

## ESTRATIGRAFIA Y FACIES DEL CARBONIFERO DE LA ISLA DE MENORCA

### INTRODUCCION

La mayor parte del Paleozoico de la Isla de Menorca pertenece al Carbonífero. Clásicamente se ha calificado con el vago término de facies "Culm".

Los materiales de esta edad ocupan tres manchones dentro del mapa geológico de la isla (fig. ): uno occidental reducido por su extensión, uno intermedio cuyo yacente lo constituyen niveles del Devónico e incluso del Silúrico superior, y uno oriental que es quizás el que ocupa una mayor extensión. Este último afloramiento presenta la particularidad de aflorar en casi toda la recortada costa oriental de la isla. Ello permite obtener por un lado la serie general de este Carbonífero y por el otro cortes muy detallados. Este afloramiento, no obstante presenta la dificultad de no poder observar su base (por no aflorar) ni su techo por hallarse cubierto discordantemente por la serie del Triásico inferior. La espesa cobertura vegetal que cubre estos sedimentos al alejarnos de la línea de costa, dificulta, cuando no imposibilita, establecer relaciones estratigráficas laterales.

Estos afloramientos, junto a los pequeños recién descubiertos en Mallorca de la misma edad y facies, constituyen los únicos sedimentos paleozoicos de facies "Culm", existentes en las Baleares. No es de extrañar pues, que el estudio de la serie sea de sumo interés para el conocimiento del Paleozoico en esta zona del Mediterráneo occidental.

Si bien es conocido desde los trabajos clásicos de HOLLISTER schindelwolf HERMITTE y FALLOT , es BOURROUILH quien en su tesis lo estudia con detalle y sienta las bases de la estratigrafía y sedimentología actuales. Más tarde los trabajos puntuales de ROSELL y OBRADOR , OBRADOR et al. , y ROSELL (inédito), así como los realizados sobre la flora y la fauna paleozoicas debidos a representan aportaciones locales a su conocimiento. Así mismo hay que citar los de síntesis del Paleozoico y/o concretamente del Carboní-

fero debidos a LLOMPART et al , BOURROUILH y OBRADOR

*La revisión de la serie estratigráfica general así como la descripción y discusión de los diferentes tipos de facies que la componen son el objetivo principal de este trabajo.*

## LA SERIE ESTRATIGRAFICA

La serie estratigráfica del Carbonífero del E de la Isla de Menorca está formada por facies turbidíticas y facies asociadas a las mismas. Esta serie turbidítica se caracteriza, en general, por estar constituida por gruesos paquetes de orden hectométrico de areniscas groseras separados por tramos de facies finas (del mismo orden) tanto granulométricamente como por su estratificación. En estos tramos de facies finas, localmente, se intercalan niveles de coladas fangosas de cantos.

De la base al techo estos paquetes detrítico groseros los hemos denominado (fig. ): de Favaritx, Es Grao, Sa Mesquida, Cala Murtar y Els Freus. En conjunto la serie medida alcanza un espesor mínimo de m y el máximo paquete de areniscas es de m y el de capas pelíticas y capas finas m. La serie se ha obtenido como síntesis de cortes estratigráficos de detalle, que, a su vez, han servido para la descripción de las facies.

Los fósiles que en estos materiales se han encontrado, ha excepción de dos ejemplares de Trilobites ( ) son retrabajados. La flora, ha sido transportada por corrientes de turbidez densas, hacia el fondo marino a partir de sistemas deltaicos. Tanto los Trilobites como la flora datan estos sedimentos como del sin poder, por el momento, precisar más.

## DESCRIPCION DE LAS FACIES

### INTRODUCCION

Las facies *Culm menorquinas* pueden agruparse en dos grandes conjuntos, en función de la proporción de arenisca/pelita. Un primer grupo (I), predominantemente arenisco, con espesores de orden deca y hectométrico, formado por alternancias de capas de arenisca por lo general medias, gruesas o muy gruesas ( $T_k^{BT}$ ) y en las que, a excepción de las facies  $B_2$  (nomenclatura de MUTTI & RICCI LUCCHI, 1975) que se tratarán posteriormente, se encuentran las granulometrías mayores. El segundo grupo de facies (II) se refiere a los tramos que, a la misma escala que los anteriores, están formados por facies pelítico-areniscosas cuyas capas por lo general presentan espesores muy finos, finos o, en algunos casos, medios, con granulometrías finas en un sentido amplio. Ambos tipos de facies se alternan verticalmente dando la sucesión turbidítica del Carbonífero en cuestión.

A lo largo de la sucesión estratigráfica que aflora en la costa oriental, entre Addaya y el Port de Maó, provisionalmente, se han podido individualizar cinco grupos de facies predominantemente areniscosas ( $T_k^{BT}$ ) separadas entre sí por facies II (TBT). La denominación de estos tramos I, de base a techo es la siguiente: Favaritx, Es Grao, Sa Mesquida, Cala Murtá y Els Freus. De entre ellas, con el fin de iniciar los estudios de facies se han seleccionado las de Es Grao.

El estudio de las facies de Es Grao se ha realizado mediante el levantamiento de tres columnas estratigráficas de detalle, cuya situación se muestra en la figura 2 y que están levantadas entre el margen oriental de Cala Fellana y la Punta de Sa Cudia. Su denominación de E a W es la siguiente: Es Grao 1, Es Grao 2 y Sa Cudia (ver anexo).

Se han medido con todo detalle 330 m de serie, formados por facies predominantemente areniscosas I a excepción del tramo comprendido entre los 78 y 87 m de Es Grao 1 y los 43,5 m más superiores de Sa Cudia, cuyas características de facies son pelítico-areniscosas II, con una abundancia relativa de niveles tractivos  $B_2$  y E, dentro del tramo indicado de Es Grao 1.

*En función del espesor de las capas, granulometrías, geometrías externas a escala del afloramiento y estructuras internas, se han podido diferenciar siete tipos principales de facies, los cuales se describen a continuación.*

### **Facies I-a**

*En este grupo incluimos todas aquellas capas que presentan la base erosiva y el techo o bien plano, con el contacto neto con la pelita que cierra este estrato, o bien con el contacto amalgamado con la capa areniscosa siguiente. También incluimos en este grupo aquellos estratos que con base plana muestran un espesor de la capa areniscosa, comprendido en las clases gruesa o muy gruesa. Las proporciones de los pares arenisca/pelita en cada estrato son muy altas, no excediendo el 10% de pelita.*

*Estas facies están formadas por capas de areniscas cuyo espesor es variable, aunque los máximos estén comprendidos entre 3 y 5,5 m. Excepcionalmente en la sección de Sa Cudia la capa n<sup>o</sup> 156 llega a medir 8,5 m.*

*Las granulometrías, por lo general son gruesas, con elementos dominantes de poblaciones medium en los que se encuentran dispersos granos muy gruesos y gruesos que frecuentemente, en vertical, imprimen el carácter "coarse tail grading".*

*En muchas ocasiones dentro de estas capas se ha reconocido la presencia de "dish"; también en otros casos, laminación paralela del tipo "carpet-traction".*

*La base, comunmente es erosiva y, por lo general, está sometida a procesos de "load casting". Estas erosiones en muchas ocasiones llegan a excavar hasta las capas areniscosas anteriores produciéndose así, mediante procesos de "scour and fill", fenómenos de amalgamación entre capas, caso este muy frecuente en los sedimentos estudiados.*

Hacia los márgenes de estos canales, de dimensiones laterales hasta decamétricas, y siempre en las zonas de paleotopografía más alta se han podido observar desarrollos de facies tractivas  $B_2$  formadas por dunas y/o megaripples con granulometría gruesa y láminas cruzadas, cuyo sentido aparente es el mismo del "pinch-out" del canal.

En su conjunto las facies *I-a*, ahora tratadas son el producto de corrientes turbidíticas arenosas de alta densidad que pueden ser atribuidas a facies  $B_1$  (de MUTTI & RICCI LUCCHI, 1975), cuya relación física con las facies tractivas  $B_2$ , en posiciones marginales induce a pensar que estas últimas son depósitos de "levee" asociados a las primeras fases de depósito coetáneo, o justo inmediatamente posteriores al "scour", relleno por la misma corriente turbidítica de alta densidad.

#### *Facies I-b*

En este grupo incluimos todas aquellas facies areniscosas con base y techo plano a escala del afloramiento, cuyo espesor está comprendido entre 5 y 60 cm; sus granulometrías entran dentro de las poblaciones medium, como máximo, siendo las más frecuentes entre fina en la base y muy fina a techo. De este grupo excluimos aquellos estratos formados por "climbing ripples", que se tratarán posteriormente.

A diferencia de las anteriores facies *I-a*, las ahora tratadas, raramente presentan amalgamación y, aunque en ocasiones el intervalo pelítico "e" sea muy reducido, en cuanto a su espesor (1 ó 2 cm), siempre está presente.

En todos los casos han podido referirse a la secuencia de BOUMA que, mayoritariamente se muestra incompleta ( $T_{b-e}$ ). Frecuentemente las láminas del intervalo "c" se ven afectadas por procesos de deformación hidrolástica, mientras que los "d" y "e" muestran un carácter transicional, aunque existan también contactos netos establecidos sobre los ripples de corriente.

A excepción de los pocos intervalos "a" observados, este grupo de estratos turbidítico *I-b* pueden ser referidos como depósitos de co-

corrientes de baja densidad. Las facies, en nomenclatura de MUTTI & RICCI LUCCHI 1975, son predominantemente  $D_1$  aunque existan también  $C_2$  y algunas  $D_2$  y  $D_3$ .

Estas facies pueden ser referidas ya como productos de degradación corriente abajo de corrientes en origen densas o asociadas en lateral o bien, comparadas con las facies I-a, darse por defecto relativo de material disponible para formar la corriente en cuestión. La carencia momentánea de relaciones laterales precisas a media escala impide decantarnos con seguridad por uno u otro caso.

### Facies II-c

En este grupo incluimos aquellas turbiditas (TBT) con espesores comprendidos entre los 0,5 y 9 cm, cuyas proporciones de los pares arenisca-pelita, dentro de cada estrato son, por lo general superiores al 50% de pelita. Las granulometrías observadas siempre corresponden a las poblaciones más finas, siendo el tamaño fino el mayor.

Pueden ser descritas mediante los intervalos de la secuencia de BOUMA que responden a corrientes turbidíticas diluídas,  $T_{c-e}$  dominantes y algunas  $T_{b-e}$ .

Por el tipo de contacto entre la capa areniscosas y la pelítica encontramos dos subgrupos: uno, con el contacto neto, establecido sobre los ripples de corriente; en estos casos el cambio granulométrico entre la capa areniscosa y la pelítica es brusco. Otro subgrupo está formado por estratos en los cuales el paso entre una y otra capa es transicional, ya por la granulometría como por el tipo de estructuras sedimentarias. Estos últimos casos incluyen láminas paralelas, "climbing ripples" que en vertical incrementan las láminas de decantación ("flaser") a la vez que desarrollan laminación paralela de tracción muy débil que va sustituyendo a los "climbing" formados ya en material limoso pasando en vertical a la capa más arcillosa.

Estos tipos de facies pueden ser referidos a  $D_2$  y  $D_3$  fundamentalmente, aunque hayan algunas  $D_1$  poco abundantes.

### *Facies II-d*

Están formadas por capas areniscosas cuyo espesor oscila entre los 20 y 150 cm y las granulometrías comunmente son entre medium y finas. Están formadas por "climbing ripples" con predominio de la tracción sobre la decantación, sin "flaser" y con las líneas de "climbing" muy bien marcadas. A su vez estos climbing se presentan organizados en capas menores de entre 5 a 30 cm cuya individualización es problemática aunque en ocasiones vengan marcadas por finos "drapes" de pelita plano-paralelos (0,5 cm), lo cual apunta su posible génesis multi evento.

También es preciso indicar que en alguna ocasión se han visto amalgamadas a facies tractivas de megarripples ( $B_2$ ) que lateralmente se abren pudiendo llegar a individualizarse.

Cabe indicar que esta facies, en sí predominantemente areniscosa, se encuentra en los tramos de orden decamétrico, pelítico-areniscosos, referidos en el presente trabajo como facies II.

### *Facies II-e*

Aquí agrupamos a los estratos en los cuales se ha observado como estructura dominante el "climbing ripple" que presentan la particularidad de tener abundantes láminas de pelita marcando un carácter "flaser".

Estas capas, con espesores reducidos de arenisca (entre 0,5 y 30 cm de máximo) muestran un carácter transicional en su interior y entre los extremos más areniscosos y aquellos superiores más pelíticos y, en su conjunto pueden llegar a alcanzar espesores de hasta 1 m.

El estrato comporta cuatro intervalos principales en la secuencia ideal. Esta, de base a techo es la siguiente:

- Intervalo e.1- láminas sinusoidales y "climbing" hacia techo de longitud de onda relativamente grande (10 cm). En este intervalo se encuentran abundantes "flasers" aunque en menor proporción de pelita que los superiores. En ocasiones se ha observado en la ba-



se de formación hidroplástica de alto grado, con ripples de corriente en los valles de estas láminas deformadas. La granulometría de la arenisca es por lo general fina.

- Intervalo e.2 con "climbing ripples" y "flaser" abundante. El contacto con el intervalo anterior es transicional a la vez que la longitud de onda disminuye y las líneas de "climbing" están todavía bien marcadas. La granulometría de la arenisca oscila entre fina y muy fina.
- Intervalo e.3 tiene un marcado carácter de laminación paralela de tracción muy débil. El contacto con el intervalo anterior es transicional y marcado por niveles lenticulares de "sets" simples de "climbing ripples" con "flaser". La granulometría es entre muy fina en los "ripples" y "silt" en las láminas paralelas que alternan con láminas planoparalelas de arcilla de decantación.
- Intervalo e.4 formado por láminas paralelas de tracción muy débil alternando con láminas de arcilla de decantación que en vertical dan únicamente pelita.

Debe indicarse que esta sucesión completa puede verse abortada tanto en los términos inferiores, estando presentes tan sólo algunos de los superiores o por el contrario pueden encontrarse desarrollos de los términos o intervalos más inferiores que pasan muy rápidamente a la pelita, mediante los "climbing ripples" con "flaser". Estos últimos casos se han incluido ya en el apartado II-c.

### *Facies tractivas, f*

Estas facies corresponden a las denominadas por MUTTI & RICCI LUCCHI, 1975 B<sub>2</sub> y E y se encuentran asociadas tanto a las facies más areniscosas I-a como a los tramos pelítico-areniscosos II (Es Grao 1).

Están formadas por cuerpos cuyo espesor máximo va entre 50 cm y 120 cm, con estratificación cruzada en ocasiones planar, en otras cóncava o sigmoidal, oscilando entre media y gran escala.

Su granulometría es siempre de polulaciones gruesas, entre medium y muy gruesa. Frecuentemente los estratos están marcados por "drapes"

que pueden ser o de pelita o cantos blandos. Estos últimos, muy frecuentemente se acumulan en las partes más bajas de estos estratos. Localmente estas facies  $B_2$  se disponen sobre una superficie basal erosiva (Es Grao 1). La geometría externa es de dunas y megarripples que en ocasiones efectúan el tránsito lateral a ripples en trenes más o menos continuos o localizados en los valles de estas dunas y megarripples.

### *Facies eslumpidas, g*

Estas aparecen con una relativa frecuencia asociadas generalmente a las facies I, aunque, por lo general, tienen una facies predominantemente pelítico-areniscosa, formada por capas turbidíticas aquí agrupadas en los apartados de facies II-c y II-e.

Característicamente también es muy común encontrar en su interior facies tractivas  $B_2$  y E. Estos conjuntos están sometidos a un grado de deformación elevado por slumping que o bien están asociados lateral y marginalmente a los pequeños canales indicados en las facies I-a o se encuentran rellenando "scours" cuya génesis en este caso va ligada a pequeñas fallas lístricas sinsedimentarias, tratándose, pues, de "scar-slumps". En este último caso la deformación de estas facies puede estar en función de dos variables; o bien por la propia pendiente del "scar", mayor que la de equilibrio de los próximos depósitos o por relleno del "scar" por las mismas facies eslumpidas en el mismo proceso que ha generado tal "scar".

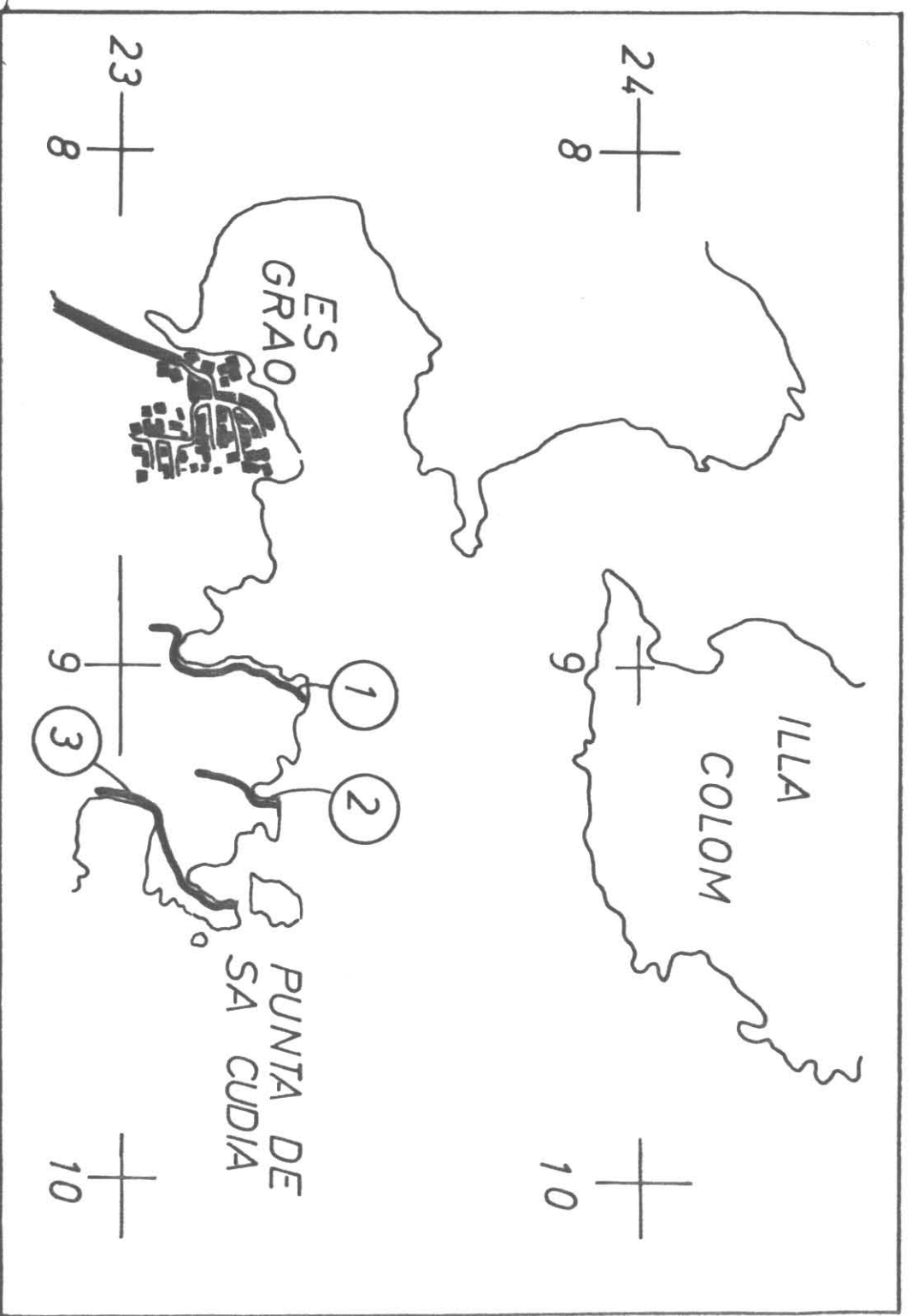
### *RESPECTO A LA CICLICIDAD*

Por lo que respecta a la ciclicidad primaria y al no contar con relaciones laterales de detalle entre capas, indicativas o no de posibles compensaciones, creemos aventurado sistematizar las relaciones entre grupos reducidos de capas dentro de los diferentes tipos de ciclos posibles. Por el momento las posibilidades son totalmente aleatorias y preferimos abordar este tipo de estudio en una fase posterior de trabajo en la cual se disponga de mayor información.

Lo mismo sucede al intentar agrupar en ciclos de facies las capas aquí estudiadas. Aunque, muy a "grosso modo" y sin que sea ni mucho menos definitivo, sí parecen existir indicios por los cuales las facies I-a se sitúen hacia la base del posible ciclo mientras que las facies II lo culminen.

#### RESPECTO A LA INTERPRETACION

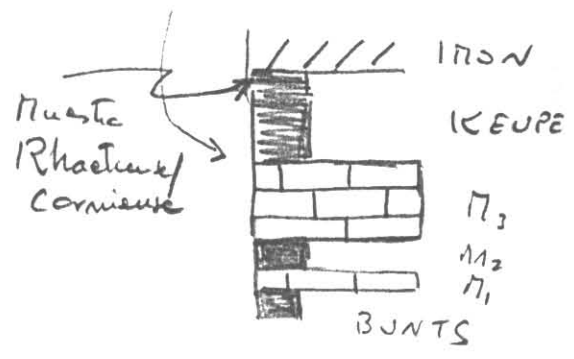
Estando en una fase de estudio que puede considerarse como muy preliminar y a falta de suficientes datos, creemos muy prematuro interpretar las facies de manera detallada. Baste con indicar que por las características observadas y descritas parece que la posición en el sistema de las facies estudiadas, sea muy proximal posiblemente correspondan a una zona canalizada (facies I) con "levees" tanto a pequeña escala como a escala mayor con zonas de "over-bank" más o menos amplias (facies II) aunque, reiteramos que, a nuestro juicio, tales indicaciones por el momento y a falta de más datos carecen de valor.



1-ES GRAO 1. 2-ES GRAO 2. 3-SA CUDIA

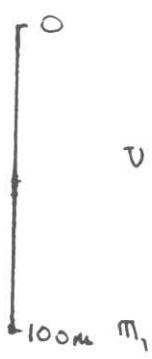
BUNTSANDSTEIN

D-31



D-59

D-57

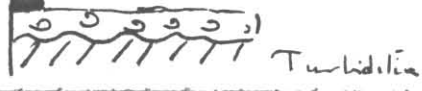


D-39\* ≈ D-76

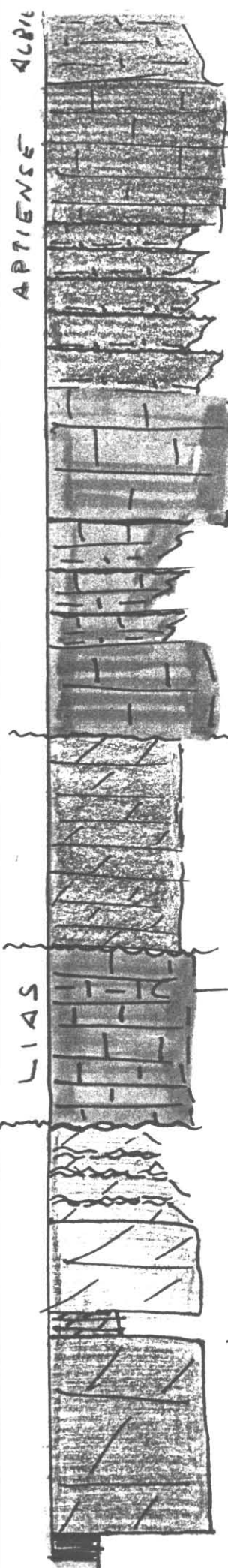
D-75

ογρ! D30' = D39

CARBONIFERO

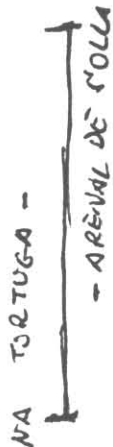


307-96

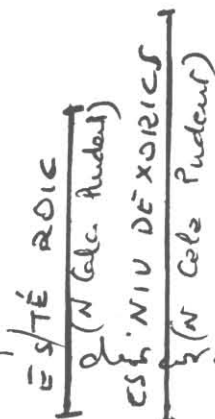


Belemnites y Ammonites  
 ~~~~~ discordancia?  
 Rudistas

Ciclos shallowing



ciclos shallowing  
 Calizas micíticas  
 masivas



con certificación

LIAS

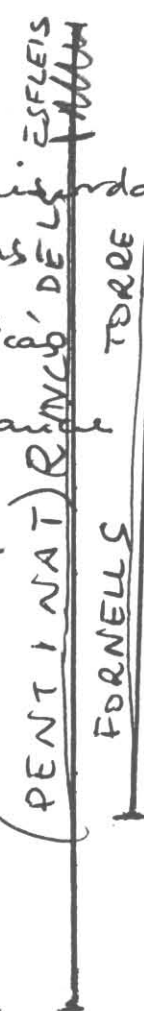
26 zonas Serpentinus y Bifrons  
 Calizas micíticas y solíticas

~~~~~ discordancia

Estromatolitos

Nivel amarillo "hard ground"

IND 5



KEUPER