

# Estratigrafía y sedimentología del terciario inferior continental de los Catalánides

Fernando Colombo Piñol

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tesisenred.net](http://www.tesisenred.net)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

DEPARTAMENTO DE ESTRATIGRAFIA  
Y  
GEOLOGIA HISTORICA

**ESTRATIGRAFIA Y SEDIMENTOLOGIA DEL  
TERCIARIO INFERIOR CONTINENTAL DE  
LOS CATALANIDES**

Fernando COLOMBO PIÑOL



2.3.2.2.- FORMACION MARGALEF

Denominación: Se propone agrupar al conjunto de materiales arenosos, conglomeráticos y lutíticos, situados entre la suprayacente Formación Patarella y la infrayacente Formación Montsant, en una unidad litoestratigráfica formal con rango de Formación. La Formación Areniscas de Margalef recibe su patronímico de la población de Margalef del Montsant que, localizada en las inmediaciones de este macizo, está situada a unos 5 kms al N de Cabassers. Esta Formación muestra su entidad a partir de esta localidad y hacia el W donde sus términos litológicos se hallan ampliamente representados.

Antecedentes: Los autores clásicos que estudiaron entre otras las áreas vecinas (VIDAL, 1875; BAUZA, 1876; GOMBAU, 1877; MALLADA, 1889; SCRIJEL, 1929; ASHAUER & TRICHMULLER, 1935; LLOPIS, 1947; ALMELA & PIOS, 1957,...) señalaron la presencia de grandes masas de materiales detríticos gruesos adosadas a los bordes de los Catalánides, sin llegar a estudiarlos con suficiente detalle ni proponer para los mismos alguna denominación específica. En algunos informes privados realizados en 1944 para compañías interesadas en el área (GUTZWILLER) se estudian algo más detalladamente estos materiales, sin llegar a separarlos estratigráficamente entre sí, ni proponer alguna denominación específica al respecto. No es hasta 1968 en que en otro informe privado de similares características (SAN MIGUEL et al.), se estudia con cierto detalle, el conjunto de materiales detríticos de este área, proponiendo la denominación de "Conglomerados Vinebre" tanto para designar a los materiales de la Formación Margalef como a otros materiales pertenecientes ya a la Formación Montsant. Por lo apuntado anteriormente y debido a algunos defectos conceptuales en cuanto a la definición de esa unidad (HEDBERG, 1976), la hemos considerado como nomenclatura informal hasta la fecha. Posteriormente y en un trabajo efectuado con motivo del trazado de un nuevo ferrocarril (PIBA et al. 1975) que atraviesa en parte la zona estudiada se tratan detalladamente algunos aspectos de estos ma-

arenosa de granulometría bastante gruesa y constituida predominantemente por elementos (granos) y cemento carbonatados. No es infrecuente el hallazgo de restos de microfauna cretácica retrabajada e incorporada a la matriz.

Por lo general muestran una disposición tabular con bases claramente erosivas, en las que existen scours localmente abundantes, que esporádicamente pueden alcanzar desarrollos métricos.

Por lo general presentan cross bedding de gran escala y bajo ángulo, aunque no es raro encontrar niveles en los que abunda el cross bedding de escala media y alto ángulo, parecido al tipo planar. En otros lugares existe una estratificación paralela que al difuminarse les confiere un aspecto masivo característico.

Algunos de estos niveles no muestran unas características litológicas uniformes sino que localmente pueden llegar a incluir horizontes arenosos, generalmente de granulometría gruesa, que pueden mostrar una cierta la-

minación paralela o un cross bedding de escala media y algo ángulo, generalmente de tipo planar.

Otros materiales detríticos más finos intercalados están constituidos por areniscas de granulometría de media a gruesa, potencia unitaria decimétrica y aún métrica, y gran extensión y persistencia lateral. Acostumbran a estar relacionados con los materiales detríticos más gruesos de los que adquieren el carácter conglomerático localmente abundante. Los elementos y el cemento son carbonatados, aunque esporádicamente existen algunos granos silíceos dispersos. Presentan por lo general estratificación paralela o cross bedding de gran escala y bajo ángulo. También existen niveles en los que son muy aparentes estructuras de cross bedding de escala media y alto ángulo, posiblemente de tipo planar.

Muy subordinadamente aparecen niveles lutíticos, constituidos predominantemente por lutitas arenosas amarillentas, que pueden mostrar un cierto moteado gris-rojado ligado a niveles en los que se patentiza una bioturbación verticalizada localmente importante. La potencia unitaria puede ser decamétrica. Por lo general las lutitas son masivas pero localmente puede verse una cierta estratificación paralela de origen primario, denunciada en muchos casos por algunos nivelillos arenosos centimétricos subordinados.

- 2.- 230 mts. Tramo en el que existe un aumento en cuanto a presencia e importancia de los términos detríticos finos en detrimento de los más gruesos. Son muy abundantes los términos arenosos constituidos fundamentalmente por areniscas con granulometría de media a gruesa con elementos y cemento predominantemente carbonatados, y localmente conglomeráticos. Muestran una gran extensión y persistencia lateral de su potencia unitaria, generalmente métrica y aun decimétrica. La base es claramente erosiva con la incorporación de algunos clastos blandos procedentes del substrato así como scours localmente abundantes, etc. Su disposición ge-

neral es predominantemente tabular hacia los niveles inferiores, mientras que hacia la parte superior del tramo existen niveles lenticulares, a veces constituidos por areniscas conglomeráticas con una baja relación anchura/altura. En general muestran estratificación paralela, o cross bedding de gran escala y bajo ángulo, aunque en algunos lugares (coincidiendo a grandes rasgos con los niveles lenticulares) se hace patente un cross bedding de escala media y alto ángulo de tipo planar o más esporádicamente de tipo trough. En algunos lugares y en niveles arenosos de poca entidad y granulometría de media a fina, se aprecia cross lamination localmente importante.

Los niveles conglomeráticos se presentan en una menor proporción y acostumbra a ser tabulares, métricos y con una gran extensión y persistencia lateral. Los clastos (hasta 15 cms  $\varnothing$  máx.) muy redondeados muestran una clasificación relativamente buena. Los conglomerados presentan por lo general una fábrica clast supported entre la que se ha infiltrado una matriz arenosa carbonatada con granulometría generalmente de gruesa a media. Las bases de los niveles conglomeráticos son claramente erosivas y muestran scours localmente abundantes. Por lo general exhiben estratificación paralela que llega a difuminarse, cross bedding de gran escala y bajo ángulo y localmente cross bedding de escala media y alto ángulo. Localmente se puede apreciar la existencia de niveles lenticulares con una baja relación anchura/altura que por lo general muestran cross bedding de escala media y alto ángulo generalmente planar y esporádicamente trough. En la parte superior de estos niveles a veces se aprecia una asociación con niveles arenosos a los que parecen pasar lateralmente, mediante un tránsito gradual y por medio de niveles de areniscas conglomeráticas.

Los niveles lutíticos generalmente masivos están parcialmente cubiertos. Aún así se aprecia su coloración con tintes grisáceos que devienen rosados y aún amarillentos en los lugares en los que se aprecia la existencia de niveles con bioturbación verticalizada localmente importante. Asociados a estos niveles aparecen algunos horizontes más compactos producidos por la acumulación local de pequeños nódulos carbonatados dispersos.

Generalmente las lutitas son arenosas y llegan a mostrar algunos nivelillos centimétricos arenosos subordinados de granulometría bastante fina. Estos muestran por lo general, cross lamination que localmente pueden estar bien desarrolladas, y estratificación paralela o aspecto masivo en relación con algunos de los niveles en los que es más intensa la bioturbación verticalizada.

- 3.- 105 mts. Tramo constituido fundamentalmente por lutitas grisáceas y amarillentas, y areniscas con algunos nivelillos yesíferos de escasa entidad hacia la parte superior del tramo donde también empiezan a aparecer algunos nivelillos carbonatados que marcan ya el tránsito gradual a la suprayacente Formación Fatarella.

Las lutitas son bastante puras y con algunas zonas en las que muestra su caracter arenoso y donde se acostumbra a preservar una cierta estratificación paralela de origen primario. Lo más común es que muestren aspecto masivo y estén parcialmente cubiertas. Localmente presentan algunos nivelillos centimétricos arenosos intercalados generalmente masivos y de gran extensión y persistencia lateral. Aparece un moteado neto rosado y asociado por lo general a niveles en los que es muy aparente la actividad de la bioturbación verticalizada. Asociadamente aparecen algunos horizontes más compactos constituidos por la acumulación local de pequeños nódulos carbonatados dispersos en las lutitas. La potencia unitaria de estos niveles llega a ser varias veces decamétrica.

Las areniscas tienden a presentarse en forma tabular con una gran extensión y persistencia lateral de su potencia unitaria generalmente decimétrica y métrica.

Por lo general muestran estratificación paralela o cross bedding de gran escala y bajo ángulo. Localmente presentan cross bedding de escala media y alto ángulo. Son de granulometría de gruesa a media con algunos niveles de granulometría fina en los que puede desarrollarse cross lamination localmente importante. Hacia la parte superior del tramo se presentan con una mayor vistosidad niveles lenticulares con una baja relación anchura/altura, presencia de cross bedding de escala media y alto ángulo generalmente planar y esporádicamente trough. Muy subordinadamente pueden llegar a tener un cierto caracter conglomerático con clastos carbonatados muy rodados (4-5 cms. Ø máx.). Muestran un aspecto marcadamente canaliforme, bases erosivas, algún clasto blando incorporado, así como scours localmente importantes.

Hacia la parte alta e intercalados con materiales lutíticos y arenosos empiezan a aparecer algunos nivelillos centimétricos de calizas arenosas, con algunos restos orgánicos generalmente carbonizados y trazas de bioturbación verticalizada, localmente muy importante. Constituyen el tránsito a la suprayacente Formación Fatarella, considerada como tal a partir de una cierta predominancia y abundancia relativa de los niveles carbonatados que todavía aparecen asociados al conjunto de litologías citado anteriormente.

Se ha tomado como referencia, al corte estratigráfico que puede efectuarse por la transversal de Vilanova de Prades hacia el NNW. Es decir corresponde al corte que desde las inmediaciones de la localidad de la Pobla de Cervols se dirige hacia la Loma del Regues situada al W y en las inmediaciones de la localidad de l'Albi.

Yacente: Materiales conglomeráticos masivos, generalmente tabulares, con algunas intercalaciones de materiales detríticos más finos subordinados. Corresponde a la parte superior de la Formación Montsant.

- 1.- 80 mts. Tramo predominantemente conglomerático constituido por niveles tabulares generalmente métricos y aún decamétricos, que presentan estratificación paralela que se difumina proporcionando un aspecto masivo. Están constituidos por clastos carbonatados predominantemente mesozoicos (algunos muestran calizas posiblemente terciarias corroídas por Microcodium) y algún esporádico clastillo silíceo disperso. Muestran una fábrica clast supported entre la que se ha infiltrado una matriz arenosa con granulometría de media a gruesa. Los clastos (20-30 cms  $\varnothing$  máx.) están bastante redondeados y muestran una clasificación discreta. Sus bases son claramente erosivas y muestran scours localmente abundantes. Subordinadamente se presentan niveles arenosos generalmente decimétricos y aún métricos con gran extensión y persistencia lateral. Acostumbran a estar constituidos por elementos y cemento carbonatados. Muestran estratificación paralela o cross bedding de gran escala y bajo ángulo. En menor proporción se presentan algunos niveles lutíticos masivos constituidos por lutitas arenosas con potencias unitarias decamétricas. Las lutitas acostumbran a estar parcialmente cubiertas.

- 2.- 180 mts. Tramo en el que abundan los niveles arenosos en detrimento de los lutíticos y aun conglomeráticos algo asociados. Los niveles arenosos acostumbran a mostrar gran extensión y persistencia lateral de su potencia unitaria generalmente métrica. Presentan estratificación paralela y/o cross bedding de gran escala y bajo ángulo. Localmente tienen un cierto carácter lenticular, sobre todo hacia la parte superior del tramo donde muestran una baja relación anchura/altura. La granulometría es generalmente de arena gruesa a media y en ocasiones conglomerática. Están constituidas por elementos y cemento predominantemente carbonatados. Los niveles canaliformes pueden mostrar cross bedding de escala media y alto ángulo generalmente planar y esporádicamente trough. Los conglomerados, generalmente métricos, tienen tendencia a mostrar una geometría tabular hacia la parte baja del tramo, con gran extensión y persistencia lateral de los niveles. Están constituidos casi exclusivamente por clastos de pequeño tamaño (4-8 cms  $\varnothing$  máx.) generalmente carbonatados mesozoicos aunque también pueden apreciarse algunos clastos posiblemente terciarios de calizas con Microcodium. Muy esporádicamente existen algunos clastos silíceos dispersos. La fábrica es clast supported entre la que se ha infiltrado una matriz arenosa de granulometría gruesa y compuesta por clastos carbonatados fundamentalmente, al igual que el cemento aglutinador. Sus bases son acanaladas, e incorporan clastos blandos localmente visibles. Acostum-



bran a presentar estratificación paralela difuminada y cross bedding de gran escala y bajo ángulo. Hacia la parte superior del tramo existen niveles conglomeráticos, en estrecha relación con algunos niveles de areniscas, que muestran una geometría claramente lenticular con una baja relación anchura/altura y una cierta continuidad longitudinal. Acostumbran a mostrar cross bedding de escala media y alto ángulo generalmente planar y localmente trough.

Las lutitas, que devienen muy importantes hacia la parte superior donde alcanzan potencias unitarias varias veces decamétricas, se muestran generalmente masivas y localmente se puede apreciar una cierta estratificación paralela primaria. Son amarillentas y rojizas. Localmente se presenta algún moteado grisáceo y verdoso más intensamente desarrollado en los lugares en los que es más patente la actividad de la bioturbación verticalizada. Localmente en esos lugares existen algunos horizontes más compactos formados por la acumulación de pequeños nódulos carbonatados dispersos.

3.- 65 mts. Tramo constituido fundamentalmente por lutitas entre las que existen niveles arenosos intercalados. Hacia la parte superior aparecen algunos horizontes calcáreos de escasa entidad.

Predominio de las lutitas generalmente rojizas y amarillentas, por lo general son masivas pero en algunos lugares se pueden observar restos de estratificación primaria. Se aprecian moteados cromáticos rosados y grisáceos asociados a niveles con trazas de intensa bioturbación verticalizada donde también son abundantes los nodulillos carbonatados dispersos que localmente pueden dar lugar por acumulación a la formación de horizontes más compactos. Parcialmente cubierto. Hacia la parte superior, y en contacto con los niveles carbonatados generalmente arenosos y limolíticos con algunos restos de fauna, se presentan algunos niveles lutíticos más compactos carbonatados con restos vegetales localmente abundantes.

Los niveles arenosos con mayor potencia unitaria (generalmente métrica) acostumbran a mostrar una geometría generalmente lenticular con una baja relación anchura/altura y morfología canaliforme. Están constituidos por areniscas de medias a finas con algunos niveles de arenas gruesas intercaladas y asociadas generalmente a algunos de los esporádicos episodios arenoso-conglomeráticos existentes. Muestran cross bedding de escala media y alto ángulo generalmente planar y localmente trough.

También se presentan en forma de niveles tabulares con gran extensión y persistencia lateral, generalmente de potencia decimétrica que muestran una estratificación paralela, masiva, o con cross bedding de gran escala y bajo ángulo. Algunos de estos niveles muestran las trazas de la bioturbación verticalizada que ahí se desarrolla.

En la parte terminal aparecen niveles carbonatados cuantitativamente importantes que marcan el tránsito gradual a la suprayacente Formación Fatarella.

Geometría: Tal como puede apreciarse en la cartografía (mapas 1 y 2) la Formación Margalef presenta una gran extensión areal. A partir de la alineación montañosa de la Serra del Montsant se extiende en sentido NNE hasta alcanzar la zona de Pobla de Cervols y l'Albi donde pasa gradual y transicionalmente a su equivalente lateral la Formación Blancafort, y verticalmente a la suprayacente Formación Fatarella que en este caso se denomina más apropiadamente Formación Tárrega. En sentido NW y englobando la población de la Granadella, la Juncosa, etc.) se prolonga hasta la zona de Albages y el Cogull donde muestra un paso transicional a los materiales carbonatados de la suprayacente Formación Fatarella. En sentido SW se prolonga, englobando las poblaciones de Margalef de Montsant, La Bisbal de Falset, Povera, La Palma d'Ebre, etc., hasta la zona de la margen izquierda del río Ebro donde muestra un tránsito gradual con su equivalente lateral la Formación Flix. En sentido SE se prolonga con unas características muy similares a las del área tipo por la zona de Vinebre, Corbera d'Ebre, Gandesa, Bot, Forta de Sant Joan y Vallderoures donde anlaza gradualmente con la Formación Caspe, fuera ya del área considerada en este estudio.

Entre los dos cortes estratigráficos efectuados y estimado sus potencias respectivas, del orden de los 450 metros en el área de La Granadella y del orden de los 325 mts. en el área de La Pobla de Cervols, se aprecia una variación de potencias del orden de 125 mts., se considera que esa variación de potencias es relativamente poco significativa, ya que la Formación Margalef muestra contactos graduales con las formaciones adyacentes. Además hay que tener en cuenta que en el área tipo se aprecia claramente como existe un contacto **transicional**, que corresponde a una cierta equivalencia lateral y vertical, con la infrayacente Formación Montsant por lo que redundará en la relativización general de sus variaciones de potencia. La formación general del depósito, a grandes rasgos, es la de una cuña con la parte más potente adosada al borde de los Catalánides y la parte más aguzada orientada en sentido W y NW.

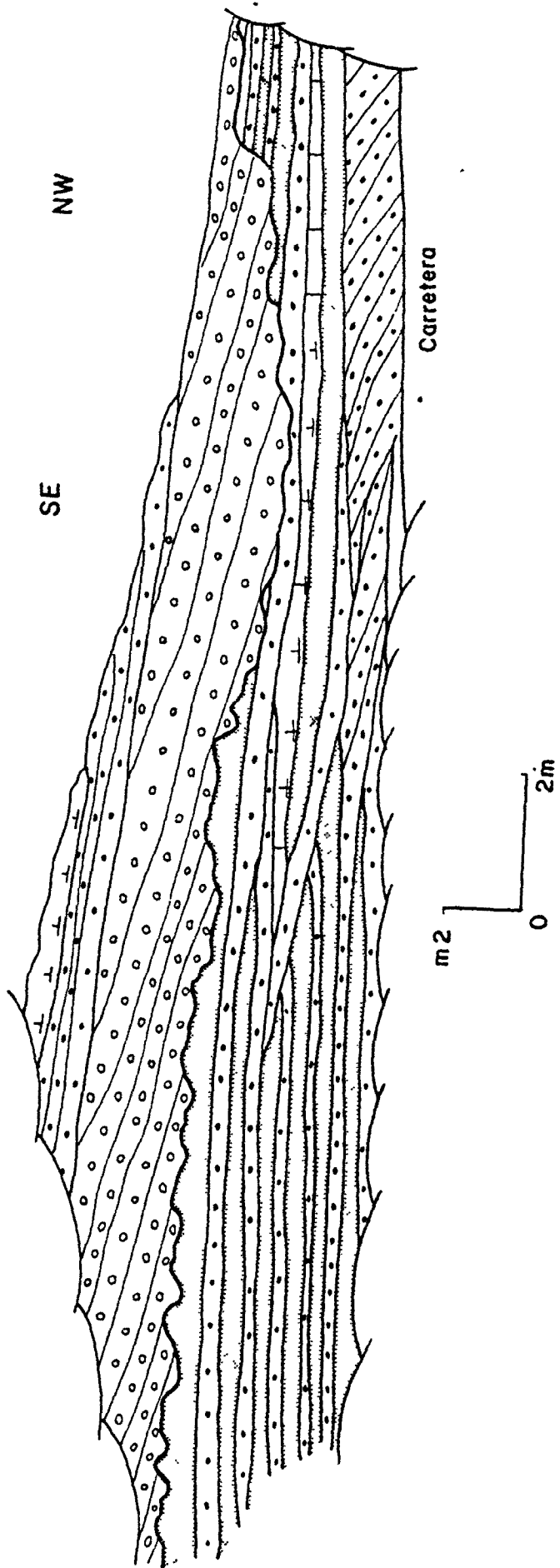
Edad: Con esta Formación sucede lo mismo prácticamente que con la mayoría de las formaciones superiores descritas en este capítulo a las que se debe atribuir una edad por medios indirectos de equivalencia y correlación regional. En este caso concreto resulta que se han podido clasificar algunos de los restos vegetales que aparecen asociados a los niveles lutíticos y calcáreoslutíticos existentes predominantemente hacia la parte media y superior.

En concreto se han hallado (SOLE et al. 1975) ejemplares de Salix sp., Sabal major HERR., y Goniopteris stiriaca UNG., etc. Esta asociación es principalmente indicativa de una facies determinada ligada a unas condiciones climáticas concretas, antes que a una cronología específica. Es decir, aunque esta misma asociación se ha encontrado asociada a fauna atribuida a un Stampiense (en el área de Tarrega, Sarral, etc.) por este solo hecho no podemos atribuirle automáticamente esa edad. Ahorabbien, como que el conjunto de esta Formación pasa lateralmente a la Formación Blancafort, que al estar colocada sobre la Formación Sarral propiamente atribuida a un Stampiense medio (SOLE et al. 1975) corresponde a un post-Stampiense medio. Por tanto parece que cronológicamente deben estar relacionadas y es por eso que no creemos del todo descabellada la idea de atribuirle, aunque con algunas reservas apuntadas anteriormente, una edad Stampiense indiferenciada al conjunto de la Formación.

#### Consideraciones sedimentológicas:

En principio hay que considerar como íntimamente interrelacionados los tres tramos fundamentales en los que se ha dividido el conjunto de la Formación. Así, los niveles de conglomerados muestran una fábrica clast supported, que implican un transporte mediante flujos acuosos turbulentos en los que la carga de fondo se mueve mediante continuos impactos entre sí, lo que condiciona en gran manera la redondez de los clastos. Las bases de los niveles conglomeráticos, que muestran

Formación Margalef  
8Km al SW de La Bisbal de Falset



Carretera

Esquema dibujado a partir de fotografía. Ligera deformación cónica

Fig 36

un marcado carácter erosivo, se deben a la actuación de corrientes lo suficientemente competentes como para transportar los clastos normales y arrancar porciones del substrato lutítico cohesivo e incorporarlo al conjunto de la carga tractiva. La cantidad de scours existentes en la base, parece estar directamente relacionada con una gran turbulencia de las corrientes tractivas (NAGTEGAAL, 1966). Además, la brusca terminación hacia arriba de los materiales detríticos gruesos que soportan directamente a materiales detríticos finos (areniscas, así como lutitas), parece indicar un rápido abandono del sistema funcional. El hecho de que los conglomerados muestren preferentemente una forma tabular indica posiblemente que el sistema actúa a la vez en una gran extensión. Todo ello parece sugerir a grandes rasgos, que los materiales se han depositado mediante fenómenos tipo sheet flood, que al desparramarse y perder competencia producen una rápida acreción de los materiales. De esta manera se origina la estratificación paralela y aún masiva así como el cross bedding de gran escala y bajo ángulo que exhiben gran cantidad de niveles conglomeráticos tabulares. El cross bedding de menor entidad y con un alto ángulo que acostumbra a estar presente en la parte superior de los niveles conglomeráticos masivos parece corresponder al retrabajamiento de los materiales más gruesos a cargo de pequeñas corrientes subsecuentes al descenso generalizado de los caudales acuosos. Es más abundante hacia la parte media y superior de la Formación y acostumbra a estar asociado a los niveles arenosos canaliformes.

Por lo general, los niveles conglomeráticos lenticulares que muestran una morfología canaliforme se hallan en menor proporción que los tabulares, pero están localmente mejor representados hacia la parte inferior del tramo medio de la Formación. Sus características litológicas son muy parecidas a las apuntadas anteriormente, con la salvedad de que los clastos acostumbran a ser de menor tamaño así como que la matriz arenosa se encuentra en una mayor proporción. Acostumbran a exhibir preferentemente un cross bedding de gran escala y

FORMACION MARGALEF  
1 Km al NE de Margalef

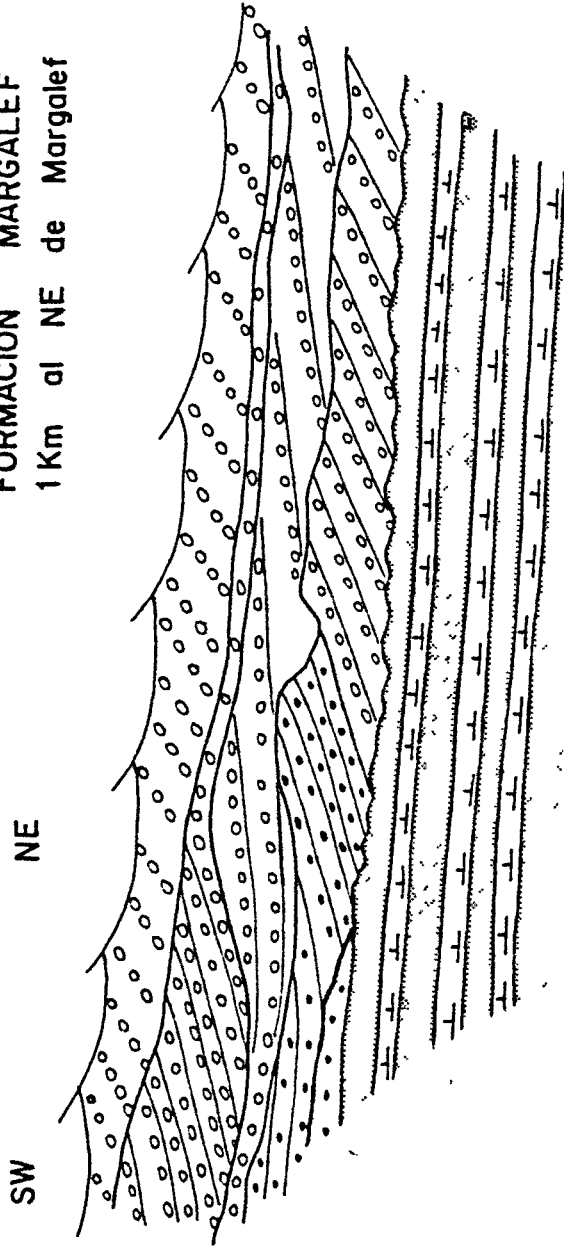


Fig 37

2Km al SW de  
La Bisbal de Falset

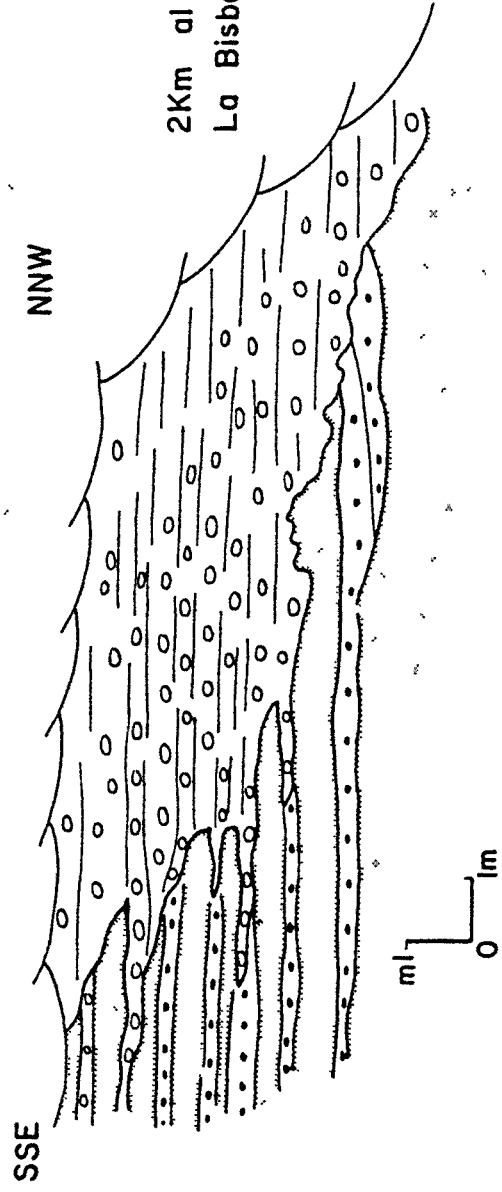


Fig 38

bajo ángulo en sentido longitudinal, que puede tener su origen en procesos de transporte muy competentes, rápidos y canalizados tipo Stream flow (BULL, 1972, 1977; BLUCK, 1964,...). El cross bedding de escala media y alto ángulo puede ser debido a la acción de las pequeñas corrientes subsecuentes que retrabajan parcialmente a los materiales durante el periodo que sigue al descenso del flujo, generalmente rápido, hasta el abandono total del sistema distributivo. En otros casos el descenso del flujo se realiza de una forma bastante gradual con lo que se posibilita el retrabajamiento de los materiales, condicionando su transporte por barras con crestas relativamente rectilíneas que progradan mediante caras de avalancha, proporcionando un cross bedding tipo planar. Localmente pueden apreciarse algunas barras arenosas con núcleo conglomerático. El cross bedding de tipo trough, escasamente representado, puede tener su origen en la progradación de barras conglomeráticas con crestas curvilíneas que ocasionan el que la turbulencia de las corrientes actúe con intensidad diferencial según los lugares, posibilitando la acción de remolinos frontales que llegan a excavar los materiales previamente sedimentados. La progradación de las barras se efectúa mediante caras de avalancha que tienden a rellenar y a adaptarse a las oquedades generalmente curvadas originadas por los remolinos frontales.

Su origen se debe probablemente al transporte de los materiales, en aquellos lugares en los que existen niveles arenosos lenticulares claramente canaliformes, mediante formas de fondo que pueden ser pequeñas barras o megaripples de crestas rectilíneas y megaripples con crestas curvilíneas que se trasladan mediante el concurso de remolinos frontales que excavan los materiales preexistentes. La morfología de los depósitos arenosos canaliformes, es por lo general bastante rectilínea en planta en las zonas en las que están ampliamente representados los niveles conglomeráticos. A medida que se alejan de esas zonas muestran un elevado grado de sinuosidad que sorprendentemente no parece haberse traducido en una posi-

ble migración lateral del curso acuoso en la época en que era funcional. Los materiales arenosos muestran por lo general una buena clasificación, con transporte de materiales mediante formas de fondo en algunos lugares, lo que parece indicar estabilidad en su funcionalidad condicionada probablemente por el concurso bastante continuado de un fuerte aporte acuoso. Acostumbran a ser multiepisódicos, tal como parecen indicarlo algunas cicatrices de primer orden resaltadas mediante películas lutíticas. Solo han tenido competencia por lo general como para excavar su cauce antes que migrar lateralmente cosa que parece haber impedido la cohesión de los bancos lutíticos encajantes. Una vez acabado el último episodio y relleno el surco este pierde su actividad pasando a la funcionalidad, mediante fenómenos de avulsión, a algún otro situado en alguna zona deprimida próxima. El aporte acuoso debe ser bastante importante y continuado tal como parece indicarlo la gran cantidad de trazas de bioturbación verticalizada asociada a moteados y nodulillos carbonatados, representativos en suma de la instalación de una cobertera vegetal durable. Alguno de los nivelillos arenosos de escasa entidad y gran extensión y persistencia lateral pueden tener su origen en fenómenos de desparramamiento tanto por desbordamiento de los cursos activos, como por deshilachamiento longitudinal de estos, lo que posibilita en algunos casos la formación de niveles con graded bedding, cross lamination, etc., localmente desarrollados. En conjunto muestran unas características morfológicas y de funcionamiento muy parecidas a los "paleocanales de Caspe" (RIBA et al., 1967; WILLIAMS, 1975).

Los niveles lutíticos, tal y como parecen indicarlo su estratificación paralela primaria, pueden deberse a la acreción vertical de los materiales detríticos existentes en aguas cargadas de limos que después de unos desbordamientos laterales o del deshilachamiento longitudinal de los cursos canaliformes, se expanden por una gran extensión con una considerable pérdida de competencia.





Los paleocorrientes principales muestran una dispersión generalizada que abarca desde un W-NW hasta un E-NE con una trama aproximadamente radial.

En conjunto esta Formación parece haberse depositado en un sistema deposicional tipo Alluvial fans. Predominan procesos sedimentarios con gran aporte acuoso antes que fenómenos de transporte tipo masivo que procedentes del área de los Catalánides se extienden hacia el W deshilachándose. Asociada distalmente existe una zona de mud flat bastante plana en la que se instalan cursos acuosos tractivos muy sinuosos "tipo Caspe" multiepisódicos, que se desplazan en el tiempo y en el espacio mediante sucesivas avulsiones y que se deshilachan en sentido longitudinal. En el mud flat existen zonas encharcadas en las que se produce algún tipo de sedimentación carbonatada que origina los nivelillos de calizas que aparecen hacia la parte media y superior de la Formación. Este conjunto tiene las características de un ponded mud flat (FUGSTER et al.)<sup>197.</sup> que mediante el incremento en cuanto a potencia e importancia de las zonas encharcadas, proporcionan un tránsito gradual a una zona amplia y claramente lacustre, representada por la Formación Fatarella.

El clima en principio no debe ser muy agresivo ya que permite mediante un cierto aporte acuoso, que en principio solo se interrumpe muy localmente dando lugar al desarrollo esporádico de nodulillos yesíferos dispersos, la vida vegetal, representada por algunas palmeras ( , ) a los que se asocian algunas pteridofitas (Goniopteris...) mientras que en los lugares cercanos a las charcas se instalan franjas palustres que posibilitan el desarrollo de Salix, etc.

SABOL. et  
 197

### 2.3.2.3.- FORMACION FLIX

Descripción: Se propone agrupar al conjunto de materiales predominantemente lutíticos arenosos, yesíferos y carbonatados, situados entre la suprayacente Formación Fatarella y la infra-yacente Formación Margalef, en una unidad litoestratigráfica formal con rango de Formación. La Formación Lutitas de Flix recibe su patronímico de la población de Flix en cuyas inmediaciones se halla bien representada.

Antecedentes: Algunos de los autores clásicos que efectuaron trabajos en áreas vecinas estudiaron someramente estos materiales incluyéndolos en los que denominaron informalmente como "facies interior" del Terciario superior (WAGNER 1930). Otros autores (MARTIN 1926, GUTZWILLER 1931, ASHAUER & TEICHMULLER 1935,...) citaron en cierto modo la existencia de estos materiales sin prestarles una atención específica. Cuando se realiza un Informe privado para la compañía Electroquímica de Flix S.A. (GUTZWILLER 1944), estos materiales reciben un tratamiento detallado sin que por ello se adscriban a una denominación específica.

Posteriormente y con motivo de una investigación tendientes a la búsqueda de depósitos salinos en la región de Flix y áreas vecinas se realizan trabajos estratigráficos (SAN MIGUEL et al. 1968) en los que por vez primera se cita la "Formación Flix" para designar los materiales predominantemente lutíticos yesíferos y arenosos situados en las inmediaciones de esta localidad. Como que la definición de esta y de otras unidades litoestratigráficas adolece de algunos defectos las consideramos hasta la fecha, como terminología informal.

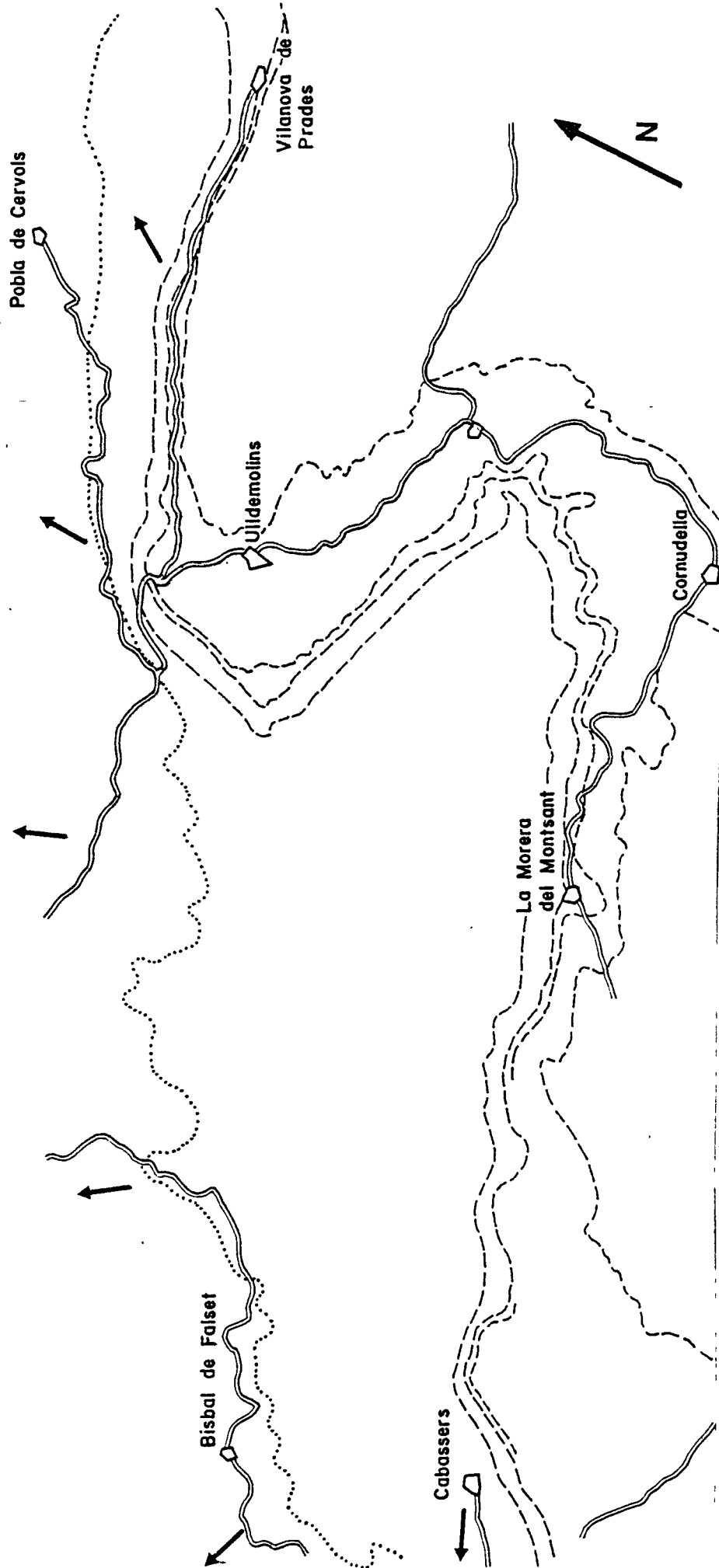


Fig. 40.- Dispersión de paleocorrientes correspondientes a los materiales del grupo Scale Dei en el area tipo. Esquema a partir del mapa nº 1.

Yacente: Conglomerados areniscas y lutitas de la Formación Margalef.

- 1.- 37 mts.: tramo rojo predominantemente lutítico, parcialmente cubierto. Las lutitas son arcillosas (Illita predominante) y localmente algo arenosas. Presentan intercalaciones centimétricas de areniscas finas de gran extensión lateral. Son patentes los pequeños nodulos y las vetillas de yeso fibroso muy abundantes localmente y en relación estrecha con los niveles yesíferos intercalados, que acostumbran a estar constituidos por yesos masivos (50-60 cms) laminares y nodulosos.
- 2.- 71 mts.: tramo parcialmente cubierto constituido por lutitas predominantes hacia la parte inferior donde confieren una tonalidad rosada, y yesos y algunos esporádicos niveles arenosos gris-blancuzcos que predominan hacia la parte superior. Se presentan nodulillos centimétricos de yeso dispersos en las lutitas que localmente se hacen importantes y abundantes llegando a constituir niveles individualizados (20-30 cms.). Presentan algunas intercalaciones de areniscas de gran extensión lateral y poca entidad individual.
- 3.- 22 mts.: nivel en el que existen intercalaciones lutíticas rosadas alternantes con niveles arenosos de mayor entidad y coloración grisácea. Las areniscas (de granulometría fina a media) muestran predominancia de elementos silíceos y cemento principalmente carbonatado. Localmente son conglomeráticas y presentan asociado cross bedding de gran escala y bajo ángulo que localmente puede corresponder a cross bedding de escala media y alto ángulo. Las lutitas intercaladas muestran trazas yesíferas constituidas principalmente por vetas de yeso fibroso.
- 4.- 16 mts.: lutitas grisáceas y localmente rosadas con moteado neto verdoso muy localizado y de poca entidad. Alternan con pequeños niveles de yesos compactos (10-15 cms) generalmente laminados.  
Se presentan intercalaciones de calizas grisáceas y amarillentas en niveles bastante localizados (horizontes de hasta 20-30 cms de pot.), constituidas por calizas micríticas localmente margosas, intraclásticas, con restos de cristales lensoides de yeso epigenizados en calcita. Localmente son dolomíticas. Esporádicamente existen algunos inducidos milimétricos de calizas negruzcas con algunos restos vegetales carbonizados y fragmentos de gasterópodos principalmente.
- 5.- 18 mts.: tramo rojo constituido por lutitas arcillosas (generalmente Illita) muy localmente arenosas en relación directa con los nivelillos detríticos centimétricos arenosos intercalados. Presenta algunos niveles de yeso masivo compactos y potentes (70-80 cms.) generalmente nodulosos (con nódulos alabastrinos de hasta 50 cms. Ø máx.) y localmente laminados, con vetillas y nódulos de sílex de menor entidad. Asociados se presentan algunos nivelillos lutíticos intercalados en los que son abundantes los nódulos centimétricos de yesos. Se presentan vetillas de yeso fibroso localmente abundantes. En algunos niveles se aprecia el crecimiento de cristales selenoides de yeso en horizontes claramente perceptibles y de escasa entidad. Muy localmente existen algunas intercalaciones (20-30 cms.) de calizas margosas con restos vegetales y de gasterópodos principalmente de distribución irregular, localmente presentan moldes de cristales lensoides de yeso epigenizados en calcita.

- 6.- 11 mts.: nivel predominantemente arenoso con algunas intercalaciones lutíticas subordinadas, de escasa entidad con vetillas y pequeños nódulos centimétricos de yeso disperso. Las areniscas con granulometría de fina a media presentan abundante cross bedding de escala media y de alto ángulo, generalmente planar y localmente trough. Los niveles arenosos son de potencia uniforme (30-40 cms) y de gran extensión lateral.
- 7.- 7 mts.: tramo predominantemente carbonatado constituido por calizas grises y esporádicamente amarillentas con restos de cristales lensoides de yeso epigenizados en calcita y algunos esporádicos restos orgánicos (flora y fauna). Presentan bioturbación verticalizada abundante localmente y asociada generalmente a algunos niveles con moteado grisáceo neto.  
Alternan con niveles lutíticos arcillosos en los que existen intercalaciones de niveles de yesos laminados y localmente nodulosos.
- 8.- 44 mts.: tramo con alternancia de areniscas y lutitas principalmente. Los niveles arenosos generalmente decimétricos y localmente métricos están constituidos por areniscas silíceas con granos cuarzosos unidos por un cemento generalmente carbonatado. Localmente son algo conglomeráticas de clastos relativamente rodados y constituidos por materiales generalmente paleozoicos (pizarras, cuarzo, liditas,...), esporádicamente triásicos y mesozoicos en general.  
Se presentan por lo general en niveles de potencia uniforme (50-60 cms) y de gran extensión lateral. Esporádicamente se presentan algunos niveles lenticulares generalmente algo conglomeráticos. En conjunto acostumbran a presentar cross bedding de gran escala y alto ángulo generalmente planar y localmente trough que acostumbra a ir asociado a los niveles lenticulares. Las paleocorrientes dan una procedencia dominante del E y del SSE. Los niveles lutíticos en los que muy esporádicamente existen algunas intercalaciones centimétricas carbonatadas, acostumbran a mostrar nodulillos centimétricos de yeso dispersos, así como vetillas de yeso fibroso localmente abundantes.  
En algunos nivelillos se aprecia la existencia de cristales selenoides de yeso de pequeño tamaño.
- 9.- 12 mts.: tramo lutítico en el que predominan hacia la parte media los niveles decimétricos y aun métricos de yesos laminares y en menor entidad nodulosos. En la parte inferior, además se presentan algunos niveles centimétricos de areniscas de gran extensión lateral y niveles de calizas margosas algo arenosas centimétricas, con algunos restos de fauna y flora dispersos. Hacia la parte superior existe un aumento de los niveles arenosos generalmente rosados de gran extensión lateral. Muestran una abundante bioturbación que se traduce en la presencia de gran cantidad de tubos verticalizados amarillentos y un moteado neto rosado y gris-verdoso.
- 10.- 9 mts.: tramo predominantemente arenoso en bancos decimétricos de gran extensión lateral y cross bedding de gran escala y bajo ángulo. Localmente se aprecia cross lamination y aspecto masivo según los niveles considerados. Presentan algún contenido yesífero en forma de cemento. Alternan con niveles lutíticos en los que abundan los horizontes decimétricos de yesos, las vetillas de yeso fibroso y algunos nodulillos centimétricos de yesos dispersos.

11.- 24 mts.: tramo en el que existe una alternancia de niveles lutíticos y niveles carbonatados principalmente y en mucha menor proporción algunos nivelillos arenosos intercalados. Los carbonatos que se van haciendo más abundantes hacia la parte superior están constituidos

por calizas grisáceas margosas algo dolomíticas, con cristales lensoides de yeso epigenizados en calcita abundantes según los niveles y nodulos y vetillas de sílex localmente presentes. Muestran contenidos variables en cuanto a restos orgánicos de flora y fauna irregularmente repartidos.

Alternan con lutitas que hacia la parte inferior son más abundantes, generalmente carbonatadas y localmente arcillosas. Presentan por lo general intercalaciones decimétricas y aún métricas de yesos nodulosos y fibrosos con alguna vetilla de sílex. Acostumbran a presentar bastantes nodulillos centimétricos de yeso dispersos. El conjunto es rojo a excepción de los niveles de yesos generalmente rosados y los niveles carbonatados generalmente grises.

El techo está constituido por las calizas de la Formación Fatarella a la que pasa gradualmente. El límite es impreciso y se ha establecido un tanto convencionalmente a partir de cuando los niveles carbonatados son predominantes sobre los arenosos y yesíferos.

Como descripción de referencia se toma la correspondiente a la de la serie estratigráfica media a lo largo de la carretera que asciende a La Fatarella, desde la población de Ascó en sentido SW hasta la partida de Fala.

Yacente: No es visible en este punto por estar cubierto por las aguas del Río Ebro. En la margen izquierda puede verse, en los lugares que no están cubiertos por la terraza del Ebro, que se trata de niveles conglomeráticos arenosos y lutíticos de la infrayacente Formación Margalef.

1.- 35 mts.: tramo predominantemente rojo constituido por lutitas localmente arenosas con algunas intercalaciones centimétricas de areniscas de gran extensión lateral. Presentan vetillas de yeso fibroso, abundantes localmente, así como pequeños nodulillos centimétricos de yeso irregularmente dispersos. Hacia la parte superior existen algunos nivelillos individualizados de yesos nodulosos que llegan a mostrar potencias unitarias del orden de 30-40 cms. Parcialmente cubierto.

2.- 29 mts.: lutitas rojas predominantes con algunas intercalaciones limolíticas oscuras, centimétricas carbonatadas con restos de fauna y flora (restos carbonosos, gasterópodos, etc.). Existen vetillas de yeso fibroso ocasionalmente abundantes.

Las lutitas llegan a mostrar de una manera muy localizada e en determinados niveles, abundantes trazas de bioturbación verticalizada asociada a un moteado de coloración amarillenta y rosada.

- 3.- 24 mts.: tramo predominantemente arenoso, constituido por areniscas con cemento yesífero (granulometría de fina a media) bastante lutíticas generalmente rojas y ocasionalmente rosadas.

Las areniscas generalmente son decimétricas y ocasionalmente métricas, de gran extensión lateral y esporádicamente lenticulares. Muestran cross-bedding de escala media y alto ángulo generalmente planar y ocasionalmente trough. Algunos niveles muestran laminación paralela y muy ocasionalmente cross lamination.

Las lutitas son localmente arenosas y yesíferas, con un contenido irregularmente repartido en forma de vetillas de yeso fibroso y ocasionales nodulillos de yeso dispersos.

- 4.- 31 mts.: tramo grisáceo constituido por areniscas carbonatadas de grano fino a medio, gran extensión lateral y potencia generalmente decimétrica. Son muy abundantes las trazas de bioturbación verticalizada que llegan a destruir la laminación original y a proporcionar un moteado cromático bastante neto y de tonalidades amarillentas y rosadas muy vistosas. Generalmente muestran cross bedding de escala media e inclinación acusada de las láminas comunmente planares. En muchos niveles se aprecia una distorsión en forma de laminaciones convolucionadas, mientras que en otros se aprecia claramente cross lamination abundante. Los elementos son carbonatados y en algunos lugares el cemento es yesífero.

Hacia la parte inferior donde los niveles lutíticos son más abundantes se aprecian vetillas de yeso fibroso localmente abundantes.

Hacia la parte superior del nivel aparecen intercalaciones generalmente centimétricas de calizas margosas grisáceo-amarillentas, algo arenosas y con esporádicos restos de cristales lensoides de yeso epigenizados en calcita.

- 5.- 9 mts.: lutitas carbonatadas amarillentas, algo arenosas, sin yesos. Parcialmente cubiertas.
- 6.- 14 mts.: nivel grisáceo predominantemente arenoso, constituido por areniscas silíceas con granulometría de media a gruesa, y algunas pasadas conglomeráticas formadas principalmente por clastos silíceos. Presentan por lo general gran extensión lateral. Ocasionalmente se presentan en una disposición claramente lenticular. Acostumbran a mostrar cross bedding de escala media planar y con tendencia a ser tangencial con respecto a la base de algunos niveles. La base de algunos cuerpos lenticulares muestra, entre otros, clastos blandos localmente abundantes. Las paleocorrientes proporcionan una procedencia aproximadamente del ESE, del E, y del ENE.
- Algunos nivelillos arenosos lutíticos muestran cross lamination bien desarrollada. Se presentan algunas intercalaciones generalmente decimétricas de lutitas muy arenosas con trazas abundantes de bioturbación verticalizada en forma de tubos verticales con moteado neto amarillento y rosado.

- 7.- 16 mts.: lutitas rojas localmente arenosas con algunas intercalaciones de areniscas de poca entidad y gran extensión lateral. Localmente presenta contenido yesífero en forma de vetillas de yeso fibroso. Parcialmente cubierto.



- 8.- 2 mts.: tramo grisáceo arenoso constituido por areniscas de finas a medias con nivelillos decimétricos en los que es bastante abundante la cross lamination. Presenta algunas intercalaciones generalmente centimétricas y ocasionalmente decimétricas de areniscas muy lutíticas en las que se aprecia un cierto contenido yesífero en forma de cemento.
- 9.- 32 mts.: tramo lutítico rojizo con zonas amarillentas. Presenta algunas intercalaciones de areniscas de poca entidad y gran extensión lateral, generalmente con laminación paralela. Algunas areniscas son masivas por efecto de la abundante bioturbación que proporciona un moteado rosado y verdoso. Presenta algún contenido yesífero en forma de vetillas de yeso fibroso y algunos nodulillos nodulosos irregularmente dispersos. Parcialmente cubierto.
- 10.- 16 mts.: tramo predominantemente lutítico rojo con gran cantidad de yesos en forma de pequeños nodulillos irregularmente dispersos que por acumulación llegan a formar nivelillos individualizados ocasionalmente decimétricos. Existen algunos niveles (de hasta 60 cms de pot.) de yesos laminados con vetillas y nódulos de sílex. Presentan muy ocasionalmente algunas intercalaciones arenosas centimétricas. Hacia la parte superior aparecen algunas intercalaciones carbonatadas centimétricas claramente subordinadas.
- 11.- 13 mts.: tramo rosado eminentemente lutítico con algunos yesos en forma de vetillas de yeso fibroso. Aparecen intercalaciones de calizas margosas algo arenosas con restos de cristales lensoides de yeso epigenizados en calcita, que se van tornando más abundantes e importantes hacia la parte superior. Localmente muestran algún contenido orgánico en forma de restos de fauna y de flora irregularmente repartidos. En el conjunto del tramo se aprecia una cierta abundancia de niveles arenosos de granulometría de media a fina de gran extensión lateral y poca potencia relativa (generalmente decimétricos y ocasionalmente centimétricos). Muestran aspecto masivo o con cross lamination bien patente. Localmente el cemento parece yesífero. Parcialmente cubierto.
- 12.- 19 mts.: tramo generalmente grisáceo y rosado en el que abundan los niveles carbonatados constituidos por calizas micríticas, localmente margosas, con restos de fauna y de flora distribuidos irregularmente. Los niveles son generalmente decimétricos y muy ocasionalmente métricos. Presentan intercalaciones lutíticas más abundantes hacia la parte inferior donde son algo arenosas y localmente muestran algún contenido yesífero fibroso en forma de pequeñas vetillas. Muy ocasionalmente aparecen algunos nivelillos centimétricos de areniscas intercaladas y de gran extensión lateral.

El tránsito a la suprayacente Formación Fatarella se realiza de una manera gradual a medida que van aumentando de potencia e importancia los niveles carbonatados en detrimento de los lutíticos y arenosos.

Geometría: En conjunto esta Formación muestra una conservación de potencia bastante uniforme en dirección NNE-SSW va que la potencia máxima es del orden de unos 270 mts en la localidad tipo y de unos 240 mts en la localidad de referencia. Creemos que esta suave variación en cuanto a las potencias parece que es debida no tanto a una disminución en cuanto a la importancia de los depósitos como a cambios graduales con las formaciones equivalentes lateralmente y verticalmente al menos en parte.

Así, en sentido NNE muestra una equivalencia predominantemente lateral y en parte vertical con la Formación Margalef. En sentido SW muestran una buena equivalencia lateral y en parte vertical con la Formación Caspe. En sentido SE equivale verticalmente a la infrayacente Formación Margalef. En sentido W y NW equivale verticalmente a la suprayacente Formación Fatarella.

Por lo general los tránsitos entre unas unidades y otras se realizan gradualmente y consisten en predominancias cuantitativamente importantes de unos terminos litológicos en detrimento de otros, según sean las formaciones consideradas.

Está bien representada en la zona de Flix y alrededores quedando bien individualizada como Formación en el área que se extiende desde Bovera al NE donde pasa gradualmente a la Formación Margalef hasta Bot al SW donde pasa gradualmente a la Formación Caspe. Las localidades de Ribarroja, Flix, Asco, Corbera d'Ebre, Gandesa, etc., están hubicadas en materiales de esta Formación.

Edad: La acepción cronoestratigráfica de esta Formación es quizás de las más delicadas ya que debe hacerse mediante criterios indirectos y de correlación regional. Es decir al no haber encontrado hasta la fecha especímenes con suficiente valor estratigráfico hay que referir una edad comprendida entre la que muestran las formaciones infrayacentes y las su-

prayacentes, pero con la particularidad de que a su vez a estas les hemos atribuido una edad referida a otras formaciones.

Así, la parte superior que comunica gradualmente con los tramos basales de la Formación Fatarella probablemente podría tener una edad atribuible al Sannoisiense superior ya que además muestra una buena equivalencia con los amateriales detríticos de las formaciones principalmente conglomeráticas, que tienen un máximo en cuanto a deposición durante el Sannoisiense. No hay que descartar el que la parte basal pudiera ser atribuida al menos en parte al Priaboniense ya que en algunos lugares existe una buena continuidad sedimentaria con los materiales infrayacentes.

Por tanto se puede considerar como bastante probable que tenga una edad comprendida entre un Sannoisiense superior en la parte terminal y un Priaboniense en la parte basal, sin que por el momento se puedan hacer mayores precisiones a tenor de los datos de que se dispone.

#### Consideraciones sedimentológicas:

Tal como se ha citado anteriormente, esta Formación a grandes rasgos muestra tres tramos claramente diferenciables.

El tramo inferior muestra una cierta abundancia de materiales detríticos gruesos principalmente arenosos con algunas ocasiones y esporádicas pasadas conglomeráticas.

El tramo medio muestra un predominio acusado de lutitas en las que son muy patentes las acumulaciones yesíferas con desarrollo y distribución irregular.

En el tramo superior existe una gran preponderancia de los materiales carbonatados sobre los otros términos litológicos presentes.

Los materiales lutíticos se hallan presentes en mayor o menor proporción en los tres tramos.

Así los niveles detríticos arenosos más importantes muestran una gran relación anchura/altura y por lo general conservan una potencia relativamente uniforme durante largos tramos. Acostumbran a presentar cross bedding de gran escala y bajo ángulo aunque no es de extrañar que localmente exista cross bedding de escala media y alto ángulo generalmente planar y localmente trough. Se produce un deshilachamiento generalizado de los niveles en sentido W y NW predominantemente. Las paleocorrientes proceden de una manera general del E y SE. Se hallan asociados a niveles lutíticos de entidad variable, que llegan a mostrar intercalaciones arenosas de gran extensión lateral y poca entidad específica que localmente llegan a mostrar cross lamination.

En conjunto parecen haber sido originados mediante el concurso de corrientes lo bastante continuas como para permitir una buena selección del material que puede haber sido transportado mediante formas de fondo (generalmente mesoformas en el sentido de Jackson, 1975) que al ir descendiendo el flujo puede haber sido retrabajada mediante formas de menor entidad y aun microformas localmente patentes. Parece que la deposición se ha realizado al menos en sus últimos estadios mediante arroyadas posiblemente en manto que se van deshilachando notablemente hacia el W y NW.

Otros niveles detríticos gruesos presentan morfología lenticular y muestran cross bedding de escala media y gran ángulo generalmente planar y trough. Están asociados a algunos niveles de poca entidad y gran persistencia lateral que pueden mostrar cross lamination o ser masivos a causa de la abundante bioturbación verticalizada originada por la instalación de una cierta cobertura vegetal algo estable. Hacia la parte basal del tramo inferior y muy esporádicamente en otras posiciones de ese tramo aparecen algunos esporádicos niveles arenosos y conglomeráticos generalmente con geometría lenticular. Muestran cross bedding de pequeña escala y bajo

angulo. Algunos de los niveles arenosos asociados muestran laminación convolucionada que distorsiona la laminación deposicional original. Los clastos son bastante redondeados generalmente cuarzosos y algunos carbonatados mesozoicos, con disposición clast supported. Hacia la parte basal de los niveles y clastos blandos localmente abundantes.

Los niveles de geometría lenticular que se hallan intercalados con los de geometría relativamente tabular parece que han sido depositados mediante el concurso de corrientes lo suficientemente competentes como para el transporte de los materiales más gruesos así como por la capacidad, mostrada por esas corrientes de la autoexcavación de su cauce y la incorporación de algunos clastos blandos incorporados predominantemente hacia los niveles basales. La procedencia generalizada de las paleocorrientes es de E y NE.

Los nivelillos arenosos asociados de menor entidad y gran dispersión lateral muestran por lo general cross lamination localmente bien desarrollada, correspondiente a ripples y con una elevada dispersión de paleocorrientes con procedencias que varían desde el SSE al NE.

Las lutitas puras parecen haberse sedimentado en general por fenómenos de acreción vertical, y en los lugares en los que son arenosas, están en estrecha relación con los niveles detríticos gruesos de los que parece provenir en parte mediante episodios de desbordamiento, etc.

En estos materiales se desarrollan fundamentalmente niveles de paleoxuelos (equivalentes a los fenómenos de bioturbación verticalizada) mejor o peor desarrollados en función del aporte acuoso, de la litología sobre la que se asientan, de las características climáticas predominantes, etc.

La existencia de niveles yesíferos en los que son abundantes los pequeños nódulos dispersos, así como el crecimiento en algunos niveles concretos de cristales selenoides de yeso,

parecen indicar que en el momento de la deposición existía un clima muy agresivo con épocas muy marcadas de intensa evaporación y desecación generalizada de las charcas, donde se producía la depositación evaporítica tanto por precipitación directa como por fenómenos de "bombeo evaporítico" en sus inmediaciones.

- Hacia la parte superior de la Formación se aprecia un incremento gradual y constante de los niveles carbonatados que parecen corresponder a una deposición en un medio de generalizado de mud flat (RYDER et al. 1976) en el que existiría una zona con gran cantidad de charcas, ponded mud flat (EUGSTER et al. 1978) que hacia la parte ya más superior iría pasando ya en una zona de playa lake muy amplia (EUGSTER & SURDAM 1973; EUGSTER & HARDIE 1975). El clima debería ser bastante benigno ya que empiezan a encontrarse algunos restos de organismos que debían necesitar una lamina de agua prácticamente perenne para su desarrollo, en igual sentido apuntan los restos carbonizados de vegetales que se pueden haber formado en un ambiente reductor como el que existe en la parte del fondo de algunos lagos, etc. El conjunto, además, permite la existencia de una amplia franja palustre que es colonizada ampliamente por gran cantidad de vegetales que posibilitan la formación de paleosuelos, con sus zonas de enriquecimiento en carbonatos, su aspecto noduloso, el moteado característico, etc., y aun muy localmente la presencia de algunos prismas de calcita agrupados en rosetas que muestran un aspecto muy parecido al del Microcodium que modernamente (KLAPPA 1978) se supone como una asociación fúngal que vive en las zonas radiculares de las raíces de los vegetales.

En conjunto durante el Priaboniense y en esta zona existe una sedimentación tranquila en forma de mud flat hasta donde llegan esporádicamente algunos episodios detríticos procedentes generalmente de las masas detríticas que en ese momento se estaban formando adosadas al borde de la cuenca. En principio el ambiente climático era bastante extremado tal co-

mo para mostrar periodos de sequedad extrema, con la consiguiente formación de depósitos evaporíticos, etc. seguidos por otros en los que podían existir ciertos aportes acuosos que posibilitarían en cierta medida la vida vegetal y que alimentarían las charcas existentes. Este tipo de deposición duraría como mínimo todo el Priaboniense y es posible que en cierta manera se prolongue hasta los inicios del Stampiense donde parece que las condiciones climáticas se hacen más suaves con mayor aporte acuoso y formación de grandes charcas y lagos enormes donde se prosigue una sedimentación principalmente carbonatada durante un periodo de evidente tranquilidad tectónica generalizada.

Como descripción principal se ha tomado la de la localid<sup>ad</sup> tipo situada en una transversal localizada a 5 km al E de la localidad de Blancafort desde el vertice de Coma Rals hasta el vertice de Coma Lats ambos aproximadamente.

Yacente: Lutitas calcarenitas y calizas de la Formación Sarral.

- 1.- 35 mts.: tramo constituido fundamentalmente por lutitas yesíferas con algunas intercalaciones detríticas. Hacia la parte inferior son más abundantes los niveles detríticos de areniscas y muy esporádicamente conglomeráticos.

Los niveles detríticos están constituidos primordialmente por areniscas con granulometría de fina a media y localmente gruesa. Muestran laminaciones cruzadas de mediana escala, laminaciones paralelas o aspecto masivo. Acostumbran a mostrar potencias por lo general decimétricas y una gran extensión lateral. Están formadas principalmente por granos carbonatados entre los que esporádicamente existen algunos silíceos bien seleccionados. Se presentan algunos esporádicos niveles conglomeráticos constituidos principalmente por clastos carbonatados mesozoicos (algunos cretácicos), clast supported que muestran matriz arenosa también constituida principalmente por fragmentos carbonatados, relativamente escasa y más abundante hacia los lugares en los que parecen existir tránsitos entre los conglomerados y las areniscas.

Las lutitas rojas y ocráceas muestran contenido yesífero variable según los lugares y consistente en vetillas centimétricas y algún esporádico nivelillo de yeso fibroso.

- 2.- 23 mts.: tramo lutítico en el que existe una gran abundancia yesífera constituida por gran cantidad de vetillas de yeso fibroso que localmente pueden llegar a formar niveles decimétricos de poca extensión lateral. Los niveles arenosos intercalados presentan potencias generalmente decimétricas, muestran por lo general estratificación cruzada de mediana escala y localmente laminaciones paralelas. El conjunto está parcialmente cubierto.

- 3.- 44 mts.: tramo principalmente lutítico rojo constituido por potentes niveles lutíticos entre los que se instalan algunas intercalaciones arenosas, y muy esporádicamente de areniscas conglomeráticas. Algunos niveles detríticos arenosos muestran laminación cruzada de mediana escala, mientras que la mayoría muestra laminaciones paralelas y aun aspecto masivo. Presentan potencias decimétricas y por lo general son de gran extensión lateral. Las lutitas que esporádicamente muestran algún contenido yesífero consistente en vetillas centimétricas de yeso fibroso y algunos nodulillos yesíferos centimétricos dispersos, aumenta de potencia hacia la parte superior en detrimento de los niveles detríticos. Parcialmente cubierto.

- 4.- 18 mts.: tramo de lutitas alternantes con niveles arenosos. Esporádicamente existe alguna vetilla de yeso fibroso. Se presentan niveles centimétricos de areniscas carbonatadas de gran extensión lateral. La mayoría de las veces estas areniscas también son muy lutíticas y se hace difícil su separación de las zonas en las que las lutitas son arenosas. Por lo general muestran gran extensión lateral y acostumbran a ser masivas a causa de la intensa bioturbación verticalizada que existe. Parcialmente cubierto.



5.- 42 mts.: lutitas rojas predominantes con vetillas centimétricas de yeso fibroso muy localizadas, y algunas esporádicas intercalaciones de areniscas centimétricas con gran extensión lateral. Las areniscas, generalmente constituidas por granos y cemento carbonatados acostumbran a mostrar laminación paralela y en algunos puntos laminación cruzada de pequeña escala que proporciona paleocorrientes generalizadas hacia el NE y localmente hacia el E.

Los tramos descritos hasta ahora (desde el nº 1 hasta el nº 5 ambos inclusive) constituyen el Miembro Rocafort.

6.- 25 mts.: tramo ocraceo constituido por una alternancia de lutitas y areniscas. Las lutitas que generalmente son poco potentes en relación al tramo anterior, carecen de contenido yesífero importante. Hacia la base muestran un nivel (5 mts.) de areniscas muy finas y finas constituidas por granos carbonatados y estratificación cruzada de mediana y gran escala.

7.- 65 mts.: Tramo predominantemente lutítico con alternancia de niveles de areniscas de gran extensión lateral y esporádicamente métricos. Los niveles lutíticos con potencias unitarias importantes (15-20 mts.) presentan bioturbación verticalizada intensa según los niveles, generalmente más arenosos. Esporádicamente se aprecian algunos tubos verticales rellenos por areniscas. Parcialmente cubierto.

8.- 81 mts.: tramo formado por areniscas generalmente lutíticas decimétricas, con algún nivel más potente (3-4 mts.) de gran extensión lateral y que muestra estratificación cruzada de mediana escala y alto ángulo. Los niveles lutíticos intercalados, son localmente arenosos y presentan un cierto contenido yesífero muy tenue, consistente en algunas vetillas centimétricas de yesos fibrosos.

9.- 75 mts.: lutitas alternantes con niveles detríticos arenosos de gran extensión lateral generalmente decimétricos y esporádicamente métricos, que muestran estratificación cruzada, algunos de gran escala y bajo ángulo y otros de mediana escala y alto ángulo. Las paleocorrientes generalizadas dan una tendencia hacia el NNW y esporádicamente hacia el NE. Algunos de los niveles arenosos muestran laminación cruzada de pequeña escala.

10.- 34 mts.: tramo muy lutítico parcialmente cubierto, localmente arenoso, con algunas intercalaciones poco potentes de areniscas de gran extensión lateral y de potencia generalmente decimétrica y centimétrica. Las lutitas tienen algún ligero contenido yesífero a base de vetillas centimétricas de yeso fibroso. Coloración ocre-rojiza.

11.- 30 mts.: tramo formado por lutitas ocráceas y rojas con algunos esporádicos nivelillos detríticos arenosos intercalados que son más abundantes hacia la base. En la parte inferior se presentan abundantes intercalaciones calcareníticas que en ocasiones llegan a predominar sobre los niveles detríticos arenosos intercalados. Hacia la parte superior existen algunas intercalaciones de nivelillos carbonatados algo detríticos, localmente margosos que muestran un cierto contenido en restos vegetales localmente abundantes. Aumentan en cuanto a potencia e importancia hacia la parte más superior, donde constituyen el tránsito a la suprayacente Formación Tarrega eminentemente carbonatada.

Los últimos tramos (desde el nº 6 al 11 inclusive) constituyen el Miembro Solivella.

Como serie de referencia se ha tomado la existencia entre las mediaciones de l'Esplugu de Francoli (Mas de Agustinet) hasta ; inmediaciones de la localidad de Tarres (vertice de Vilaubi).

Yacente: Lutitas, calcarenitas y calizas de la Formación Sarral.

- 1.- 25 mts.: tramo rojo en el que son abundantes los términos detríticos, generalmente arenosos, de elementos carbonatados y gran extensión lateral. Muy esporádicamente se observan algunos nivelillos arenosos con geometría lenticular. Hacia la base existen algunos niveles de conglomerados métricos y decimétricos. Están constituidos por clastos redondeados carbonatados, mesozoicos, clast supported y muy cementados. Son de gran extensión lateral a nivel de afloramiento, aunque a mayor escala se observa que su geometría es aproximadamente lenticular. Presentan alguna alternancia con lutitas rojas generalmente arenosas.
- 2.- 35 mts.: tramo rojo predominantemente lutítico con algunas intercalaciones de areniscas generalmente decimétricas de gran extensión lateral. Las lutitas muestran algún esporádico contenido yesífero a base de nivelillos centimétricos de yeso fibroso. Parcialmente cubierto.
- 3.- 40 mts.: tramo lutítico rojo con algunas coloraciones grises y rosadas asociadas generalmente a los niveles con un contenido yesífero abundante, constituido por algunos niveles de yesos rojos decimétricos con abundantes inclusiones lutíticas. También se presentan algunos nodulillos yesíferos centimétricos dispersos. Las intercalaciones arenosas centimétricas están subordinadas.
- 4.- 35 mts.: tramo muy lutítico rojo-ocre, sin yesos, y con algunas intercalaciones arenosas de gran extensión lateral que se hacen más importantes y potentes hacia el SW donde pueden llegar a predominar ampliamente. Parcialmente cubierto.
- 5.- 15 mts.: tramo lutítico, generalmente rojizo, con algún contenido yesífero en forma de vetillas centimétricas de yeso fibroso. Presenta algunas intercalaciones centimétricas de areniscas de gran extensión lateral. Esporádicamente existen algunos cuerpos arenosos lenticulares de potencia decimétrica.
- 6.- 28 mts.: tramo muy lutítico ocre con esporádicas intercalaciones arenosas generalmente decimétricas y de gran extensión lateral. Por lo general, carece de contenido yesífero. Esporádicamente algunas de las areniscas muestran geometría lenticular.  
Los tramos descritos hasta aquí, constituyen en esta serie, el Miembro Rocafort
- 7.- 38 mts.: tramo constituido principalmente por areniscas con algunas lutitas intercaladas. Las areniscas por lo general son de granulometría fina con algunas esporádicas intercalaciones de arenas gruesas. Existen esporádicas intercalaciones conglomeráticas más abundantes hacia la base, y que se van haciendo más potentes e importantes hacia el SW. Exhiben estratificación cruzada de mediana escala y alto ángulo. Algunos niveles muestran laminación paralela mientras que otras exhiben aspecto masivo a causa probablemente de la abundante bioturbación verticalizada que presentan.

- 8.- 45 mts.: tramo parcialmente cubierto constituido fundamentalmente por lutitas ocres y rojas que predominan sobre los niveles arenosos intercalados de gran extensión lateral y de poca potencia unitaria.
- 9.- 35 mts.: tramo constituido por lutitas localmente arenosas que presentan gran cantidad de intercalaciones detríticas arenosas que devienen más importantes hacia la parte media y superior. En la parte media aparecen unos esporádicos conglomerados, masivos (3-4 mts) de gran extensión lateral que se hacen más potentes y abundantes hacia el SW (representados en la cartografía). En la parte superior abundan los niveles arenosos de gran extensión lateral y se presentan algunos esporádicos niveles arenosos lenticulares.
- 10.- 30 mts.: tramo lutítico rojo con algunas vetas centimétricas de yeso fibroso intercaladas. Muestran algunas intercalaciones generalmente decimétricas de areniscas con gran extensión lateral.
- 11.- 88 mts.: tramo en el que existe una alternancia de niveles lutíticos y niveles detríticos generalmente arenosos decimétricos y localmente métricos. Las areniscas muestran por lo general una gran extensión lateral. Presentan abundante estratificación cruzada de mediana escala y alto ángulo. Las paleocorrientes generalizadas dan dispersiones hacia el NNE, hacia el NE y hacia el NNW según los niveles. Son muy abundantes en la mayoría de los niveles las trazas de la intensa bioturbación, que en algunos puntos llega a destruir las laminaciones originales.
- 12.- 40 mts.: tramo fundamentalmente lutítico ocre, con algunos niveles detríticos intercalados, generalmente decimétricos y esporádicamente más gruesos. Las lutitas muestran algunos niveles en los que abundan las vetillas de yeso fibroso. Parcialmente cubierto.
- 13.- 44 mts.: tramo en el que abundan los niveles detríticos arenosos algunos centimétricos y los más, decimétricos de gran extensión lateral y con estratificación cruzada de pequeña y mediana escala. Las lutitas intercaladas, generalmente ocres, muestran algunas zonas en que son arenosas y generalmente en relación con los nivelillos detríticos menos potentes. Aparecen esporádicos niveles constituidos por areniscas muy carbonatadas y generalmente por calcarenitas que se van haciendo más importantes y abundantes hacia la parte superior donde se presentan algunos niveles carbonatados margosos con restos de vegetales carbonizados. Estos niveles marcan ya el tránsito gradual hacia la suprayacente Formación Tarrega eminentemente carbonatada.

Los últimos tramos (desde el nº 7 al 13 inclusive) constituyen el Miembro Solivella.

Geometría: Tal como se puede apreciar en las descripciones anteriores, esta Formación no presenta variaciones importantes de potencia en los lugares en los que se han medido las series estratigráficas. Las diferencias encontradas (unos 30 mts.) son poco significativas y carecen de importancia práctica en una Formación cuya potencia global es del orden de unos 500 mts. Además hay que tener en cuenta que al ser graduales los contactos con la infrayacente Formación Sarral y la suprayacente Formación Tarrega sus límites son un tanto convencionales y pueden variar de unos lugares a otros a tenor de una mayor presencia o ausencia de una determinada litología.

La Formación se extiende por el NE hasta el área de Santa Coloma de Queralt, donde más hacia el NE y al irse incrementando los términos carbonatados en detrimento de los lutíticos y detríticos gruesos, pasa gradualmente a lo que informalmente se ha denominado como "Calizas de la Panadella" (RIBA et al.) que a su vez pueden llegar a corresponderse con los materiales situados en el área de Calaf. En dirección SW se extiende hasta el área de Albi donde al irse incrementando los términos detríticos gruesos en detrimento de los lutíticos y carbonatados pasa gradualmente a la Formación Margalef.

En conjunto se puede afirmar que esta Formación tiene una geometría aproximadamente prismática en dirección SW-NE y que se acuña en dirección W tal como queda demostrado en el sondeo SENANT donde se han encontrado niveles carbonatados más abundantes y en una posición geométrica más baja que la de los niveles superiores del Miembro Solivella.

Edad: Como que hasta la fecha no hemos encontrado en estos materiales especímenes con valor estratigráfico suficiente, la acepción cronoestratigráfica de esta Formación se establece mediante criterios indirectos y de ámbito regional.

Los materiales basales del Miembro Rocafort muestran una buena continuidad sedimentaria con los de la infrayacente Formación Sarral atribuida al Sannoisiense medio (SOLE et al., 1975). Los materiales superiores del Miembro Solivella muestran buena continuidad sedimentaria con los de la suprayacente Formación Tárrega atribuida al Stampiense (TRUYOLS & CRUSAFONT, 1961).

Por tanto el conjunto de la Formación Blancafort puede tener una edad comprendida entre un Sannoisiense medio en la base y un Stampiense en su parte superior.

#### Consideraciones sedimentológicas:

El tramo inferior (Miembro Rocafort) queda bien diferenciado a partir de un nivel conglomerático bastante potente y de gran extensión lateral, que presenta cross bedding de gran escala y bajo ángulo. Lateralmente y verticalmente hacia arriba comunica con niveles arenosos conglomeráticos y finalmente arenosos que muestran cross bedding de mediana escala y alto ángulo, localmente cross lamination y ocasionalmente aspecto masivo.

El nivel predominantemente lutítico que se le superpone muestra trazas yesíferas evidentes en forma de pequeños nódulos yesíferos centimétricos dispersos esporádicamente, y vetillas de veso fibroso localmente muy abundantes. Subordinadamente se presentan niveles detrítico arenosos, generalmente de poca potencia que ocasionalmente presentan estructuras tipo mud crack localmente abundantes.

El nivel conglomerático basal, de gran extensión, parece haberse depositado mediante procesos tipo sheet flood (BULL 1972) y procedente, tal como lo indican las paleocorrientes provenientes del PSW, del área del Montsant. Alcanza a depositarse en una zona restringida en la que se produce una sedimentación predominantemente lutítica en un ambiente general-

mente tranquilo. Los niveles arenosos se han originado mediante el concurso de corrientes lo bastante estables como para realizar buena selección del material, por medio de un transporte generalizado del material mediante formas de fondo. Llegan a una zona tranquila y lo bastante plana que condiciona el deshilachamiento de los niveles arenosos en sentido predominante NNW- y N.

El conjunto lutítico se deposita, en parte mediante una clara acreción vertical, que ocasiona una laminación paralela evidente según los lugares. En otros lugares se aprecia una relación bastante estrecha con los cursos acuosos que proporcionan un contenido arenoso localmente importante. Parece haberse depositado en unas condiciones climáticas de semiaridez generalizada tal como lo indican tanto los pequeños nódulos yesíferos dispersos, como las vetas de yeso fibroso y aún los mud cracks presentes en los niveles arenosos localmente subordinados. La bioturbación verticalizada que proporciona por lo general un cierto moteado grisáceo y verdoso, acostumbra a estar asociada a alguno de los niveles arenosos intercalados.

Este Miembro parece haberse sedimentado en un medio deposicional generalmente tranquilo con predominio de deposición lutítica, tipo mud flat (EUGSTER & SUPDAM 1973; EUGSTER & HARDIE 1975, RYDER et al 1976, etc.) al que ocasionalmente llegan episodios conglomeráticos mediante procesos de sheet flood y procedentes principalmente del área del Montsant.

Estos episodios condicionan en parte el aumento proporcional de los niveles arenosos intercalados, así como de un cierto aporte acuoso más importante, que puede ocasionar la instalación de algunas charcas relativamente estacionales, que a su vez condicionan un cierto tipo de deposición evaporítica. Pueden corresponder en parte al modelo de ponded mud flat descrito recientemente (EUGSTER et al. 1978).

El Miembro Solivella muestra en general unas características muy parecidas con el Miembro Rocafort pero con algunas variaciones significativas. Así, las lutitas que también presentan algunos niveles arenosos intercalados (comunmente con un alto contenido carbonatado), pueden mostrar mud cracks, bioturbación verticalizada asociada a algún tipo de moteado cromático... etc. Subordinadamente se presentan algunas vetillas de yeso fibroso de poca potencia unitaria y escasa entidad.

Esporádicamente aparece un nivel conglomerático (representado en la cartografía) de gran extensión lateral, potencia uniforme y cross bedding por lo general de gran escala y bajo ángulo. Las paleocorrientes muestran una procedencia generalizada del SSW con un sentido hacia el N y NNE. Asociado a este nivel y en el tramo considerado se aprecia un aumento cuantitativamente importante en cuanto a la entidad de los niveles detríticos arenosos intercalados, cuyas estructuras sedimentarias, disposición y clasificación del material inducen a pensar en unos cursos acuosos relativamente perennes, con el suficiente caudal como para poder condicionar el transporte del material mediante formas de fondo antes de deshilarse y devenir en corrientes de flujo en lámina.

Los niveles carbonatados, que hacen su aparición hacia la parte media, devienen potentes e importantes hacia la parte superior. Son generalmente arenosos y llegan a mostrar, en aquellos lugares en los que el contenido arenoso es más importante, un cierto graded bedding bastante evidente. Acostumbran a presentar restos de fauna (gasterópodos, ostrácodos, etc.) y restos vegetales carbonizados localmente muy abundantes, así como bioturbación verticalizada localmente muy patente.

Por tanto el conjunto parece haberse depositado en una zona tranquila con predominio de depósitos lutíticos a la que muy esporádicamente llegan unos conglomerados mediante proce-

tos de sheet flood, procedentes predominantemente del SSW. Las condiciones climáticas corresponden a un clima semi arido con ocasionales desecaciones tal como lo indican algunos episodicos depósitos de evaporitas y algunas estructuras claras de desecación (mud cracks, etc.).

El medio sedimentario podría corresponder a un Mud flat ponded (EUGSTER et al 1978) en el que las charcas serian estacionales y de reducidas dimensiones e irian aumentando en caracter acuoso, permanencia y entidad hacia la parte superior, donde comunicarian con un sistema sedimentario claramente lacustre y de grandes dimensiones, al que periodicamente llegarían algunos episodios detriticos procedentes principalmente del S, SSE y SSW.



### 2.3.3.- GRUPO BARBERA

Recibe el patronímico de la localidad de Barberà, que confiere el nombre a la comarca de la misma denominación y situada en las cercanías de Montblanc. Se halla colocado entre el infrayacente Grupo Pontils que en esta zona sustituye lateralmente al Grupo Cornudella, y el Grupo Scala Dei representado en esta área por la suprayacente Formación Blancafort.

Se halla constituido por materiales lutíticos, arenosos, evaporíticos y carbonatados, agrupados de abajo a arriba en las unidades siguientes: Formación Montblanc, Formación Sant Miquel y Formación Sarral. En conjunto representan una deposición eminentemente tranquila de ponded mud flats evaporíticos y carbonatados que corresponden a zonas laterales y distales de conos de deyección, representados por los materiales del Grupo Scala Dei equivalente lateral en parte, y por los materiales detríticos gruesos de la Formación Sant Miquel que constituye un sistema deposicional de cono de deyección bastante localizado. Tal como se verá más adelante en los apartados correspondientes, aunque algunas de estas unidades habían sido citadas anteriormente en la literatura, debido a errores formales y aun a errores conceptuales, han necesitado una revisión y definición formal.

### 2.3.3.1.- FORMACION MONTBLANC

Denominación: Se propone agrupar a los materiales predominantemente lutíticos con algunas intercalaciones detríticas, que presentan niveles yesíferos en su parte superior, localizados en la Conca de Barbarà, en una unidad litoestratigráfica formal con rango de Formación. La Formación Lutitas de Montblanc recibe su patronímico de la localidad más importante existente en el área tipo, donde es muy patente el término litológico citado.

Antecedentes: Debido a su aparente monotonía, los autores clásicos prestaron en general poca atención a estos materiales. No es hasta los trabajos de JULIVERT (1955) y en cierta medida los de KROMM (1961, 1967), que los materiales reciben un mejor tratamiento stratigráfico, utilizando para designarlos una nomenclatura de tipo informal.

Posteriormente, algunos autores (BENZAQUEN et al 1973) han utilizado la nomenclatura de "Formación Cabra del Camp" en la Conca de Barbarà para designar los niveles lutíticos con intercalaciones detríticas, niveles yesíferos en el techo y paso lateral a los potentes conglomerados situados más hacia el NE, en la zona de Cabra del Camp. En nuestra opinión esa denominación adolece de algunos defectos importantes ya que solo se citan como de pasada algunas de sus características litológicas, geométricas, etc., sin que en ningún momento quede patentizada expresamente la intencionalidad de definición de una unidad stratigráfica. Además, al carecer de una descripción detallada en el área tipo se hace bastante confuso el valor y el rango de esa unidad ya que abarca desde unos depósitos predominantemente lutíticos (Conca de Barbarà) hasta unos depósitos predominante y masivamente conglomeráticos (Serra de Valldosera y Serra de Sant Miquel), prescindiendo del principio de cierta homogeneidad litológica necesario para el establecimiento de cualquier unidad litoestratigráfica

- 3.- 15 mts.: nivel lutítico en el que abundan los episodios detríticos constituidos principalmente por areniscas carbonatadas generalmente decimétricas y de gran extensión lateral. Localmente aparecen (2 mts.) unos conglomerados constituidos por clastos (5 cm  $\varnothing$  máx.) predominantemente carbonatados mesozoicos que pasan a areniscas de gran extensión lateral. Alternan con lutitas rojas y ocráceas, con restos de bioturbación verticalizada sobre todo asociada a alguno de los niveles arenosos intercalados, mineralógicamente están constituidas por Illita.
- 4.- 38 mts.: parcialmente cubierto, constituido principalmente por lutitas ocráceas en las que solo se presentan muy esporádicamente algunos nivelillos centimétricos de areniscas carbonatadas con gran extensión lateral. Anecdóticamente existen algunos horizontes carbonatados centimétricos intercalados de poca extensión lateral. Están asociados a zonas en las que las lutitas muestran tonalidades grisáceas.
- 5.- 16 mts.: tramo en el que abundan las vetillas centimétricas de yeso fibroso en la base y los nodulillos yesíferos centimétricos que se hacen más abundantes hacia la parte superior donde existen algunos niveles (3 mts.) yesíferos generalmente nodulosos y esporádicamente laminados.
- En la parte inferior abundan las lutitas rojas y rosadas que están en menor proporción que en la parte superior donde generalmente abundan los yesos y donde esporádicamente se presentan algunas intercalaciones centimétricas de areniscas carbonatadas de gran extensión lateral. El nivel terminal está constituido por un banco arenoso carbonatado con cierto contenido yesífero y de gran extensión lateral.
- 6.- 35 mts.: parcialmente cubierto. Constituido por lutitas generalmente rojas y ocres y localmente rosadas y grises. Muestra un gran contenido yesífero que se manifiesta por la presencia de vetillas de yeso fibroso más abundantes tanto hacia la parte inferior como hacia la superior en contacto con los tramos ya más yesíferos. Muy esporádicamente presenta alguna intercalación centimétrica de areniscas carbonatadas de gran extensión.
- 7.- 40 mts.: tramo predominantemente yesífero, constituido por varios niveles de yesos (que localmente pueden llegar a mostrar hasta cinco bancos bien diferenciados) entre los que se intercalan lutitas localmente potentes. Los niveles basales están constituidos por lutitas generalmente rosadas en las que son muy abundantes las vetillas de yeso fibroso y los nodulillos yesíferos dispersos. Están recubiertos por un nivel potente (4 mts.) de yesos alabastrinos, con nódulos de hasta 60 cms de  $\varnothing$  máx., entre los que esporádicamente existen enclaves lutíticos. Encima existe una intercalación de lutitas con trazas yesíferas y niveles de yesos ya menos potentes y que pueden llegar a desaparecer lateralmente. Muy esporádicamente aparecen algunos nivelillos centimétricos de carbonatos generalmente dolomíticos con moldes de cristales lensoides de yeso, localmente abundantes. Están presente las vetas y nódulos de silix localmente importantes. Los niveles más superiores están constituidos por lutitas (4 mts) generalmente rojizas en las que existen abundantes vetillas de yeso fibroso predominantes hacia la parte inferior y más esporádicas hacia la parte superior donde se aprecia un aumento en cuanto a los numerosos nivelillos arenosos intercalados.
- 8.- 15 mts.: lutitas generalmente ocráceas en las que existen abundantes intercalaciones de areniscas carbonatadas de gran extensión lateral. Muestran algunos niveles

de conglomerados (3 mts.) de gran extensión lateral, constituidos casi exclusivamente por clastos carbonatados mesozoicos, cementados por carbonato cálcico. Hacia la parte superior devienen muy abundantes los nivelillos carbonatados en detrimento de los niveles lutíticos que localmente quedan subordinados. Muestran algunas esporádicas intercalaciones de nivelillos centimétricos carbonatados constituidos por calizas generalmente margosas grises y esporádicamente calcarenitas. Se le superponen unos materiales lutíticos con numerosos episodios detríticos arenosos y abundantes intercalaciones carbonatadas que corresponden ya a la suprayacente Formación Sarral.

Como serie de referencia se propone la existente en la transversal de Pira, que pasa por esta localidad y Barbarà. Se ha medido a partir de los materiales terciarios basales adosados al accidente de la Serra de Miramar en la partida de Jordans situada en las inmediaciones y al NE de la localidad de Prenafeta, hasta las cuestas situadas al NNW de Pira.

ente: Calizas margosas, rosadas y amarillentas, con gran cantidad de bioturbación verticalizada y restos de fauna (ostrácodos, carófitas, gasterópodos,... etc.) localmente abundantes. Corresponden a la Formación Morera del Montsant.

- 1.- 40 mts.: tramo en el que sobresalen los niveles duros constituidos fundamentalmente por areniscas y conglomerados, sobre los niveles predominantemente lutíticos y parcialmente cubiertos.

En la base existen lutitas rosadas amarillentas que muestran algunas intercalaciones decimétricas de areniscas carbonatadas con gran extensión lateral. Localmente se aprecian algunos niveles lenticulares de areniscas cuyas paleocorrientes muestran a grandes rasgos una tendencia generalizada hacia el NNW.

En la parte inferior existen algunos esporádicos niveles conglomeráticos de gran extensión lateral y potencia relativamente uniforme (3 mts.). Los clastos muy redondeados son de procedencia mesozoica generalmente carbonatados y bien seleccionados con esporádicos clastos silíceos y de areniscas. Algunos clastos son claramente cretácicos (contienen restos de fauna cretácica). Hacia la parte media y superior de este tramo se aprecia la existencia de algunos niveles canaliformes de areniscas intercalados en el conjunto lutítico que hacia la parte superior muestra un contenido yesífero en forma de vetillas centimétricas de yeso fibroso. El tramo muestra en su techo un nivel bastante potente (4-5 mts) de conglomerados de gran extensión lateral, muy cementados, predominantemente carbonatados, mesozoicos, muy rodados y bien clasificados. Muy esporádicamente muestra algunos clastos silíceos y arenosos. Lateralmente y en dirección SW muestran tránsitos graduales a niveles de areniscas con gran extensión lateral.

- 2.- 23 mts. tramo parcialmente cubierto constituido fundamentalmente por lutitas ocráceas y rosadas. Muestran algunas intercalaciones centimétricas y decimétricas de areniscas carbonatadas de gran extensión lateral más abundante hacia la parte inferior. En la parte superior abundan las coloraciones rosadas y las vetillas centimétricas de yeso fibroso. Esporádicamente existen algunas intercalaciones decimétricas carbonatadas, constituidas por calizas margosas grises, localmente oscuras y generalmente intraciásticas. Muestran algunos restos de fauna (ostrácodos, gasterópodos) y carófitas que localmente han dado una asociación que parece característica del Sannoisiense (ver apartado de edad).

3.- 49 mts.: tramo principalmente lutítico con alguna intercalación arenosa centimétrica, en el que sobresalen dos niveles detríticos principales bien diferenciados. Los niveles lutíticos están parcialmente cubiertos. El nivel basal (6 mts) está formado por unos conglomerados compactos potentes de gran extensión lateral, sobre todo hacia el NE, constituidos primordialmente por clastos carbonatados mesozoicos bien rodados entre los que existen algunos de sílex subredondeados y otros carbonatados de calizas rosadas y amarillentas (que corresponden probablemente a la base de los materiales terciarios)

Se le superponen unos 18 mts de lutitas predominantes ocráceas con alguna esporádica intercalaciones arenosas carbonatadas, generalmente centimétricas. Carecen de contenido yesífero. En la parte superior se observa un nivel (12 mts) constituido principalmente por unos niveles conglomeráticos (2-3 mts) de gran extensión lateral hacia el NE que muestran pasos graduales a areniscas hacia el SW. Están constituidos generalmente por clastos carbonatados (calcáreos y dolomíticos) bien rodados y seleccionados, primordialmente mesozoicos y algunos esporádicos clastos de sílex y de calizas rosadas (algunas con colonias de Microcodium), procedentes posiblemente de los materiales terciarios basales (Formación Morera del Montsant). Muestran alternancia con niveles lutíticos ocráceos en los que se aprecian algunas intercalaciones centimétricas de areniscas más abundantes hacia la parte superior.

Encima se le superpone un nivel (13 mts.) predominantemente lutítico, ocráceo en el que son localmente abundantes los nivelillos centimétricos y decimétricos de areniscas finas y muy finas predominantemente carbonatadas y de gran extensión lateral. Son masivas o con laminación paralela. Algunos niveles, los decimétricos, muestran algunas estructuras sedimentarias que parecen indicar la posibilidad de migración lateral de alguno de los cursos acuosos formadores de los niveles arenosos.

4.- 72 mts.: tramo formado principalmente por niveles yesíferos (con vetas y nódulos de sílex) entre los que existen algunos niveles lutíticos intercalados.

En la parte basal existe un nivel (15 mts) parcialmente cubierto, constituido principalmente por lutitas rojizas y ocráceas, con alguna ligera intercalación arenosa centimétrica en la base y que hacia la parte superior muestra algunas vetillas de yeso fibroso así como algunos pequeños nodulillos yesíferos centimétricos dispersos y más abundantes hacia arriba.

El nivel inferior (12 mts.) está constituido fundamentalmente por yesos blancuzcos (con nódulos y vetas de sílex) generalmente nodulosos, alabastrinos con algunos enclaves de lutitas rosadas y grisáceas. Ha sido denominado como "Yesos de Pira" por algunos autores (JULIVERT 1955). El nivel medio (20 mts.) está constituido principalmente por lutitas rosadas y rojizas muy yesíferas con abundantes vetas de yeso fibroso y gran cantidad de nodulillos yesíferos centimétricos (y algunos decimétricos) que son muy abundantes hacia la parte superior.

El nivel superior (25 mts.) está constituido principalmente por yesos (con algunos "cherts", localmente importantes) blancos alabastrinos generalmente nodulosos hacia la parte inferior y esporádicamente laminados hacia la parte superior. Muestran algunos nivelillos lutíticos grisáceos y rosados intercalados. Algunos autores le han denominado informalmente como "Yesos de Sarral" (JULIVERT 1955).

Encima se le superponen los niveles de calizas margosas, de lutitas y de esporádicos niveles detríticos grises correspondientes a la suprayacente Formación Sarral.

Geometría: A pesar de las dificultades inherentes a su disposición específica, la medición de estos materiales se puede hacer siguiendo la transversal de La Guardia dels Prats, localidad situada en las inmediaciones y hacia el NNE de Montblanc.

Por lo general no existen variaciones importantes de tipo sedimentario en cuanto a su potencia máxima, que alcanza valores alrededor de los 220 mts. en la localidad tipo y de unos 190 mts. en la transversal de Pira. En algún lugar la potencia puede estar influenciada mecánicamente por efecto del accidente de la Serra de Miramar.

El conjunto constituye a grandes rasgos un gran depósito entre lenticular y prismático limitado al SSW y al ENE por las Serres de Prades y de Miramar respectivamente. Las características sedimentológicas de estos materiales (ver apartado correspondiente) permiten afirmar que los niveles inferiores y aun los medios de esta Formación carecen de equivalentes laterales, al menos en el área considerada. Hay que tener en cuenta que los niveles conglomeráticos y de areniscas situados en la parte inferior de la Unidad Montblanc no son los equivalentes laterales a los materiales detríticos de la Formación Sant Miquel, sino que serían equivalentes laterales y en cierto modo laterales-distales de los abanicos aluviales existentes previamente a la Formación Sant Miquel.

Los equivalentes laterales situados al NE de Cabra del Camp han sido erosionados durante la deposición de los materiales conglomeráticos de la Formación Sant Miquel. Los posibles equivalentes laterales, situados al SW y depositados probablemente encima de la actual Serra de Prades, han desaparecido por erosión. Por tanto solo son los materiales medios y superiores de la Formación Montblanc los que muestran una buena equivalencia lateral con los conglomerados de la Formación Sant Miquel al NE y con algunos de los materiales detríticos conglomeráticos existentes en el área de l'Espluga de Francolí al SW. y correspondientes probablemente a niveles inferiores de la Formación Montsant.

Edad: La acepción cronoestratigráfica de esta Formación se establece principalmente por criterios indirectos apoyados en algunos de los escasos hallazgos de especímenes significativos en la parte media-superior de la Formación. Así como que la infrayacente Formación Morera del Montsant que posee una edad Biarritziense medio muestra una buena continuidad sedimentaria con la Formación Montblanc, los niveles basales de ésta pueden tener una edad similar o ligeramente posterior. Algo parecido sucede con relación a la Formación Sarral a la que los restos principalmente faunísticos proporcionan una edad Sannoisiense medio, y que al mostrar una buena continuidad sedimentaria con respecto a los niveles superiores de la Formación Montblanc, condiciona el que estos posean probablemente una edad similar.

Como que en alguno de los escasos niveles carbonatados existentes en la parte media-superior de la Formación se han hallado asociaciones de carófitas con algún valor cronoestratigráfico (Grovesiella sp., Stephanochara sp., Sphaerochara sp., Rhabdochara cf stockmansii, etc.), esos niveles poseen una edad posiblemente Sannoisiense inferior (BENZAQUEN et al. 1973).

Por tanto, el conjunto de la Formación Montblanc tiene una edad que abarca desde un Biarritziense medio en la parte basal hasta un Sannoisiense medio en la parte superior, comprendiendo todo el Priaboniense.

#### Consideraciones sedimentológicas:

Esta Formación, tal como se ha indicado anteriormente, muestra tres tramos claramente diferenciados. Así en el tramo inferior están bien representados los niveles conglomeráticos y arenosos intercalados con los niveles lutíticos predominantes. El tramo medio queda caracterizado por la gran predominancia de las lutitas sobre los poco abundantes nive-

lillos de areniscas finas intercalados (que junto a algunos niveles conglomeráticos se hacen más abundantes hacia el NE) y escasos niveles carbonatados de pequeña entidad y presencia muy ocasional. En el tramo superior, muy lutítico, resalta la presencia de materiales yesíferos que devienen predominantes en la parte superior donde llegan a individualizarse hasta dos niveles de yesos masivos.

Los conglomerados del tramo inferior son predominantemente carbonatados (clastos, matriz y cemento) y muestran algunos elementos silíceos de poca entidad dispersos. Proceden predominantemente de la denudación de los materiales mesozoicos. Por lo general se presentan en forma de niveles potentes de gran extensión lateral, masivos o con cross bedding de gran escala. También alternan con otros niveles conglomeráticos lenticulares que muestran por lo general un cross bedding de menor entidad y que acostumbra a estar resaltado por los niveles arenosos y localmente lutíticos interestratificados. Las areniscas, generalmente conglomeráticas, tienden a ser de gran extensión lateral. Algunos niveles son masivos o presentan estratificación paralela, mientras que otros muestran cross bedding y cross lamination.

Los niveles lutíticos están constituidos primordialmente por Illita. En ciertos niveles muestran algunos pequeños nodulillos carbonatados centimétricos de poca entidad dispersos y asociados a pequeñas zonas en las que se patentiza un moteado grisáceo y verdoso poco desarrollado. Las lutitas que son localmente arenosas, muestran algunos niveles carbonatados intercalados, a veces con influencias arenosas, relativamente extensos y de poca entidad relativa.

Los materiales detríticos parecen haberse transportado mediante formas de fondo (bed forms) de diferente morfología y entidad, correspondientes a mesoformas y microformas (en el sentido de JACKSON 1975) que implican por lo general un periodo de formación relativamente corto. El carácter episódico-



dico de los cursos acuosos también queja indicado por la poca persistencia acuosa, que solo posibilita la instalación de una raquílica cohertera vegetal en los bancos lutíticos, así como por la mala clasificación generalizada que muestran los materiales detríticos gruesos.

El conjunto parece haberse depositado al socaire de unas corrientes acuosas turbulentas competentes tal como lo demuestra el tamaño (hasta 30 cms.  $\varnothing$ ) de algunos de los clastos más abundantes en los niveles de gran extensión lateral, y los frecuentes clastos blandos situados en la parte basal de los niveles conglomeráticos lenticulares indicativos de la capacidad de autoexcavación de su cauce a través de los cohesivos bancos lutíticos encajantes. Principalmente mediante procesos muy competentes y ocasionales tipo sheet flood, stream flood y flash flood en periodos de flujo alto. Cuando se produce un descenso del flujo los depósitos pueden ser retrabajados por los pequeños cursos acuosos resultantes, proporcionando cross bedding de pequeña y mediana escala correspondiente posiblemente a la removilización de los materiales por medio de mesoformas (megaripples,...) y ocasionalmente microformas (ripples...).

Algunos niveles de areniscas finas de gran extensión lateral, con laminación paralela con cross lamination y una mejor selección que el resto, podrían indicar episodios laminares originados posiblemente a partir de algunos desbordamientos ocasionales a partir de los cauces encajados, o mediante un transporte laminar. Los escasos niveles carbonatados existentes pueden mostrar un cierto carácter arenoso, lo que junto a su relación bastante estrecha con algunos de los niveles arenosos citados anteriormente, apoya la hipótesis de su deposición en charcas ocasionales con una cierta permanencia en el tiempo que posibilita la existencia de algunos organismos (gasterópodos, ostrácodos, etc.), alimen-

tados por aportes acuosos esporádicos, procedentes posiblemente de algunos desbordamientos y de origen parcialmente pluvial.

En la parte superior del tramo medio la presencia de pequeños nódulos centimétricos de evaporitas dispersos en las lutitas predominantes parecen indicar unas condiciones climáticas agresivas con poco aporte acuoso relativo.

En el tramo superior se produce un importante desarrollo de los niveles evaporíticos mediante la acumulación seguida en el espacio y en el tiempo de aguas selenitosas y esporádicamente carbonatadas. Son importantes los niveles de yesos nodulosos alabastrinos y los niveles de yesos laminares, con vetas y nódulos de sílex.

El conjunto parece haberse depositado en unas condiciones climáticas de semiaridez generalizada (pobreza de fauna, raquítico desarrollo de la cobertura vegetal, formación de pequeños nódulos evaporíticos en el seno de las lutitas, ... etc.) que condicionan entre otros la existencia de los potentes niveles evaporíticos localizados en el tramo superior de esta Formación.

A grandes rasgos el sistema deposicional corresponde a unos conos de deyección de reducido tamaño, entre los que existen algunas zonas restringidas donde se localiza la deposición carbonatada en charcas de poca entidad y dimensiones bastante reducidas, relativamente próximos a la cordillera y correspondientes al tramo inferior de la Formación. El tramo medio está caracterizado por una deposición lutítica predominante con un cierto contenido yesífero difuso y en forma de pequeños nódulos evaporíticos dispersos. Corresponde por lo general a una zona de depósito tipo mud flat (RYDER et al. 1976) con algunas charcas estacionales y algunas intercalaciones detríticas gruesas más abundantes hacia el NE.

El tramo superior corresponde a una zona de acumulación en condiciones endorreicas de las aguas cargadas de sulfatos procedentes del lavado de los materiales mesozoicos principalmente triásicos. Los niveles donde abundan los yesos sugieren una cierta alternancia de las condiciones deposicionales de los materiales nodulosos formados mediante bombeo de aguas selenitosas (circulación por capilaridad...), y de las condiciones de estancamiento acuoso semejantes a las de playa-lake (EUGSTER & SURDAM 1973; EUGSTER & HARDIE 1975, et alit 1978) donde pueden coexistir entre otros depósitos de yesos laminares, intercalaciones carbonatadas generalmente dolomíticas con restos de moldes de cristales lenticulares de yeso, y vetas y nódulos de sílex.

En zonas próximas y algo laterales al área tipo se producen, sobre todo a partir del tramo medio de la Formación, grandes acumulaciones conglomeráticas (Montsant, Sant Miquel) que progradan hacia la cuenca, condicionadas probablemente por una elevación de la cordillera. Anteriormente (JULIVERT 1954, ALMELA et alit. 1956, BENZAQUET et alit 1973, etc.) se creía que toda la Formación Montblanc hacia el NE pasaba lateralmente a los materiales conglomeráticos de la Formación Sant Miquel, sin tener en cuenta que en la parte basal de esa Formación existe una discordancia angular entre esos conglomerados y su basamento, preterciario (generalmente Mesozoico) y terciario correspondiente al tramo inferior de la Formación Montblanc (Biarritziense superior cuando menos). Lo que indica que esos conglomerados son claramente posteriores y nunca equivalentes laterales al tramo inferior de la Formación Montblanc. Por tanto los equivalentes laterales al menos de los tramos medio y superior de la Formación Montblanc en sentido NE, corresponden a los materiales conglomeráticos de la Formación Sant Miquel.

Durante el Biarritziense medio y superior existe en esta área una cierta elevación de la cordillera que posibilita la deposición conglomerática en pequeños conos de deyección.

ción correspondientes al tramo inferior de la Formación. Hacia el SW son equivalentes probablemente de los materiales conglomeráticos basales de la Formación Montsant, que muestran una discordancia progresiva inferior asociada. Hacia el NE deben ser equivalentes a parte de los materiales marinos del Grupo Santa María.

Durante el Priaboniense se prosigue la sedimentación tranquila en un medio generalizado de ponded Mud flat que hacia el SW se equivale en parte con los materiales conglomeráticos inferiores de la Formación Montsant y que hacia el NE se equivale en parte con los materiales marinos del Grupo Santa María.

A partir probablemente del inicio del Sannoisiense o de finales del Priaboniense se produce la progradación de las masas conglomeráticas tal como vienen denunciado por las intercalaciones detríticas gruesas existentes en parte del tramo medio de la Formación, mientras que en el área tipo prosiguen las condiciones tranquilas de sedimentación que posibilitan la formación de depósitos evaporíticos, etc. Por tanto a partir del Sannoisiense de una manera generalizada el área tipo deviene en una zona relativamente restringida de deposición continental tranquila situada entre dos grandes sistemas de conos de deyección (Montsant, SanttMiquel) que progradan hacia la cuenca.

### 2.3.3.2.- FORMACION SARRAL

**Denominación:** Se propone agrupar en una unidad litoestratigráfica formal con categoría de Formación, denominada Formación Calizas de Sarral, al conjunto de materiales principalmente carbonatados constituidos por calizas alternantes con lutitas y algunos esporádicos nivelillos detríticos, que se hallan bien representados en la localidad de Sarral y alrededores.

**Antecedentes:** Estos materiales han sido objeto ya desde antiguo de algunos trabajos atendiendo principalmente al contenido de restos orgánicos (BATALLER 1929, DEPERET 1906, VIDAL & DEPERET 1906) y con especial los fragmentos vegetales localmente abundantes (DEPAPE & BATALLER 1931, BATALLER & DEPAPE 1950, DEPAPE 1950, FERNANDEZ MARRON 1971, 1973a, 1973b, ALVAREZ RAMIS & FERNANDEZ MARRON 1975, etc.).

Otros autores (JULIVERT 1955, KROMM 1967,..) se han referido a estos materiales, y citando algunas de sus características principales sin agruparlos bajo una denominación específica.

Posteriormente otros autores (SOLF et al. 1975) hacen referencia a estos materiales, considerándolos principalmente por su contenido faunístico y vegetal, que según las escalas al uso se considera característico del Oligoceno, y sin agruparlos bajo ninguna nomenclatura concreta.

Recientemente algunos autores (PENZAQUEN et al. 1973) han utilizado la denominación "Formación Sarral" para designar a unos materiales carbonatados existentes en las inmediaciones de Sarral, citando como de pasada algunas de sus características. Desde nuestro punto de vista y a falta de algunas de las premisas necesarias (WEDBERG 1976) para el establecimiento correcto de unidades estratigráficas (intención clara de establecer una definición formal, localización de

series tipo en el área tipo, descripción detallada, etc.), consideramos que hasta ahora se trata de una denominación un tanto informal. Por tanto, se propone una nueva definición formal, proporcionando una serie tipo en el área tipo situada en las inmediaciones de la localidad de Sarral (concretamente en las canteras ubicadas al W de la población), así como una serie de referencia situada en las inmediaciones de la localidad de l'Esplugu de Francoli.

Descripción: La Formación Calizas de Sarral está constituida fundamentalmente por tramos de calizas y calcarenitas que alternan con niveles de lutitas generalmente carbonatadas y con niveles detríticos predominantemente arenosos y esporádicamente conglomeráticos.

Como descripción principal se toma la de la localidad tipo que, situada en el área tipo, corresponde a las canteras que para la explotación industrial de esos materiales se hallan ubicados en las inmediaciones de la localidad de Sarral en dirección W.

Yacente: Lutitas arcillosas varicoloreadas con algunas pasadas y vetillas de yeso fibroso. Corresponde a los términos más superiores de la infrayacente Formación Lutitas Montblanc.

- 1.- 11 mts.: nivel que muestra un tramo superior constituido principalmente por lutitas grisáceas con algunas tonalidades azuladas y esporádicamente amarillentas (coincidiendo aproximadamente con alguno de los niveles detríticos intercalados). Presenta intercalación con abundantes nivelillos centimétricos de calizas margosas con restos de fauna incipiente bioturbación verticalizada que proporciona un moteado difuso amarillento-rojizo de tamaño centimétrico. Hacia la parte inferior pasa a otro tramo en el que los términos carbonatados están constituidos principalmente por calizas micríticas con algunos esporádicos restos de fauna (gasterópodos, ostrácodos,.. etc.) llegan a tener potencias unitarias del orden de 40-60 cms, e intercalaciones lutíticas decimétricas.

Esporádicamente se aprecian restos vegetales carbonizados, así como moldes de antiguos cristales lensoides de yeso epigenizados en calcita.

- 2.- 6 mts.: nivel más compacto constituido principalmente por bancos compactos de calizas micríticas con algunos restos de fauna. Alternan con niveles de lutitas carbonatadas arcillosas en las que existen intercalaciones de nivelillos centimétricos de calizas margosas, esporádicamente calcareníticas, que contienen restos vegetales carbonizados, y algunos piritizados.

3.- 18 mts.: tramo predominantemente lutítico, generalmente grisáceo, con intercalaciones de calizas margosas, micríticas con restos de fauna (gasterópodos, ostrácodos, fragmentos de huesos de vertebrados, etc.) localmente abundantes. Existe una gran cantidad de nivelillos centimétricos carbonatados margosos y esporádicamente calcareníticos, intercalados, que presentan abundancia local de restos vegetales carbonizados.

4.- 7 mts.: nivel constituido por bancos micríticos (30-40 cms.) algo margosos con restos orgánicos más abundantes según los niveles y los lugares. Se aprecia la existencia de bioturbación verticalizada muy abundante según los niveles que proporciona un moteado característico con tonalidades rosadas y amarillentas. Esporádicamente existen intercalaciones centimétricas calcareníticas que se van haciendo más abundantes e importantes hacia la parte superior.

5.- 16 mts.: tramo constituido por tres niveles bien diferenciados. En el nivel inferior (8 mts) predominan las lutitas carbonatadas arcillosas grises con algunas intercalaciones de nivelillos centimétricos de calizas margosas con restos vegetales carbonizados abundantes según los niveles. Esporádicamente se manifiesta bioturbación verticalizada según los niveles. En el nivel medio (3 mts.) predominan los términos carbonatados constituidos por calizas micríticas con algunos restos de fauna y esporádicos restos vegetales carbonizados. Existen algunos niveles lutíticos intercalados que muestran alternancias de nivelillos centimétricos de calizas margosas, esporádicamente calcareníticas. El nivel superior (5 mts.) está constituido predominantemente por lutitas carbonatadas que presentan abundantes intercalaciones centimétricas de calizas micríticas margosas con restos vegetales carbonizados localmente abundantes. Hacia la parte superior se van haciendo abundantes las intercalaciones calcareníticas que pueden llegar a ser localmente importantes. Muy esporádicamente aparecen algunas vetas de yeso. El límite con la Formación Blancafort suprayacente es un tanto convencional y se situa en la zona en la que devienen más abundantes los niveles detríticos, que pueden llegar a mostrar potencias del orden de 30-40 cms.

Al existir importantes variaciones laterales en cuanto a contenido carbonatado y contenido detrítico se hace necesaria la comparación con alguna otra serie. Se ha tomado como serie de referencia la que puede levantarse en la trinchera del ferrocarril existente en las inmediaciones de la localidad de l'Espluga de Francoli, situada al SW de la localidad de Sarraal.

Yacente: Lutitas rojizas con vetas centimétricas de yeso fibroso y algunos niveles de yeso masivo laminado (1 mt. de pot.) que en su parte inferior muestra aspecto noduloso (con nódulos de grandes dimensiones, hasta 1,5 mts. de Ø máx.) y caracter alabastrino. Entre los nódulos acostumbra a presentarse restos de enclaves lutíticos.

1.- 19 mts.: tramo eminentemente lutítico constituido por diversos niveles. El inferior (5 mts.) muestra predominancia de las lutitas arcillosas algo carbonatadas de coloración rojiza-ocre con algunas intercalaciones centimétricas de calizas margosas grisáceas que contienen algunos restos vegetales carbonizados. En la parte basal muestran algunas vetillas centimétricas de yeso fibroso.

En el nivel medio (6 mts.) las lutitas arcillosas ocreas muestran una mayor abundancia de intercalaciones centimétricas de calizas margosas con pequeños núcleos piritizados respecto vegetales carbonizados localmente abundantes. En algunos lugares en estas calizas existen restos de gasterópodos, ostrácodos y muy esporádicamente fragmentos de huesos de vertebrados. Algunos nivelillos carbonatados muestran bioturbación verticalizada. Aparecen esporádicas intercalaciones centimétricas calcareníticas.

El nivel superior (8 mts.) muestra una gran abundancia, más patente hacia la parte superior, de nivelillos centimétricos calcareníticos intercalados en las lutitas que a su vez también muestran cierto carácter arenoso y algunas intercalaciones centimétricas de calizas margosas algo arenosas con bioturbación verticalizada que proporciona un moteado difuso predominantemente rosado y grisáceo. Los nivelillos carbonatados contienen restos de fauna negruzca (gasterópodos, ostrácodos, etc.). La coloración generalizada es roja - ocrácea con algunos moteados grisáceos-rosados ligados a la bioturbación verticalizada.

2.- 28 mts.: tramo en el que se aprecia claramente una predominancia de los términos arenosos (areniscas y calcarenitas) sobre los lutíticos y carbonatados, aun cuando estos últimos pueden ser localmente abundantes.

El nivel basal (2 mts.) está constituido por areniscas carbonatadas (finas y muy finas con algunos granos de cuarzo dispersos) con estructuras sedimentarias que corresponden probablemente a episodios de acreción lateral (point bar). Presenta bioturbación verticalizada con moteado difuso ocre-rojo-rosado.

El nivel inferior (9 mts.) está constituido principalmente por lutitas con abundantes niveles arenosos (algunos de hasta 1 mt. de potencia) y algunas intercalaciones centimétricas de calizas margosas con restos, que localmente son muy abundantes, de flora carbonizada.

En el nivel medio (12 mts.) son muy abundantes los nivelillos arenosos y calcareníticos con abundante bioturbación verticalizada y moteado rosado-rojo-ocre y grisáceo, difuso. Las lutitas que están en menor proporción son localmente arenosas. Hacia la parte superior muestran algunas intercalaciones arenosas métricas muy extensas. El nivel superior (5 mts.) está formado por nivelillos calcareníticos (centimétricos y decimétricos), algunos nodulosos, entre los que existen algunas intercalaciones de nivelillos arenosos y otras de calizas margosas que contienen restos de vegetales, localmente abundantes y asociados a algunos fragmentos de huesos de vertebrados y dientes posiblemente de cocodrillidos.

El techo de esta formación está constituido por un nivel masivo de conglomerados de clastos principalmente carbonatados cretácicos, y algunos de areniscas y de cuarzo muy rodados, de gran extensión lateral y de potencia relativamente uniforme (6 mts.). Constituye, desde nuestro punto de vista, uno de los primeros niveles detríticos de la suprayacente Formación BLANCFORT.



Geometría: La Formación condiciona un resalte morfológico relativamente suave (con unos desniveles del orden de 20-30 mts) que es muy característico en la Conca de Barbara.

En el área tipo tiene una potencia del orden de unos 60 mts., disminuyendo tanto hacia el SW como hacia el NE donde muestra potencias variables entre 35 y 50 mts., lo que le confiere un cierto carácter lenticular. Constituyen un afloramiento en forma de banda con representación a escala 1:200.000 que, centrado en el área tipo, se extiende por el SW hasta las inmediaciones de l'Esplugu de Francolí donde muestra un tránsito gradual a materiales predominantemente detríticos. Hacia el NE, existen algunas interrupciones cartográficas de ese afloramiento motivadas por la acumulación y predominancia local de materiales detríticos. Concretamente se aprecia un incremento en la importancia de los niveles detríticos en una zona situada más al NE, y que comprende desde las localidades de Montbrió de la Marca y Vallverd de Queralt hasta Les Piles. A partir de esta última localidad y hacia el NE los materiales, que están claramente representados en Sta. Coloma de Queralt, Clariana, etc., vuelven a mostrar su carácter carbonatado característico, extendiéndose hasta la transversal de Igualada donde desaparecen en función del incremento local en la importancia de los materiales detríticos. Hacia el NE y después de las interrupciones cartográficas mencionadas anteriormente, pasa gradualmente a las denominadas informalmente como Calizas de Copons por RIBA y colaboradores (1977), por hallarse bien representadas en las inmediaciones de esa localidad. En la cartografía a escala 1:200.000 se ha considerado como continuo el afloramiento de estos carbonatos en función de una cierta simplificación y mayor claridad del dibujo. La disposición geométrica general, a grandes rasgos, y a lo largo de los afloramientos actuales es de tipo lenticular. Hacia el interior de la cuenca el sondeo de Senant ha cortado algunos materiales carbonatados y calcareníticos en una posición estratigráfica similar, con una potencia

menor (del orden de 19 mts.), por lo que suponemos que en esa dirección, y en sentido de proximalidad-distalidad referido al borde de la cuenca, se produce un acuñamiento de los niveles que condiciona, a su vez, el carácter lenticular.

En la zona de l'Esplugu de Francolí y tal como viene explicitado en la descripción del corte estratigráfico correspondiente se ha considerado como pertenecientes a la Formación a los materiales carbonatados que se hallan intercalados con depósitos detríticos predominantes. Esto hace difícil el establecimiento de límites precisos, pero se ha seguido el criterio de considerar como materiales de la Formación al conjunto de materiales que muestran alguna pequeña intercalación carbonatada generalmente arenosa y de escasa potencia.

Edad: A pesar de la abundancia general de restos orgánicos en el conjunto de la Formación, la pobreza en cuanto a especímenes realmente significativos, hace delicada la adscripción cronoestratigráfica de estos materiales.

Así, los vegetales citados por varios autores (BATALLER, 1929, JULIVERT 1955, ALMELA et al. 1956, FERNANDEZ MARRON, 1971, etc.), al compararlos con sus homónimos actuales, son indicativos de los ambientes climáticos imperantes en esa zona en el momento de la deposición, pero al tener una dispersión estratigráfica vertical muy amplia, carecen por lo general de valor cronoestratigráfico.

Los gasterópodos, al igual que los ostrácodos, muy abundantes según los niveles, presentan formas con una dispersión estratigráfica vertical muy amplia por lo que su valor cronoestratigráfico es bastante escaso.

Recientemente se han citado (BENZAQUEN et al. 1973) asociaciones de carófitas tales como Grovesiella sp., Stephanchara sp., Rhabdochara cf. stockmansii, que parecen indicar una edad Sannoisiense.

También se han hallado (SOLE et al. 1973) algunos vertebrados entre los que cabe destacar el Entelodon magnum AYMARD que se considera característico del Sannoisiense medio. Por tanto y a tenor de las escalas actualmente en uso parece que ésta Formación tiene una edad Sannoisiense medio.

### Consideraciones sedimentológicas

La Formación está constituida principalmente por niveles carbonatados, niveles lutíticos y niveles detríticos con predominancias cuantitativas que localmente pueden ser importantes de unos sobre otros.

En conjunto y en el área tipo muestra un carácter marcadamente carbonatado, mientras que en zonas laterales se aprecia claramente un aumento en la importancia de los niveles detríticos en detrimento de los niveles carbonatados.

a.- Niveles carbonatados: Son cuantitativamente muy importantes en el área tipo disminuyendo claramente hacia el SW y el NE.

En la zona de definición están caracterizados principalmente por niveles de calizas micríticas margosas gris oscuras, cuyo contenido margoso puede ser localmente variable. Los niveles de la parte inferior pueden contener moldes lensoides de cristales de yeso epigenizados en calcita. La coloración gris oscura acostumbra a estar asociada a niveles en los que existen abundantes restos vegetales niritizados y carbonizados. El contenido biológico está representado generalmente por gasterópodos, ostrácodos y algunas corofitas con un componente negruzco. Existen algunos restos de vertebrados localmente abundantes.

Los niveles micríticos acostumbra a presentar bioturbación muy suave y cuando la presentan intensa corresponde por lo general a estrietotubulos que pueden ser localmente abundantes ocasionando la destrucción de la textura primaria deposicional de estos materiales.

Se presentan algunos niveles carbonatados intraclásticos que también contienen restos de fauna y muestran una abundancia, localmente importante, de grietas curvadas rellenas eapartiticamente y más patentes por lo general en los niveles en los que existe abundante bioturbación verticalizada.

Existen también niveles calcareníticos escasamente representados en el área tipo, son poco potentes y están constituidos principalmente por carbonatos cuyo contenido detrítico está representado principalmente por arenas finas y muy finas (generalmente carbonatadas y con algún esporádico grano silíceo). Generalmente están asociados a los niveles eminentemente detríticos representados por areniscas carbonatadas finas que alcanzan el área tipo de la Formación y que son equivalentes distales-laterales de los depósitos congloméráticos de borde.

#### b.- niveles lutíticos

Son abundantes y están bien representados en el área tipo, acostumbran a presentarse intercalados con los niveles calcáreos, y tienen un alto contenido en carbonatos. Por lo general son de una tonalidad grisácea muy semejante a la de los carbonatos pero con algunas tonalidades amarillentas asociadas por lo general a algunos de los niveles arenosos detríticos intercalados. Muestran un contenido biológico (faunístico y vegetal) muy semejante al de los carbonatos con la particularidad de que localmente existen algunos nivelillos centimétricos en los que abundan mucho los restos vegetales carbonizados y que les confiere un aspecto lignitífero.

En áreas laterales a la definición y correspondiendo a zonas con mayor influencia detrítica presentan un cierto contenido arenoso así como fenómenos de marmorización que pueden llegar a ser localmente muy importantes con tonalidades rojas y ocres predominantes y esporádicamente rosadas.

La mineralogía está constituida generalmente por Illita y esporádicamente por Montmorillonita que aparece ligada a las zonas más grisáceas asociadas a algunos de los niveles carbonatados y a los niveles lutíticos existentes en contacto con los materiales yesíferos de la Formación infrayacente.

Existen algunos nodulillos carbonatados (centimétricos y decimétricos) dispersos y localmente concentrados en horizontes. Son más patentes en los niveles en los que existe abundante bioturbación verticalizada así como marmorización intensa. Hacia la parte inferior, en contacto con la formación infrayacente se aprecian trazas yesíferas muy poco importantes y constituidas por algunas vetillas centimétricas de yeso fibroso.

c.- niveles detríticos gruesos: Aunque están presentes en el área tipo mediante niveles de areniscas de gran extensión lateral son más patentes y abundantes en áreas laterales tal como pueden ser tanto la situación más al SW como la ubicada más al NE:

Las areniscas que en la localidad de Sarral están representadas por niveles poco potentes de gran extensión lateral y de granulometría fina, aumentan de importancia y de potencia unitaria hacia las zonas laterales anteriormente citadas. Hacia la zona de l'Espluga de Francolí son cuantitativamente importantes en el conjunto de la serie y conservan por lo general su carácter de gran extensión lateral. Localmente también se aprecia la existencia de algunos cuerpos arenosos de poca relación anchura/altura de materiales arenosos con granulometría de fina a gruesa que varía según los niveles, constituida fundamentalmente por fragmentos de carbonatos y algunos esporádicos granos silíceos. Presentan estructuras sedimentarias que parecen indicar una cierta migración lateral del cuerpo arenoso.

La granulometría general de las areniscas es de fina a gruesa, siendo muy gruesa en los niveles que muestran un paso lateral hacia niveles conglomeráticos.

Los conglomerados que solo se presentan bastante esporádicamente, están constituidos principalmente por clastos carbonatados predominantemente mesozoicos (cretácicos) bastante

bien seleccionados muy rodados entre los que existen algunos silíceos (areniscas y cuarzo) en menor proporción. El conjunto es predominantemente clast supported aunque existe matriz arenosa carbonatada que parece infiltrarse a través de la abundante porosidad inicial representada por los huecos existentes entre los clastos. La granulometría de los clastos es tipo còdol (cobble) aunque esporádicamente existen algunos de mayor tamaño.

Los cuerpos conglomeráticos acostumbran a ser potentes (4-6 mts.) masivos y de gran extensión lateral.

El conjunto de las paleocorrientes observadas tanto en los conglomerados como en las areniscas proporciona un abanico generalizado de dispersión hacia el NNW-NNE.

#### Interpretación y significado de los depósitos:

Después de la deposición de los niveles yesíferos superiores de la Formación Montblanc, condicionados posiblemente por un periodo de sequedad, empieza a instalarse en esta zona un conjunto lagunar.

Este sistema lacustre, caracterizado por un estancamiento acuoso de tipo permanente, posibilita la deposición de materiales carbonatados (calizas y margas) con abundantes restos orgánicos. En conjunto estos cuerpos acuosos perennes carecen de agitación importante tal como parece indicar la deposición de los restos vegetales tanto carbonizados como pirritizados en condiciones anaerobias y reductoras.

Los abundantes restos de gasterópodos, ostrácodos, carófitas, vegetales e incluso los de algunos vertebrados, abundan en el carácter de permanencia, al menos durante largos periodos, de los cuerpos acuosos estables. El clima predominante sería cálido y húmedo tal como parecen sugerir las formas vegetales que en ese momento estaban más extendidas mostrando

una abundancia de especies cálidas (DEPAPE & BRICE 1965), y que se corresponden con las que viven actualmente en regiones intertropicales (helachos, palmeras, laureles, etc.).

Los niveles detríticos arenosos intercalados son indicativos de una actividad más o menos constante de los cuerpos detríticos adosados al borde de la cuenca. En sectores laterales al área tipo y coincidiendo con zonas algo más proximales a los cuerpos detríticos del borde de cuenca, se aprecia como durante la deposición de los materiales carbonatados se producían un incremento notable en el contenido de materiales detríticos generalmente finos y esporádicamente groseros. Incremento que muestra un carácter generalizado a partir de los niveles conglomeráticos de gran extensión lateral que en muchos lugares marcan el límite superior de esta Formación, siendo los precursores de la deposición de la Formación Flancafort que se le superpone.

En resumen, se trata de una unidad litoestratigráfica caracterizada por materiales carbonatados depositados en una zona lacustre de tipo perenne que está situada en disposición distal-lateral de los grandes conos de deyección tal como son el de Sant Miquel al NE y el de Montsant al SW, que adosados al borde de la cuenca estaban en ese momento (Sannoisiense medio) en un claro periodo de actividad.

### 2.3.3.3.- FORMACION SANT MIQUEL

Denominación: Se propone agrupar a los materiales predominantemente conglomeráticos con algunas intercalaciones arenosas y lutíticas más abundantes hacia la parte superior, en una unidad litoestratigráfica formal con rango de Formación. La Formación Conglomerados de Sant Miquel recibe su patronímico de la Sierra de Sant Miquel del Montclar que, con una alineación aproximada NE-SW se prolonga hacia el NE en la Serra de Bellprat, y se halla situada a unos 2 km al N de la población de Vallespinosa.

Antecedentes: Los autores que clásicamente estudiaron áreas adyacentes (MALLADA 1889; SCHRIEL 1929; HAHNE 1930, 1933; SAENZ GARCIA 1931; ASHAUER & TEICHMULLER 1935; LLOPIS 1947..) citaron la presencia de materiales detríticos, localmente potentes, adosados al borde NW de los Catalánides sin prestarles por lo general una atención específica. En los años cincuenta (JULIVERT 1954) se estudian sistemáticamente los materiales continentales de esta zona estableciendo los primeros criterios estratigráficos válidos referidos al área en cuestión. En una cartografía geológica del área de la Conca de Barbará (ALMELA et al. 1956) se hace referencia a estos materiales sin denominarlos específicamente. KROMM (1967) en un trabajo sobre esta zona donde emplea criterios estratigráficos modernos para su estudio, utiliza unas denominaciones muy particulares que en vista a su posterior difusión hemos considerado como una nomenclatura informal.

En un estudio generalizado de una gran parte de los materiales terciarios de Catalunya (RAMIREZ et al. 1977) se emplea la denominación de "Conglomerados de Bellprat" para designar los materiales conglomeráticos de la Formación Sant Miquel. Debido a que su definición es confusa y adolece de algunos defectos importantes (HEDBERG 1976), hemos considerado a esa denominación como una nomenclatura informal hasta la fecha.

En un estudio que afecta a la cartografía de esta zona, se considera (BENZAQUEN et al. 1973) que los materiales detríticos gruesos son equivalentes laterales de la adyacente Formación Montblanc (que en ese estudio recibe la denominación



de "Formación Cabra del Campo". En el apartado correspondiente ya se hace una crítica de esa atribución y equivalencia lateral, aquí solo se insiste en que por parte de los autores de ese estudio no se ha dado el valor que verdaderamente tiene a una discordancia geométrica angular existente entre los niveles inferiores de la Formación Sant Miquel y su basamento, que puede estar constituido por materiales preterciarios y/o terciarios. Evidentemente los niveles conglomeráticos inferiores de la Formación no pueden ser coetaneos de los existentes en su basamento de los que, además, están separados por la discordancia angular anteriormente citada.

Recientemente se ha insistido en este tipo de interpretación, errónea a nuestro entender, llegando a considerar que los materiales conglomeráticos de la Formación Sant Miquel son coetaneos (SALAS, 1979) a los materiales marinos del Grupo Santa Maria a los que se superponen y de los que están separados en este caso mediante una discordancia erosiva con una marcada representación cartográfica.

Descripción: La Formación Conglomerados de Sant Miquel está constituida fundamentalmente por materiales conglomeráticos entre los que existen algunos niveles arenosos y lutíticos intercalados que se van haciendo más potentes e importantes hacia la parte media y superior. En los niveles terminales empiezan a aparecer algunos yesos y carbonatos que parecen marcar el paso a la suprayacente Formación Sarral.

Como descripción principal se ha tomado la correspondiente al corte estratigráfico efectuado en la serreta de Valldosera. Concretamente desde la zona del Cogulló, situado en la articulación entre la serra Voltorera y la serra de Comaverd, hasta los altozanos situados al E y en las inmediaciones de la población de Montbrió de la Marca.

Yacente: Materiales calcáreos y dolomíticos triásicos, sobre los que mediante una discordancia angular se colocan los materiales terciarios detríticos gruesos.

- 1.- 160 m., tramo detrítico grueso, constituido predominantemente por niveles conglomeráticos masivos, decamétricos. Los conglomerados con fábrica por lo general clast supported están formados por clastos predominantemente carbonatados mesozoicos (comunmente triásicos y esporádicamente terciarios de calizas con alveolínidos) bien

redondeados y con una clasificación moderada. El tamaño de los clastos llega a ser del orden de unos 40 cms  $\phi$  máximo. Los niveles muestran bases claramente erosivas, en las que pueden apreciarse algunos scour marks. Los niveles por lo general son de gran extensión lateral y con una alta relación anchura/altura. Muestran un carácter masivo, con una laminación paralela muy difuminada y a veces estratificación cruzada de gran escala y bajo ángulo.

Existen intercalaciones decamétricas de areniscas, localmente conglomeráticas que alcanzan potencias de menor entidad. Están constituidas por areniscas carbonatadas (granos y cemento carbonatados) con algunos esporádicos elementos silíceos dispersos. Se presentan por lo general, en niveles decimétricos y métricos de gran extensión lateral. Muestran laminación paralela, aunque a veces son masivas. Ocasionalmente muestran cross bedding de gran escala y bajo ángulo.

Subordinadamente se presentan algunos niveles constituidos por lutitas generalmente arenosas. Por lo general acostumbran a presentar laminación paralela aunque no es infrecuente que muestren aspecto masivo. Generalmente son amarillentas y se presentan en niveles decimétricos y aun métricos.

- 2.- 37 mts. tramo constituido principalmente por lutitas arenosas amarillentas, laminadas generalmente arenosas. Muestran intercalaciones que localmente devienen predominantes, de areniscas carbonatadas (esporádicamente conglomeráticas) en niveles decimétricos y aun métricos. Por lo general presentan una laminación paralela muy marcada y ocasionalmente muestran un cross bedding de gran escala y bajo ángulo  
El conjunto está parcialmente cubierto.

- 3.- 86 mts. Tramo predominantemente conglomerático con intercalaciones de lutitas y areniscas. Hacia la parte superior se aprecia claramente un aumento cuantitativo en la potencia de los niveles detríticos finos en detrimento de los niveles detríticos gruesos. Los conglomerados que muestran una fábrica clast supported están constituidos predominantemente por clastos carbonatados mesozoicos. No son raros los clastos de calizas de alveolinas procedentes del Terciario inferior, así como algunos clastos silíceos de probable procedencia triásica. Los niveles conglomeráticos generalmente decamétricos muestran una buena persistencia lateral de sus potencias respectivas, una alta relación anchura/altura, así como una base claramente erosiva en la que se aprecian localmente scours abundantes.

Los niveles detríticos más finos están constituidos principalmente por areniscas de gran extensión lateral y relativa poca potencia (generalmente decimétrica y aun métrica). Predominantemente carbonatadas y con algunos niveles en los que los componentes conglomeráticos son esporádicamente importantes.

Subordinadamente se presentan algunos niveles lutíticos con potencias generalmente métricas. Están constituidos por lutitas amarillentas generalmente puras y localmente detríticas gruesas en relación con los niveles arenosos intercalados. Aunque presentan algunas laminaciones paralelas, acostumbran a ser masivas. En algunos de los niveles asociados las areniscas intercaladas se puede apreciar un moteado grisáceo muy incipiente ligado a una bioturbación verticalizada de poca entidad.

- 4.- 31 mts. Tramo constituido predominantemente por niveles de areniscas con abundantes intercalaciones lutíticas. Las areniscas generalmente carbonatadas son de grano medio a grueso, localmente conglomeráticas presentan laminación paralela así como cross bedding de gran escala y bajo ángulo. Se presentan en potencias unitarias decimétricas y aun métricas.

Están asociadas a lutitas amarillentas y rojizas, algo arenosas, generalmente laminadas y localmente masivas. Muestran bioturbación verticalizada moderada, asociada a un moteado neto grisáceo y verdoso incipiente. Parcialmente cubierto.

- 5.- 33 mts. Tramo constituido por dos niveles bien diferenciados. En el nivel inferior (16 mts) predominan los materiales detríticos gruesos. Están constituidos por conglomerados con clastos bastante rodados predominantemente carbonatados (generalmente mesozoicos y aun terciarios de calizas con alveolínidos) y esporádicamente silíceos con una fábrica general clast supported. Muestran por lo general una laminación paralela difusa que en ocasiones parece corresponder a un cross bedding de gran escala y bajo ángulo. Se presentan en niveles decamétricos con gran relación anchura/altura, y gran persistencia lateral de la potencia unitaria. La base claramente erosiva muestra scour marks localmente abundantes. Las areniscas se presentan con menor entidad, con potencias unitarias decimétricas y aún métricas de gran extensión y persistencia lateral. Constituidas principalmente por materiales calcáreos (clastos y cemento), con granulometría de media a gruesa. Muestran laminación paralela o cross bedding de gran escala y bajo ángulo. Localmente son conglomeráticas con pequeños clastos predominantemente carbonatados mesozoicos.
- En el nivel superior (17 mts) predominan las lutitas amarillentas con laminación paralela y algunas trazas de bioturbación verticalizada localmente abundante y asociada a moteado cromático grisáceo muy incipiente. Subordinadamente presenta algunas intercalaciones generalmente decimétricas de areniscas con granulometría de fina a media que pueden mostrar cross lamination localmente abundante.
- 6.- 45 mts. tramo constituido por dos niveles bien diferenciados. En el nivel inferior (9 mts) predominan los conglomerados masivos en un solo banco. Están formados por clastos (20-30 cms. Ø) generalmente carbonatados (mesozoicos y terciarios) y algunos esporádicos silíceos. Fábrica por lo general clast supported. Muestran por lo general cross bedding de gran escala y bajo ángulo. La laminación puede ser difusa. Presentan gran relación anchura/altura y una gran persistencia lateral de su potencia unitaria. La base erosiva muestra scour marks localmente abundantes. Los conglomerados están asociados, por lo general, a unos niveles de areniscas localmente conglomeráticas, con granulometría desde media a gruesa. Generalmente son carbonatadas con algunos esporádicos elementos silíceos en una menor proporción.
- En el nivel superior (36 mts.) predominan las lutitas generalmente masivas y localmente arenosas. Presentan niveles en los que es bastante abundante la bioturbación verticalizada asociada a zonas de moteado grisáceo y verdoso neto, y a acumulaciones locales de pequeños nódulos carbonatados dispersos.
- Existen intercalaciones detríticas gruesas formadas por areniscas de granulometría media a gruesa en niveles decimétricos de gran extensión lateral y persistencia de su potencia unitaria. Localmente son conglomeráticas y están asociadas a niveles de conglomerados muy arenosos que muestran una cierta geometría lenticular y una baja relación anchura/altura.
- 7.- 48 mts. Tramo compuesto por tres niveles bien diferenciados. En el nivel inferior (11 mts.) predominan los conglomerados con potencias unitarias decamétricas, constituidos por clastos generalmente carbonatados mesozoicos y esporádicamente terciarios de calizas con alveolínidos. Los clastos están bastante redondeados y por lo general con una clasificación aceptable. Los conglomerados

dos muestran una fábrica clast supported, base erosiva, presentan una disposición lenticular a grandes rasgos, y muestran una baja relación anchura/altura.

El nivel medio (21 mts.) muestra una cierta alternancia de niveles arenosos y niveles lutíticos. Estos últimos tienen un aspecto generalmente masivo y coloración amarillenta que se ve distorsionada por la bioturbación verticalizada localmente abundante que proporciona un moteado cromático grisáceo y rosado. Las areniscas son localmente abundantes con potencias unitarias decimétricas y aún métricas y gran extensión y persistencia lateral. Generalmente muestran granulometría de media a gruesa, con laminación paralela y cross bedding de gran escala y bajo ángulo.

El nivel superior (16 mts.) predominantemente lutítico, presenta algunas intercalaciones generalmente centimétricas y aun decimétricas de areniscas carbonatadas con granulometría de fina a media masivas y con gran extensión y persistencia lateral. Aparecen en el seno de las lutitas con tonalidades grisáceas y rosadas, nivelillos centimétricos y vetillas centimétricas de yeso fibroso. Parcialmente cubierto.

- 8.- 55 mts. Tramo constituido por tres niveles bien diferenciados. En el inferior (8 mts) predominan los materiales conglomeráticos que con potencias métricas, muestran una cierta geometría lenticular y una baja relación anchura/altura. Su base erosiva presenta scour marks localmente abundantes! Están asociados a niveles de areniscas con granulometría de media a gruesa que localmente son conglomeráticas. El nivel medio (21 mts) predominantemente lutítico muestra una gran abundancia de intercalaciones de areniscas finas de poca entidad unitaria, gran extensión y persistencia lateral. El conjunto muestra por lo general una laminación paralela que localmente parece difuminarse. Presenta en general una bioturbación verticalizada intensa que se presenta asociada a niveles en los que abundan los pequeños nódulos carbonatados dispersos así como el moteado cromático generalmente grisáceo y rosado.

El nivel superior (26 mts) es predominantemente detrítico fino con lutitas rosadas y amarillentas y generalmente masivas y localmente laminadas. Presenta algunas esporádicas intercalaciones arenosas constituidas generalmente por niveles decimétricos de gran extensión y persistencia lateral. Localmente se muestran algunos episodios arenosos con geometría lenticular y baja relación anchura/altura. Hacia la parte superior y en el seno de los niveles lutíticos aparecen algunos pequeños nódulos centimétricos de yeso. Parcialmente cubierto.

- 9.- 31 mts. Tramo constituido por dos niveles diferenciados. En el nivel inferior (19 mts) predominan los términos lutíticos grisáceos en los que existen vetillas y nódulos centimétricos de yeso dispersos. También existen intercalaciones decimétricas de areniscas de finas a medias con laminación paralela o con cross lamination localmente desarrollada. En el nivel superior (12 mts.) se aprecia una disminución de los términos lutíticos en favor de los términos yesíferos que, empezando por unos niveles nodulosos alabastrinos, va pasando a unos nivelillos enterolíticos y niveles de yesos laminados con algunos nódulos y vetillas de siliceo. Hacia la parte superior y mediante una ligera intercalación decimétrica de lutitas grises arenosas, se pasa a niveles carbonatados algo arenosos con restos de fauna y de flora carbonizados.

Comunican ya con la suprayacente Formación Sarral.

De esta Formación solo se ha realizado personalmente el corte estratigráfico correspondiente a la descripción principal. No obstante se ha tenido acceso a la descripción de un corte efectuado recientemente en las inmediaciones de Pontils, localidad ya bastante alejada de lo que hemos denominado Zona Sur y que es donde se ha centrado nuestro trabajo.

Aunque por razones obvias tengamos reparos en utilizar algunos datos de los que no podemos hacernos completamente responsables, cabe señalar algunas variaciones de interés con respecto a la serie principal.

Así, en principio se aprecia una reducción de potencia que pasa de unos 525 mts en la Serreta de Valldosera a unos 330 mts en la Serra de Sant Miquel, concretamente en el corte efectuado por la carretera que desde Pontils sigue hacia Santa Coloma de Queralt. Otra característica también evidente es una cierta conservación en cuanto a la importancia de los niveles detríticos gruesos. Así, los conglomerados y las areniscas son, por lo general, más potentes hacia las partes inferiores de la serie, perdiendo su potencia e importancia unitaria hacia la parte superior donde los términos lutíticos más finos devienen muy importantes.

Además, resulta que en conjunto los niveles detríticos gruesos han perdido sensiblemente potencia unitaria en favor de las intercalaciones arenosas y lutíticas que adquieren ya una mayor potencia.

En esta localidad la Formación se halla colocada sobre unos materiales lutíticos detríticos y esporádicamente yesíferos continentales que pueden ser equivalentes en parte a los niveles inferiores de la Formación Montblanc o quizás, y también en parte, pueden ser equivalentes laterales a lo que se ha denominado como "Yesos de Odena".

Los conglomerados son poligénicos y polimodales, con clastos predominantemente carbonatados mesozoicos y terciarios.

rios, esporádicamente aparecen algunos clastos silíceos. Presentan por lo general una gran extensión y permanencia lateral de su potencia unitaria que puede llegar a ser decamétrica. Presenta laminación paralela difuminada y cross bedding de gran escala y bajo ángulo. Muestran fábrica clast supported.

Hacia la parte superior de la serie donde disminuyen de potencia unitaria, se presentan algunos niveles conglomeráticos lenticulares con una baja relación anchura/altura. Las areniscas predominantemente carbonatadas (granos y cemento) muestran esporádicos granos silíceos. Generalmente son de granulometría de media a gruesa y esporádicamente son algo conglomeráticas y aparecen ligadas a niveles detríticos mas gruesos. Presentan gran extensión lateral y laminación paralela. Se presentan en niveles decimétricos y aún métricos. Algunos nivelillos abundantes sobre todo hacia la parte superior, muestran una geometría lenticular y cross bedding de baja escala y alto ángulo. Otros niveles son masivos y muestran algunas trazas de bioturbación verticalizada.

Las lutitas aunque algunas veces presenten laminación paralela generalmente son masivas, decamétricas, amarillentas, con algunos nodulillos carbonatados dispersos que son más abundantes hacia la parte superior donde están asociados a niveles en los que es muy intensa la bioturbación verticalizada que a su vez proporciona un moteado neto gris verdoso y localmente rosado.

Hacia la parte superior se aprecia un cierto contenido evaporítico representado por algunos nodulillos y vetillas de yeso fibroso en contacto gradual con la suprayacente Formación Sarral.

Geometría: Esta Formación se halla colocada discordantemente sobre varios tipos de substratos. Mientras en unos lugares se coloca sobre un basamento preterciario, concretamente meso-

zoico (Valldosera), en otros lugares reposa sobre unos materiales terciarios continentales detríticos, que presentan una disposición estructural muy diferente, zona al N y NE de Cabra del Camp). En áreas adyacentes (Vallespinosa-Pontils) reposa mediante una disposición geométrica aparentemente concordante, sobre materiales terciarios continentales detríticos, algo evaporíticos, ubicados en el techo de los materiales terciarios marinos del Grupo Santa Maria. Esta disposición estructural supuestamente concordante mantiene ese carácter de manera local ya que cartográficamente existe una clara discordancia erosiva de unos materiales sobre los otros.

En conjunto muestra una disposición marcadamente lenticular en sentido SW donde disminuye rápidamente de potencia hacia la zona de Cabra del Camp, con un cierto deshilachamiento de los niveles en sentido W, hacia donde se prolongan algunos depósitos tabulares que llegan a alcanzar las inmediaciones de la localidad de Barbará.

En sentido NE se prolonga con potencia relativamente uniforme,, disposición aparentemente concordante y una geometría prismática a grandes rasgos, hasta la zona de Sant Marti de Tous pasando por la localidad de Bellprat. Constituye generalmente la sierra de Sant Miquel del Montclar, la sierra de Bellprat, y la serreta de Valldosera.

En sentido NW se prolonga hasta la zona de Sarral y Montbrí de la Marca, donde existe una indentación con los materiales de la Formación Sarral.

Su máxima potencia (unos 525 mts.) se alcanza en la Zona de la serreta de Valldosera y disminuye rápidamente en sentido SW. Hacia el NE existe una disminución de potencia hacia la transversal de Vallespinosa donde con una potencia casi constante de 330 mts, se prolonga hacia el área de Bellprat y sigue hasta la zona de La Tossa y de Sant Marti de Tous donde llega a desaparecer por completo.

Edad: Debido a las características propias inherentes a esta Formación, concretadas entre otros en la escasez manifiesta de especímenes orgánicos con validez estratigráfica, su acepción cronoestratigráfica se efectúa mediante criterios indirectos y de correlación regional.

Así, concretamente la parte inferior de esta Formación es equivalente lateral hacia el Sur a la parte media y superior de la Formación Montblanc por lo que su edad corresponde a un Sannoisiense inferior-medio. La parte superior muestra una buena equivalencia lateral con la Formación Sarral de edad claramente Sannoisiense medio, y posiblemente con los niveles inferiores de la Formación Blancafort, atribuida a un Sannoisiense medio-superior. Por tanto el conjunto de la Formación Sant miquel puede ser atribuida a una edad Sannoisiense, probablemente desde un Sannoisiense inferior-medio hasta un Sannoisiense medio-superior sin que sea del todo excluible una atribución ligeramente más alta para los niveles terminales, similarmente a lo que sucede con los materiales detríticos gruesos próximos con un origen, significado y disposición similar (Montsant,...).

Hacia el NE, como que esta Formación se halla colocada mediante unos niveles continentales intercalados sobre los materiales marinos del Grupo Santa Maria, los niveles basales tendrán una edad ligeramente posterior a la de la Formación Tossa, es decir pueden corresponder muy probablemente a una edad post-Priaboniense medio, y alcanza una edad Sannoisiense medio en la parte terminal, sin que sea del todo excluible una edad ligeramente superior.

#### Consideraciones sedimentológicas

En principio ya se ha podido apreciar que a grandes rasgos el conjunto de esta formación muestra tres niveles diferenciados. Así, en el nivel inferior predominan los materiales conglomeráticos, en el nivel superior predominan los materiales conglomeráticos, y en el nivel medio existe un cier-



to equilibrio entre los materiales detríticos gruesos y los materiales detríticos finos. La fábrica de los conglomerados, el redondeamiento de los clastos, el cross bedding generalmente de gran escala y bajo ángulo, así como su laminación paralela difuminada, parecen indicar un transporte de materiales mediante corrientes en las que la turbulencia acuosa motiva la competencia suficiente como para transportar los clastos mayores (hasta 40 cms de  $\varnothing$  máx.). Su gran extensión y persistencia lateral así como su base netamente erosiva y el cierto deshilachamiento que puede apreciarse en sentido longitudinal parecen indicar un mecanismo de depósito tipo Sheet flood (BULL 1972, 1977; etc.). En conjunto parece indicar una deposición episódica mediante un brusco descenso del flujo, de los niveles más importantes seguida de un cierto retrabajamiento de los materiales mediante pequeñas corrientes acuosas subsecuentes y posteriores al descenso del flujo principal. Las paleocorrientes, extraídas del cross bedding y de los clastos imbricados, muestran una dirección de aporte en sentido NNW y NW en los tramos basales que se va haciendo más dispersiva hacia los tramos superiores.

Los niveles arenosos muestran generalmente una estrecha asociación con algunos de los niveles conglomeráticos con los que parecen estar relacionados. Por lo general muestran cross bedding de pequeña escala y alto ángulo de tipo generalmente planar asociado a los niveles decimétricos de gran extensión y persistencia lateral. Otros niveles son masivos o muestran una cierta laminación paralela. Los niveles lenticulares pueden mostrar cross bedding de tipo trough. Los nivelillos de granulometría más fina así como los que están intercalados en las lutitas pueden llegar a mostrar cross lamination localmente abundante.

En principio parece que algunos de estos niveles arenosos al estar ligados a los niveles conglomeráticos han sido transportados mediante la turbulencia de las corrientes y acumulados, mediante fenómenos muy parecidos a los de los

sheet floods. En otros casos se transportan durante periodos relativamente graduales de descenso del flujo que a su vez transportan a los conglomerados, posibilitando su acumulación mediante barras arenosas localizadas a sotavento de las barras conglomeráticas que actúan como núcleo. En otros casos se han transportado mediante flujos dispersivos de desparamiento que posibilitan su transporte mediante trenes de ripples que proporcionan una dispersión muy amplia de las paleocorrientes.

Tanto en el caso de los conglomerados y en menor proporción en el de las areniscas su composición predominantemente carbonatada implica la existencia de un macizo con esas características en las inmediaciones. Además la fauna contenida en los clastos nos indica que su procedencia es esencialmente mesozoica aunque no son extraños los clastos procedentes de la denudación de algunos niveles carbonatados existentes en la base del Terciario en esta zona y áreas adyacentes.

Las lutitas suponen un cierto problema ya que en los lugares en los que han conservado su laminación paralela parece indicar que han sido depositadas mediante fenómenos de acreción vertical, pero en los lugares en los que son masivas eso no es tan evidente. Acostumbran a mostrar algunos niveles en los que es muy abundante la bioturbación verticalizada asociada a un moteado cromático lo que parece indicar la instalación de una cierta cobertura vegetal que posibilita la formación del moteado así como la génesis de algunos pequeños nodulillos carbonatados dispersos y asociados a esos niveles. Hacia la parte terminal existen algunos pequeños nodulos yesíferos intercalados así como algunos horizontes y vetillas de yeso fibroso. En conjunto parecen haberse originado en un ambiente climático muy agresivo con una alta sequedad que favorecería un cierto bombeo evaporítico (HSU & SIEGENTHALER 1969) lo que posibilitaría la evaporación y precipitación de los sulfatos procedentes probablemente del lavado de los materiales triásicos próximos.

En conjunto la zonación de facies, los principales procesos sedimentarios, la geometría general así como la marcada dispersión radial de las paleocorrientes desde los niveles inferiores a los superiores, parecen indicar a grandes rasgos un modelo deposicional correspondiente en general a un sistema de conos de deyección que van a parar a una zona de mud flat con cierto desarrollo evaporítico muy incipiente.

En concreto, a partir de un Priaboniense medio y en esta zona tiene lugar la instalación de un sistema de conos de deyección adosados a un frente montañoso posiblemente rejuvenecido (hay que tener en cuenta que los materiales conglomeráticos existentes en parte del basamento corresponden a una etapa tectónica anterior), situado hacia el E, incluyendo lo que hoy es parte de la depresión del Camp de Tarragona y que ha descendido durante épocas más recientes (Mioceno) a favor, entre otras, de la fractura del Pont d'Armentera.

La sedimentación de los materiales detríticos gruesos, con unas marcadas características fluviales se ha asimilado a la que existe en conos de deyección de ambiente húmedo (de los que recientemente hemos realizado una discusión sobre su génesis y significado, COLOMBO 1979), en el sentido de estar formados principalmente por corrientes acuosas en un periodo en el que existiría un aporte acuoso continuado. Durante el Sannoisiense inferior se prosigue este tipo de sedimentación, llegando a culminar, a partir de un Sannoisiense medio, con la instalación de una zona de mud flat con algún desarrollo evaporítico y en ciertas condiciones de distalidad, lo que indica un abandono generalizado en la funcionalidad del modelo sedimentario de cono de deyección a partir de ese momento.

#### 2.3.4.- UNIDADES SUPERIORES

Han sido estudiadas un tanto someramente por lo que aunque existen varias solo se ha estudiado la más inferior (Formación Fatarella) y además en el área considerada en las cercanías de Gandesa. El análisis global de esta y otras unidades que se le superponen escapan al objetivo de este trabajo, ya que han sido tomadas como el límite vertical superior de los materiales estudiados y constituye un tema que nos hemos propuesto continuar en el futuro. Corresponde a varias unidades que aunque han sido enunciadas anteriormente en la literatura, no han sido definidas formalmente y por tanto se han considerado como unidades informales hasta la fecha.

### 2.3.4.1.- FORMACION FATARELLA

Denominación: Se propone agrupar en una unidad litoestratigráfica formal con rango de Formación, denominada Formación Calizas de La Fatarella, a los materiales predominantemente carbonatados que están bien representados en los alrededores de la población de La Fatarella, localidad situada a unos 12 Km al NNE de Gandesa.

Antecedentes: Ya desde antiguo son conocidos (COMBAU 1877, HALLADA 1880,..) los materiales carbonatados terciarios que afloran ampliamente en la zona de La Fatarella, Favón, Mequinenza, Almatret, etc., sobretodo desde el punto de vista del aprovechamiento industrial de los lienzos asociados (GONZALEZ LASALA 1856, SEVIGNON 1911, GUTZMILLER 1931, CLOSAS VITALLS 1948, IBAÑEZ CASTELA 1950, ALVARADO & ALVILA 1951, etc.).

Los trabajos que tratan el estudio de los materiales terciarios que rellenan la Cuenca del Ebro (CAÑIZ GARCIA 1942, RIOS 1950, RIBS et al 1967, PINILLA et al 1968, etc.), al tener unos objetivos diferentes a los nuestros, presentan una atención un tanto marginal a los materiales carbonatados. Destaca por su entidad el trabajo efectuado por QUINTERO (1979) <sup>78</sup> que aunque está centrado principalmente en el estudio de los materiales del conjunto de la Cuenca del Ebro, hace referencia a estos materiales carbonatados que considera como una prolongación en dirección E y SE de su Formación MEQUINENZA.

Los autores alemanes que trabajaron en el nordeste de la Península Ibérica (SCHRIPL 1929; BAENE 1930, 1933; ASCHAUER & TRICHMULLER 1935, etc), centrados principalmente en la problemática de la Cordillera Ibérica y de Los Catalánides, presentaron una atención un tanto secundaria a los materiales carbonatados terciarios. Posteriormente se han realizado algunos trabajos (CROSS 1968, 1974) en la región de Valldoroures-Gandesa, en los que se citan algunas de las características de los materiales carbonatados terciarios sin designarlos mediante una denominación específica.

Los trabajos que hacen referencia explícita a los materiales carbonatados terciarios en esta zona concreta, son informes geológicos privados para compañías con intereses económicos en la región. En los informes más antiguos (GUTZWILLER 1926) se citan brevemente los materiales carbonatados terciarios como "Calizas de Tárrega". En un informe posterior (GUTZWILLER 1944) se insiste en ese término y en el de "Grupo calizo de Mequinenza" para designar los materiales carbonatados terciarios. Posteriormente, en un informe (SAN MIGUEL et al. 1968) centrado en la búsqueda de materiales salinos en la región de Flix y áreas vecinas, y realizado mediante la aplicación de criterios estratigráficos modernos, se cita la "Formación Fatarella" para designar los materiales carbonatados del área. Como que el establecimiento de esa y de otras unidades estratigráficas fué efectuado un tanto al margen de las normas estratigráficas aceptadas internacionalmente (HEDBERG, 1976), y además alguna de las unidades no quedaba definida correctamente, se ha considerado como terminología informal hasta la fecha a la propuesta en ese informe.

Descripción: Se propone como descripción principal la correspondiente al perfil estratigráfico efectuado por la carretera que asciende desde Asco hasta La Fatarella; concretamente desde la partida de Fala en las inmediaciones de Ascó hasta la partida dels Plans de Flix en las inmediaciones de La Fatarella.

Yacente: Materiales lutíticos rojos con abundantes niveles detríticos arenosos y horizontes yesíferos. Corresponden al paso gradual de la infrayacente Formación Flix.

- 1.- 4 mts.: calizas margosas rosadas con moldes lensoides de yeso epigenizados en calcita y más abundantes hacia la parte inferior en la que existen algunos horizontes centimétricos yesíferos intercalados. Alternan con niveles lutíticos rosados arcillosos decimétricos.
- 2.- 8 mts.: nivel carbonatado gris-rosado constituido por calizas margosas con moldes lensoides de yeso (con algunos restos de gasterópodos y nódulos centimétricos de silice) alternantes con lutitas arcillosas gris-verdosas centimétricas. En la parte inferior existe una intercalación de yesos masivos blancuzcos generalmente laminados (1/2 mt).
- 3.- 11 mts.: tramo predominantemente lutítico, rojo, en el que existen algunas esporádicas intercalaciones carbonatadas generalmente centimétricas, más abundantes hacia la parte superior. Parcialmente cubierto.

- 4.- 5,5 mts.: nivel amarillento constituido por lutitas con intercalaciones de areniscas decimétricas y esporadicamente métricas, de gran extensión lateral y más abundantes hacia la parte superior. En la parte inferior, con predominio de las lutitas, existen algunas intercalaciones carbonatadas centimétricas y localmente decimétricas, constituidas por calizas margosas con algunos restos dispersos de gasterópodos.
- 5.- 4 mts.: calizas microcristalinas compactas gris-parduzcas algo fétidas con muy esporádicos nivelillos centimétricos negruzcos intercalados en los que son abundantes los restos de gasterópodos, ostrácodos, carofitas, etc. Existen algunas intercalaciones lutíticas centimétricas de poca entidad.
- 6.- 11,5 mts.: nivel pardo generalmente rojizo lutítico en el que existen algunas intercalaciones decimétricas de areniscas y algunos esporádicos niveles centimétricos de calizas detríticas. Parcialmente cubierto.
- 7.- 12,5 mts.: tramo grisáceo constituido por calizas micríticas fétidas de gran extensión lateral y potencia decimétrica. Existen algunos restos de gasterópodos y ostrácodos dispersos. Presenta bioturbación verticalizada abundante según los niveles que proporciona un moteado rosado y amarillento muy característico.
- 8.- 5,5 mts.: nivel rojizo constituido principalmente por lutitas arcillosas localmente arenosas. Se presentan algunas intercalaciones generalmente decimétricas de calizas rosadas, margosas con restos de fauna (gasterópodos) y abundante bioturbación verticalizada que le proporciona un moteado neto gris-verdoso. Existen intercalados algunos niveles detríticos arenosos, generalmente decimétricos, de gran extensión lateral.
- 9.- 24 mts.: tramo predominantemente carbonatado constituido por calizas micríticas gris-pardas, fétidas con restos de fauna (gasterópodos, ostrácodos, carofitas, etc.) abundantes localmente. Presentan algunas intercalaciones centimétricas de calizas negras muy fétidas con gran cantidad de restos carbonosos que localmente le confieren un contenido lignífero. Existen algunas intercalaciones lutíticas que se van tornando más potentes e importantes hacia la parte inferior donde llegan a mostrar potencias métricas.
- 10.- 8 mts.: Tramo amarillento constituido por lutitas arcillosas localmente arenosas y numerosos niveles detríticos arenosos de gran extensión lateral intercalados. Existen algunos nivelillos generalmente centimétricos y esporádicamente decimétricos, más abundantes hacia las partes altas del tramo de calizas micríticas margosas con restos de gasterópodos y bioturbación verticalizada más abundante según sean los niveles considerados. En la parte inferior se patentiza un predominio de las lutitas en las que existen pequeños nódulos centimétricos de yesos dispersos que localmente pueden llegar a ser de mayor entidad.
- 11.- 17,5 mts.: nivel de calizas micríticas compactas gris-parduzcas, fétidas con numerosos restos orgánicos, principalmente gasterópodos, ostrácodos, carofitas. Son abundantes localmente los restos vegetales carbonizados así como algunos nivelillos en los que son abundantes los moldes lensoides de yeso epigenizados en calcita. Localmente se presentan unos nivelillos centimétricos de calizas negruzcas con gran cantidad de restos orgánicos y que lateralmente parecen pasar a unos nivelillos ligníferos. Existe bioturbación verticalizada muy localizada según sean los niveles, que proporciona un moteado neto rosado y amarillento.

12.- 6 mts.: tramo rojo y rojizo constituido principalmente por lutitas arcillosas entre las que existen abundantes intercalaciones decimétricas de calizas micríticas margosas con abundantes trazas de bioturbación verticalizada que les proporciona un moteado rosado, grisáceo y esporádicamente amarillento neto. En la parte superior existe un nivel detrítico arenoso decimétrico de gran extensión lateral.

13.- 82 mts.: calizas micríticas compactas gris parduzcas, bien estratificadas en niveles decimétricos y esporádicamente métricos. Presentan algunos nivelillos centimétricos de calizas negruzcas en los que existe una gran abundancia de restos orgánicos (gasterópodos, ostrácodos, carofitas, algunos dientes de cocodrilo, etc.) entre los que son localmente abundantes los restos vegetales carbonizados que lateralmente les confieren un carácter lignitífero. Existen niveles en los que es muy importante la bioturbación verticalizada, más abundante hacia la parte superior, donde se patentiza el moteado neto de coloración rosada y amarillenta.

Existen subordinados algunos nivelillos intercalados generalmente centimétricos, y decimétricos hacia la parte inferior, de lutitas arcillosas grisáceas. Esporádicamente se presentan algunos niveles arenosos de gran extensión lateral y de potencia máxima decimétrica, más abundantes hacia las partes media e inferior del tramo.

La parte superior se halla parcialmente cubierta por los campos de cultivo de los Plans de Flix y áreas próximas a La Fatarella.

Descripción de la serie-estratigráfica de referencia efectuada por la carretera Ribarroja-Fayon, a partir de la presa del Embalse de Ribarroja hasta la altura de la Ermita de Santa Madrona aproximadamente.

Yacente: Materiales lutíticos rojos con abundantes niveles yesíferos nodulosos y laminares e intercalaciones detríticas arenosas localmente importantes. Aparecen algunos nivelillos centimétricos de carbonatos intercalados. Constituyen un paso gradual con la infrayacente Formación Fix.

1.- 4 mts.: nivel rojizo, lutítico arcilloso, localmente arenoso en el que abundan hacia la parte superior los niveles decimétricos de carbonatos intercalados así como algunos niveles decimétricos detríticos arenosos de gran extensión lateral. Los carbonatos están constituidos por calizas arenosas localmente margosas.



- 2.- 6 mts.: tramo predominantemente carbonatado constituido por calizas micríticas grises fétidas con algunos restos de fauna principalmente gasterópodos. Localmente se aprecia bioturbación verticalizada, asociada a moteado neto rosado y localmente amarillento. Las calizas aparecen bien estratificadas con potencias decimétricas y de gran extensión lateral. Localmente presentan algunos nivelillos centimétricos de calizas negras muy fétidas con gran cantidad de restos de fauna y abundantes restos vegetales carbonizados. Esporadicamente presentan algún nivel decimétrico detrítico arenoso intercalado y de gran extensión lateral. Hacia la parte inferior existe algún nivel carbonatado en el que se presentan moldes lensoides de yeso epigenizados en calcita.
- 3.- 7,5 mts.: nivel amarillento constituido por lutitas arcillosas más abundantes hacia la parte inferior que van disminuyendo de potencia e importancia hacia la parte superior en favor de los niveles decimétricos de calizas margosas intercalados. Se presentan intercalaciones decimétricas de areniscas de gran extensión lateral más abundantes hacia la parte superior del nivel.
- 4.- 33 mts.: tramo constituido por la alternancia de lutitas rojas arcillosas y algo arenosas con niveles decimétricos de areniscas de gran extensión lateral y coloración amarillenta, presentan una estratificación paralela o cruzada de muy bajo ángulo. Parcialmente cubierto.
- 5.- 10,5 mts.: lutitas rojizas y amarillentas con algunas intercalaciones decimétricas de calizas arenosas y areniscas finas de gran extensión lateral. En los niveles lutíticos más potentes se hace evidente la existencia de nódulos centimétricos de yeso dispersos en las lutitas que localmente llegan a ser decimétricos. La parte inferior está parcialmente cubierta.
- 6.- 6,5 mts.: calizas micríticas parduzcas y grisáceas fétidas, en bancos de gran extensión lateral y potencia generalmente decimétrica. Presentan algunas intercalaciones de poca entidad de lutitas arcillosas grisáceas y amarillentas. Es muy característica la presencia, muy localizada de niveles centimétricos de calizas negruzcas con gran cantidad de restos orgánicos (gasterópodos y ostrácodos) y abundancia de restos vegetales carbonizados. Las calizas presentan esporádica bioturbación verticalizada. Hacia la parte superior se presentan niveles arenosos de gran extensión lateral y de coloración amarillenta.
- 7.- 5 mts.: calizas gris blancuzcas con pocos restos orgánicos, potencia decimétrica y gran extensión lateral. Bioturbación verticalizada, escasa y muy localizada. Hacia la parte inferior existen unos niveles carbonatados gris oscuros localmente muy negruzcos con abundantes fragmentos de fauna (gasterópodos, ostrácodos, corfitas,...), y restos vegetales carbonizados. Son localmente abundantes los moldes lensoides de yeso epigenizados en calcita. En la parte basal se presenta un nivel de casi medio metro de potencia de yesos gris-blancuzcos laminares con algunos pequeños nódulos y vetillas centimétricas de siliceo-parduzco.
- 8.- 3 mts.: lutitas rojizas arcillosas algo arenosas con algunas intercalaciones decimétricas de areniscas muy finas y de gran extensión lateral. Parcialmente cubierto.

- 9.- 14,5 mts.: calizas grisáceas parduzcas compactas fétidas y localmente margosas, con abundantes restos de gasterópodos y ostrácodos en los niveles más oscuros. Presentan bioturbación verticalizada localmente abundante. Esporadicamente son dolomíticas. Presentan una alternancia de lutitas grisáceas en nivelillos de poca entidad generalmente centimétricos y localmente decimétricos. Existen intercalaciones de bancos decimétricos de areniscas de gran extensión lateral y de granulometría fina.
- 10.- 8,5 mts.: lutitas rojas y rosadas arcillosas y localmente arenosas en las que existen algunas intercalaciones subordinadas de areniscas finas de gran extensión lateral y en menor entidad nivelillos de calizas margosas algo arenosas. Parcialmente cubierto.
- 11.- 34,5 mts.: calizas margosas con restos de fauna y abundante bioturbación verticalizada más importante hacia la parte superior. Presentan algunas esporádicas intercalaciones de areniscas muy finas generalmente decimétricas. Localmente existen algunos nivelillos centimétricos de calizas negras fétidas con gran abundancia de restos orgánicos.
- 12.- 3 mts.: lutitas rojas y rosadas con alguna intercalación carbonatada centimétrica gris oscura. Parcialmente cubierto.
- 13.- 60,5 mts. Calizas grises fétidas con gran cantidad de restos orgánicos. Micriticas con algunas intercalaciones centimétricas de calizas negras con gran cantidad de fragmentos de fauna y de flora. Aparece bioturbación verticalizada más abundante hacia la parte media del nivel. Existen intercalaciones de lutitas grisáceas arcillosas más importantes hacia la parte media e inferior. Los niveles más superiores muestran aspecto masivo y más compacto. Localmente aparecen unas intercalaciones amarillentas constituidas por calizas arenosas muy finas y algunos nivelillos lutíticos arenosos decimétricos asociados.
- 14.- 5,5 mts.: lutitas amarillentas con alguna somera intercalación centimétrica carbonatada. Aparecen nódulos de yeso blancuzco centimétricos dispersos en las lutitas que localmente parecen constituir pequeños nivelillos. Parcialmente cubierto.
- 15.- 14 mts.: calizas grises compactas en niveles decimétricos y métricos. Fétidas y con restos de fauna que son más abundantes en los niveles centimétricos de calizas negras que se presentan intercalados esporadicamente. Existen algunas intercalaciones de lutitas amarillentas decimétricas a las que suelen ir asociadas algun nivel centimétrico de areniscas muy finas; disminuyen de potencia e importancia hacia la parte superior. Existen niveles con abundante bioturbación verticalizada que proporcionan un moteado rosado y verdoso neto. Corresponde a los niveles en los que está asentada la ermita de Santa Madrona. La serie puede continuarse hacia la parte más superior de los niveles al otro lado del río Ebro en el área de Almatret-Maials donde se presenta un rápido cambio lateral con los materiales lutíticos y detríticos de la Formación Margalef.

Geometria: La Formación presenta una disposición monoclinál con pendiente suave hacia el W y una disposición casi tabular en dirección SW-NE. La potencia es del orden de unos 200 donde no presenta variaciones importantes. En principio aumenta de potencia en sentido W y disminuye en dirección SW-NE, principalmente en sentido SW por cambio de facies a otras formaciones.

Muestra buenas equivalencias, al menos en parte, con las formaciones carbonatadas, hacia el W con la Formación Mequinenza y hacia el NE con la Formación Tárrega mientras que pasa vertical y lateralmente a las formaciones detríticas. Así, hacia el SW pasa lateralmente al menos en parte a la formación Caspe que se le superpone. Por el N se le superpone la Formación Urgel a la que también pasa lateralmente, y hacia el NE pasa lateralmente a la Formación Margalef. Por lo general los tránsitos a las diversas formaciones detríticas se realizan gradualmente, mientras que con respecto a las formaciones carbonatadas los niveles calcáreos muestran una buena continuidad que localmente se puede ver algo enmascarada, tal como sucede hacia el NE con los materiales detríticos de la Formación Margalef que pueden llegar a enmascarar localmente la continuidad de los bancos carbonatados entre la Formación Patarella y la Formación Tárrega.

La equivalencia a la Formación Mequinenza se realiza mediante la continuidad de los niveles carbonatados, incremento de los nivelillos lignitíferos intercalados y disminución de los niveles detríticos. El tránsito a la Formación Caspe se realiza mediante un incremento de los niveles lutíticos y detríticos en detrimento de los niveles carbonatados. Otro tanto sucede con la Formación Margalef y con la Formación Urgel. La equivalencia con la Formación Tárrega se realiza mediante la persistencia de los niveles carbonatados, a pesar de algunos enmascaramientos citados anteriormente, hasta la zona donde esa formación es predominante. El tránsito vertical a la infrayacente Formación Flix también es gradual y la zona de límite se ha tomado cuando esa Formación pierde su carácter

predominantemente lutítico con niveles yesíferos y detríticos, en favor de los niveles carbonatados que hacia la parte superior devienen abundantes e importantes.

Edad: A pesar de la abundancia cuantitativa generalizada de los restos orgánicos, hasta la fecha no hemos encontrado especímenes con valor estratigráfico suficiente, por lo que la acepción cronoestratigráfica de esta Formación se establece mediante criterios indirectos y de correlación regional.

Así, los yacimientos de vertebrados que están situados próximos al área tipo y enclavados en otras formaciones permiten conocer la edad de estas, de modo que por correlación entre sí y con la Fatarella se podrá conocer al menos con un cierto grado de verosimilitud la edad probable de esa Formación.

El yacimiento de El Talladell situado en las ya conocidas desde antiguo (VIDAL & DEPERET 1906) Calizas de Tárrega, proporciona (TRUYOLS & CRUSAFONT 1961) una edad Estampiense.

Los especímenes encontrados en las inmediaciones de Fraga (VILLALTA com. pers. 1979) proporcionan una edad Estampiense a los materiales detríticos de la Formación Urgel.

En la Granja d'Escarp la fauna encontrada en los materiales de la Formación Mequinenza corresponde, también, a un Estampiense (VILLALTA com. pers. 1979). Recientemente (CABRERA com. pers. 1979) se han descubierto unos nuevos yacimientos fosilíferos en las inmediaciones de Torrente de Cinca que han proporcionado ejemplares (Fucristodon collatus, Melissiodon sp., Rhodanomyx schlosseri, Nitellopsis Tinerianii, Stephanochara aff. ungeri, etc.) que corresponden a la zona 1 de Paulhiac, lo que comporta una edad Aquitaniense al tramo de la Formación Mequinenza presente en ese lugar.

Por tanto el límite Estampiense-Aquitaniense pasa aproximadamente por las inmediaciones del río Cinca entre Fraga y La Granja d'Escarp, prolongándose hacia el SW de una manera

imprecisa. Así, en algunos lugares la Formación Mequinenza presenta una edad Estampiense en su parte inferior y Aquitaniense en su parte media y superior.

Además, como que la Formación Pontañeta es un equivalente lateral, al menos en parte, de la Formación Tarrega, de la Formación Urgel y de la Formación Mequinenza, creemos que probablemente se le puede asignar una edad Estampiense en su parte inferior y media, y Aquitaniense en su parte superior.

Consideraciones sedimentológicas: El carácter predominantemente carbonatado así como la asociación de fauna y de flora (torgujas, cocodrillidos, ostrácodos, gasterópodos, carofitas, ... etc.) parecen indicar a grandes rasgos una deposición en un medio acuoso generalmente estable. Además en igual sentido apuntan los restos vegetales y las trazas de bioturbación verticalizada abundantes según los niveles que parecen indicar la existencia de una franja palustre estable en el espacio y a lo largo del tiempo. Los nivelillos lignitíferos intercalados que pueden llegar a ser importantes (de hasta casi 80 cms. de potencia) muestran un abundante contenido en gasterópodos negruzcos y en restos vegetales carbonizados, lo que indica unas condiciones de depósito en ambiente reductor.

En conjunto parece indicar la existencia y la permanencia en el tiempo en esa zona de un sistema lacustre con fauna y flora que implica estabilidad prolongada y una lámina de agua importante (de una decena de metros aproximadamente) y poco agitada que posibilita la existencia de condiciones de tipo reductor en su fondo. Esporádicamente alcanzan esa zona algunos episodios arenosos muy finos provenientes generalmente del E y correspondientes probablemente de la denudación de los Catalánides alejados por lo general de la amplia zona lacustre. Cuando la proximidad de las elevaciones montañosas es clara o cuando los sistemas aluviales que las drenan son importantes en el espacio y en el tiempo, se produce un retroceso del sistema lacustre en beneficio del sistema detrítico aluvial adosado (Formación Margalef).

El clima imperante en el área, tal como lo indican los especímenes vegetales y animales asociados corresponde a unas condiciones de semi aridez generalizada (similar a lo que sucede actualmente en las Islas Canarias) con una intensa evaporación y una baja pluviometría. Esto que en principio puede parecer contrapuesto a la existencia de una amplia zona lacustre persistente y estable, no lo es, ya que en las zonas montañosas puede existir una pluviometría diferente (similar a lo que sucede actualmente) y por tanto proporcionar de una manera un tanto continuada un flujo acuoso hacia la zona de depósito. El origen de los carbonatos parece ser por concentración y precipitación de los que llevan disueltos las aguas que drenan los materiales mesozoicos carbonatados predominantes en los sistemas montañosos. De una manera similar sucede con los sulfatos procedentes del lavado de los materiales triásicos, y presentes de una manera subordinada junto a los carbonatos. Los escasos niveles de cherts provienen de la acumulación y precipitación del sílex procedente del lavado de los ácidos húmicos existentes en los suelos desarrollados en las zonas montañosas principalmente.

La instalación de una zona lacustre estable perenne y de esas dimensiones (ver mapa) parece corresponder a un periodo generalizado de tranquilidad tectónica.





