general con valores altos.

c.- Espesor

Presenta un espesor máximo de 145 m en el sondeo Arnedo y un mínimo de 0 m en el sondeo Magallón.

d.- Límites

El límite inferior es muy neto. Se observa claramente al encontrarse esta unidad siempre discordante sobre materiales paleozoicos, como puede observarse en superficie (Lámina IA).

El límite superior se encuentra en el contacto con las areniscas y lutitas de la unidad "Areniscas de Tierga".

e.- Extensión y equivalencias

Esta unidad se encuentra en todo el sector norte, con excepción del sondeo Magallón (fig. 32).

Por su posición estratigráfica y sus características litológicas esta unidad es equivalente a la unidad que comprende las electrofacies B1 de Jurado (1988), establecidas en la Cuenca del Ebro, y a las divisiones de Hernando y Rincón (1987), denominadas "Conglomerado basal" y "Triásico inferior" descritas en la Sierra de la Demanda.

"Areniscas de Tierga"

a.- Descripción

El nombre empleado para esta unidad se toma de Arribas (1984, pág. 49), quién la definió en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica.

Alternancia de areniscas rojas y lutitas. Las lutitas representan el 64% y las areniscas el 56% (fig. 34).



Lámina I A.- Discordancia entre los materiales paleozoicos ( # ), y la unidad "Conglomerados y lutitas del Araviana" ( \* ), en la localidad de Aranda del Moncayo (Zaragoza).



Lámina I B.- Contacto entre la unidad "Complejo lutítico carbonatado evaporítico superior" (Röt), ( # ), y la Fm. dolomías y margas de Albarracín (M1), ( \* ), en la carretera que une las localidades de El Frasno e Illueca (Zaragoza).

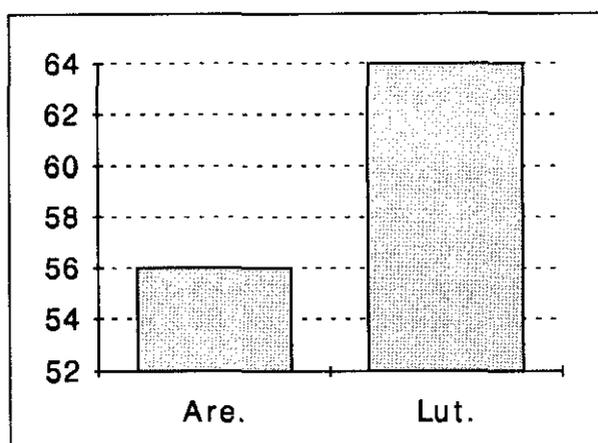


Fig. 34. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la unidad "Areniscas de Tierga".

#### b.- Características

Esta unidad se compone de una alternancia irregular de areniscas y lutitas.

Las lutitas pueden presentar intercalaciones de areniscas de grano fino y poco espesor. En ocasiones presentan enriquecimientos en carbonatos, que como sucede en superficie pueden tener origen edáfico. Las areniscas forman secuencias granodecrecientes que presentan base erosiva con cantos blandos y de cuarcita y niveles de lutitas en el techo. En ocasiones estas areniscas pueden incluir cantos de cuarcita dispersos.

En general, se observa una tendencia al aumento del porcentaje de lutitas hacia la parte superior de la unidad.

En diagrafas, esta unidad presenta una imagen compleja e irregular. En el GR se observa un aumento de los valores en el techo (fig. 32, sondeos Arnedo y Castilfrío). El neutrón presenta en general valores altos, sobre todo en la parte inferior y superior, con valores más bajos en la parte media. La resistividad tiene valores más altos en la parte media y más bajos en la parte superior e inferior.

#### c.- Espesor

La unidad muestra un espesor máximo de 357 m en la columna del Moncayo y un espesor mínimo de 26 m en el sondeo Magallón (fig. 32).

#### d.- Límites

El límite inferior viene señalado por un descenso del GR y un aumento del neutrón. La resistividad muestra un descenso en sus valores. Este límite en ocasiones es discordante, puesto que la unidad "Areniscas de Tierga" se apoya en ocasiones sobre la unidad "Conglomerados y lutitas del Araviana" (fig. 32, columna Arnedo), mientras que otras veces se apoya directamente sobre el basamento (fig. 32, sondeo Magallón).

El límite superior es bastante neto. Se observa un aumento señalado del valor de GR, el neutrón desciende aunque de forma menos acusada y la resistividad muestra un descenso seguida de un rápido aumento.

#### e.- Extensión y equivalencias

La unidad se extiende por todo el sector norte, con importantes variaciones de espesor. Se observa una disminución de espesor hacia el N y hacia el S, presentando el mayor espesor en la parte central. También se aprecia un aumento de espesor en la zona occidental en relación con la oriental (fig. 32). Las lutitas presentan un mayor porcentaje en el área oriental.

Es equivalente a las divisiones "Triásico medio" y "Triásico superior" de Hernando y Rincón (1987), en la

Sierra de la Demanda. También sería equivalente a la unidad que comprende las electrofacies B3 de Jurado (1988), para la Cuenca del Ebro. La parte superior de esta unidad, puede ser equivalente a la Fm. limos y areniscas de Rillo (Ramos, 1979), del área de Molina de Aragón.

"Complejo lutítico carbonatado evaporítico superior" (Röt)

a.- Descripción

El nombre de esta unidad se ha tomado de Marzo (1980, pág. 266), quién la estableció en los Catalánides.

La litología dominante son las lutitas versicolores en un porcentaje del 66%. Existen areniscas en un porcentaje del 30%. Como litología subordinada existen margas en un porcentaje del 4% (fig. 35).

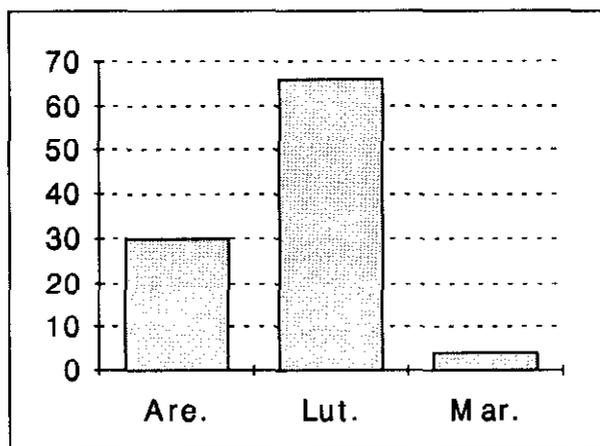


Fig. 35. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la unidad "Complejo lutítico carbonatado evaporítico superior".

b.- Características

Se trata de una unidad fundamentalmente lutítica (Lámina IB), con intercalaciones de areniscas de grano fino que en ocasiones, están cementadas por yeso. También existen niveles de margas grises, más abundantes en la parte superior.

En diagráfias es una unidad relativamente homogénea, con valores altos de GR y neutrón y valores decrecientes de resistividad. En esta última curva, se observan algunos picos de valores más altos que corresponden a los niveles de areniscas.

c.- Espesor

La unidad tiene un espesor mínimo de 0 m en el área noroccidental y un espesor máximo de 19 m en el sondeo Arnedo (fig. 32).

d.- Límites

El límite inferior viene marcado por un incremento del GR y un descenso del neutrón. La resistividad muestra un aumento en sus valores.

El límite superior es muy neto. Supone un descenso del GR y del neutrón y un aumento de la resistividad.

e.- Extensión y equivalencias

En general, es una unidad con poco espesor apreciándose una disminución en sentido N y NE. No existe en el área occidental.

Equivale a la parte inferior de la unidad "Lutitas y areniscas de Cálcena" establecida por Arribas (1984), en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. También es equivalente a las facies "Röt" de Jurado (1988), para el subsuelo de la Cuenca del Ebro.

#### Fm. dolomías y margas de Albarracín

##### a.- Descripción

Se toma el nombre de Pérez-Arlucea y Sopeña (1985, pág. 214), quienes describen esta unidad en el sector central de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica.

La unidad está compuesta por una alternancia de lutitas rojas y verdes y dolomías ocre y grises. Las lutitas son el 49% de la unidad y las dolomías constituyen el 47%. Las areniscas aparecen como litología subordinada en un porcentaje del 4% (fig. 36).

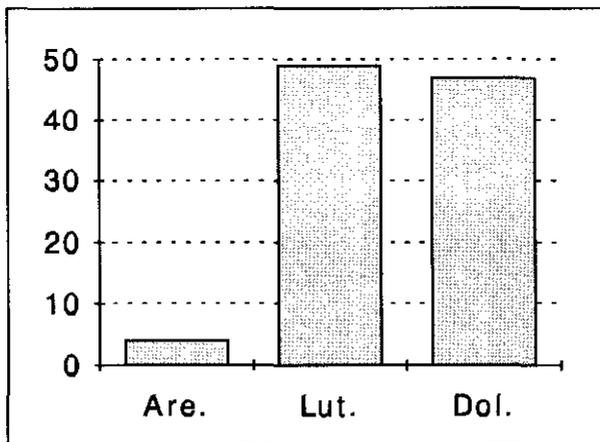


Fig. 36. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la Fm. dolomías y margas de Albarracín.

##### b.- Características

Esta unidad está constituida por niveles de lutitas con intercalaciones de dolomías. El espesor de los niveles dolomíticos es muy variable en función del área donde se localizan. En las áreas más orientales los niveles de dolomías presentan un espesor importante (Láminas IB y IIA), formando una alternancia con los niveles de lutitas (fig. 32, sondeo Arnedo). En las áreas más occidentales las dolomías constituyen finas intercalaciones de espesor decimétrico entre los niveles de lutitas. Las areniscas se localizan únicamente en las áreas más noroccidentales, donde esta unidad presenta un carácter más terrígeno.

La imagen en diagráfias se caracteriza por un GR bajo, cuyos valores aumentan ligeramente hacia el techo (fig. 32, sondeo Arnedo). El neutrón presenta valores altos. El sónico muestra un rango de variación entre 70 y 50 ms/p. La resistividad muestra valores irregulares, en general altos.

##### c.- Espesor

Presenta un espesor mínimo de 0 m en las áreas más noroccidentales, y un espesor máximo de 17 m en el sondeo Arnedo (fig. 32).

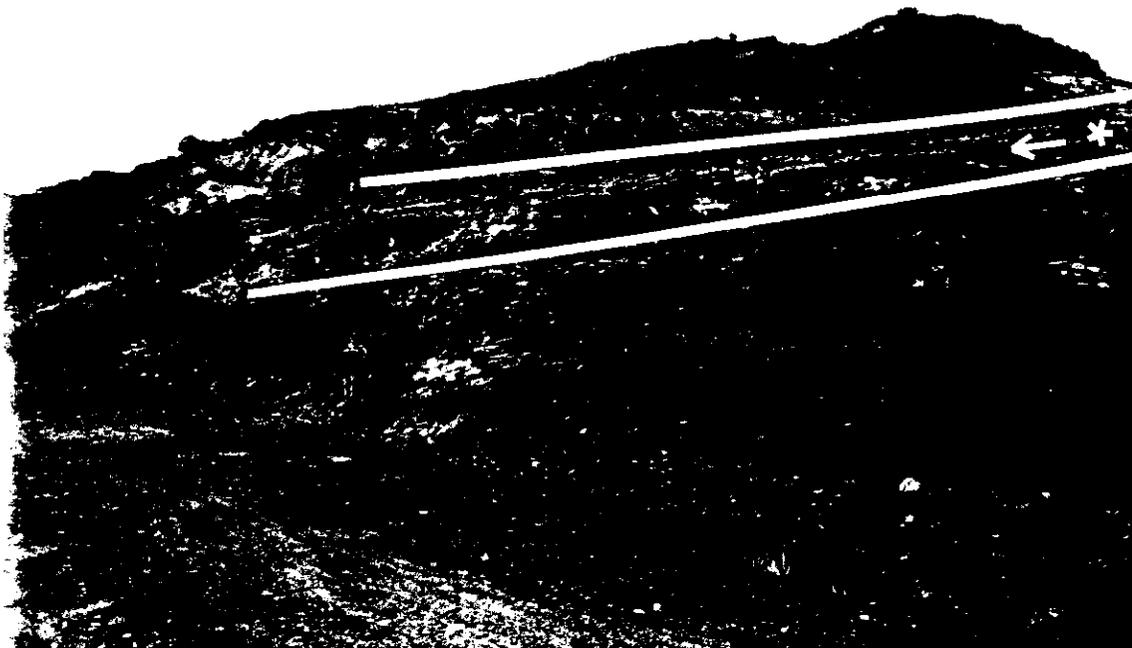


Lámina II A.- Aspecto general de la Fm. dolomías y margas de Albarracín ( \* ), en las proximidades de la localidad de Illueca (Zaragoza).

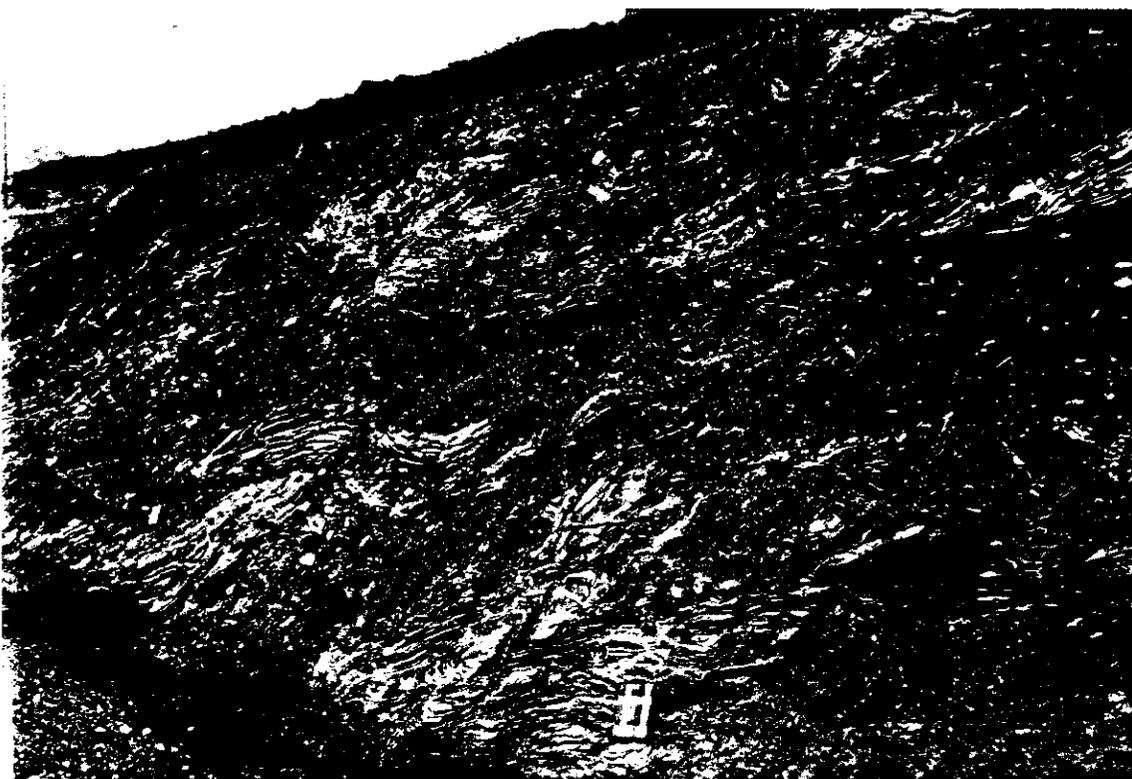


Lámina II B.- Detalle del aspecto que presenta en atloramiento la unidad Fm. lutitas y yesos de Tramacastilla (M2), en la carretera que une las localidades de El Frasno e Illueca (Zaragoza).

#### d.- Límites

El límite inferior de la unidad, supone un cambio muy brusco en todos los registros. Se observa la existencia de una disminución del GR, neutrón y sónico. El Sp produce una inflexión negativa. La resistividad aumenta considerablemente.

El límite superior no está tan señalado como el inferior. Se produce de forma gradual en registros como el GR y neutrón, mientras en otros como el sónico y la resistividad se registra como un descenso.

#### e.- Extensión y equivalencias

La Fm. dolomías y margas de Albarracín se encuentra en casi todo el sector norte, con excepción de las áreas más noroccidentales (fig. 32, Mansilla). Puede observarse una disminución de espesor hacia el NE, que va acompañada de un incremento en el carácter terrígeno.

Por las características de sus facies y su posición estratigráfica puede ser equivalente, aunque con un espesor más reducido, a la unidad M1 que Virgili (1958), establece en el Triásico de los Catalánides. Es asimilable a la unidad "Dolomías de Illueca" descrita por Arribas (1984), en la Rama Aragonesa, y al Muschelkalk inferior de Jurado (1988), del subsuelo de la Cuenca del Ebro.

### Fm. lutitas y yesos de Tramacastilla

#### a.- Descripción

Se toma el nombre de Pérez-Arlucea y Sopena (1985, pág. 215), quienes describen esta unidad en el sector central de la Cordillera Ibérica.

Las lutitas constituyen el 67% de la unidad, existiendo litologías subordinadas en porcentajes variables. Aparecen margas en un 10%, areniscas en un 9%, dolomías en un 8%, anhidrita en un 5% y yeso en un 1% (fig. 37).

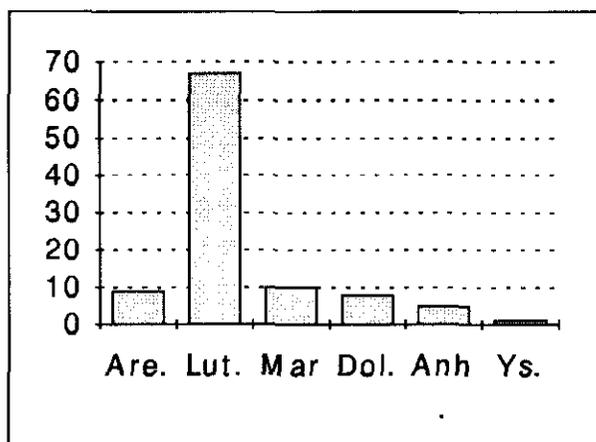


Fig. 37. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la Fm. lutitas y yesos de Tramacastilla.

#### b.- Características

La Fm. lutitas y yesos de Tramacastilla es heterolítica, siendo las lutitas versicolores la litología principal. Las margas, dolomías y areniscas pueden aparecer formando niveles intercalados entre las lutitas, mientras que es frecuente que la anhidrita y el yeso estén dispersos entre las lutitas, aunque en ocasiones forman niveles de espesor variable (Lámina IIB).

La imagen en diagráfias muestra un GR irregular con valores más altos que en las unidades adyacentes. El neutrón es alto. La resistividad presenta valores medios, más bajos que en las unidades adyacentes. El Sp produce una inflexión positiva que contrasta con las unidades superior e inferior.

c.- Espesor

Esta formación tiene un espesor máximo de 44 m en el sondeo Arnedo y un espesor mínimo de 0 m en las áreas más noroccidentales (fig. 32).

d.- Límites

El límite inferior es gradual en algunos registros como el GR y el neutrón, y en la resistividad se manifiesta por un descenso en sus valores.

El límite superior es muy neto, apreciándose claramente en todos los registros, supone un brusco descenso del GR y sónico y un aumento de la resistividad. El neutrón desciende en algunos sondeos. El Sp inicia una inflexión negativa.

e.- Extensión y equivalencias

Se extiende esta unidad por la mayor parte del sector norte, no existiendo en el área más noroccidental. Presenta importantes variaciones de espesor esencialmente hacia el N y de forma menos acusada hacia el W (fig. 32).

Puede ser equivalente a la unidad M2 que Virgili (1958), describe en los Catalánides. También puede equivaler a parte de la unidad "Lutitas y areniscas de Cálcena" establecida por Arribas (1984), en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. Es equivalente al Muschelkalk medio de Jurado (1988), para el subsuelo de la Cuenca del Ebro.

Fm. dolomías de Tramacastilla

a.- Descripción

Se toma el nombre de Pérez-Arlucea y Sopena (1985, pág. 215), donde definen la formación para el sector central de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica.

La litología dominante son las dolomías ocres y grises en un 92%. Las margas y lutitas aparecen en porcentajes del 6% y 2% respectivamente (fig. 38).

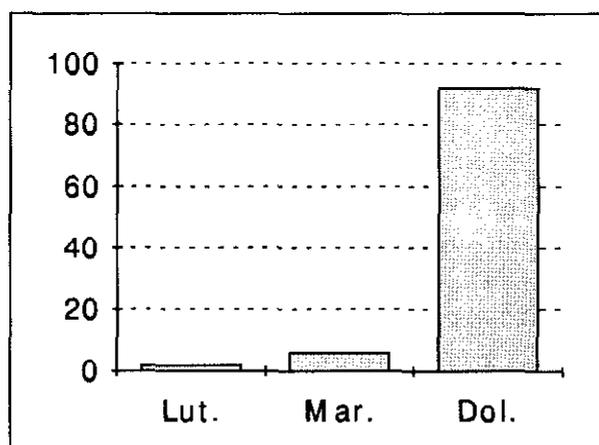


Fig. 38. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la Fm. dolomías de Tramacastilla.

#### b.- Características

Hay que destacar que esta unidad es la primera que, junto con la suprayacente Fm. dolomías, margas y calizas de Royuela, se encuentran presentes no sólo en este sector norte, sino también en los sectores centro y sur (Tabla I).

En los tres sectores estudiados la Fm. dolomías de Tramacastilla, se compone de dolomías ocres y grises que constituyen niveles de gran espesor. Las margas y las lutitas aparecen separando estos niveles.

Esta formación muestra un claro aumento del porcentaje de dolomías hacia el oeste, que se encuentra asociado a la disminución de espesor en el mismo sentido.

En diagráffas la unidad se caracteriza por ser un intervalo que se individualiza muy bien de los adyacentes, mostrándose como un tramo homogéneo. El Sp produce una inflexión negativa. El GR es bajo, al igual que el neutrón. Las curvas más características son el sónico, con valores muy bajos de 50 ms/p y la densidad, con valores en general altos próximos a 2,70 gr/cc . La resistividad presenta un registro con valores medios.

#### c.- Espesor

La unidad en el sector norte presenta un espesor mínimo de 7 m en el sondeo Castilfrío (fig. 32) y un espesor máximo de 40 m en el sondeo Magallón (fig. 32).

En el sector centro, el espesor máximo de esta unidad es de 15 m la columna de Jubera (García-Gil y Sopena, 1987). El espesor mínimo es de 0 m las áreas más noroccidentales (fig. 41).

En el sector sur, la unidad presenta un espesor muy reducido, de tan sólo 5 m (fig. 52).

#### d.- Límites

En el sector norte, el límite inferior se aprecia claramente en todos los registros; está marcado por una importante disminución del GR, neutrón y sónico y aumento en la resistividad. Se trata de un límite discordante ya que la Fm. dolomías de Tramacastilla en ocasiones se sitúa sobre la Fm. lutitas y yesos de Tramacastilla, y otras veces lo hace directamente sobre la unidad "Areniscas de Tierga".

El límite superior es menos brusco que el anterior y en algunos registros puede llegar incluso a ser gradual. Se caracteriza por un aumento del GR, neutrón y sónico y un descenso de la resistividad.

En el sector centro el límite inferior aparece marcado por un fuerte descenso en los valores de GR, neutrón y sónico, así como por una subida en la densidad y resistividad. El límite superior también es bastante neto, con un ligero aumento en los valores de GR y densidad, junto a un ligero descenso en la resistividad y neutrón.

En el sector sur, el límite inferior presenta un notable cambio en los registros, marcado por un aumento en la densidad y resistividad y un descenso en el GR, neutrón y sónico. El límite superior se caracteriza por un aumento en el GR, neutrón y sónico y una disminución en la resistividad y densidad. En el caso de la densidad, esta disminución se produce de forma más gradual.

#### e.- Extensión y equivalencias

Esta unidad se extiende por casi todo el sector norte, aunque presenta importantes variaciones de espesor. En general se observa una disminución hacia el N y hacia el W (fig. 32); en este último caso con un aumento del porcentaje de dolomías frente a otras litologías.

Esta unidad también se encuentra en el sector centro (fig. 41), donde aparece únicamente en dos sondeos: El Gredal y Sigüenza 50-12. Este último sondeo sólo atraviesa la parte más inferior de la unidad. También aparece en las columnas de superficie de Yelo y Jubera. Puede observarse un aumento de espesor hacia el SE mientras que hacia el NE la unidad aumenta su contenido en terrígenos e incluso llega a desaparecer. En la serie de Ayllón, existe

un conjunto de materiales que se compone de areniscas en un 24%, lutitas en un 48% y carbonatos en un 28%, (que se considera equivalente a la Fm. dolomías de Tramacastilla y a la Fm. dolomías, margas y calizas de Royuela), que sería un tránsito lateral de esta unidad con un notable incremento en el porcentaje de terrígenos y una disminución notable en el porcentaje de carbonatos. Corresponde en la zona de Ayllón a la unidad mixta de terrígenos y carbonatos, "Lutitas y areniscas" T3 de Hernando (1977, 1980).

En el sector sur (fig. 52), esta unidad está presente en la parte más meridional del sector, desapareciendo en el N.

Esta unidad es equivalente a la parte inferior del M3 de Virgili (1958), en los Catalánides. Puede ser equivalente a las "Capas dolomíticas" de Hinkelbein (1965), del área de Albarracín. Se corresponde con la unidad "Dolomías basales" descrita por Arribas (1984), en la Rama Aragonesa. Así mismo, es equivalente a la parte inferior del Muschelkalk superior de Jurado (1988), del subsuelo de la Cuenca del Ebro.

#### Fm. dolomías, margas y calizas de Royuela

##### a.- Descripción

El nombre de esta unidad ha sido tomado de Pérez-Arlucea y Sopena (1985, pág. 216). Estos autores definen la formación en el sector central de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica.

La litología dominante son las dolomías ocre y grises en un 56%. Las lutitas aparecen en un porcentaje del 23%, mientras las margas presentan un porcentaje del 21% (fig. 39).

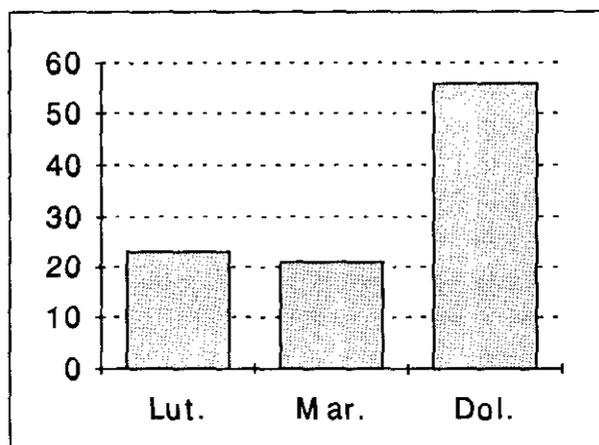


Fig. 39. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la Fm. dolomías, margas y calizas de Royuela.

##### b.- Características

Esta unidad, igual que la infrayacente Fm. dolomías de Tramacastilla, se encuentra presente en los tres sectores estudiados.

Se compone de dolomías ocre y grises que constituyen niveles que pueden llegar a tener hasta 7 m de espesor. Las margas y las lutitas aparecen intercaladas entre estos niveles de forma más frecuente y con mayor espesor en la parte media y superior de la unidad.

La unidad, muestra un aumento del porcentaje de dolomías hacia el sur. Este hecho, se asocia con un aumento en el espesor de la formación en el mismo sentido.

En diagráfias el Sp produce una inflexión positiva. El GR muestra valores bajos que se elevan en la parte

superior, igual que el neutrón y el sónico. La resistividad presenta un registro muy irregular, con un rango de variación importante y valores más bajos en la parte superior. Las diferencias que se aprecian en los registros entre la parte superior y la inferior, se deben al incremento en lutitas hacia el techo de la unidad.

Pueden observarse tendencias ligeramente crecientes en el GR, sónico y neutrón y tendencia decreciente en la resistividad.

En el sector centro (fig. 41), la imagen en diagráfias de esta unidad muestra un intervalo más regular que la unidad inferior; se caracteriza por unos valores de GR medios-bajos próximos a 60 API, que se elevan hasta 75 en la parte superior. El neutrón es bajo en la parte inferior mostrando una tendencia creciente hacia la parte superior. La densidad también muestra una tendencia ligeramente creciente, mientras que, el sónico y la resistividad presentan valores más bajos en la parte inferior.

En el sector sur (fig. 52), la alternancia de niveles de dolomías y margas que compone esta unidad se refleja en las diagráfias como un intervalo de valores irregulares. Estos valores son relativamente bajos en GR y sónico, mientras que los valores de neutrón, densidad y resistividad son más altos en la parte media de la unidad que en los extremos.

#### c.- Espesor

En el sector norte la unidad presenta un espesor mínimo de 10 m en el sondeo Castilfrío (fig. 32) y un espesor máximo de 56 m en el sondeo Magallón (fig. 32).

En el sector centro, la unidad presenta un espesor mínimo de 0 m en las áreas más occidentales y un espesor máximo de 24 m en la columna de Jubera.

En el sector sur, la unidad presenta un espesor de 15 m, que se va reduciendo en el N donde desaparece o pasa a facies terrígenas con algunas intercalaciones dolomíticas, que presentan un espesor máximo de 11 m (columna de Pálmaces, Sopena, 1979).

#### d.- Límites

En el sector norte, el límite inferior está marcado por un aumento de los valores de GR, neutrón y sónico y una disminución de la resistividad. El Sp inicia una inflexión positiva. El límite superior se aprecia claramente, aunque en algunos registros puede ser gradual. Se caracteriza por un aumento del GR, neutrón y sónico y un descenso de la resistividad.

En el sector centro el límite inferior de la unidad viene marcado por un aumento en los valores de GR y densidad. El neutrón, la resistividad y el sónico muestran ligeros descensos. El límite superior aparece en algunos registros de forma neta, mientras que en otros es más gradual. Se observa bien por aumento en los valores de GR, neutrón y sónico. La resistividad y la densidad muestran valores menores.

En el sector sur el límite inferior está menos marcado que el superior; se caracteriza por un aumento en el GR, neutrón y sónico y una disminución en la resistividad y densidad. El límite superior se encuentra bien marcado en todos los registros. Se observa una clara disminución de los valores del GR, pasando por ejemplo en Sta. Bárbara, de 90 a 10 API. El neutrón y el sónico también disminuyen. Por el contrario, la densidad y la resistividad muestran un aumento en sus valores en la unidad superior.

#### e.- Extensión y equivalencias

Esta unidad se extiende por casi todo el sector norte. Hacia el área más occidental de este sector (fig. 32, columna Masilla), se produce un cambio lateral de facies caracterizado por un incremento en el porcentaje de terrígenos y una disminución en el de carbonatos. Este cambio de facies provoca que, en el área más noroccidental del sector norte, no sea posible individualizar esta unidad de la inferior.

Esta unidad presenta importantes variaciones de espesor. En general, se observa una disminución hacia el

N y hacia el W (fig. 32), en este último caso con un aumento del porcentaje de dolomías frente a otras litologías.

En el sector centro (fig. 41), la unidad se encuentra representada en la parte más meridional. Hacia el N llega incluso ha desaparecer, presentando una amplia zona de no existencia. Como se indicó en la unidad anterior, se produce un cambio lateral hacia el NW que muestra un incremento en el porcentaje de terrígenos y una disminución en el de carbonatos.

En el sector sur (fig. 52), esta unidad se encuentra en la mayor parte del área estudiada, con excepción de la parte N, donde la sedimentación presenta caracteres terrígenos, dando lugar a un cambio lateral de facies.

La litología y posición estratigráfica de esta unidad hacen posible su correlación con las "Capas de Royuela" que Hinkelbein (1965), describe en el área de Albarracín, así como con la parte superior de la unidad M3 de Virgili (1958), en los Catalánides. Se corresponde con la unidad "Dolomías y margas superiores" que Arribas (1984), establece en la Rama Aragones. También sería equivalente a la parte más alta del Muschelkalk superior de Jurado (1988), en el subsuelo de la Cuenca del Ebro.

#### Unidad "K.I."

##### a.- Descripción

La unidad se compone de lutitas versicolores en un 26%, anhidrita en un 37%, yeso en un 6,5%, areniscas en un 1%, carbonatos en un 3,5% y rocas volcánicas en un 26% (fig. 40).

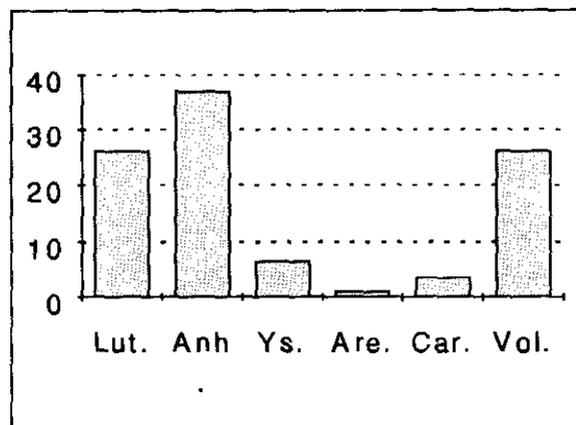


Fig. 40. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la unidad "K.I."

##### b.- Características

La litología dominante en la unidad es la anhidrita. A continuación le siguen las lutitas versicolores que pueden presentar niveles de anhidrita alternando con ellas. También es posible encontrar yeso disperso en las lutitas. Los carbonatos y las areniscas aparecen como niveles de poco espesor entre las lutitas. Las rocas volcánicas se encuentran únicamente en la parte superior de esta unidad en el sondeo Magallón (fig. 32)

Las areniscas y los carbonatos se encuentran en las series más noroccidentales; progresivamente hacia el SE y E desaparecen. A grandes rasgos, puede diferenciarse una parte inferior que en el NW presenta areniscas y carbonatos, y en el S y SE tiene más anhidrita; una parte media más lutítica y una parte superior compuesta casi exclusivamente por anhidrita y yeso.

En diagrfías la imagen de esta unidad muestra un registro de GR y neutrón con valores bajos excepto algunos intervalos de valores altos. El sónico es irregular, con valores altos para el contexto de la serie. La resistividad es el registro que presenta valores más extremos. La parte superior de la unidad en el caso del sondeo Castilfrío, presenta una imagen en diagrfías caracterizada por bajos valores de GR y resistividad media con intervalos

de descenso.

En la parte superior de la unidad en el sondeo Magallón, los materiales dominantes son los volcánicos. Estos se encuentran alternando con niveles de lutitas. No se descarta la posibilidad de la existencia de una falla que afecte a estos materiales, pero debido a los escasos registros y a la baja calidad que presentan no es posible asegurarlo. En *diagráffas* se caracterizan por un sónico con valores medio-bajos y unos registros de resistividad con valores bajos.

#### c.- Espesor

Tiene un espesor máximo de 292 m en el sondeo Castilfrío y un espesor mínimo de 40 m en la serie de Mansilla (Hernando y Rincón, 1987), (fig. 32). En el sondeo Magallón los materiales volcánicos tienen un espesor máximo de 95 m (fig. 32).

#### d.- Límites

El límite inferior viene marcado por un descenso en la resistividad y un ligero aumento del GR, neutrón y sónico.

El límite superior presenta características muy variables, aunque en general se observa bien. En algunos casos es muy neto, pues marca el contacto con materiales volcánicos (fig. 32, sondeo Magallón). En ocasiones viene señalado por descensos de GR, neutrón y resistividad marcando el contacto con la Fm. *dolomías tableadas de Imón* (fig. 32, sondeo Arnedo y Castilfrío). En otros casos, como en el sondeo Magallón (fig. 32), el límite superior viene marcado por un ligero aumento del sónico y un brusco aumento de la resistividad, causados por la existencia de rocas volcánicas.

#### e.- Extensión y equivalencias

Esta unidad se localiza en todo el sector norte, con características variables según las áreas. Presenta areniscas y carbonatos en el NW, y aumenta el porcentaje de anhidrita en el S y en la parte superior de la unidad..

Debido al carácter tan variable de este intervalo no se ofrecen equivalencias con otras unidades. Sin embargo, podría considerarse que los materiales volcánicos que aparecen en el sondeo Magallón equivaldrían a las ofitas citadas en materiales en facies Keuper en otras áreas, como en la zona de Levante y en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica (Ortí y Bayo, 1977; Bastida et al., 1989; Lago et al., 1990).

### 2.4.2. Sector centro

Se localizan en este sector la mayoría de los sondeos analizados en este trabajo (fig. 31 y 41). Se incluyen los sondeos San Pedro-2, Iglesias-1, Río Francó, Don Juan, Alcozar, Gormaz-1, Aldehuela, Sigüenza 44-3, Sigüenza 50-12 y El Gredal. Algunas de las series de superficie han sido levantadas específicamente para este trabajo, como son Honrubia, Serrezuela y Yelo, mientras que otras han sido compuestas a partir de datos o columnas tomadas de la bibliografía como son "Ayllón", con datos de las columnas Noviales-Liceras y Cuevas de Ayllón de Hernando (1977) y Pérez-Mazarío (1990) para el Pérmico y Triásico y "Jubera" de García-Gil y Sopena (1987) para el Triásico. Los datos de la columna "Molina de Aragón", provienen de las columnas de Rillo de Gallo de Ramos (1979) para las facies Buntsandstein y Muschelkalk, y Zarzalejos y Masía de los Tejadillos de Pérez-Arlucea (1985) para las facies Keuper.

Este sector es el único en el cual se han identificado materiales asignados al Pérmico en los sondeos estudiados. Se localizan estos materiales en los sondeos Iglesias-1, Alcozar, Gormaz-1, El Gredal y Sigüenza 44-3 y en la columna de superficie de Ayllón (Pérez-Mazarío, 1990). El espesor de los materiales pérmicos es muy variable, desde 462 m en Sigüenza 44-3, a 29 m en Alcozar.

Existen materiales triásicos en todos los sondeos de este área. Los materiales triásicos se apoyan sobre el zócalo paleozoico, constituido por materiales de diversas edades. Algunos de los sondeos no llegan hasta el basamento por lo que en estos casos no se conoce la columna completa.

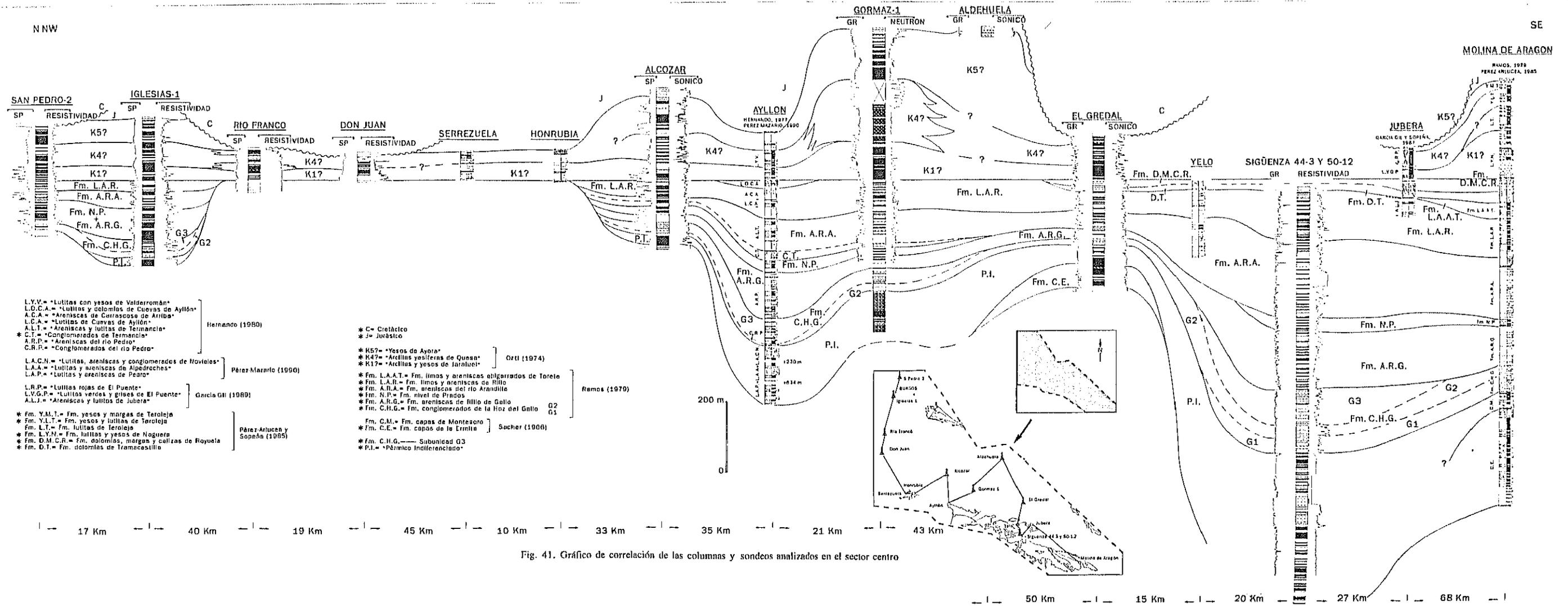


Fig. 41. Gráfico de correlación de las columnas y sondeos analizados en el sector centro

El techo de la serie puede estar constituido por el Jurásico, habitualmente representado por la Fm. dolomías tableadas de Imón, o bien por materiales cretácicos, generalmente en facies arenas de Utrillas. Los materiales triásicos en este sector, presentan espesores variables con un máximo de 781 m en el sondeo Gormaz-1 y un mínimo de 37 m en Honrubia (fig. 41).

Con respecto a los materiales que se atribuyen al Pérmico en este sector, entre las facies Buntsanstein y el basamento Ordovícico o Silútico, se localizan una serie de unidades formadas por materiales terrígenos, constituidos principalmente por lutitas con intercalaciones de areniscas y niveles de conglomerados. En el sondeo El Gredal, se establecen dos conjuntos separados por una discordancia. El inferior se caracteriza por presentar colores verdes, grises y rojos, y el superior presenta color rojo fundamentalmente. Estos conjuntos pueden relacionarse en superficie con las dos divisiones establecidas por Ramos (1979), en el área de Molina de Aragón, para materiales que se sitúan en la misma posición estratigráfica. La parte inferior de estos materiales fue datada por Ramos et al. (1976), como Autuniense y la parte superior se asimila a las facies Saxoniense.

Sin embargo, en otras áreas del sector centro, como se observa en el sondeo Gormaz-1, se encuentran una serie de materiales en tonos rojos, que se parecen más a los materiales Pérmicos descritos por Hernando (1977) y Pérez-Mazarío (1990,) en el área de Ayllón-Atienza, que a los materiales descritos por Ramos (1979). Estos materiales de tonos rojos están datados únicamente en el sondeo Sigüenza 44-3, donde se encontraron asociaciones palinológicas de edad Thuringiense, en la parte inferior del sondeo (Dra. Doubinger com. oral). Hay que tener en cuenta, que este sondeo fue interrumpido antes de llegar al basamento paleozoico por lo que hay que considerar la posibilidad de que existan bastantes metros de materiales pérmicos, igual que en áreas cercanas citadas anteriormente (región de Ayllón-Atienza, Hernando 1977), que no fueron atravesados.

Así, las edades de estos materiales, en el sector centro, han sido atribuidas en base a su posición estratigráfica, datos y criterios litológicos y por criterios de comparación con otras áreas. En resumen, se han establecido para el Pérmico dos conjuntos que corresponderían a un Pérmico gris de edad Autuniense (Fm. capas de la Ermita), y un Pérmico rojo que se asimila a las facies Saxoniense (P.I. = "Pérmico indiferenciado").

Como se indicó anteriormente sólo se han reconocido materiales atribuibles al Pérmico en los sondeos Iglesias-1, Alcozar, Gormaz-1, Sigüenza 44-3 y El Gredal (fig. 41). Mientras que en los tres últimos sondeos el espesor de los materiales, las facies que presentan y su posición estratigráfica parecen confirmar su atribución al Pérmico, la asignación de los materiales más inferiores de la serie en los sondeos Iglesias-1 y Alcozar es más dudosa y puede ser más discutida, dado el escaso espesor que presentan estos materiales.

A continuación se describen en primer lugar los materiales atribuidos al Pérmico, Fm capas de la Ermita y "Pérmico indiferenciado". Debido a las condiciones en las que se produjo la sedimentación de estos materiales en la Península, en pequeñas cuencas generalmente aisladas, no es posible establecer unidades válidas para todo el Pérmico. Por esta causa, los materiales pérmicos se describen independientemente para cada sondeo, dentro de las dos divisiones establecidas.

Seguidamente se detallan 6 unidades terrígenas correspondientes a las facies Buntsandstein (Fm. conglomerados de la Hoz del Gallo, Fm. areniscas de Rillo de Gallo, Fm. nivel de Prados, Fm. areniscas de río Arandilla, Fm. limos y areniscas de Rillo, Fm. limos y areniscas abigarrados de Torete, Tabla I). Existen, así mismo, dos unidades en facies Muschelkalk: Fm. dolomías de Tramacastilla y Fm. dolomías, margas y calizas de Royuela. Estas dos formaciones ya fueron descritas en el sector anterior, debido a que se encuentran presentes en los tres sectores estudiados. Por último, se describen 3 unidades en facies Keuper, K1?, K4? y K5?, que presentan carácter terrígeno-evaporítico.

Fm. capas de la Ermita (Facies grises de tipo Autuniense)

#### a.- Descripción

En el sondeo El Gredal, las lutitas presentan un porcentaje del 64%, las areniscas son el 25% y los conglomerados representan un 11% (fig. 42).

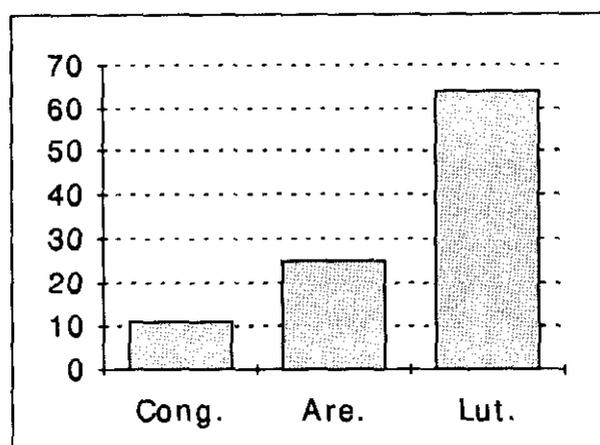


Fig. 42. Distribución porcentual de los componentes litológicos de la Fm. capas de la Ermita.

#### b.- Características

En el sondeo El Gredal, la unidad está formada por conglomerados con un alto porcentaje de matriz lutítica y por lutitas y areniscas de colores grises. Las diagráfias muestran una disminución de los valores de GR, densidad y resistividad hacia la parte superior, mientras que se observa un aumento de los valores de sónico y neutrón en el mismo sentido.

#### c.- Espesor

En el sondeo El Gredal presenta un espesor de 55 m.

#### d.- Límites

En el sondeo El Gredal, el límite inferior está muy bien marcado. Supone un aumento en el GR y un cambio importante en el resto de las diagráfias. Este límite se interpreta como una discordancia que separa el Paleozoico metamórfico de los materiales suprayacentes.

El límite superior también se interpreta como una discontinuidad y viene marcado por la disminución del GR y de la densidad y un aumento del neutrón y sónico. La resistividad disminuye ligeramente aumentando posteriormente. Además supone un cambio del buzamiento. Por debajo de este límite la serie buza 34° y por encima de él 25°.

#### e.- Extensión y equivalencias

Se desconoce la extensión que presenta, pues aparece únicamente, como se indicó anteriormente, en el sondeo El Gredal. Sin embargo, las características de la sedimentación de los materiales pérmicos hacen suponer que pueda tratarse de una sedimentación que no alcanzó extensiones considerables.

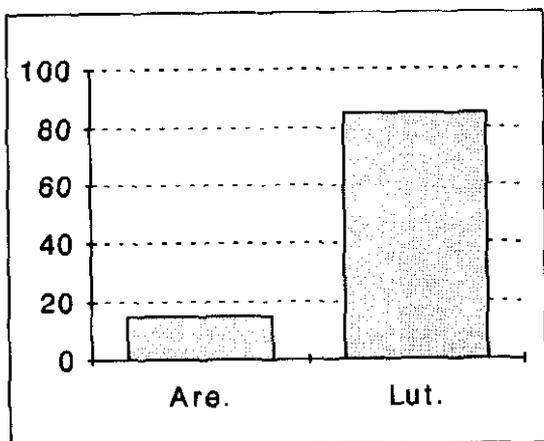
Las características de las facies y su espesor hacen razonable suponer que estos materiales del sondeo El Gredal estén más relacionados con el Pérmico que existe en áreas como Molina de Aragón (Ramos, 1979) que con los materiales pérmicos que existen en la región de Ayllón-Atienza (Hernando, 1977; Pérez-Mazarío, 1990).

#### Unidad "P.I."

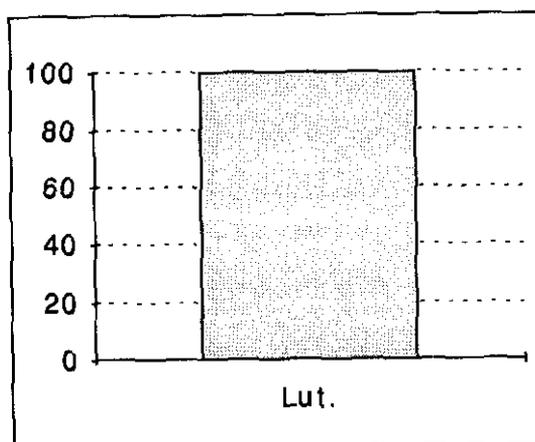
##### a.- Descripción

En el sondeo Iglesias-1 existen lutitas en un porcentaje de 85% y areniscas en un 15%. En el sondeo Alcozar el 100% está formado por lutitas rojas. En el sondeo Gormaz-1 las areniscas representan el 22%, las lutitas el 12% y los conglomerados con matriz lutítica son la litología dominante con un porcentaje del 66%. En el sondeo El Gredal, las areniscas representan el 30%, mientras las lutitas son del 70% restante. En el sondeo Sigüenza 44-3 las areniscas

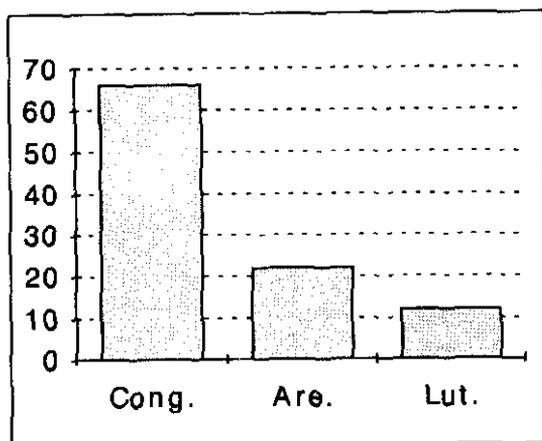
son el 47%, los conglomerados el 15% y las lutitas el 37%, existen niveles de yeso y anhidrita que representan un 1% (fig. 43).



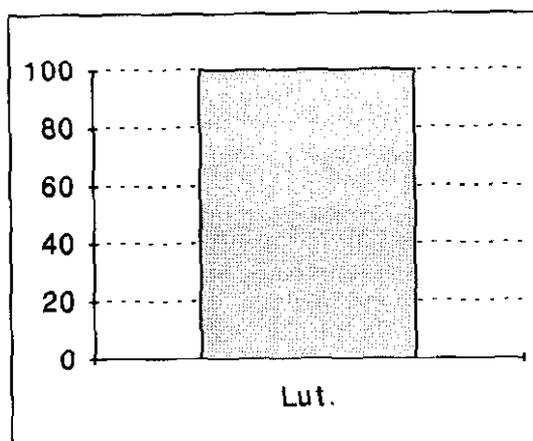
Iglesias-1



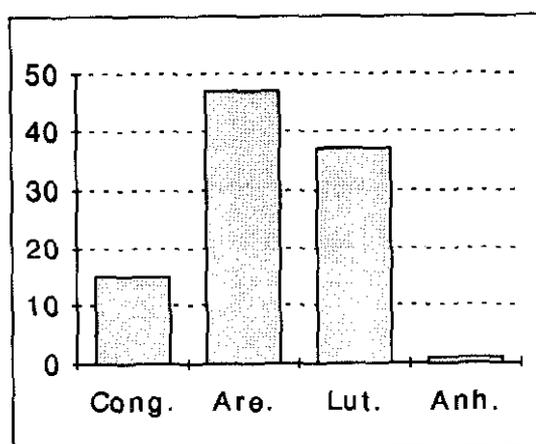
Alcozar



Gormaz-1



El Gredal



Sigüenza 44-3

Fig. 43. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la unidad "Pérmico indiferenciado", en los distintos sondeos analizados.

## b.- Características

Las lutitas son la litología dominante en esta unidad. Se encuentran alternando con areniscas con matriz lutítica y conglomerados, también con abundante matriz lutítica. En ocasiones las areniscas pueden presentar secuencias granodecrecientes y normalmente presentan cantos de cuarzo dispersos.

La distribución de los materiales varía mucho en función de la columna en la cual se encuentren. En el sondeo Iglesias-1 no existen niveles de conglomerados y las lutitas son la litología dominante, presentando niveles de nódulos carbonatados que pueden tener origen edáfico.

En el sondeo Alcozar la única litología identificada son lutitas rojas.

En el sondeo Gormaz-1, esta unidad presenta una alternancia de conglomerados con abundante matriz lutítica, areniscas marrón-rojizo y lutitas marrones y ocasionalmente grises. No se dispone de diagráffas en esta unidad ya que las lecturas de las herramientas no alcanzaron esta profundidad.

En el sondeo El Gredal, está constituida por lutitas rojas con intercalaciones de conglomerados con abundante matriz lutítica, que son más abundantes en la parte superior de la unidad. En diagráffas la unidad se caracteriza por la homogeneidad en sus registros; muestra un GR con valores en torno a 110 API, el neutrón y la densidad tienen registros homogéneos, el sónico muestra valores medios que aumentan ligeramente en la parte superior y la resistividad es más homogénea que en el intervalo inferior.

En el sondeo Sigüenza 44-3, esta unidad se encuentra formada principalmente por areniscas grises y marrones de grano medio. Presentan bases netas con cantos blandos y forman secuencias granodecrecientes. En ocasiones tienen abundante bioturbación. En la parte superior aparecen finos niveles de anhidrita y yeso intercalados entre las lutitas. Las lutitas pueden encontrarse como depósitos de gran espesor con niveles de areniscas intercalados, o bien formando una alternancia con las lutitas en niveles de espesor similar. Los conglomerados presentan abundante matriz lutítica y dominan sobre todo en la parte inferior de la unidad. En este sondeo, que se realizó con testigo continuo, no existen diagráffas en los 93 m inferiores. Sin embargo, la imagen que presenta esta unidad en los 369 m restantes, se corresponde con un Sp que muestra una inflexión positiva, que se atenúa en la parte superior. El GR muestra una parte inferior del registro con un GR de valores altos e irregulares, a continuación, presenta valores relativamente homogéneos y variables entre 20 y 45 API, con algunas secuencias de valores crecientes. Excepcionalmente existen en la parte superior algunos valores de 80 API. La resistividad muestra valores medios, con una parte inferior de valores altos, presentando en la parte media una zona sin registro. En la parte superior muestra un descenso llegando incluso a 0 ohms m<sup>2</sup>/m (fig. 8).

## c.- Espesor

Presenta un espesor de 25 m en el sondeo Iglesias-1, 29 m en el sondeo Alcozar, 127 m en el sondeo Gormaz-1, 71 m en el sondeo El Gredal y 462 m en el sondeo Sigüenza 44-3.

## d.- Límites

En el sondeo Iglesias-1, el límite inferior viene marcado, sobre todo, por un descenso en los valores de GR, que en general se observa bien en todos los registros. Se interpreta como una discordancia con los materiales paleozoicos infrayacentes. El límite superior viene marcado por un descenso del GR y aumento de la resistividad. Igual que en el caso anterior, el límite inferior en el sondeo Alcozar es una discordancia con el Paleozoico infrayacente y se caracteriza principalmente por un descenso en los valores de GR y un aumento del sónico. Estos contrastes se producen porque en el caso del sondeo Iglesias-1, los materiales infrayacentes son cuarcitas, mientras que en Alcozar se trata de calizas. El límite superior supone un descenso del GR y un aumento de los valores de la resistividad.

En el sondeo Gormaz-1 se desconocen las características de los límites en diagráffas, pues no se bajaron herramientas a esta profundidad. En el sondeo El Gredal, el límite inferior viene marcado por una disminución del GR y de la densidad y un aumento del neutrón y sónico. La resistividad disminuye ligeramente para aumentar posteriormente. Se observa un cambio del buzamiento; por debajo de este límite la serie buza 34° y por encima de

él 25°. El límite superior supone un descenso muy marcado del GR y neutrón y menos señalado de la densidad y un ligero aumento del sónico y de la resistividad. Igual que en el límite inferior se observa un cambio en el buzamiento, que pasa de 25° a 2° en la unidad superior.

El límite inferior en el sondeo Sigüenza 44-3 es desconocido por haberse situado a la profundidad máxima alcanzada por el sondeo. El límite superior presenta valores de GR bajos, y supone un aumento de los valores de resistividad.

#### e.- Extensión y equivalencias

Se considera que los materiales pérmicos descritos en esta unidad sólo son representativos del punto en el cual se ha realizado la columna o sondeo. Esto es debido a las características de la sedimentación del Pérmico en este área, que se produjo muy probablemente, en pequeñas cubetas generalmente aisladas. Por tanto, y debido a la gran distancia existente entre las columnas y/o sondeos analizados, se ha considerado oportuno englobar estos materiales en la misma unidad, sin pretender establecer correlaciones detalladas entre ellos.

En general, por las características de sus facies y espesores, puede decirse que presentan similitudes con la unidad "Lutitas, areniscas y conglomerados de Cañamares" del Pérmico del enlace del Sistema central y la Cordillera Ibérica (Hernando, 1980 y Pérez-Mazarío, 1990), excepción hecha de esta división en el sondeo El Gredal. Como ya ocurría en la unidad anterior, estos materiales son más parecidos a los descritos en sectores más interiores de la Cordillera Ibérica como Molina de Aragón. En el caso de esta unidad sería semejante a la Fm. capas de Montessoro (Sacher, 1966).

#### Fm. conglomerados de la Hoz del Gallo

##### a.- Descripción

El nombre de esta unidad ha sido tomado de Ramos (1979, pág. 163), quién definió la unidad en la región de Molina de Aragón.

Esta unidad se compone de conglomerados rojos de cantos de cuarzo y cuarcita. Aparecen en un porcentaje del 65%. También existen areniscas que representan un 30% y lutitas que aparecen en un 5% (fig. 44).

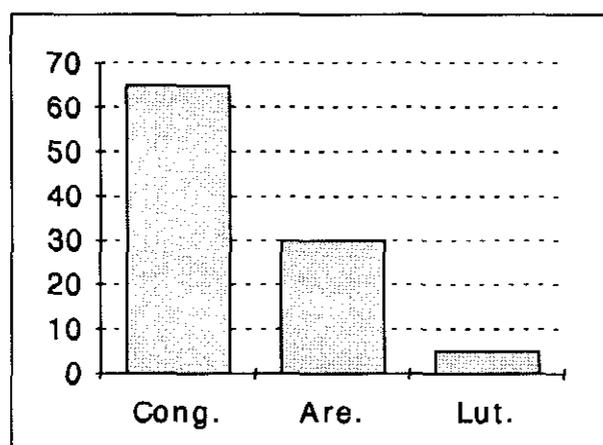


Fig. 44. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la Fm. conglomerados de la Hoz del Gallo.

##### b.- Características

Los conglomerados son la litología fundamental. Están formados por cantos de cuarcita y cuarzo con escasa matriz arenosa. Pueden presentar intercalados niveles de areniscas de grano grueso, sobre todo en la parte media de

la unidad y más frecuentemente en las series donde el espesor de la unidad es mayor.

En la parte superior puede aparecer un tramo en el cual la litología dominante son las areniscas rojas y rosas de grano grueso, que aparecen en un porcentaje del 55,8%, los conglomerados constituyen el 34,5% y lutitas rojas que son el 9,6%. Este tramo, se ha individualizado como una subunidad denominada G3, como continuación de los tramos G1 y G2 establecidos por Ramos (1979), en esta formación. En las áreas donde esta subunidad presenta mayores espesores relativos (fig. 41, Ayllón), se observa un aumento del porcentaje de lutitas, mientras que en aquellas con un espesor relativo menor, es el porcentaje de conglomerados el que aumenta (fig. 41, Alcozar).

En el conjunto de la unidad, las diagráfias muestran una imagen caracterizada por unos registros bastante homogéneos. El GR presenta valores bajos y constantes, próximos a 0 API. El Sp produce una inflexión que puede ser positiva o negativa, muy condicionada por el tipo de materiales adyacentes. El neutrón presenta valores bajos. La densidad registra valores relativamente elevados. El sónico tiene valores bajos, con un rango de variación entre 50 y 60 ms/p. La resistividad muestra valores altos, mientras que, por el contrario, las curvas de conductividad ofrecen lecturas bajas. En las curvas de microresistividad esta unidad aparece como un intervalo homogéneo con lecturas altas.

En el tramo establecido como subunidad G3, la imagen en las diagráfias es más irregular, presentando variaciones en los valores aunque no de forma muy brusca. El GR muestra intervalos de valores bajos, separados por otros menores de valores medios. En la curva del Sp dominan las inflexiones negativas. El sónico muestra valores bajos. La resistividad presenta valores medios, con algunos intervalos de valores más altos que serían los conglomerados, y otros picos de valor más bajo que marcan los niveles de lutitas. La microresistividad presenta en general valores elevados.

#### c.- Espesor

El espesor de esta unidad es muy variable, con un mínimo de 17 m (fig. 41, sondeo San Pedro-2) y un máximo de 190 m (fig. 40, sondeo Sigüenza 44-3). Esta variación es irregular (fig. 41), observándose una disminución hacia el N (Alcozar), y hacia el NE (El Gredal), y un aumento en sentido SW (Ayllón) y SE (Sigüenza 44-3).

La subunidad G3 presenta un espesor mínimo de 0 m en el sondeo El Gredal. El máximo espesor es de 107 m en el sondeo Sigüenza 44-3. En general, se observa un aumento de espesor en sentido SE y W, con excepción del sondeo El Gredal donde no existe esta subunidad (fig. 41).

#### d.- Límites

Tanto el límite inferior como el superior aparecen claramente marcados en todos los registros. El límite inferior viene marcado por un descenso (que en ocasiones puede ser muy acusado, fig. 41, sondeo El Gredal), en los valores de GR. El neutrón también descende, mientras la resistividad y la microresistividad aumentan. Se interpreta que este límite inferior es discordante con los materiales paleozoicos infrayacentes.

El límite superior también se observa de forma clara en todos los registros. Supone fundamentalmente un descenso muy acusado en los valores de resistividad y un aumento en los valores de GR.

#### e.- Extensión y equivalencias

Esta unidad se encuentra en todo el sector centro, en las áreas donde existen materiales en facies Buntsandstein, aunque como se indicó anteriormente presenta importantes variaciones de espesor. En este sector se encuentra un área de no existencia, situado en la región de Río Francó-Honrubia (fig. 41).

Esta unidad representa el comienzo de la sedimentación en facies Buntsandstein, lo que unido a su litología constituida principalmente por conglomerados, hace que se considere equivalente a las unidades "Conglomerados del río Pedro" y a la parte inferior de las "Areniscas del río Pedro" de Hernando (1980), descritas en el área de Ayllón-Atienza. Así mismo, sería equivalente a los "Conglomerados de Riba de Santiuste" y a la parte más inferior de la unidad "Areniscas de Riba de Santiuste", de Sopeña (1979), en la zona de enlace de la Cordillera Ibérica y el Sistema Central, así como a las unidades C y A1 de Sánchez-Moya (1991), establecidas en el área de Riba de Santiuste.

La subunidad G3 sería equivalente a la parte inferior de la unidad "Areniscas del río Pedro" de Hernando (1977), a la parte más inferior de la unidad "Areniscas de Riba de Santiuste", de Sopeña (1979) y a la unidad A1 de Sánchez-Moya (1991). No ha sido identificada en el área de Molina de Aragón, donde Ramos (1979), distingue únicamente las subunidades G1 y G2. Cabe destacar que en esta región, concretamente en el área de Chequilla, sobre la Fm. conglomerados de la Hoz del Gallo, existe una costra ferruginosa de varios centímetros de espesor (Pérez-Arlucea, com. oral), que bien pudiera ser el equivalente lateral de esta subunidad.

#### Fm. areniscas de Rillo de Gallo

##### a.-Descripción

El nombre de esta unidad se ha tomado de Ramos (1979, pág. 170), quien la define en la región de Molina de Aragón (Guadalajara).

La unidad se compone de areniscas rojas, que ocasionalmente pueden ser versicolores. Pueden presentar intercalaciones de niveles de lutitas rojas. Las areniscas representan el 76% de la unidad. El 24% restante corresponde a lutitas (fig. 45).

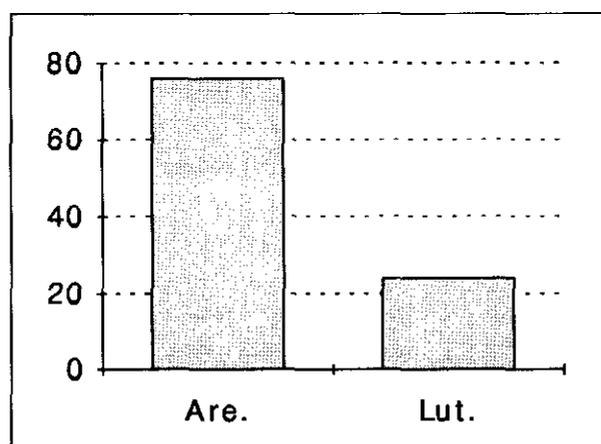


Fig. 45. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la Fm. areniscas de Rillo de Gallo.

##### b.- Características

Las areniscas constituyen la litología fundamental de esta unidad y pueden presentar cantos de cuarzo y cuarcita dispersos. El tamaño de grano de las areniscas es variable, en ocasiones es posible identificar secuencias granodecipientes que en el techo presentan niveles de lutitas. Estas secuencias presentan bases erosivas que pueden tener acumulaciones de cantos de cuarcita. Las lutitas constituyen niveles de espesor variable que presentan intercalaciones de areniscas. Los niveles de lutitas son más frecuentes, y presentan un mayor espesor, en la parte superior de la unidad.

Como se indicó anteriormente, las areniscas pueden ser en ocasiones versicolores, sobre todo en la parte superior de la unidad. Este hecho se produce en aquellas áreas donde el espesor de la unidad es menor y pudiera estar relacionado con desarrollos edáficos que, como se observa en superficie, producen importantes decoloraciones en los tonos de las areniscas.

La Fm. areniscas de Rillo de Gallo, está caracterizada en este sector centro por ser un intervalo irregular, con valores de GR medios, que presenta tramos de valores más altos que corresponderían a los niveles de lutitas; el neutrón y la densidad muestran valores medios. El sónico es mayor que en las unidades adyacentes, disminuyendo ligeramente hacia la parte superior, aunque manteniendo un rango de valores bajos próximos a 75 ms/p. La resistividad muestra valores altos en la base, más bajos en la parte media del intervalo y más irregulares en la parte superior, igual que ocurre en el registro de microresistividad.

Esta unidad presenta una parte inferior donde se observa una tendencia claramente decreciente en los registros de resistividad, neutrón y microresistividad (figs. 10 y 12, sondeos El Gredal y Alcozar), mientras que otros registros, como el GR, muestran valores con tendencia creciente, aunque menos acusada que en los registros anteriores (fig. 10, sondeo El Gredal). Sin embargo, en la parte superior de la unidad no se observan tendencias en los registros, únicamente destaca la existencia de tramos homogéneos de mayor espesor que en la parte inferior.

Hay que destacar que en el área más noroccidental de este sector centro (fig. 41, sondeos San Pedro-2 e Iglesias-1), no se puede identificar esta unidad. En este área existe un intervalo de composición fundamentalmente lutítica que equivaldría conjuntamente a las Fms. areniscas de Rillo de Gallo y nivel de Prados del resto del sector. Este intervalo está compuesto litológicamente por lutitas rojas, grises, verdes y negras con algunas intercalaciones de areniscas rojas. Las lutitas representan el 67% del total, mientras que las areniscas son el 33%. Las areniscas pueden aparecer como niveles de espesor mayor de 4 m, o bien, como delgadas intercalaciones entre importantes niveles de lutitas. La imagen que ofrece en las diagráfias se caracteriza por ser homogénea, interrumpida por inflexiones negativas en caso del Sp y por picos de aumento en los registros de resistividad. En este intervalo puede observarse un aumento de espesor en sentido S y SE que viene acompañado por un incremento en el porcentaje de lutitas.

#### c.- Espesor

La unidad presenta un espesor máximo de 177 m en el sondeo Sigüenza 44-3 y un espesor mínimo de 21 m en el sondeo El Gredal (fig. 41).

#### d.- Límites

El límite inferior se observa nítidamente en todos los registros. Supone un aumento en los valores del GR y una disminución en el resto de los registros. Esto se observa especialmente bien en el sondeo El Gredal, donde no existe la parte superior de la Fm. conglomerados de la Hoz del Gallo y el paso de la parte inferior a esta unidad se produce de una manera muy brusca. En el resto de los sondeos este límite también se observa nítidamente.

El límite superior es bastante gradual en todas las diagráfias. Aparece marcado de forma más nítida en determinados registros, como el GR en Sigüenza 44-3 o el neutrón en El Gredal. La escasa precisión en la definición de este límite está causada por la poca diferenciación litológica entre la parte superior de la Fm. areniscas de Rillo de Gallo y la parte inferior de la Fm. nivel de Prados.

#### e.- Extensión y equivalencias

El máximo espesor de esta unidad se localiza en la parte central del sector centro, observándose una disminución de espesor de forma irregular hacia el norte (fig. 41). También se observa una disminución en el espesor en las áreas situadas más al NE.

La disminución de espesor que se observa hacia el N, lleva consigo una variación en la composición litológica, con una reducción del porcentaje de lutitas frente al de areniscas. También se asocia a esta reducción de espesor el cambio en el color de las areniscas, lo cual apoya la hipótesis del cambio en la coloración debido al desarrollo de procesos edáficos.

Esta unidad, como se indicó anteriormente, no se ha distinguido de las superiores en el área norte de este sector. Así mismo, como en el caso de unidades anteriores, no existe representación de la unidad en el área Río Francó-Honrubia (fig. 41), donde no existen depósitos en facies Buntsandstein.

Como en el caso de la subunidad definida en la formación anterior, esta unidad podría equivaler a parte de las unidades "Areniscas del río Pedro" de Hernando (1980), en el área de Ayllón-Atienza y a la unidad "Areniscas de Riba de Santiuste", de Sopena (1979), descrita en la zona de enlace de la Cordillera Ibérica y el Sistema Central. Así mismo, se considera que esta unidad puede asimilarse a las unidades A2 y A3, de Sánchez-Moya (1991), definidas en el área de Riba de Santiuste.

Fm. nivel de Prados

#### a.- Descripción

El nombre se ha tomado de Ramos (1979, pág. 173), quién definió esta unidad en la zona de Molina de Aragón (Guadalajara).

Está formada principalmente por lutitas rojas. Esta litología constituye el 70% de la unidad, el 30% restante está formado por areniscas rojas (fig. 46).

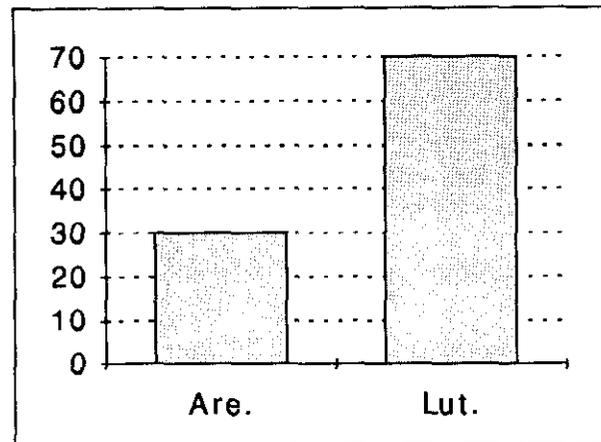


Fig. 46. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la Fm. nivel de Prados.

#### b.- Características

Se encuentra constituida por lutitas rojas. Las areniscas aparecen principalmente como finos niveles intercalados en las lutitas, aunque en ocasiones forman niveles de mayor espesor con bases erosivas.

La imagen de esta formación en las diagráfias, está muy condicionada por el reducido espesor que presenta en casi todos los sondeos. Se trata de un intervalo con un GR más alto que en la unidad inferior y unas curvas de resistividad con valores ligeramente inferiores. Normalmente constituye un tramo de tránsito entre la Fm. areniscas del Rillo de Gallo y la formación superior.

#### c.- Espesor

Se trata en general de una unidad con poco espesor, con un mínimo de 0 m en el sondeo el Gredal y un máximo de 43 m en el sondeo Sigüenza 44-3 (fig. 41).

#### d.- Límites

El límite inferior no se puede definir con precisión en las diagráfias, debido al poco contraste litológico existente entre esta unidad y la parte superior de la infrayacente Fm. areniscas de Rillo de Gallo. Sin embargo, se detecta un ligero aumento en el registro de GR y variaciones en los registros de resistividad.

El límite superior, por el contrario, está en general muy marcado en todos los registros. Supone una disminución del GR y un aumento en todos los registros de resistividad.

#### e.- Extensión y equivalencias

La Fm. nivel de Prados, se extiende por casi todo el área S del sector centro, a excepción del sondeo El Gredal donde esta unidad no existe. Como ya se ha mencionado en las dos unidades anteriores, en el área N de este sector, la Fm. nivel de Prados no ha podido ser diferenciada de las unidades adyacentes. Tampoco aparece en el área de Río Francó-Honrubia (fig. 41), donde no existe sedimentación de las facies Buntsandstein.

Por tanto, puede decirse que esta unidad presenta una distribución muy irregular (fig. 41). La reducción de espesor que experimenta hacia el N va acompañada de un incremento en el porcentaje de lutitas que llega al 100% en el sondeo Alcozar. También se observa una reducción de espesor hacia el NE como en el caso de unidades anteriores.

Esta unidad puede ser equivalente a la parte superior de las unidades "Areniscas del río Pedro" de Hernando (1980), del área de Ayllón-Atienza, y "Areniscas de Riba de Santiuste" de Sopeña (1979), establecida en la zona de enlace de la Cordillera Ibérica y el Sistema Central. También puede considerarse equivalente a la unidad A4 de Sánchez-Moya (1991), descrita en el área de Riba de Santiuste.

#### Fm. areniscas del río Arandilla

##### a.- Descripción

El nombre corresponde al empleado por Ramos (1979, pág. 175), quién estableció esta unidad en la región de Molina de Aragón (Guadalajara).

Se compone esta unidad de areniscas rojas, en ocasiones versicolores. Presentan intercalaciones de lutitas rojas. Las areniscas constituyen el 60% del total de la unidad, las lutitas el 34% y el 6% restante corresponde a conglomerados (fig. 47).

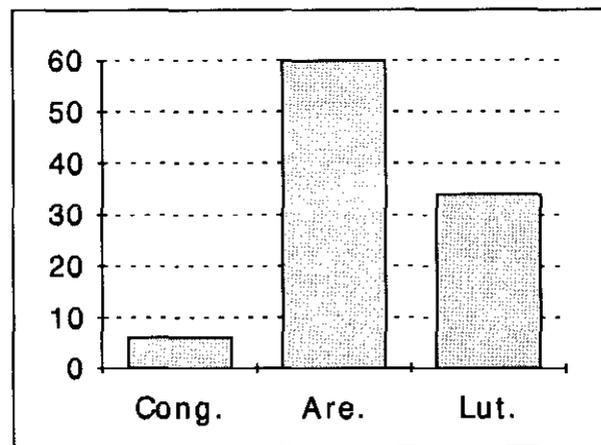


Fig. 47. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la Fm. areniscas del río Arandilla.

##### b.- Características

Esta unidad está formada por areniscas que normalmente forman secuencias granodecrecientes, con base erosiva que presenta acumulaciones de cantos blandos. Las secuencias presentan un espesor medio de 5 m. En ocasiones, las areniscas pueden presentar color verde y contienen restos de materia orgánica. Las lutitas pueden aparecer formando el techo de las secuencias granodecrecientes o bien, como niveles de mayor espesor alternando con niveles de areniscas. Ocasionalmente incluyen niveles de nódulos de carbonato.

Dentro de esta unidad, localmente se ha distinguido un tramo, formado únicamente por conglomerados de cantos de cuarzo y cuarcita que incluye ocasionalmente cantos de pizarra y presenta una matriz lutítica. Tiene un espesor de 10 m. Este tramo ha sido denominado en superficie por Hernando (1980), "Conglomerados de Termancia". Se localiza exclusivamente en el área central de este sector y se halla situada en la base de la unidad (fig. 41, sondeos Alcozar, Gormaz-1 y la columna de Ayllón). En diagrañas se observa como un intervalo homogéneo con valores relativamente altos de GR, neutrón y resistividad; el sónico presenta valores de 50 ms/p. Los valores elevados de GR y neutrón son debidos probablemente a la presencia de matriz lutítica en estos conglomerados.

La unidad en su conjunto, muestra una variación en el porcentaje relativo de areniscas y lutitas, que se manifiesta en un aumento del porcentaje de areniscas hacia el SE.

En diagrfías presenta una imagen caracterizada por valores de GR relativamente altos, sobre todo en la parte media de la misma. El Sp alterna las inflexiones negativas y las positivas. El neutrón muestra valores altos. La resistividad tiene valores altos con una parte media de valores más bajos. El sónico tiene un rango de variación entre 70 y 50 ms/p. No se observa con claridad una tendencia vertical en el conjunto de la unidad. Sin embargo, puede apreciarse una elevación relativa de los valores de GR en la parte media.

#### c.- Espesor

Presenta un espesor mínimo de 28 m en el sondeo Alcozar y un espesor máximo de 128 m en el sondeo Sigüenza 44-3 (fig. 41).

#### d.- Límites

El límite inferior viene marcado por un cambio muy acusado en los valores de los registros, principalmente en el área donde está presente el tramo "Conglomerados de Termancia". Destaca en general, el cambio acusado que se observa en los registros de resistividad que supone un aumento seguido de una disminución.

El límite superior se observa de forma muy neta en la mayor parte de las diagrfías. Supone una disminución de los valores de GR, que es menos acusada en los registros de neutrón y sónico, y un aumento en la resistividad.

#### e.- Extensión y equivalencias

Como en el caso de unidades anteriores, esta unidad no ha sido identificada en el área N de este sector donde no es posible diferenciarla de las inferiores. Tampoco se encuentra en el área de Río Francó-Honrubia (fig. 41).

En el resto del área se encuentra bien representada. Como se indicó anteriormente existe un tramo de conglomerados restringido al área más central del sector. Puede observarse (fig. 41), un aumento de espesor en general en sentido SE, acompañado de un aumento en el porcentaje de areniscas.

Por las características de sus facies y por la posición estratigráfica que ocupa, puede equivaler a las unidades "Conglomerados de Termancia" y parte de la unidad "Areniscas y lutitas de Termancia" de Hernando (1980), en la zona de Ayllón-Atienza. Igualmente puede corresponder a la parte inferior de la unidad "Areniscas y limos de Cercadillo" de Sopena (1979), en el área de enlace de la Cordillera Ibérica y el Sistema Central. Así mismo, presenta semejanzas con la unidad A5 y parte de la A6 de Sánchez-Moya (1991), del área de Riba de Santiuste.

Fm. limos y areniscas de Rillo

#### a.- Descripción

El nombre ha sido tomado de Ramos (1979, pág. 176), quién establece esta unidad en el sector de Molina de Aragón (Guadalajara).

La unidad está formada por una alternancia de areniscas rojas, en ocasiones versicolores en un 58% y lutitas rojas, verdes y grises en un 41%. Como litología subordinada existen conglomerados que representan el 1% (fig. 48).

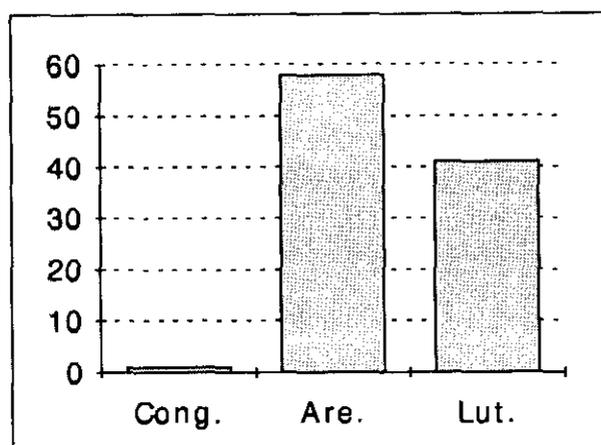


Fig. 48. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la Fm. limos y areniscas de Rillo.

#### b.- Características

La Fm. limos y areniscas de Rillo está constituida por una alternancia irregular de areniscas y lutitas. Las areniscas presentan cantos de cuarzo y cuarcita, principalmente en la parte inferior y media de la unidad. Pueden formar secuencias granodecrecientes con base erosiva, en la cual se concentran cantos blandos. El espesor de estas secuencias puede variar entre 2 y 4 m. Las areniscas versicolores, se localizan en las zonas donde la unidad presenta menor espesor y lo mismo que ocurría en las unidades anteriores, este hecho puede relacionarse con la existencia de procesos edáficos. En algunos casos presentan óxidos de hierro y costras carbonatadas que se reflejan en las diagráfias como picos con carácter anómalo.

Las lutitas forman normalmente niveles de espesor variable, con niveles finos de areniscas intercaladas entre ellas. Predominan en la parte superior, donde aparecen como niveles alternando con las areniscas, mientras en la parte inferior suelen formar el techo de las secuencias granodecrecientes. Los conglomerados aparecen únicamente en algunas series como Gormaz-1 y El Gredal (fig. 41).

En diagráfias se aprecia esta unidad como un intervalo irregular, que presenta algunos tramos de valor más constante. En general, se observa un registro de GR con valores altos en la parte inferior y media, que son más irregulares en la superior, presentando un rango de variación entre 70 y 140 API. El neutrón presenta el mismo carácter que el GR, pero en este caso se aprecia de forma menos acusada. La densidad mantiene valores medios, que son ligeramente más bajos e irregulares en la parte media. El sónico presenta valores relativamente bajos y las curvas de resistividad presentan un aspecto muy irregular que impide que las secuencias puedan apreciarse.

A grandes rasgos puede decirse que, esta unidad tiene un registro de GR con tendencia ligeramente decreciente, seguida de una creciente y otra decreciente (fig. 41, El Gredal y Sigüenza 50-12). Las curvas de resistividad, aunque en ocasiones se observan mal por la irregularidad de los registros, presentan pequeñas secuencias decrecientes que en conjunto producen tendencias similares a las del GR. Estas tendencias parecen reflejar un incremento de las lutitas en la parte media de la unidad.

En el techo de la unidad existe, en algunos sondeos (fig. 41, Gormaz), un nivel de areniscas que en las diagráfias presenta características peculiares, como valores de GR altos y neutrón, sónico y resistividad bajos. En superficie (Ayllón), y en la misma posición estratigráfica se observa un nivel de alteración con enriquecimientos en hierro y carbonatos que en sondeo puede generar las anomalías en los registros.

En el sector sur (fig. 52), también se ha identificado la Fm. limos y areniscas de Rillo. La imagen en diagráfias en este sector se caracteriza por un registro de GR con valores irregulares, que tienen un rango de variación entre 60 y 150 API. El neutrón tiene valores menos irregulares, con un valor medio del 15% de porosidad-neutrón. La densidad presenta una curva con menos variaciones, mostrando en general valores próximos a 2,45 gr/cc. El sónico tiene valores cercanos a 80 ms/p, que en el conjunto de toda la serie triásica pueden considerarse bajos. La

resistividad presenta valores bajos, que señalan en principio una tendencia decreciente, e inician con posterioridad una tendencia creciente.

#### c.- Espesor

El máximo espesor de la Fm. limos y areniscas de Rillo es de 146 m en el sondeo Sigüenza 50-12 y el mínimo es de 27 m localizado en el sondeo San Pedro-2 (fig. 41).

En el sector sur la unidad presenta un espesor mínimo de 49 m en el sondeo Baides y un espesor de 60 m en el sondeo de Sta. Bárbara.

#### d.- Límites

El límite inferior es muy neto en casi todos los registros, viene marcado en esta unidad por un aumento en los valores de GR, neutrón y sónico, disminuyendo el valor de los registros de resistividad, en ocasiones de forma muy acusada.

El límite superior aparece claramente marcado en todos los registros. Se observa un cambio muy brusco en los valores de las curvas, que implica un aumento de la densidad y resistividad y una disminución del GR, neutrón y sónico. Este límite es discordante, pues implica una ruptura total en los registros.

En el sector sur, el límite inferior de la Fm. limos y areniscas de Rillo viene marcado por un cambio en los registros, que es más acusado en las curvas del GR y resistividad. Este cambio supone un descenso en los valores con relación a los niveles inferiores. El límite superior, es en general, muy brusco. Esta señalado por un descenso acusado en los valores de las curvas de GR, neutrón y sónico y por un aumento en los registros de neutrón y de resistividad.

#### e.- Extensión y equivalencias

La unidad se localiza en todo el sector centro, siempre naturalmente con la excepción del área de Río Francó-Honrubia (fig. 41), donde no existen materiales en facies Buntsandstein. También aparece en la columna de Jubera donde se desconoce el espesor exacto que presenta la unidad, pues no llega a aflorar la base.

La distribución areal de esta unidad es muy irregular, aunque puede observarse una ligera tendencia a aumentar de espesor hacia el SE (fig. 41).

Puede asimilarse a parte de las unidades "Areniscas y lutitas de Termancia" y "Lutitas de Cuevas de Ayllón" establecidas por Hernando (1980), en la región de Ayllón-Atienza, así como a la unidad "Areniscas y limos de Cercadillo" de Sopena (1979), descrita en la zona de enlace de la Cordillera Ibérica y el Sistema Central. Así mismo, es semejante a la parte superior de la unidad A6 y a la unidad A7 establecidas en el área de Riba de Santiuste por Sánchez-Moya (1991).

#### Fm. limos y areniscas abigarrados de Torete

Se toma el nombre de Ramos (1979, pág. 177), quién define esta formación en el área de Molina de Aragón (Guadalajara).

No se realiza una descripción detallada como en el resto de las unidades debido a los problemas que plantea su identificación en diagrfias. Una de estas dificultades proviene del reducido espesor que presenta la Fm. limos y areniscas abigarrados de Torete en la zona en la cual fue definida, donde incluso muestra una reducción de espesor hacia el N. Los problemas están motivados también por la similitud litológica que presenta esta formación con la unidad infrayacente, Fm. limos y areniscas de Rillo, lo que hace prácticamente inviable su diferenciación.

Se ha identificado en la columna de Molina de Aragón (fig. 41), donde fue definida, y en la columna de Jubera (fig. 41), donde fue identificada por García-Gil (1989).

Por encima de las unidades descritas hasta aquí, se localizan en este sector las unidades carbonatadas de las facies Muschelkalk, Fm. dolomías de Tramacastilla y Fm. dolomías margas y calizas de Royuela (Tabla I). Las características y peculiaridades de estas unidades fueron descritas con anterioridad en el apartado 2.4.1., correspondiente al sector norte.

### Unidad K1?

#### a.- Descripción

El nombre de esta unidad proviene de Ortí (1973, pág. 45), que establece esta unidad en el área de Levante.

Se encuentra compuesta principalmente por lutitas grises y verdes, ocasionalmente rojas, en un porcentaje del 43%. Las areniscas versicolores constituyen el 19% de la unidad. Existe anhidrita en un 6,5% y yeso en un 2%. Los conglomerados representan un porcentaje tan sólo del 1,5%, mientras que los carbonatos son el 1%. La halita constituye el 27% de la unidad (fig. 49).

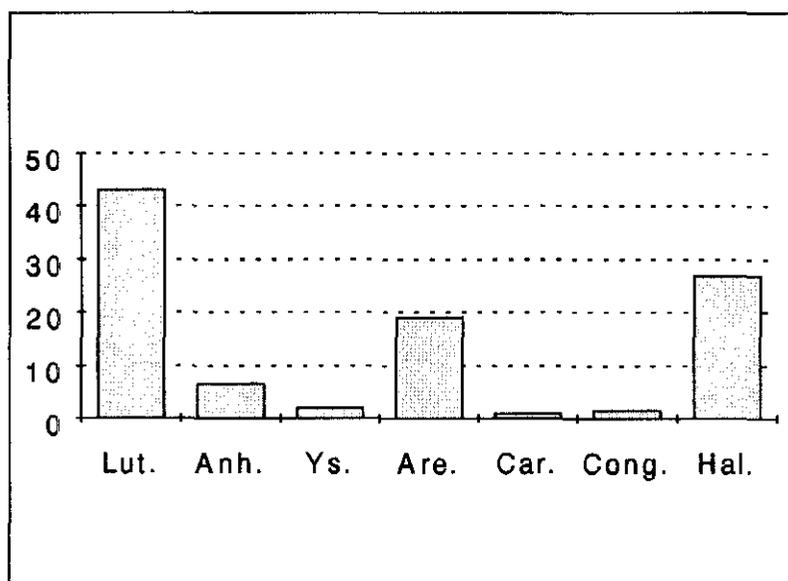


Fig. 49. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la unidad K1?.

#### b.- Características

Esta unidad se encuentra constituida fundamentalmente por lutitas que alternan con niveles de areniscas. Las lutitas pueden presentar intercaladas entre ellas niveles de yeso y anhidrita. El yeso aparece básicamente en las series de superficie, por lo que puede ser yeso secundario generado por hidratación de anhidrita.

Los conglomerados están asociados a las areniscas en las series donde éstas representan un porcentaje mayor de la unidad (fig. 41, columnas, Honrubia y Serrezuela).

La halita se encuentra restringida exclusivamente a la unidad en el sector sur (fig. 52), no existiendo en el sector centro.

De NW a SE puede observarse primero un progresivo aumento del porcentaje de areniscas que llega a su máximo en las series de Honrubia y Serrezuela con la aparición de conglomerados. A continuación se produce un descenso irregular en porcentaje de areniscas hasta su práctica desaparición en la serie Jubera (fig. 41).

Esta unidad ofrece en diagráfias un aspecto irregular, aunque manteniéndose en unos rangos de variación parecidos. El GR varía de 35 a 85 API. El neutrón muestra valores altos, siempre mayores de 30% de porosidad-neutrón. La densidad muestra valores medios. El sónico presenta un rango de variación entre 60 y 150 ms/p. La resistividad muestra valores medios. No se observan tendencias claras en esta unidad, aunque en las diagráfias del GR puede apreciarse cierta tendencia decreciente.

En el sector sur (fig. 52), como ya se indicó, está formada fundamentalmente por halita con porcentajes variables de lutitas a lo largo de ella. Existen en menor medida niveles de anhidrita y areniscas que se encuentran fundamentalmente en la parte inferior. En la columna de superficie de Pálmaces (Sopeña, 1979), aparecen niveles de margas y dolomías que presentan poco espesor. La unidad muestra una imagen relativamente homogénea. El GR tiene valores bajos próximos a 0, con algunos intervalos de valores más altos. El neutrón presenta igualmente valores muy bajos, cercanos al 0%. La densidad tiene valores medios de 1,95 gr/cc. El sónico es el registro que muestra una imagen más irregular. La resistividad presenta los valores más altos en el conjunto de la serie triásica.

#### c.- Espesor

El espesor máximo de esta unidad es de 115 m en el sondeo Gormaz-1. El espesor mínimo es de 30 m en la serie Jubera (fig. 41).

En el sector sur esta unidad presenta un espesor variable que alcanza 124 m en Sta. Bárbara y 30 m en la columna de Pálmaces.

#### d.- Límites

El límite inferior de la unidad K1? es neto, aunque presenta unas características muy variables en función de los materiales infrayacentes. Si esta unidad se apoya sobre el Paleozoico, se observa un aumento notable en los registros de resistividad con una disminución posterior (fig. 41, sondeo Don Juan). Si la unidad se apoya sobre facies Buntsandstein, el límite está menos marcado observándose un ligero aumento de GR y neutrón, aumento del sónico y ligero descenso de los valores de resistividad. En otras ocasiones (fig. 41., sondeo El Gredal), la unidad se sitúa sobre facies Muschelkalk; en este caso se aprecia un aumento de GR con una disminución posterior, un aumento del neutrón y sónico, así como un descenso de la densidad y resistividad. En conjunto puede decirse que el límite inferior de esta unidad K1?, puede presentarse sobre los materiales en facies Buntsandstein o incluso, discordante directamente sobre el Paleozoico, aunque a veces se encuentra en continuidad sedimentaria con los materiales carbonatados en facies Muschelkalk.

El límite superior es muy neto en casi todos los registros; supone una disminución en los valores de todas las diagráfias, que en algunos casos como la resistividad es muy acusada.

En el sector sur (fig. 52), el límite inferior está marcado por una clara disminución de los valores del GR, pasando por ejemplo en Sta. Bárbara de 90 a 10 API. El neutrón y el sónico también disminuyen. En la curva de densidad y en la de resistividad se observa un aumento en los valores respecto a la unidad inferior. El límite superior está marcado por un cambio que en la mayoría de los registros no está bien señalado, a excepción del neutrón y densidad, donde se produce un brusco cambio en los valores, como puede observarse en el sondeo Sta. Bárbara.

#### e.- Extensión y equivalencias

La unidad K1? se encuentra en todo el sector centro, incluyendo áreas donde hasta ahora no se había registrado sedimentación, como el área de Río Francó-Honrubia (fig. 41). Es, por tanto, la primera unidad que presenta un carácter extensivo en todo el sector. Presenta un progresivo aumento de espesor hacia el SE que alcanza su máximo en el sondeo Gormaz-1, a partir del cual se produce una progresiva disminución (fig. 41).

En el sector sur, esta unidad presenta un aumento de espesor en sentido S, que también viene acompañado por un aumento en el porcentaje de halita.

Esta unidad equivale probablemente a la unidad TK-I de Suárez et al., (1985), para la Depresión Intermedia. También sería equivalente a la unidad "Lutitas y yesos de Noguera" establecida por Pérez-Arlucea (1985), en el área

de Molina de Aragón-Albarracín. Esta unidad equivaldría según esta autora a la unidad K1 y probablemente K2 de Ortí (1974), con caracteres más terrígenos en este área que en la zona de Levante. Igualmente sería asimilable a la unidad "Lutitas verdes y grises de El Puente" descrita por García-Gil y Sopena (1987), en el área de Jubera.

#### Unidad K4?

##### a.- Descripción

El nombre de esta unidad ha sido tomado de Ortí (1973, pág. 32), quién describe la unidad en el área de Levante.

Se compone esta unidad de lutitas rojas en un porcentaje del 61%. Existe anhidrita en un porcentaje del 11%, yeso en un 3%, carbonatos en un 9% y halita en un 5%. También existe un porcentaje del 8% del cual se desconoce su litología por problemas en las diagráffas. En las columnas de superficie y como litologías subordinadas para el total de la unidad, existen areniscas en un porcentaje del 2% y conglomerados en un 1% (fig. 50).

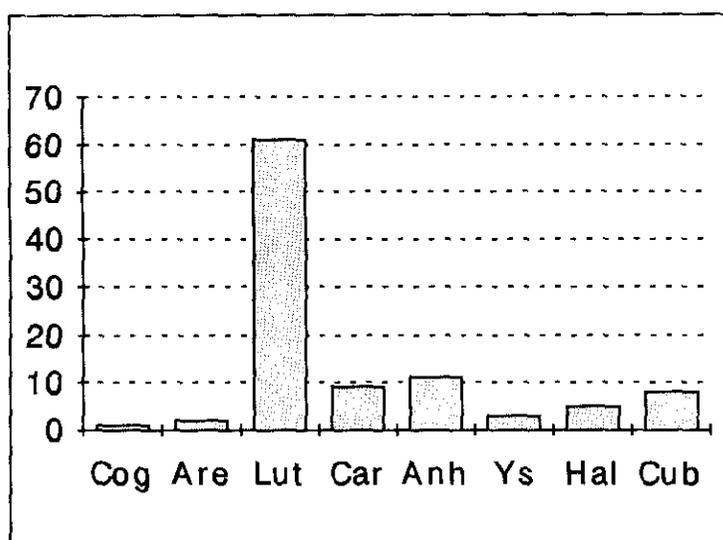


Fig. 50. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la unidad K4?

##### b.- Características

La litología fundamental en el conjunto de esta unidad son las lutitas rojas, aunque se trata de una unidad heterolítica, en la cual los porcentajes de las distintas litologías presentan una gran variación de un área a otra. Puede decirse que en la mayoría de las series (fig. 41, San Pedro-2 y Gormaz-1), la anhidrita o la halita constituyen la litología más abundante a continuación de las lutitas. Sin embargo, al existir series donde el porcentaje de anhidrita y halita es muy pequeño o inexistente, en el conjunto de la unidad sus porcentajes se ven disminuidos.

Como litologías subordinadas existen carbonatos y yeso. Una parte de los niveles de yeso se encuentran en superficie y, como sucedía en la unidad anterior, puede tratarse de yeso secundario, que se origina a partir de anhidrita. La anhidrita y la halita pueden aparecer como niveles de espesor variable o bien dispersos en las lutitas. El yeso aparece frecuentemente disperso en las lutitas, aunque ocasionalmente también se encuentra en niveles finos. Los carbonatos se encuentran en niveles generalmente de poco espesor. También existe un porcentaje relativamente importante, principalmente en el sector sur, que no ha sido asignado a ninguna litología, debido a la dificultad de interpretación causada por la caída de las paredes en los pozos, lo que impide la correcta lectura de las herramientas. Como ya se indicó en casos anteriores puede tratarse de sales que se disuelven al contacto con el lodo de perforación.

Esta unidad, presenta en diagráffas una imagen variable en función de las litologías dominantes en cada sondeo. En general, se observan valores de GR medios-bajos, causados por el contenido en anhidrita, yeso y halita

que está disperso en las lutitas. El neutrón tiene valores altos, igual que la densidad y el sónico. Las curvas de resistividad muestran valores bajos, con excepción de los intervalos de anhidrita, donde los valores se elevan considerablemente.

En el sector sur (fig. 52), las diagráfias dan una imagen caracterizada por valores irregulares y extremos. El GR tiene una curva que en general mantiene valores medios. El neutrón muestra valores altos con descensos muy acusados. La densidad se mantiene con valores altos que presentan disminuciones muy acusadas. El sónico presenta un registro muy irregular. La resistividad es también irregular, sobre todo en la parte media de la unidad. La parte superior de la unidad se caracteriza por la falta de registro en las diagráfias. Esto está causado por la caída de las paredes del pozo, que impiden la lectura correcta de las herramientas. Este hecho ha sido generado, muy probablemente, por la existencia de sales que se disuelven y provocan el derrumbamiento de las paredes.

#### c.- Espesor

El espesor mínimo es de 37 m, en la serie de Jubera (García-Gil y Sopena, 1987) y el espesor máximo es de 184 m en el sondeo Gormaz-1 (fig. 41).

En el sector sur el espesor máximo es de 180 m en el sondeo Sta. Bárbara, situándose el mínimo en Pálmaces (Sopena, 1979).

#### d.- Límites

En el sector centro el límite inferior de la unidad es bastante brusco en todos los registros. La resistividad muestra un descenso muy acusado. El resto de los registros también presentan una disminución en sus valores, con excepción del sónico que puede aumentar ligeramente.

El límite superior también representa cambios significativos en los registros, aunque de forma menos acusada que el inferior. Está marcado en general por aumentos en la resistividad y cambio en la tendencia del SP.

En el sector sur el límite inferior no presenta un gran contraste en los valores de las curvas. Destaca sin embargo, el cambio brusco que se produce en el registro de densidad y neutrón en el sondeo Sta. Bárbara. El límite superior se marca por un brusco cambio en los registros de las diagráfias, que se aprecia especialmente en las curvas del sónico, neutrón y densidad.

#### e.- Extensión y equivalencias

Esta unidad presenta numerosos cambios laterales de facies. En general, las series que presentan mayor espesor tienen un mayor porcentaje de evaporitas. En el caso de la halita esta se encuentra en la zona con mayor espesor de sedimentos. Los mayores porcentajes de anhidrita también se localizan en áreas con un importante espesor. Por el contrario, el yeso y los carbonatos, y en el caso de series de superficie los terrígenos, son más frecuentes en series de menor espesor.

Para la unidad K4? las series de superficie presentan un espesor muy reducido, que podría ser debido a la disolución en superficie de la halita y gran parte de la anhidrita.

En el sector sur esta unidad presenta una disminución de espesor de S a N, que se ve acompañada por un incremento en el porcentaje de areniscas y lutitas. La parte superior de la unidad puede no estar presente en el sector sur, por disolución de las evaporitas en superficie y también por haber sido erosionada por los materiales cretácicos suprayacentes.

La unidad K4? puede ser equivalente a la unidad TK-II de Suárez et al. (1985), concretamente a los subtramos K4a y K4b, descritos para la Depresión Intermedia. También puede ser equivalente a la unidad "Yesos y lutitas de Terolea" de Pérez-Arlucea (1985), establecida en el área de Molina de Aragón-Albarracín. En este área se definió una unidad entre esta y la infrayacente ("Lutitas y yesos de Noguera"), denominada "Lutitas de Teroleja" que desaparece hacia el NW, no habiendo sido identificada por tanto en el área de estudio. Igualmente equivaldría a la unidad "Lutitas rojas de El Puente" descrita por García-Gil y Sopena (1987), en la zona de Jubera.

## Unidad K5?

### a.- Descripción

El nombre de esta unidad ha sido tomado de Ortí (1973, pág. 26), quién describe esta unidad en el área de levante.

La unidad está compuesta por lutitas versicolores en un porcentaje del 60% y areniscas rojas en un 18%. Como litologías subordinadas existe anhidrita en un 11%, yeso en un 8% y carbonatos en un 3% (fig. 51).

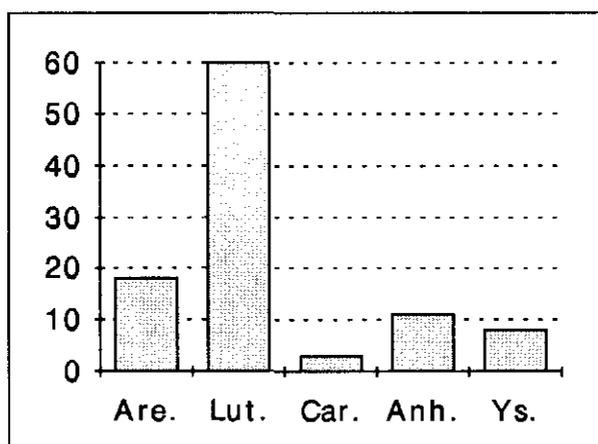


Fig. 51. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la unidad K5?.

### b.- Características

La unidad K5? está formada por una alternancia irregular de lutitas y areniscas. Los carbonatos y la anhidrita se encuentran como niveles intercalados en esta alternancia, aunque la anhidrita igual que el yeso puede encontrarse dispersa en las lutitas.

La unidad K5? se caracteriza por presentar un carácter más terrígeno que la unidad K4?, ya que vuelven a existir areniscas que en la unidad inferior sólo se encontraban en las series de superficie con menor espesor. También cabe destacar la desaparición de los depósitos de halita en la unidad K5?.

En diagráfias esta unidad presenta una imagen más homogénea que la inferior. Tiene valores de GR ligeramente más altos, sobre todo en la parte inferior (fig. 41, sondeo Gormaz-1). El neutrón presenta valores altos, al igual que la resistividad. El sísmico y la densidad muestran valores más irregulares.

Puede observarse una parte inferior que tiene un GR con tendencia creciente, valores de neutrón y sísmico más altos que la superior, al contrario que la densidad, y unos valores de resistividad más irregulares y en algunos casos con tendencia decreciente. La parte superior tiene un GR con tendencia decreciente y una resistividad creciente. El neutrón y el sísmico tienen tendencia decreciente menos acentuada que el GR. La densidad registra valores altos.

### c.- Espesor

El máximo espesor de la unidad es de 148 m en el sondeo Gormaz-1 y el espesor mínimo es de 31 m en el sondeo El Gredal (fig. 41).

### d.- Límites

El límite inferior está marcado principalmente por cambios en la tendencia del Sp y aumento en los registros de resistividad y neutrón.

El límite superior es variable en función de los materiales que constituyen el techo de la unidad. Puede decirse que es un límite muy neto en todos los registros, aunque el carácter de los mismos varía. Lo más frecuente es que el techo esté formado por la Fm. dolomías tableadas de Imón. En este caso, el límite muestra una disminución del GR y un aumento brusco de la resistividad. Cuando el techo lo constituyen las arenas en facies Utrillas, el límite es muy neto observándose aumentos de GR, neutrón y resistividad, y una disminución del sónico y la densidad.

#### e.- Extensión y equivalencias

La unidad K5? está representada en todo el sector centro. Muestra importantes variaciones de espesor debido al carácter erosivo del límite superior cuando el techo de la serie lo constituyen las arenas en facies Utrillas.

La unidad muestra un incremento en el porcentaje de areniscas en la parte superior, más acusado en aquellas series que conservan mayor espesor.

Existen algunas series de superficie en las cuales no es posible individualizar esta unidad, así como tampoco la unidad infrayacente K5?. En estas series los materiales son fundamentalmente terrígenos, con lutitas, areniscas y conglomerados (fig. 41, columnas Honrubia y Serrezuela). Existen dos hipótesis posibles; la primera es que la unidad K4? no exista y la unidad K5? se sitúe sobre K1?. Así estos materiales serían un cambio lateral de facies de unidad K5?, que como se ha visto en la descripción, tiene más terrígenos que K4?. La segunda hipótesis es que parte de las series de superficie correspondan a un cambio lateral de facies de la unidad K4? y otra parte a la unidad K5? presentando, ambas un espesor muy reducido.

En el sector sur la unidad K5? no existe debido probablemente a la erosión provocada por los materiales cretácicos suprayacentes.

Esta unidad puede ser equivalente a la unidad TK-II en los subtramos K4c y K5 de Suárez et al. (1985). También podría ser equivalente a la parte más superior de la unidad "Lutitas rojas de El Puente" descrita por García-Gil y Sopeña (1987), en la zona de Jubera. Así mismo puede equivaler a la unidad "Lutitas y margas de Teroleja" establecida por Pérez-Arlucea (1985), en el área de Molina de Aragón-Albarracín.

#### 2.4.3. Sector Sur

Se incluyen en este sector los sondeos Baidés y Sta. Bárbara y la columna de superficie "Pálmaces" compuesta a partir de las columnas de Pálmaces, El Carrascal y Los Gavilanes de Sopeña (1979), (fig. 52). No se han identificado materiales atribuibles al Pérmico en los sondeos Baidés y Sta. Bárbara, en los cuales la serie triásica se sitúa sobre granitos y gneises respectivamente.

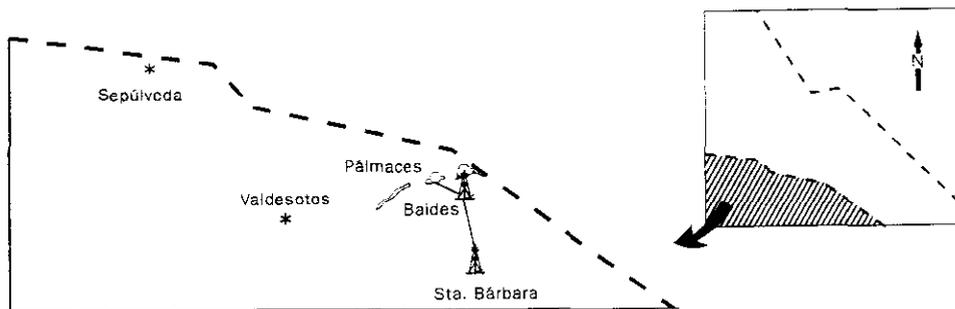
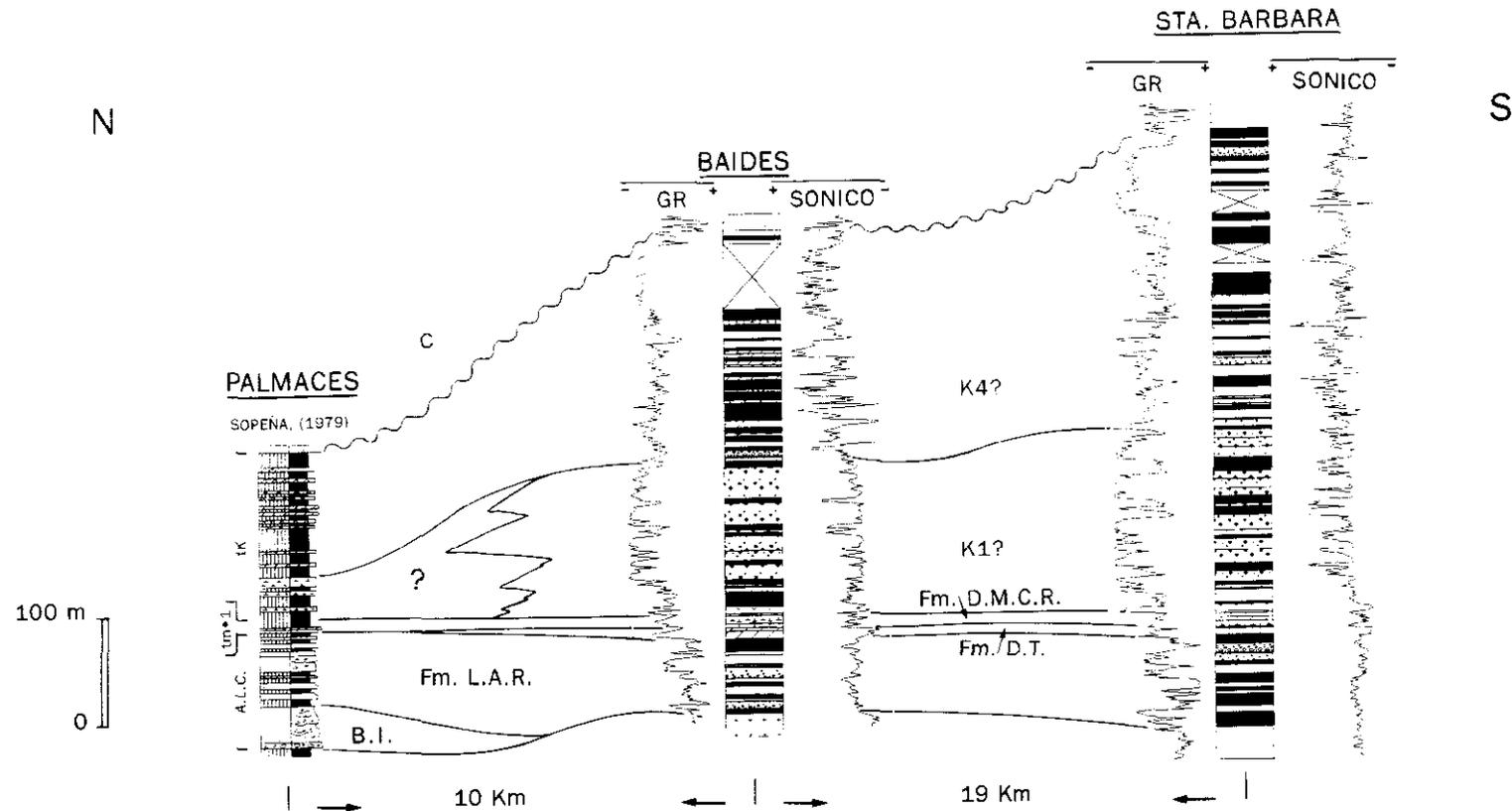
El conjunto de los materiales triásicos no presenta en este área grandes espesores. En el sondeo Sta. Bárbara alcanzan 389 m, en Baidés 314 m, y 178 m en los afloramientos de los alrededores de Pálmaces (Sopeña, 1979).

Se han reconocido en este sector un total de 6 unidades (Tabla 1). La primera se ha denominado "Buntsandstein Indiferenciado", se encuentra únicamente en la columna de Pálmaces (Sopeña, 1979), presentando carácter local. La siguiente, Fm. limos y areniscas de Rillo, corresponde a las facies Buntsandstein. Las formaciones que le suceden: Fm. dolomías de Tramacastilla y Fm. dolomías, margas y calizas de Royuela corresponden a los carbonatos de las facies Muschelkalk. Por último, las unidades K1? y K4? corresponden a las facies Keuper.

#### Unidad "B.I."

##### a.- Descripción

Se compone esta unidad de areniscas rojas de grano medio y grueso en un porcentaje del 79%. Existen conglomerados que representan el 11%. Las lutitas representan el 10% restante (fig. 53).



\* C= Cretácico

\* K4?= "Arcillas yesíferas de Quesa" } Ortí (1974)  
 \* K1?= "Arcillas y yesos de Jarafuel" }

\* Fm. D.M.C.R.= Fm. dolomías, margas y calizas de Royuela } Pérez-Arлуea y Sopena (1985)  
 \* Fm. D.T.= Fm. dolomías de Tramacastilla }

\* Fm. L.A.R.= Fm. limos y areniscas de Rillo } Ramos (1979)

\* B.I.= "Buntsandstein indiferenciado"

tk= "Arcillas y yesos de los Gavilanes" } Sopena (1979)  
 tm•1= "Arcillas y dolomías del embalse de Pálmaces" }  
 A.L.C.= "Areniscas y lutitas de Cercadillo" }

Fig. 52. Gráfico de correlación de las columnas y sondeos analizados en el sector sur

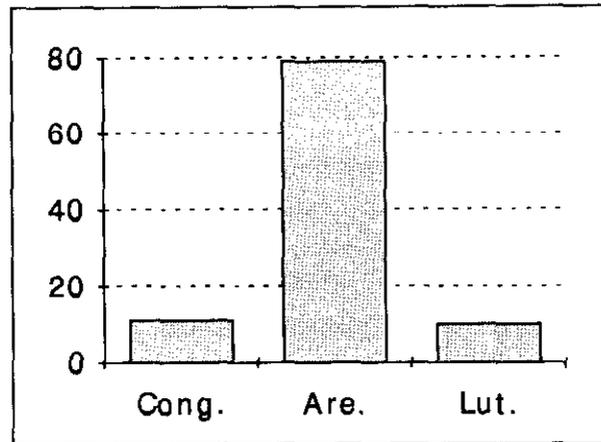


Fig. 53. Distribución porcentual de los diferentes componentes litológicos de la unidad "B.I.".

#### b.- Características

La composición principal de esta unidad son las areniscas rojas de grano grueso con cantos de cuarcita dispersos. Se encuentra en niveles de 2 a 4 m de espesor. Los conglomerados están constituidos por cantos de cuarzo y cuarcita, con algunos cantos de pizarra en menor proporción. Presentan textura granosostenida y se localizan en la parte inferior de la unidad. Las lutitas son niveles de poco espesor que se encuentran fundamentalmente en la parte superior de la unidad y pueden incluir nódulos de carbonato.

#### c.- Espesor

Presenta un espesor de 27 m en la columna de Pálmaces (Sopeña, 1979).

#### d.- Límites

El límite inferior es discordante con los materiales pérmicos infrayacentes, o con el Paleozoico metamórfico de tectogénesis hercínica.

El límite superior es concordante con la unidad suprayacente.

#### e.- Extensión y equivalencias

Esta unidad se encuentra únicamente en el área N de este sector (fig. 52), concretamente en la columna de Pálmaces (Sopeña, 1979). No habiendo sido identificada en el resto del sector.

Es equivalente a la parte inferior de la unidad "Areniscas y limos de Cercadillo" de Sopeña (1979).

Las unidades suprayacentes Fm. limos y areniscas de Rillo, Fm. dolomías de Tramacastilla, Fm. dolomías, margas y callizas de Royuela, K1?, K4? y K5? (Tabla I), han sido descritas en detalle en los apartados 2.4.1. y 2.4.2. correspondientes a los sectores norte y centro.

### 2.5. DISCUSION DE LAS UNIDADES Y COMPARACION CON OTRAS AREAS

En el apartado anterior se han descrito las unidades litoestratigráficas en los tres sectores establecidos. En las figuras 32, 41 y 52, se muestran las relaciones y variaciones que presentan estas unidades según una dirección NW-SE. Estas correlaciones pueden establecerse de un modo relativamente sencillo por la facilidad que proporciona la existencia de continuidad de afloramientos en superficie o de variaciones no muy importantes en las litologías y facies analizadas en el subsuelo.

No sucede lo mismo cuando se pretende establecer la correlación según una dirección SW-NE. El análisis de estas relaciones se ve entonces dificultado por la falta de continuidad provocada por la existencia de la cuenca terciaria de Almazán y por la Depresión de Calatayud-Teruel. Otra dificultad añadida, es la falta de sondeos en estas áreas, ya que casi todos, con excepción del sondeo El Gredal, se encuentran situados en la mitad noroccidental de la Cuenca de Almazán, en su enlace con la Cuenca del Duero (fig. 31).

Estas dificultades pueden solventarse en parte, mediante el análisis de las líneas sísmicas realizadas en la Cuenca de Almazán, tema que será tratado en capítulos posteriores. Aquí se presenta la figura 54, en la que se muestra un esquema de distribución de las unidades establecidas en los tres sectores, junto con datos procedentes de las líneas sísmicas analizadas. Se intenta con ello, reflejar las relaciones existentes entre las unidades de las diferentes áreas.

Cuando se comparan los tres sectores (fig. 54), se observa la existencia de materiales pérmicos bien desarrollados en algunas áreas del sector centro. Como se indicó anteriormente, en la región de Reznos (Soria), que se incluiría en el ámbito del sector norte, han sido datados (De la Peña et al., 1977), materiales de edad Autuniense por debajo de la unidad "Conglomerados y lutitas del Araviana". Sin embargo, hay controversia sobre la posibilidad de existencia o no de materiales pérmicos en facies Saxoniense (Tallos, 1984; Arribas, 1985; Rey y Ramos, 1991). En este trabajo no se ha conseguido aportar nuevos criterios cronoestratigráficos, y por tanto, no se entrará en la discusión sobre la edad de estos materiales.

Así pues, en el sector centro se han encontrado materiales que por sus características y posición estratigráfica pueden ser atribuidos al Pérmico. Según el área en que se encuentren pueden diferenciarse distintas unidades. En el sondeo El Gredal, se establecen dos conjuntos separados por una discordancia. Estos conjuntos pueden relacionarse en superficie con las dos divisiones establecidas por Ramos (1979), en el área de Molina de Aragón, para materiales que se sitúan en la misma posición estratigráfica. La parte inferior de estos materiales fue datada por Ramos et al. (1976), como Autuniense (Fm. capas de la Ermita), y la parte superior se asimila a las facies Saxoniense (Fm. capas de Montesoro).

Sin embargo, en otras áreas del sector centro, como se observa en el sondeo Gormaz-1 (fig. 41), se encuentra una serie de materiales en tonos rojos, que se parecen más a los materiales Pérmicos descritos por Hernando (1977) y Pérez-Mazarío (1990,) en el área de Ayllón-Atienza, que a los materiales descritos por Ramos (1979). Estos materiales de tonos rojos están datados únicamente en el sondeo Sigüenza 44-3, donde se encontraron asociaciones palinológicas de edad Thuringiense, en la parte inferior del sondeo (Dra. Doubinger com. oral). Hay que tener en cuenta, que este sondeo fue interrumpido antes de llegar al basamento paleozoico por lo que hay que considerar la posibilidad de que existan bastantes metros de materiales pérmicos, igual que en áreas cercanas citadas anteriormente (región de Ayllón-Atienza, Hernando 1977), que no fueron atravesados.

Por tanto, las edades de estos materiales, han sido atribuidas en base a su posición estratigráfica, datos y criterios litológicos y por criterios de comparación con otras áreas. Se han establecido para el Pérmico del subsuelo, dos conjuntos que corresponderían a un Pérmico gris de edad Autuniense (Fm. capas de la Ermita), y un Pérmico rojo que se asimila a las facies Saxoniense y que en espera de nuevas aportaciones se ha incluido en la unidad denominada "Pérmico indiferenciado". En superficie se deben considerar las unidades establecidas por los autores han estudiado las distintas áreas.

La comparación de los materiales triásicos en sentido NE-SW (fig. 54), muestra la existencia de dos surcos principales con subsidencia diferente, separados por una zona elevada. Esta zona de alto estructural, está situada en parte en la Cuenca de Almazán y en la zona más oriental de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. Concretamente en este área, en la vertical de Torrijo (fig. 54), las facies Buntsandstein presentan una serie de niveles de costras ferruginosas que impiden identificar las unidades en estos materiales. Con los datos de sísmica de los que se dispone actualmente en la Cuenca de Almazán, no es posible establecer divisiones que pudieran corresponder a unidades litoestratigráficas. Por tanto, el seguimiento de las unidades en el subsuelo de la Cuenca de Almazán no ha sido posible. Sin embargo, se observa que este área, que es una zona de importante acumulación de materiales terciarios, debió representar una zona de escasa subsidencia durante el Triásico, ya que el espesor de materiales de esta edad es muy reducido en comparación con otras áreas de superficie.

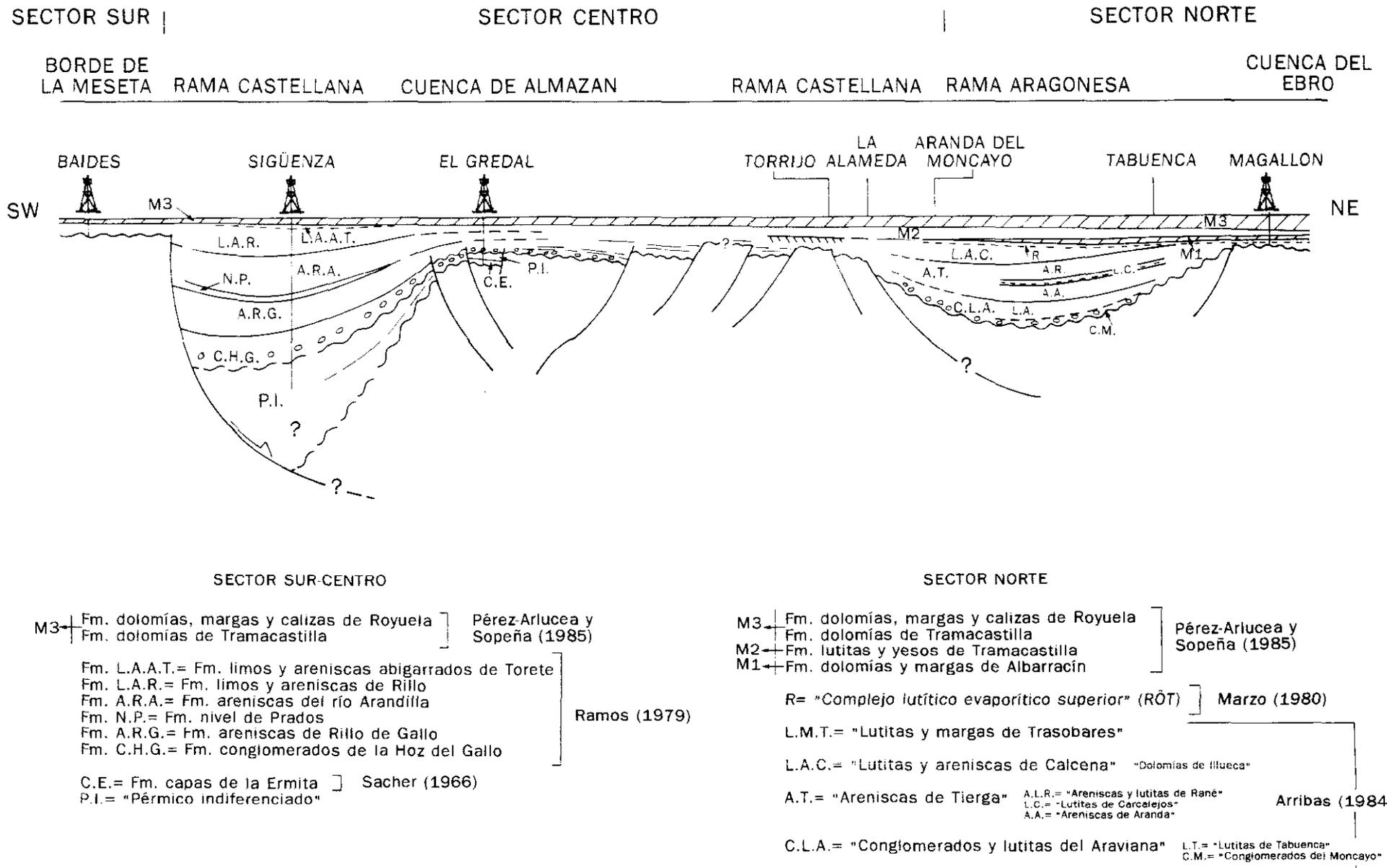


Fig. 54. Esquema de distribución de las unidades litoestratigráficas en los sectores analizados

Esta zona debió actuar en parte incluso, como un umbral durante la sedimentación pérmica y de la mayoría del Buntsandstein, aislando el área entre Baidés y El Gredal del área entre Torrijo y Magallón. Probablemente durante gran parte del Triásico, estas dos áreas, funcionarón como subcuencas separadas con áreas de aporte distintas. En el área occidental, las áreas madre, son fundamentalmente metamórficas de alto grado (Hernando, 1977; Sopena, 1979; Ramos 1979; Rincón et al., 1980), mientras que en el área oriental son metamórficas de bajo grado pasando, en la parte más superior según Arribas et al., (1985), a ser granítico-gneísicas.

Así pues, una de las razones de la dificultad que existe para establecer correlaciones entre las unidades de la Rama Castellana y de la parte N de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, sería el hecho de que durante gran parte del Triásico habrían funcionado como subcuencas distintas, y los materiales depositados en ambas zonas no serían iguales, respondiendo a áreas madre distintas y a secuencias de sistemas sedimentarios diferentes.

Así, en el sector centro las unidades en facies Buntsandstein diferenciadas son, de base a techo: Fm. conglomerados de la Hoz del Gallo, Fm. areniscas de Rillo de Gallo, Fm. nivel de Prados, Fm. areniscas del río Arandilla, Fm. limos y areniscas de Rillo. El reconocimiento en diagráffas de la Fm. limos y areniscas abigarrados de Torete plantea dificultades debido a su reducido espesor y a la similitud litológica que presenta con la formación infrayacente, lo que hace prácticamente inviable su diferenciación. En el sector norte las unidades serían: "Conglomerados y lutitas del Araviana" y "Areniscas de Tierga". En este sector es en el único en el cual se ha identificado una unidad en facies Röt, denominada "Complejo lutítico carbonatado evaporítico superior", sobre la cual se sitúan los materiales en facies Muschelkalk.

Las unidades en facies Muschelkalk correspondientes a la primera transgresión del Tethys se localizan exclusivamente en el sector norte (fig. 54). La Fm. dolomías y margas de Albarracín, aparece en la Cuenca del Ebro y Rama Aragonesa, acuñándose rápidamente a partir del área de Aranda del Moncayo. La Fm. lutitas y yesos de Tramacastilla, se encuentra en las mismas áreas que la formación anterior, desapareciendo como unidad perfectamente identificable hacia el W de Torrijo, puesto que no ha sido posible identificar esta unidad en sísmica.

El segundo impulso transgresivo se registra en todos los sectores, aunque con características diferentes. Corresponde a las unidades Fm. dolomías de Tramacastilla y Fm. dolomías, margas y calizas de Royuela. Está presente en todo el área, aunque en el sector norte estos materiales alcanzan un espesor notable, mientras que en el sector centro el espesor disminuye en dirección NW. En el área más occidental estos materiales presentan carácter mixto terrígeno-carbonatado e incluso llegan a desaparecer. La unidad denominada "Areniscas y lutitas de la Cuesta del Castillo", establecida por García-Gil (1989), en el área del Anticlinal de Riba de Santiuste (Guadalajara), y que estratigráficamente se encuentra entre las formaciones anteriores (Fm. D.T. y Fm. D.M.C.R.), no ha podido ser identificada en diagráffas por el escaso espesor que presenta incluso en el área donde fue definida.

En resúmen, las unidades "Complejo lutítico carbonatado evaporítico superior" ("Röt"), Fm. dolomías y margas de Albarracín y la Fm. lutitas y yesos de Tramacastilla, no existen en el área de la Rama Castellana y borde de la Meseta. La Fm. limos y areniscas abigarrados de Torete, sería el equivalente lateral de estas formaciones. Las unidades generadas por el segundo impulso transgresivo, se sitúan directamente sobre la Fm. limos y areniscas abigarrados de Torete y cuando esta no existe, lo hacen directamente sobre la Fm. limos y areniscas de Rillo.

En los materiales depositados en facies Keuper del sector centro se han diferenciado tres unidades a las que se les han asignado los nombres K1?, K4? y K5?. Como ya se ha indicado en la descripción de las unidades el nombre ha sido tomado de Ortí (1974). Este autor establece en el área de levante cinco unidades, dos de las cuales, K2 y K3, no han sido reconocidas en ninguno de los sectores estudiados. Esto puede deberse a la no sedimentación de dichas unidades en estas áreas situadas más hacia el norte, sin que se pueda excluir la posibilidad de que exista una convergencia de facies con las unidades adyacentes presentando todas un mayor carácter terrígeno. En el sector sur sólo ha sido posible reconocer las unidades K1? y K4?, ya que la parte superior de estos materiales está erosionada por los materiales cretácicos suprayacentes. En el sector norte se ha establecido una única unidad denominada "Keuper indiferenciado" donde se han incluido los diversos materiales en facies Keuper, ya que en este sector los estudios de superficie son escasos y en los sondeos donde aparecen estos materiales presentan un espesor muy variable y son de muy diverso tipo llegando a contener incluso materiales volcánicos. Con todas estas restricciones las unidades establecidas presentan un carácter provisional y tentativo.

La comparación de las unidades en facies Buntsandstein del subsuelo triásico de la Cuenca del Ebro (Jurado,

1988), con las unidades establecidas en el sector norte que es el que geográficamente se encuentra más próximo, no resulta sencilla por la escasa caracterización de las unidades en este área. A partir de la unidad más superior en facies Buntsandstein "Complejo lutítico carbonatado evaporítico superior", la correlación resulta más evidente. Las unidades en facies Keuper se han incluido en la unidad "K.1", que sería equivalente a las unidades "K1", "K2" y "K3" de Jurado (1988), presentando la unidad "K2" también materiales volcánicos.

También se ha considerado interesante establecer una comparación con las unidades propuestas en Cataluña, ya que es en ese área de la Península donde los materiales triásicos, en especial en facies Muschelkalk, se encuentran mejor datados. Se ha empleado para ello la litoestratigrafía de Marzo y Calvet (1985), y Salvany (1986). En primer lugar destaca el mayor desarrollo de las facies Buntsandstein en el área de estudio en comparación con Cataluña. En los sectores centro y sur únicamente se encuentran las unidades equivalentes a las facies del Muschelkalk superior de los Catalánides, mientras que en el sector norte existe una equivalencia entre los grandes tramos del Muschelkalk. En cuanto a las unidades en facies Keuper Salvany (1986), establece tres unidades denominadas "Arcillas y yesos de Miravet, K1", que sería comparable a la unidad K1?. La unidad "Arcillas y yesos del Molar, K2", podría ser equivalente a la unidad K4?, mientras que la unidad "Arcillas y carbonatos del Gallicant, K3", sería equivalente a la unidad K5?.

También, se comparan las unidades establecidas por Ortí (1974, 1982), para los materiales en facies Keuper en el sector levantino, por ser este área donde mejor se encuentran definidas estas unidades. Así mismo, se consideran las unidades establecidas por Suárez et al., (1985), en el Keuper del subsuelo de la Depresión Intermedia mediante *diagráfiás*, ya que estos autores correlacionan sus unidades con las de Ortí (1974, 1982). De esta forma resultará más sencillo correlacionar las unidades propuestas en este trabajo con las establecidas en el sector levantino. La unidad K1? podría ser equivalente a la unidad TK-I de Suárez et al. (1985), y a la unidad K1 de Ortí (1974). Las unidades K2 y K3 (Ortí, 1974), no han sido reconocidas en este área. La unidad K4? resultaría equivalente a la unidad TK-II, en los subtramos K4a y K4b de Suárez et al. (1985), y a la unidad K4 de Ortí. La unidad K5? se correspondería con las unidades TK-II en los subtramos K4c y K5 de Suárez et al. (1985), resultando equivalente a la unidad K5 de Ortí (1974). Aunque aquí se refleja la correlación propuesta con las unidades del sector levantino y de la Depresión Intermedia, en la descripción de las unidades realizada en el epígrafe anterior, esta correlación es muy tentativa.

Por último, se resumen las unidades que se han considerado más adecuadas para este área. Para el Pérmico se considera que debido a las condiciones en las que se produjo la sedimentación de estos materiales en la Península, en pequeñas cuencas generalmente aisladas, no es posible establecer unidades válidas para todo él. Por esta causa, en las áreas donde aflora, deben considerarse las unidades establecidas por los autores que las han estudiado, ante la imposibilidad actual de establecer correlaciones precisas entre ellas por falta de criterios cronoestratigráficos. En este estudio donde no se disponía de criterios suficientemente válidos se ha empleado el término de "Pérmico indiferenciado" y se han respetado las unidades establecidas en superficie por los distintos autores.

Para los materiales en facies Buntsandstein y dentro del ámbito de la Cordillera Ibérica estudiado deberían utilizarse las unidades del Grupo Guadalajara (Sopeña et al., 1983), que está constituido de base a techo por las formaciones: Fm. Conglomerados de la Hoz del Gallo, Fm. areniscas de Rillo de Gallo, Fm. nivel de Prados, Fm. areniscas del río Arandilla, Fm. limos y areniscas de Rillo y Fm. limos y areniscas abigarrados de Torete. Una excepción la constituye el sector norte de la Rama Aragonesa, donde como se ha visto anteriormente no es posible identificar estas unidades. Por tanto, en este área resulta más conveniente emplear las unidades establecidas por Arribas (1984), para las facies Buntsandstein que son: "Conglomerados y lutitas del Araviana" y "Areniscas de Tierga".

En la Cordillera Ibérica únicamente se han identificado materiales en facies Röt en la zona N de la Rama Aragonesa. Se ha utilizado la denominación de "Complejo lutítico carbonatado evaporítico superior", que es el nombre empleado en Cataluña, donde los materiales en facies Röt están mejor representados. No se ha considerado oportuno el empleo de la unidad "Lutitas y areniscas de Eslida" (López y Arche, 1992), ya que estos autores restringen la existencia de materiales en facies Röt al área de Teruel-Sagunto dentro de toda la Cordillera Ibérica, no considerando la existencia de estos materiales en la Rama Aragonesa.

Para los materiales en facies Muschelkalk, se considera apropiada la utilización de las unidades propuestas por Pérez-Arlucea y Sopeña (1985), para el ámbito de la Cordillera Ibérica. Estas unidades son, de base a techo: Fm. dolomías y margas de Albarracín, Fm. lutitas y yesos de Tramacastilla, Fm. dolomías de Tramacastilla y Fm.

dolomías, margas y calizas de Royuela. Estas unidades han sido recientemente reestablecidas con detalle incluso a nivel de miembro por Pérez-Arlucea (1991).

El establecimiento de unidades para las facies Keuper resulta más complejo. La sucesión de unidades más completa es la definida por Ortí (1974), en el área de Levante. Estas unidades son reconocibles en el área Prebética y la zona meridional de la Cordillera Ibérica (Sopeña et al., 1983), pero su extensión a otras áreas situadas más hacia el N resulta muy complicada. Estas dificultades se acentúan en este caso por las diferencias que hay entre los materiales de sondeo y de superficie, ya que en estos últimos las evaporitas están disueltas en su mayor parte. Por tanto, los nombres usados para las unidades en facies Keuper presentan un carácter tentativo y provisional, habiéndose utilizado los empleados por Ortí (1974), con objeto de no introducir mayor confusión al emplear nombres nuevos.

## **ABRIR 3. AMBIENTES SEDIMENTARIOS**

