



# **UNIVERSIDAD DE SONORA**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**  
**Departamento de Geología**

## **ESTRATIGRAFÍA Y MICROFACIES DEL CRETÁCICO INFERIOR DEL AREA SUR DE LA SIERRA BASOMARI, AL NORESTE DE SONORA, MÉXICO.**

### **TESIS**

**Que para obtener el Grado de:  
MAESTRO EN CIENCIAS-GEOLÓGÍA**



**PRESENTA:  
Ignacio Cano Corona.**

**Hermosillo, Sonora, septiembre de 2006.**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARÁ MI GRANDEZA

UNIVERSIDAD DE SONORA  
DIVISIÓN DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

TEL. (662) 259 21 10  
FAX 259 21 11

"2006. Año del Bicentenario del natalicio del Benemérito de las Américas.  
Don Benito Juárez García"

Agosto 07, 2006.

**DR. INOCENTE G. ESPINOZA MALDONADO**

Coordinador de Programa  
Maestría en Ciencias-Geología  
Departamento de Geología  
Universidad de Sonora  
P r e s e n t e

Por este conducto y de la manera más atenta, nos permitimos someter a su consideración, para su aprobación el siguiente tema de tesis, intitulado:

**"ESTRATIGRAFIA Y MICROFACIES DEL CRETACICO  
INFERIOR DEL AREA SUR DE LA SIERRA BASOMARI,  
NORESTE, SONORA, MEXICO"**

Esto es con el fin de que el alumno: **IGNACIO CANO CORONA**,  
pueda presentar su examen profesional, para la obtención de su título de  
Grado de la Maestría en Ciencias-Geología.

Sin otro en particular quedamos de Usted.

ATENTAMENTE

**DR. ROGELIO MONREAL SAAVEDRA**  
Director de Tesis



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARÁ MI GRANDEZA  
MAESTRIA EN CIENCIAS  
GEOLOGIA  
DEPTO. DE GEOLOGIA

C.c.p. Interesado  
C.c.p. Archivo



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

UNIVERSIDAD DE SONORA  
DIVISIÓN DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

TEL. (662) 259 21 10  
FAX 259 21 11

"2006. Año del Bicentenario del natalicio del Benemérito de las Américas.  
Don Benito Juárez García"

Agosto 08, 2006.

**DR ROGELIO MONREAL SAAVEDRA**

Director de Tesis  
Departamento de Geología  
Universidad de Sonora  
Presente

Por este conducto le comunico que ha sido aprobado el tema de tesis propuesto por Usted, intitulado:

**"ESTRATIGRAFIA Y MICROFACIES DEL CRETACICO  
INFERIOR DEL AREA SUR DE LA SIERRA BASOMARI,  
NORESTE, SONORA, MEXICO"**

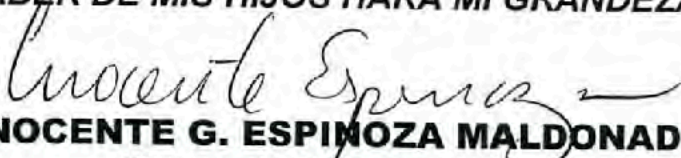
Esto es con el fin de que el alumno: **IGNACIO CANO CORONA**, pueda presentar su examen profesional, para la obtención de su título de Grado. Asimismo le comunico que han sido asignados los siguientes Sinodales:

**DRA. OLIVIA PEREZ RAMOS**  
**M.C. FCO. JAVIER GRIJALVA NORIEGA**  
**M.C. ALEJANDRA MONTIJO GONZALEZ**  
**DR. ROGELIO MONREAL SAAVEDRA**

**PRESIDENTE**  
**SECRETARIO**  
**VOCAL**  
**VOCAL**

Sin otro en particular, quedo de Usted.

ATENTAMENTE  
"EL SABER DE MIS HIJOS HARA MI GRANDEZA"

  
**DR. INOCENTE G. ESPINOZA MALDONADO**  
Coordinador de Programa  
Maestría en Ciencias-Geología



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA  
MAESTRIA EN CIENCIAS  
GEOLOGIA  
DEPTO. DE GEOLOGIA

C.c.p., Archivo



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

UNIVERSIDAD DE SONORA  
DIVISIÓN DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

TEL. (662) 259 21 10  
FAX 259 21 11

**NOMBRE DE LA TESIS:**

**"ESTRATIGRAFIA Y MICROFACIES DEL CRETACICO INFERIOR  
DEL AREA SUR DE LA SIERRA BASOMARI, AL NORESTE,  
SONORA, MEXICO**

**NOMBRE DEL SUSTENTANTE:**

**IGNACIO CANO CORONA**

El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada, como requerimiento parcial para obtener el Título de Grado en la Universidad de Sonora.

**M.C. FRANCISCO JAVIER GRIJALVA NORIEGA**

El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada, como requerimiento parcial para obtener el Título de Grado en la Universidad de Sonora.

**DR. ROGELIO MONREAL SAAVEDRA**

El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada, como requerimiento parcial para obtener el Título de Grado en la Universidad de Sonora.

**M.C. ALEJANDRA MONTIJO GONZALEZ**

El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada, como requerimiento parcial para obtener el Título de Grado en la Universidad de Sonora.

*Olivia Pérez Ramos*  
**DRA. OLIVIA PEREZ RAMOS**

**ATENTAMENTE**  
**"EL SABER DE MIS HIJOS HARA MI GRANDEZA"**

*Inocente G. Espinoza Maldonado*  
**DR. INOCENTE G. ESPINOZA MALDONADO**  
Coordinador de Programa  
Maestría en Ciencias-Geología

*“.....y algunos corren colina arriba y valle abajo rompiendo las rocas con un martillo, como otros tantos peones camineros que se hubieran vuelto locos; dicen que es para ver cómo está hecho el mundo”*

*Sir Walter Scott, < St. Ronan's – Well > 1911*

## DEDICATORIAS

No lo puedo creer, por fin llegué al final. Final de una meta que me propuse terminar, esa meta fue la de enriquecer mis conocimientos. Ahora termino mi *Maestría en Ciencias Geología*. Este logro estuvo lleno de contratiempos, esfuerzos y sacrificios. Fueron bastantes los obstáculos y los deseos de desistir en el camino. Pero fueron muchos las personas que estuvieron siempre ahí para darme la mano y apoyarme, para darme aliento y motivarme a seguir adelante.

Les dedico este trabajo principalmente a mis padres: *Adriana Maria Corona Martínez e Ignacio Cano Flores*, que con sus sacrificios y oraciones me han llevado hasta donde estoy ahora. También lo dedico a mi esposa *Liliana Sánchez Lucero* por saber entenderme y soportarme en mis momentos de angustia y desespero, además estar siempre dispuesta a ayudarme para que pudiera terminar mis estudios. También a mi hijo *Nachito*, hermanos *Beatriz Adriana, Dulce Maria y Carlos Fernando* que cuando me veían en la duda, me daban ese empujoncito extra para seguir adelante.

Gracias Dios mío por permitirme alcanzar este sueño tan deseado y gracias por darme el honor de brindarles a mis padres el orgullo de ver a su hijo graduado de la *Maestría en Ciencias Geología* de la *Universidad de Sonora*.

## AGRADECIMIENTOS

Esta tesis fue llevada a cabo con el apoyo del proyecto No. 28307-T, "Estratigrafía y Paleogeografía del Albiano del Norte de México", del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Agradezco infinitamente al **Dr. Rogelio Monreal Saavedra**, por el apoyo y confianza que tuvo conmigo para la realización de este trabajo además de ser mi asesor y un gran amigo, durante el transcurso de mi formación académica en estos años.

A la **Dra. Olivia Pérez Ramos**, al **M. C. Francisco Grijalva Noriega** y a la **M.C. Alejandra Montijo González** por aceptar ser parte de mi jurado y por sus valiosos comentarios.

Al **Dr. Inocente Guadalupe Espinoza Maldonado**, por su apoyo y comentarios para la realización de este trabajo.

A la Universidad de Sonora y en especial al **Departamento de Geología**, por la formación adquirida en sus instalaciones y por formar parte de su comunidad.

Al Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora (CESUES), y al Jefe de la Carrera de Geociencias, **Geol. Gustavo Durazo**, por permitirme el uso del equipo del taller de laminación.

Al **Lic. Salvador Lizarraga Saucedo** y al **Ing. José de Jesús Gallo Ramírez** por permitirme y darme tiempo para realizar este trabajo.

Al **Geol. Alejandro Gutiérrez Rodríguez** y a **Jesús Daniel Calles Montaña** por sus comentarios y aportaciones.

A mis compañeros y amigos de la UNISON, **Arturo Núñez Guerrero**, **Alfredo Santa María Díaz**, **Jorge Durazo**, **Manuel Ruiz**, **Julio Cesar Rodríguez Machado** y **Miguel Dórame Navarro** por su colaboración en el trabajo de campo.

A **David García Martínez**, **José Luís Farfán Panamá**, y **Alfredo Santa María Díaz**, compañeros de la maestría por su amistad durante estos años.



## RESUMEN

Las rocas del Cretácico Inferior que componen en área al sur de la Sierra Basomari forman parte del Grupo Bisbee del sur de Arizona, depositadas a lo largo de la cuenca del mismo nombre y consideradas como una extensión del antiguo Mar Mexicano que se extendió desde el Golfo de México hasta Coahuila, Chihuahua, Sonora y Arizona.

La Sierra Basómari se localiza en la porción noreste de Sonora, en donde afloran 2 secuencias estratigráficas cuyas edades son del Cretácico Inferior hasta el Cuaternario. La primer secuencia la componen rocas sedimentarias del Cretácico inferior está constituida por las Formaciones Morita, Mural (con la presencia de *Colomiella* sp., *Hedbergella* sp. *Favusella* sp.?) y Cintura, mientras que la segunda secuencia esta constituida por rocas volcánicas y sedimentarias del Terciario y Cuaternario. Las rocas del Cretácico Inferior están fuertemente plegadas y falladas, cuyas estructuras mas sobresalientes son anticlinales y sinclinales con orientaciones NE- SW, con vergencias tanto al noreste como sureste; las fallas presentes en la zona estudiada son fallas de tipo normal. En el área Sur de la Sierra Basomari afloran las Formaciones Morita, Mural y Cintura, las cuales son el objetivo de este estudio y que se describen a continuación.

La Formación Morita (Mo) presente en el área Sur de la Sierra Basómari cerca del rancho el Alamito tiene un espesor de 30m, esta constituida de manera general por areniscas de estratificación delgada a media, las cuales en algunos horizontes presenta madera fósil y están intercalada con capas de caliza fosilífera y caliza arcillosa de espesores que varían también de delgados a medios.

La Formación Caliza Mural (Mu) está constituida de manera general por caliza fosilífera de estratificación de delgada a masiva intercalada localmente con algunas capas de arenisca y arenisca arcillosa de espesores delgados a medios. Presenta un espesor de 390 metros.

La Formación Cintura (Ci) está compuesta principalmente por capas de arenisca (ortocuarcita y litarenita) de espesores que varían de delgados a medios, intercalada con lodolita de estratificación laminar a delgada. Se considera un espesor de 231 metros.

De acuerdo al estudio de microfacies se concluye que los ambientes sedimentarios en que se depositaron las rocas del Grupo Bisbee en el área de la Sierra Basomari son marinos de aguas someras: de marino nerítico interior de intermarea, marino nerítico con desarrollo de condiciones lagunares y de bancos ooidales, nerítico exterior (plataforma marina abierta) y pelágico.

## ABSTRACT

The rocks of the Lower Cretaceous that comprise the area to the South of the Basómari Mountains, one part of the Group Bisbee of southern Arizona, deposited along the basin of the same name and considered as an extension of the old Mexican Sea, that extended from the Gulf of Mexico to Coahuila, Chihuahua, Sonora and Arizona.

The Basómari Mountains is located in the North-East of Sonora portion, where two stratigraphic sequences arise and whose ages range from early Cretaceous to Quaternary. The first sequence is composed by sedimentary rocks of the Lower Cretaceous and it is constituted by the Morita, Mural (with the presence of *Colomiella* sp., *Hedbergella* sp. *Favusella* sp.?) and Cintura Formations, whereas the second sequence is constituted by volcanic and sedimentary rocks of Tertiary and Quaternary age. The rocks of the Lower Cretaceous are strongly folded and faulted, which more prominent are anticlines and synclines with NE - SW orientations, with vergencies to the north-east and to the south-east. In the area South of the Basómari Mountains, the Morita, Mural and Cintura Formations are exposed.

The Formation Morita (Mo) is present in the area south of the Basómari Mountains near the Alamito ranch and has a thickness of 30m. This formation is constituted in general by thrialy stratified sandstones, which in some horizons contain fossil wood and they are Intercalated by beds of fossiliferous limestone and argillaceous limestone thin to medium bedded.

The Mural Limestone (Mu) is constituted by thin to massive bedded fossiliferous limestone of stratification with local intercalations sandstone and argillaceous sandstone beds thin to medium bedded. It presents a thickness of 390 meters.

The Cintura Formation (Ci) is composed principally by beds of thin to medium bedded sandstone (Quarzite and litharenite) intercalated to thiny bedded with mudstone. This unit is 231 meters thick.

According to the study of microfacies it is concluded that the sedimentary environments in which the rocks of the Group Bisbee were deposited in the area of Basómari are, of shallow marine from waters, inner neritic (intertidal), to outer neritic to pelagic with development of lagoon conditions and of ooidal banks, in the middle neritic environment.

## CONTENIDO

	Página
DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE PLACAS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO.....	4
TRABAJOS PREVIOS.....	5
METODOLOGÍA.....	5
GEOLOGÍA DE LA SIERRA BASOMARI.....	6
Geología Estructural.....	6
LITOESTRATIGRAFÍA .....	12
Sección A-A' (Morita-Mural).....	13
Sección B-B' (Caliza Mural).....	19
Sección C-C' (Mural inferior).....	30
Sección D-D' (Mural superior-Cintura).....	39
Sección E-E' (Cintura).....	45
MICROFACIES Y AMBIENTES SEDIMENTARIOS DE LAS SECCIONES CARBONATADAS.....	50
Sección A-A' (Morita-Mural).....	50
Sección B-B' (Caliza Mural).....	57
Sección C-C' (Mural inferior).....	68
Sección D-D' (Mural superior-Cintura).....	76
BATIMETRIA DE LA FM. MURAL.....	82
EDAD.....	82

CORRELACIÓN .....	85
Litocorrelación.....	85
Correlación batimétrica de la Caliza Mural.....	91
CONCLUSIONES.....	93
REFERENCIAS CITADAS.....	94

### INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.- Localización Geográfica del área de la Sierra Basómari.....	4
Figura 2.- Mapa geológico y columna estratigráfica general del área de la Sierra Basómari.....	8
Figura 3.- Vista panorámica, Formación Morita.....	7
Figura 4.- Vista panorámica de calizas masivas, Formación Caliza Mural.....	9
Figura 5.- Areniscas masivas, Formación Cintura.....	10
Figura 6.- Calizas, Formación Mural Superior (Mus) sobreyaciendo Formación Cintura (Ci).....	11
Figura 7.- Vista panorámica y perfil esquemático, sección A-A'.....	15
Figura 8.- Columna estratigráfica, sección Á-A'.....	16
Figura 9.- Vista panorámica, Formación Morita, unidad A, sección A-A'.....	14
Figura 10.- Caliza gruesa, Caliza Mural inferior, unidad B, sección Á-A'.....	17
Figura 11.- Calizas arcillosa, Caliza Mural Inferior, unidad B, sección A-A'.....	18
Figura 12.- Caliza con ostreas, Caliza Mural inferior, unidad C, sección A-A'...	18
Figura 13.- Caliza masiva, Caliza Mural inferior, unidad C, sección A-A'.....	19
Figura 14.- Vista panorámica y perfil esquemático, sección B-B'.....	20
Figura 15.- Columna estratigráfica, sección B-B'.....	21
Figura 16.- Caliza de estratificación delgada, Caliza Mural inferior, unidad A, sección B-B'.....	22

Figura 17: .- Caliza con abundantes fragmentos de fósiles, Caliza Mural inferior, unidad A, sección B-B'.....	23
Figura 18.- Caliza arenosa, Caliza Mural inferior, unidad A, sección B-B'.....	24
Figura 19.- Arenisca mediana, Caliza Mural Inferior, unidad B, sección B-B'.....	24
Figura 20.- Arenisca con estratificación cruzada, Caliza Mural inferior, unidad C, sección B-B'.....	25
Figura 21.- Caliza gruesa, Caliza Mural inferior, unidad C, sección B-B'.....	25
Figura 22.- Caliza arenosa, Caliza Mural inferior, unidad C, sección B-B'.....	26
Figura 23.- Arenisca calcárea, Caliza Mural inferior, unidad D, sección B-B'.....	26
Figura 24.- Caliza masiva con abundantes ostreas, Caliza Mural inferior, unidad E, sección B-B'.....	27
Figura 25.- Vista panorámica, Caliza Mural superior, sección B-B'.....	28
Figura 26.- Caliza arenosa, Caliza Mural superior, unidad F, sección B-B'.....	28
Figura 27.- Caliza gruesa, Caliza Mural superior, unidad G, sección B-B'.....	29
Figura 28.- Caliza masiva, Caliza Mural superior, unidad H, sección B-B'.....	29
Figura 29.- Caliza masiva, Caliza Mural superior, unidad H, sección B-B'.....	30
Figura 30.- Perfil esquemático, sección C-C'.....	31
Figura 31.- Columna estratigráfica, sección C-C'.....	32
Figura 32.- Caliza de estratos medianos, Caliza Mural inferior, unidad A, sección C-C'.....	33
Figura 33.- Arenisca delgada a mediana, Caliza Mural inferior, unidad B, sección C-C'.....	34
Figura 34.- Calizas con nódulos de pedernal y horizontes con abundantes fósiles, Caliza Mural inferior, unidad C, sección C-C'.....	35
Figura 35.- Calizas delgadas, Caliza Mural inferior, Unidad C, sección C-C'.....	35
Figura 36.- Areniscas con estratificación cruzada, Caliza Mural inferior, unidad D, sección C-C'.....	36
Figura 37.- Calizas medianas a gruesas con intemperismo dolomítico y óxidos, Caliza Mural inferior, unidad E, sección C-C'.....	37
Figura 38.- Areniscas delgadas a medianas, Caliza Mural inferior, unidad F, sección C-C'.....	37

Figura 39.- Caliza mediana a gruesa con abundantes burrows, Caliza Mural inferior, unidad G, sección C-C'.....	38
Figura 40.- Caliza mediana a masiva con abundantes fósiles, Caliza Mural inferior, unidad G, sección C-C'.....	38
Figura 41.- Caliza masiva con abundantes ostreas, Caliza Mural inferior, unidad G, sección C-C'.....	39
Figura 42.- Perfil esquemático, sección D-D'.....	40
Figura 43.- Columna estratigráfica, sección D-D'.....	41
Figura 44.- Vista panorámica, Formación Mural superior, unidad A, Sección D-D'.....	42
Figura 45.- Vista panorámica parte superior, Caliza Mural superior, unidad B, Sección D-D'.....	43
Figura 46.- Arenisca mediana, Formación Cintura, unidad C, sección D-D'.....	44
Figura 47.- Estrato mediano, Formación Cintura, unidad C, sección D-D'.....	44
Figura 48.- Vista panorámica y perfil esquemático de la sección E-E'.....	46
Figura 49.- Columna estratigráfica, sección E-E'.....	47
Figura 50.- Areniscas delgada mediana de color café parduzco, Formación Cintura, sección E-E'.....	45
Figura 51.- Arenisca delgada a mediana intercalada con lodolita, Formación Cintura, sección E-E'.....	48
Figura 52.- Arenisca delgada a mediana con estratificación cruzada, Formación Cintura, sección E-E'.....	48
Figura 53.- Arenisca mediana y lodolita, Formación Cintura, sección E-E'.....	49
Figura 54.- Arenisca mediana intercalada con un horizonte de conglomerado de clastos pequeños de caliza, Formación Cintura, sección E-E'.....	49
Figura 55.- Perfil Batimétrico y ambientes de depósito.....	51
Figura 56.- Perfil Batimétrico de la sección Á-A, y ambientes sedimentarios.....	52



Figura 57.- Perfil Batimétrico de la sección B-B' y ambientes sedimentarios.....	58
Figura 58.- Perfil Batimétrico de la sección C-C' y ambientes sedimentarios.....	69
Figura 59.- Perfil Batimétrico de la sección D-D' y ambientes sedimentarios.....	77
Figura 60.- Batimetria de la Caliza Mural.....	83
Figura 61.- Fotos de microfósiles indicadores de edad.....	84
Figura 62.- Correlación litoestratigráfica de algunas unidades del Grupo Bisbee con el área de la Sierra Basómari.....	88
Figura 63- Descripción litológica general del grupo Bisbee en sus distintas localidades y su correlación con el área de estudio.....	89
Figura 64- Localización de las principales áreas de afloramiento de rocas cretácicas del Grupo Bisbee en Sonora.....	90
Figura 65- Correlación batimétrica.....	92

## INDICE DE TABLAS

	Pagina
TABLA 1.- Abundancia de aloquímicos en las muestras, sección A-A'.....	53
TABLA 2.- Abundancia aloquímicos en las muestras, sección B-B'.....	59
TABLA 3.- Abundancia de aloquímicos en las muestras, sección C-C'.....	70
TABLA 4.- Abundancia de aloquímicos en las muestras, sección D-D'.....	78

## INDICE DE PLACAS

Página

PLACA 1.- Microfacies 1, 2, 3 y 4 (MF-1, 2, 3 y 4). Textura general y contenido aloquímico, sección A-A'.....	55
PLACA 2.- Microfacies 1, 2 y 3, (MF-1, 2 y 3). Textura general y contenido aloquímico, sección B-B'.....	62
PLACA 3.- Microfacies 3, 4, 5 y 6, (MF-3, 4, 5 y 6). Textura general y contenido aloquímico, sección B-B'.....	64
PLACA 4.- Microfacies 7 y 8, (MF-7 y 8). Textura general y contenido aloquímico, sección B-B'.....	66
PLACA 5.- Microfacies 1, 2 y 3, (MF-1, 2 y 3). Textura general y contenido aloquímico, sección C-C'.....	72
PLACA 6.- Microfacies 3 y 4, (MF-3 y 4). Textura general y contenido aloquímico, sección C-C'.....	74
PLACA 7.- Microfacies 1, 2, 3 y 4, (MF-1, 2, 3 y 4). Textura general y contenido aloquímico, sección D-D'.....	80

## INTRODUCCIÓN

El registro estratigráfico del Cretácico Inferior en el Estado de Sonora se caracteriza por tener un espesor potente de rocas terrígenas y carbonatadas hacia el Este, mientras que al Oeste las rocas son predominantemente terrígenas. Los afloramientos más importantes del Cretácico Inferior en la región se encuentran en la porción nororiental de Sonora en el área de Cabullona; en la región central de Sonora en Santa Ana, Cerro de Oro, Lampazos, Arivechi, Sierra El Chiltepín y la Sierra Los Chinos. Todas estas áreas han sido estudiadas por métodos estratigráficos tradicionales, y el hecho de que no se han seguido los procedimientos que establece el Código de Nomenclatura Estratigráfica (NACSN, 1981), ha provocado la existencia de una infinidad de nombres litoestratigráficos, originando confusión en la comunidad geológica (Monreal, 1993; Monreal y otros, 1994).

La mayoría de las rocas del Cretácico Inferior de Sonora forman parte del Grupo Bisbee, el cual fue originalmente descrito por Dumble en (1902) bajo el nombre de "Capas Bisbee", para referirse a una secuencia de estratos arenosos y calcáreos expuestos cerca del pueblo Bisbee en el sureste del estado de Arizona, EEUU. Poco después, Ransome (1904), cambió el término de "Capas" Bisbee a "Grupo" Bisbee y lo dividió en cuatro formaciones: Conglomerado Glance, Formación Morita, Caliza Mural y Formación Cintura.

Taliaferro (1933), reconoció por primera vez el Grupo Bisbee en el noreste de Sonora y lo describe como una potente secuencia que consiste de:

a) un conglomerado basal (Glance) consistente de clastos de rocas precámbricas y paleozoicas de aproximadamente 1000m de espesor, b) transicionalmente sobreyacido por casi 1500 m de intercalaciones de areniscas, lodolitas y lutitas (Morita), y que a su vez, son sobreyacidas por, c) una secuencia de aproximadamente 250 m consistente de calizas delgadas con intercalaciones de areniscas y lutitas sobreyacidas por calizas masivas con intercalaciones locales de areniscas y lutitas (Mural), que pasan transicionalmente a, d) una secuencia de cerca de 700 m de espesor consistente de intercalaciones de areniscas, limonitas, lodolitas y algunas de capas carbonatadas (Cintura) (Grijalva 1993).

El Grupo Bisbee se encuentra en la mayoría de las áreas donde afloran rocas del Cretácico Inferior y aunque son de espesores y facies variables, se considera que fueron depositadas a lo largo de la cuenca del mismo nombre, como una extensión del Golfo de México hasta Coahuila, Chihuahua, Sonora y Arizona.

Las rocas que componen el área de la Sierra de Basómari son también del Cretácico Inferior y se correlacionan con las rocas del área de Cabullona, la Sierra el Tigre del noreste de Sonora y con la estratigrafía general del Grupo Bisbee.

Este trabajo está dirigido al estudio litoestratigráfico y de facies de las rocas del Cretácico Inferior al sur de la Sierra Basómari, las cuales son en este trabajo por primera vez identificadas como parte del Grupo Bisbee.

La Sierra Basómari se encuentra aproximadamente a 25 kilómetros al Este del poblado Ejido El 47, y el área de estudio está comprendida entre las coordenadas geográficas 30° 50' 01" y 30° 55' 01" de Latitud Norte y 109° 20' 01" y 109° 25' 01" de Longitud Oeste (Figura 1).

Geomorfológicamente el área está caracterizada por una topografía abrupta donde contrastan las sierras altas y algunos valles; las sierras tienen una orientación principal NW-SE, con alturas promedio sobre el nivel del mar de 1500 m y un mínimo 600 m. La Sierra Basómari, está constituida por rocas volcánicas y sedimentarias, principalmente basaltos, calizas y areniscas. Otras de las sierras aledañas están constituidas por rocas volcánicas y tienen la misma orientación, presentando alturas de hasta 1200 metros sobre el nivel del mar.

La secuencia estratigráfica del Cretácico Inferior que aflora en el área de estudio la constituyen las formaciones Morita, Mural y Cintura. Estas secuencias están sobreyacidas por rocas volcánicas y sedimentarias terciarias. Las rocas del Cretácico Inferior están fuertemente plegadas y falladas, siendo las estructuras kilométricas (pliegues) las más visibles, así como pliegues volcados y fallas de cabalgadura; además, la zona fue afectada por fallamiento normal.

El Cretácico inferior de la Sierra Basómari es importante y significativo para entender la evolución paleogeográfica del norte de México durante el Cretácico Temprano; sin embargo, el área de la Sierra Basómari es poco conocida geológicamente, ya que no existen estudios y los pocos que se han realizado se han enfocado a la exploración de yacimientos minerales.



Figura 1.- Localización geográfica del área de la Sierra Basómari, noroeste de Sonora, México.

## OBJETIVO

El objetivo de este estudio es conocer a detalle la estratigrafía y los ambientes de depósito de la secuencia cretácica que conforma la porción Sur de la Sierra Basómari y con base en el estudio de las microfácies en la sección carbonatada contribuir en el conocimiento de la paleogeografía durante el Cretácico Temprano en el Estado de Sonora.

## **TRABAJOS PREVIOS**

En la zona de la Sierra Basómari no se han realizado estudios estratigráficos, solo algunos se han llevado a cabo en zonas aledañas a está, principalmente en la región de Cabullona (Ransome 1904, y Hayes 1970), en la Sierra el Tigre (Imlay 1939, González-León y Jacques-Ayala 1990, Monreal et. al., 1994) y en Cerro de Oro (Monreal 1994, González-León y Jacques-Ayala 1988). Algunos otros se han enfocado a la prospección por yacimientos minerales.

## **METODOLOGÍA**

El presente trabajo se llevó a cabo en tres etapas; trabajo de gabinete, campo y laboratorio. La primer etapa consistió de dos fases; en una fase se recopiló y analizó la información bibliográfica de los estudios realizados en áreas aledañas a la de estudio, así como del Cretácico de Sonora; mientras que en la otra fase se llevo a cabo la elaboración de un mapa fotogeológico preliminar de la zona todo esto con base en fotografías áreas escala 1:50 000 y 1:75 000. (que después se corroboró y modificó en campo), donde se incluyeron las unidades litológicas y las estructuras como fallas, pliegues.

Durante la segunda etapa se llevó a cabo el trabajo de campo con el cual se generó el mapa geológico base; además de hacer la medición de cinco secciones geológicas previamente localizadas en gabinete. En cada una de las secciones se realizó un muestreo sistemático de la secuencia estratigráfica para poder establecer la litoestratigrafía de cada sección.

La última etapa (laboratorio) consistió en el cortado de las muestras de roca y la elaboración de láminas delgadas para su caracterización y clasificación, así

como el análisis de las microfacies para obtener los ambientes de depósito.

Finalmente se realizó el análisis de toda la información disponible para obtener así la interpretación paleogeográfica.

## **GEOLOGÍA DEL AREA DE LA SIERRA BASOMARI**

En el área de la Sierra Basómari afloran dos secuencias estratigráficas, cuyas edades varían desde el Cretácico Temprano hasta el Cuaternario.

La secuencia basal la componen rocas sedimentarias del Cretácico inferior que está constituida por las Formaciones Morita, Mural y Cintura, mientras que la secuencia superior está constituida por rocas volcánicas y sedimentarias del Terciario y Cuaternario (Figura 2).

### **Geología Estructural**

Las rocas que componen el área sur de la Sierra Basómari están fuertemente plegadas, por lo que las estructuras más sobresalientes son anticlinales y sinclinales, algunos de los cuales son asimétricos y otros se encuentran con sus planos axiales en forma vertical o volcada, con longitudes desde decenas de metros hasta 2 Km. (Fig. 2). Estas estructuras tienen orientaciones NW-SE, con vergencias tanto al suroeste como al noreste. Los pliegues de pequeña escala se tienen principalmente en la Formación Morita, mientras que las estructuras de mayor escala se observan en las Formaciones Caliza Mural y Cintura, al sur de la Sierra Basómari y al noroeste del área de estudio (Figura 3). Otros pliegues se encuentran con sus ejes girados o torcidos, esto es fácil de reconocer ya que su vergencia cambia en direcciones opuestas,



de un extremo al otro del pliegue. Estos pliegues se pueden observar en la Caliza Mural (Figura 2).

Las rocas del área sur de la Sierra Basómari también se encuentran falladas, existen fallas de tipo normal, las cuales están delimitando algunos contactos entre las formaciones cretácicas, además de existir contactos discordantes entre estas unidades con unidades volcánicas que no presentan deformación (Figura 2).

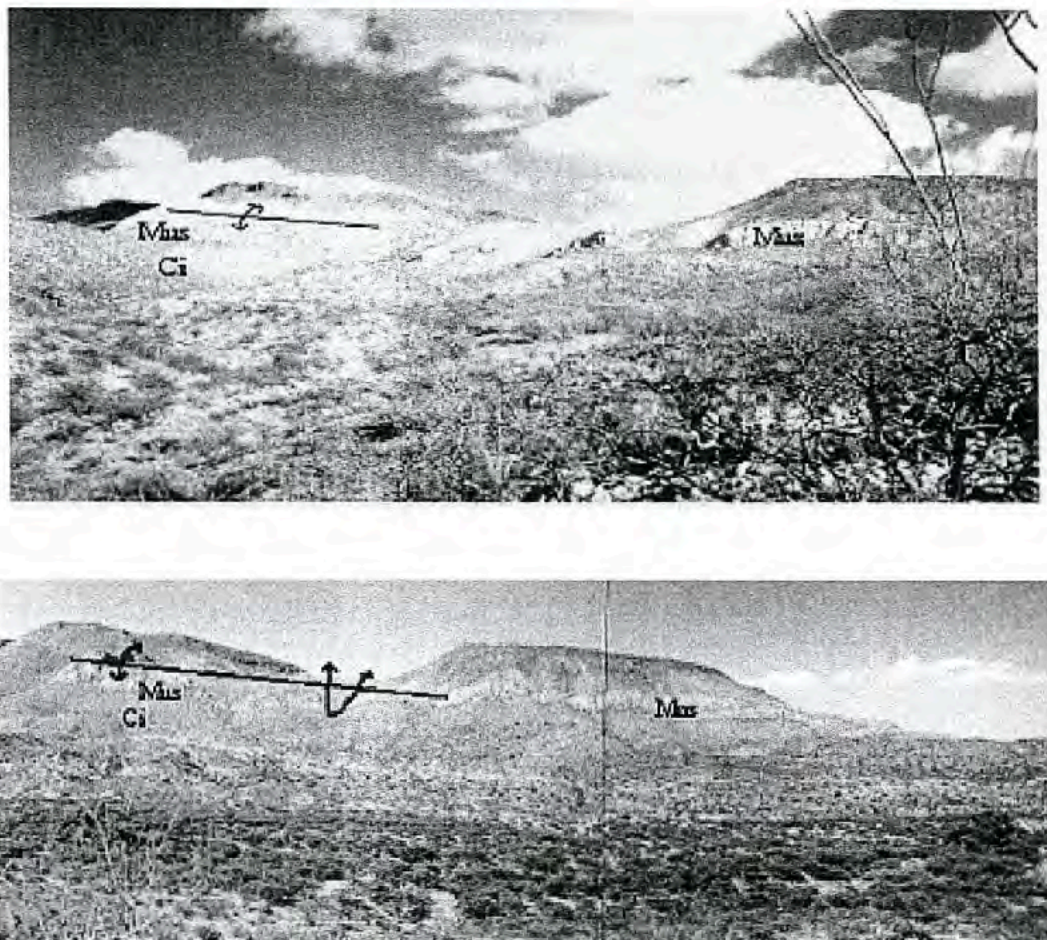


Figura 3.- Calizas de la Formación Mural Superior (Mus) sobreyaciendo a la Formación Cintura (Ci), al norte del rancho El Alamito, donde se pueden observar la magnitud de las estructuras.

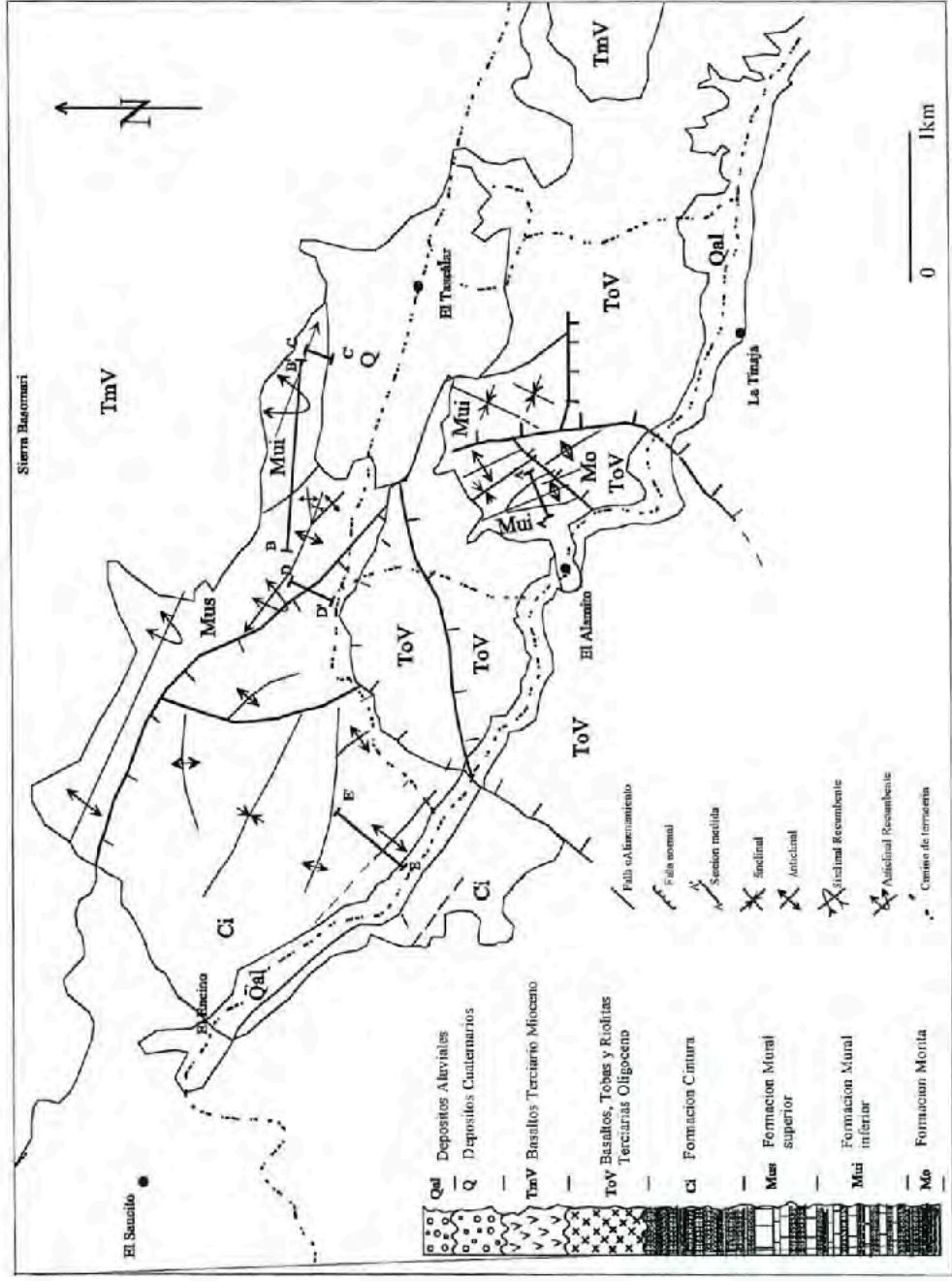


Figura 2.- Mapa geológico y columna estratigráfica general del área de la Sierra Basomari.

## **Cretácico Inferior**

### ***Formación Morita (Mo)***

El nombre de Formación Morita fue introducido originalmente por Ransome (1904) para referirse a una secuencia de lutitas y areniscas cretácicas en el SE de Arizona. Esta formación aflora en la porción sur del área de estudio, al noreste del rancho el Alamito. Está constituida por estratos delgados a medianos de arenisca de grano fino (ortocuarzitas y areniscas calcáreas), intercalada con caliza fosilífera y caliza arcillosa de estratos que varían de delgados a medianos. Algunos horizontes arenosos presentan madera fósil de hasta 1.5 m de longitud, Su espesor estimado es de 30 metros y está sobreyacida por contacto concordante por la Formación Caliza Mural (Figura 4).



Figura 4.- Vista panorámica de la Formación Morita al centro de la fotografía. Vista hacia el Sur.

### ***Caliza Mural (Mu)***

Esta Formación fue nombrada originalmente por Ransome (1904) para referirse a una secuencia de areniscas y calizas cretácicas en el SE de Arizona. Esta formación que aflora al noreste del área de estudio, se divide en 2 unidades: 1) Caliza Mural inferior que en general está compuesta de una intercalación de capas delgadas a medianas de arenisca, caliza fosilífera y caliza arcillosa, y 2) Caliza Mural superior compuesta por una intercalación de areniscas con capas de caliza fosilífera que varían en espesor de delgadas a masivas, junto con algunas capas de arenisca arcillosa de espesores delgados a medianos (Figura 5). La Formación Mural (inferior y superior) presenta un espesor de 390 metros y está deformada por algunos pliegues entre los que sobresalen anticlinales volcados o asimétricos. Esta formación se encuentra sobreyacida por la Formación Cintura por falla normal.



Figura 5.- Vista panorámica de las calizas masivas de la Formación Caliza Mural. Vista hacia al noreste.

### ***Formación Cintura (Ci)***

Esta formación fue nombrada originalmente por Ransome (1904) para referirse a una secuencia de estratos arenosos cretácicos del SE de Arizona. La Formación Cintura aflora al noroeste del área de estudio y está compuesta principalmente por areniscas (ortocuarcita y litarenita) de espesores que varían de delgados a masivos, intercaladas con lodolitas de estratificación laminar a delgada, cuyo espesor es de 231 metros. Se encuentra altamente deformada y las estructuras más sobresalientes son sinclinales y anticlinales (Figura 6).



Figura 6.- Areniscas masivas de la Formación Cintura.

### ***Terciario Oligoceno (ToV)***

Esta unidad está compuesta por rocas volcánicas: basalto, toba y riolita (ToV), que afloran más al sur del área de estudio y que están sobreyaciendo discordantemente a las rocas del Cretácico Inferior y del Cretácico Superior-Terciario.

### ***Terciario Mioceno (TmV)***

Esta unidad la constituyen Basaltos del Terciario (Jobin, 2002) que afloran al norte del área de estudio, formando gran parte de la Sierra Basómari. Sobreyacen de manera discordante a las rocas volcánicas del Cretácico.

### **Cuaternario**

#### ***Sedimentos Cuaternarios (Q)***

Cubriendo a las unidades anteriores se encuentran depósitos cuaternarios compuestos por grava, arena, limo y arcilla, localizados en las partes bajas y en los márgenes de los ríos.

## **LITOESTRATIGRAFIA**

Para conocer mejor la litoestratigrafía de las rocas cretácicas del área sur de la Sierra Basómari, se realizaron una serie de perfiles geológicos y 5 secciones estratigráficas medidas; cada sección estratigráfica se separó en paquetes litológicos o unidades de campo en base a sus propiedades físicas, incluyendo espesor de las capas. La primer sección se dividió en 3 unidades litológicas de campo, la segunda sección se dividió en 8 unidades, la tercera sección se dividió en 7 unidades, la cuarta sección se dividió en 3 unidades y por ultimo la quinta sección se dividió en solo 1 unidad litológica.

Para no entrar en confusiones con las unidades determinadas en cada sección, solo se denominó a cada paquete con una letra; que posteriormente será utilizada para la correlación con unidades "formales" del Grupo Bisbee, previamente establecidas.

Las láminas delgadas (aproximadamente 100) de las muestras de campo recolectadas en las diferentes secciones, se estudiaron para el análisis de microfacies de acuerdo a Flugel (1982), siguiendo la metodología usada por Longoria y Monreal (1991). Los tipos de microfacies se definieron dentro de cada paquete litológico usando los siguientes criterios: tipo de textura, características petrográficas, presencia de determinados granos esqueléticos y granos no esqueléticos.

A continuación se describe la litoestratigrafía y las microfacies de cada una de las secciones estudiadas en este trabajo.

### **Sección A-A' (Morita-Mural)**

Esta sección se ubica en la porción central del área de estudio, al noreste del Rancho El Alamito, tiene un espesor de 102 metros, y corta el eje de un anticlinal (Figura 2). La sucesión estratigráfica de esta sección se dividió en 3 paquetes litológicos, de la base a la cima comprende (Figuras 7 y 8).

## Formación Morita

**Unidad A.-** Esta porción de la Formación Morita está compuesta en su mayoría por capas de areniscas de coloraciones rojizas a rosadas y espesores delgados a laminares, las cuales en algunos horizontes presentan madera fósil. Localmente se tienen capas de caliza fosilífera con coloraciones café oscuro, de espesores delgados a medianos que contienen restos de bivalvos y otros organismos, así como también algunas capas de lutitas de coloraciones oscuras (Figura 9). Esta unidad tiene un espesor de 30 m.

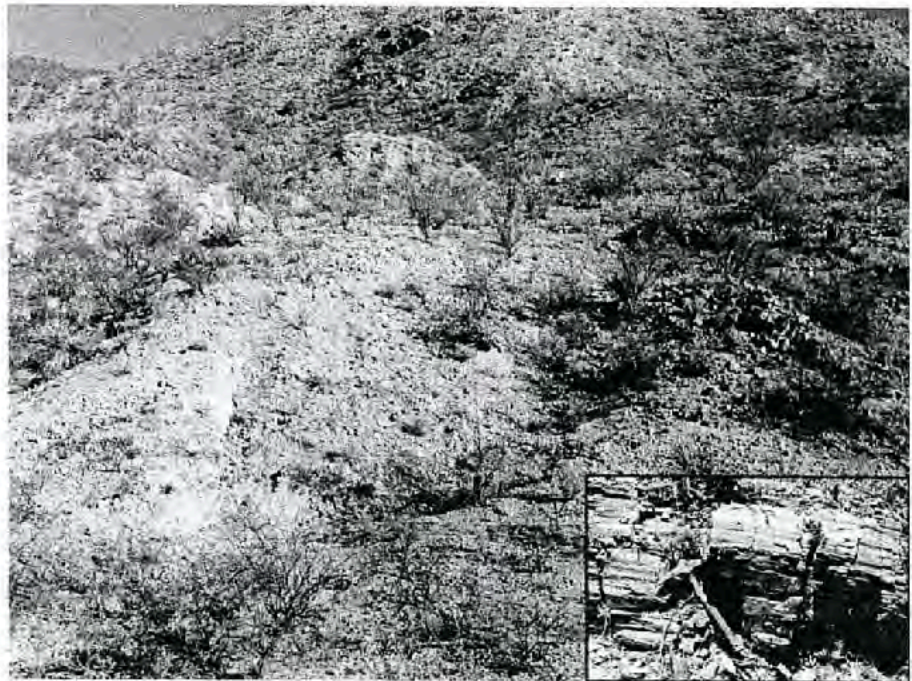


Figura 9.- Vista panorámica de la unidad A, sección A-A' de la Formación Morita. En el recuadro madera fósil.



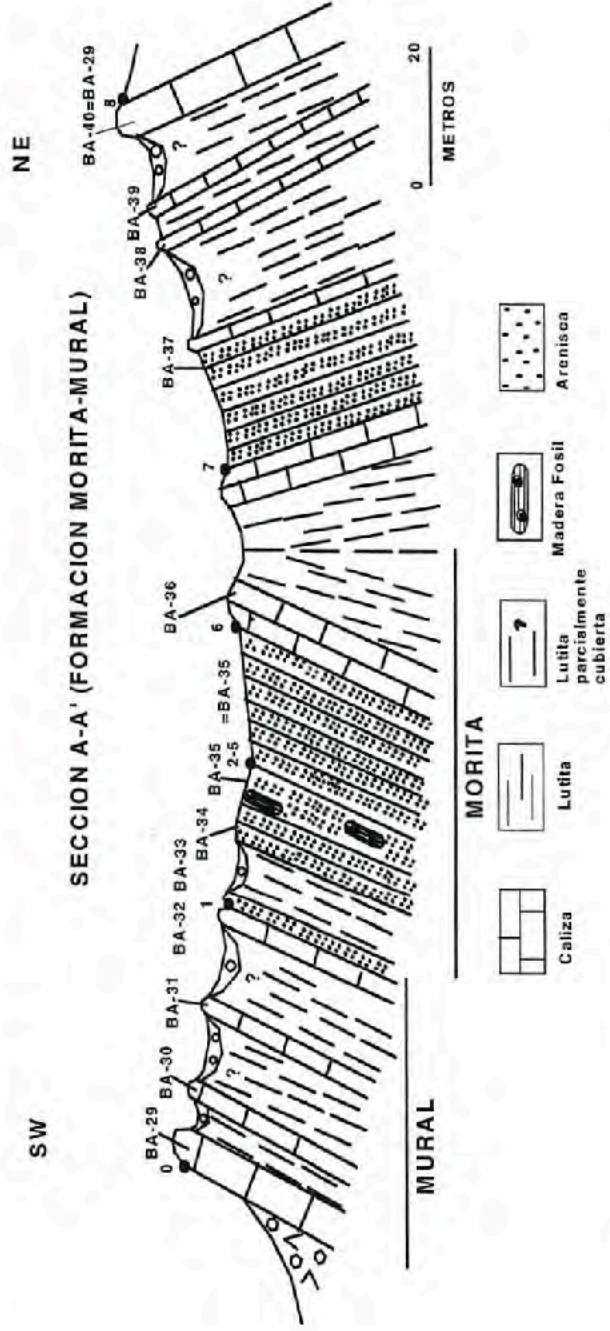


Figura 7.- Vista panorámica y perfil esquemático de la sección A-A' mostrando las unidades de campo, muestras colectadas (BA-29) y estaciones (1) en las Formaciones Morita y Mural.

## COLUMNA ESTRATIGRAFICA SECCION A-A'(FM. MORITA-MURAL)

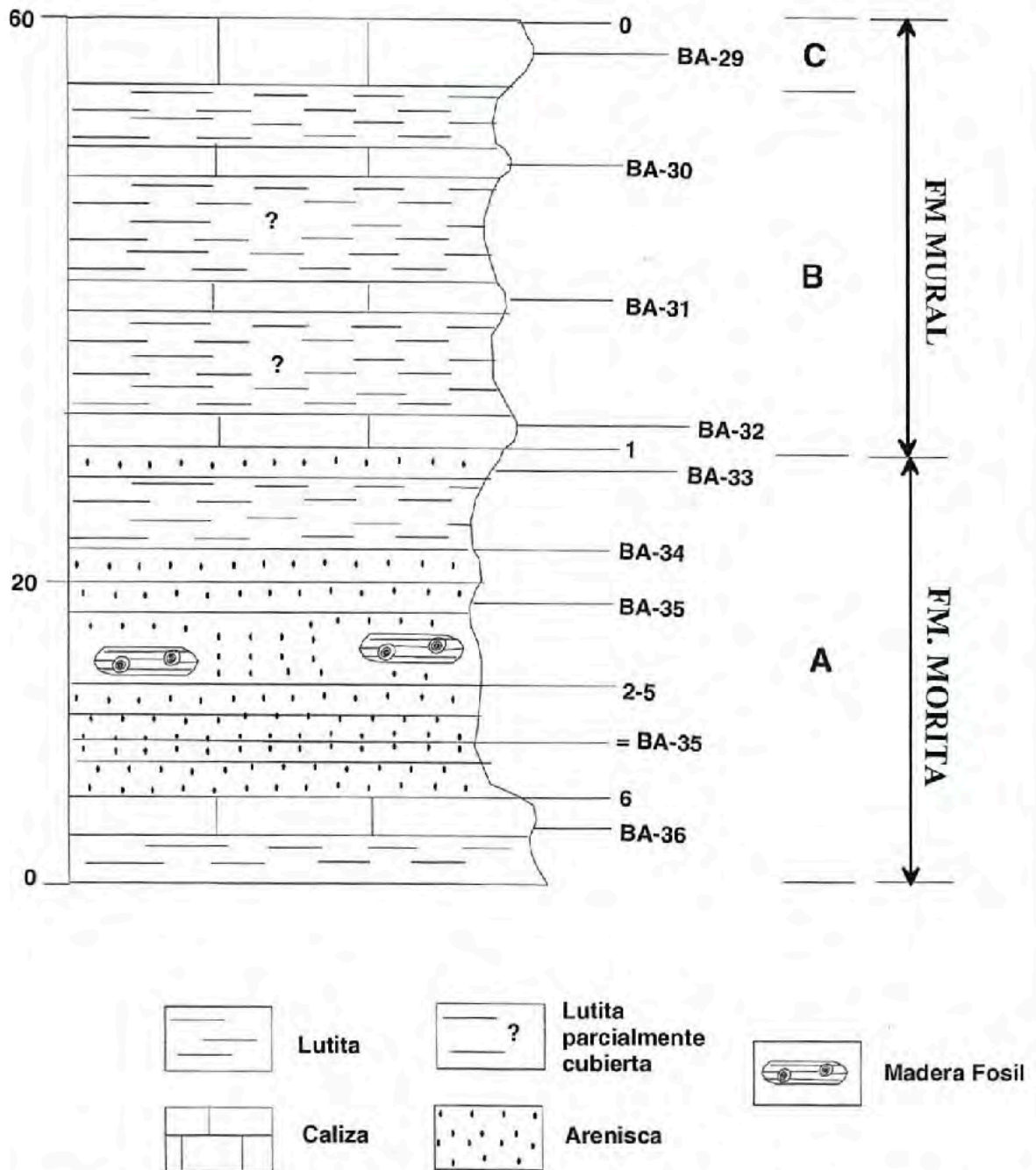


Figura 8.- Columna estratigráfica de la sección Á-A', mostrando unidades de campo (A), muestras colectadas (BA-29).

## Formación Mural inferior

**Unidad B.-** Está porción de la Formación Caliza Mural se caracteriza por capas de caliza fosilífera y caliza arcillosa de espesores medianos a gruesos y coloraciones gris pardusco, amarillo rojizo, y café parduzco (Figuras 10 y 11), que contienen abundantes fragmentos de fósiles, ostreas, estratificación cruzada, vetillas de calcita y algunos óxidos y nódulos de pedernal, intercaladas con capas de lutita de estratificación delgada y localmente con algunas capas de arenisca de coloraciones gris claro y espesores delgados a medianos. Esta unidad tiene un espesor de 35 m.



Figura 10.- Caliza gruesa (muestra BA-30), de la Formación Caliza Mural inferior, unidad B, sección Á-A'

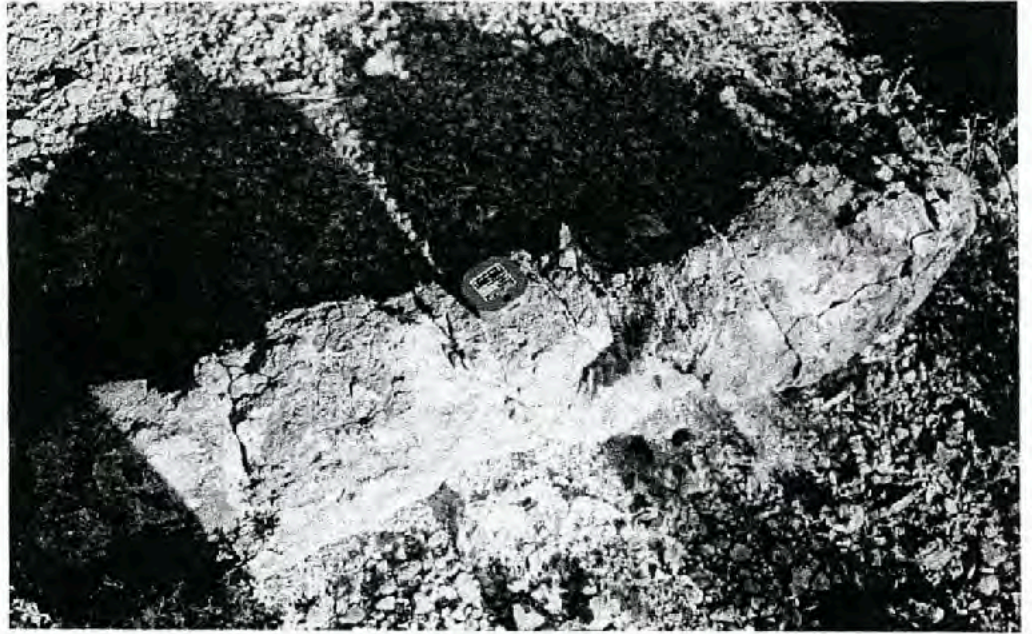


Figura 11.- Calizas arcillosa (BA-31) de la Formación Caliza Mural inferior, unidad B, sección A-A'

**Unidad C.-** La unidad C está compuesta por una caliza fosilífera (Figura 12), de coloración gris claro pardusco y espesores masivos (Figura 13), con la presencia de abundantes ostreas. También presenta un intemperismo dolomítico y nódulos de pedernal Este paquete tiene un espesor de 5 m.



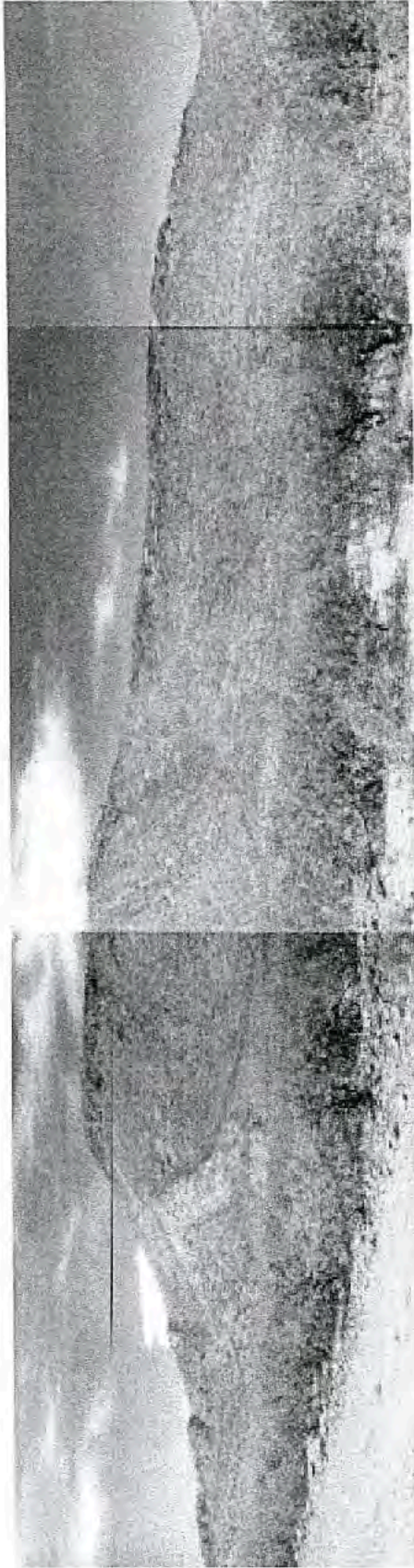
Figura 12.- Caliza con ostreas de la Formación Caliza Mural inferior, unidad C, sección A-A',



Figura 13.- Caliza masiva de la Formación Caliza Mural inferior, unidad C, sección A-A'

### **Sección B-B' (Caliza Mural)**

Esta sección se localiza en la parte Norte del área de estudio con un espesor de 573 metros (Figura 2). La sección está compuesta por 8 unidades de campo en la Caliza Mural; de la base a la cima (Figuras 14 y 15):



SECCION B-B' (MURAL INFERIOR-SUPERIOR)

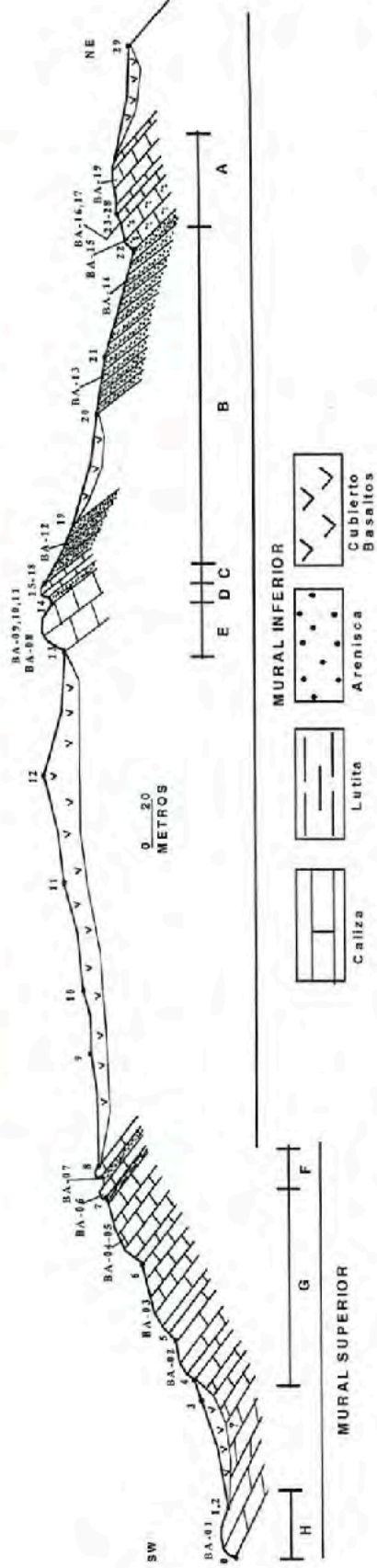


Figura 14.- Vista panorámica y perfil esquemático de la sección B-B', mostrando las unidades de campo (A) y muestras colectadas (BA-01) en la Caliza Mural.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA  
SECCION B-B'(MURAL INFERIOR-SUPERIOR)

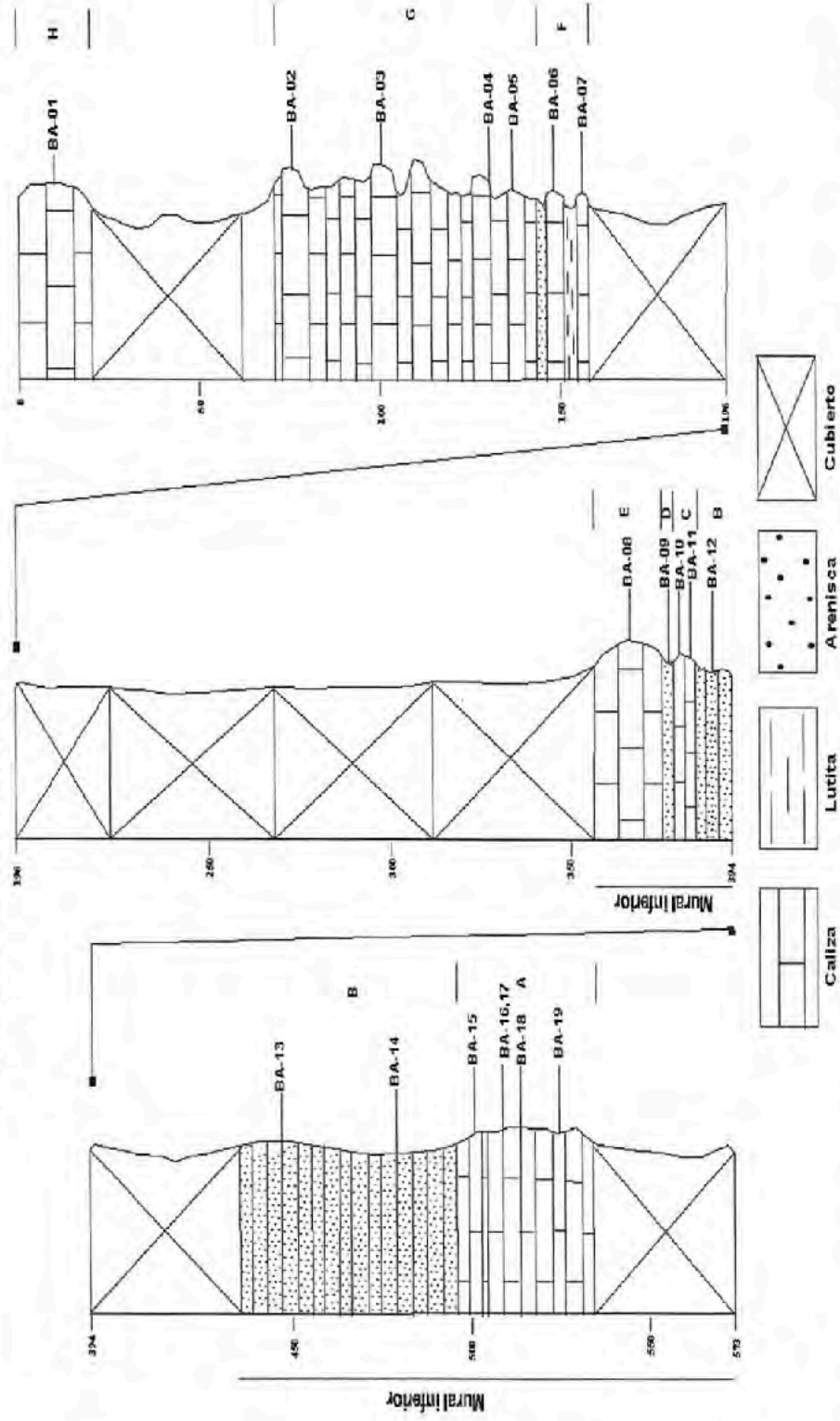


Figura 15.- Columna estratigráfica de la sección B-B', mostrando las unidades de campo (A), muestras colectadas (BA-01) en la Caliza Mural.

### ***Caliza Mural inferior***

**Unidad A.** Esta unidad está compuesta por caliza arenosa y caliza fosilífera de coloraciones gris claro, en estratos delgados a gruesos (Figuras 16 y 18), que presentan un color de intemperismo grisáceo a café verdoso con el desarrollo local de dolomitización. Además contienen fragmentos de ostras muy abundantes en ciertos horizontes (Figura 17), estilolitas y nódulos de pedernal. La unidad A tiene un espesor de 50 m.



Figura 16.- Caliza de estratificación delgada de la Caliza Mural inferior, unidad A, sección B-B'.





Figura 17.- Caliza con abundantes fragmentos de fósiles de la Caliza Mural inferior, unidad A, sección B-B'.



Figura 18.- Caliza arenosa de la Caliza Mural inferior, unidad A, sección B-B'.

**Unidad B.** Está compuesta en su mayoría por capas delgadas a medianas de areniscas y arenisca calcárea de coloraciones que varían de café amarillento-rojizo a rosa parduzco (Figura 19). Esta unidad tiene un espesor de 85 m.



Figura 19.-Arenisca mediana de la Caliza Mural Inferior, unidad B, sección B-B'.

**Unidad C.** Esta unidad está compuesta por capas de calizas fosilífera y arenosa de coloraciones que varían de gris oscuro a gris claro y espesores delgados a gruesos, contiene fragmentos pequeños de fósiles y estratificación cruzada (Figuras 20, 21 y 22). Esta unidad tiene un espesor de 17 m.

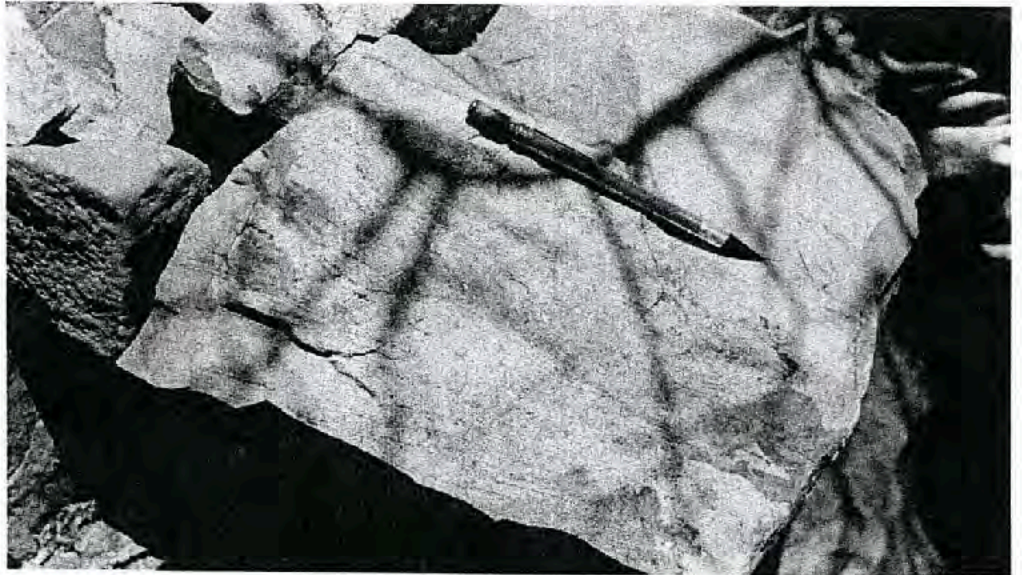


Figura 20.-Arenisca con estratificación cruzada de la Caliza Mural inferior, unidad C, sección B-B'.



Figura 21.-Caliza gruesa de la Caliza Mural inferior, unidad C, sección B-B'.



Figura 22.-Caliza arenosa de la Caliza Mural inferior, unidad C, sección B-B'.

**Unidad D.** Esta unidad se compone solamente por una arenisca calcárea color café pardusco y espesores delgados a medianos con estratificación cruzada (Figura 23). Esta unidad tiene un espesor de 5 metros.



Figura 23.-Arenisca calcárea de la Caliza Mural inferior, unidad D, sección B-B'.

**Unidad E.** La unidad E está compuesta por un paquete de caliza fosilífera de coloración gris oscuro e intemperismo dolomítico y estratificación masiva, con abundantes ostreas y otros fragmentos de fósiles (Figura 24). Esta unidad tiene un espesor de 20 metros.



Figura 24.- Caliza masiva con abundantes ostreas, Caliza Mural inferior, unidad E, sección B-B'.

#### **Caliza Mural Superior (Mus)**

**Unidad F.** Esta unidad está compuesta por una alternancia de capas de caliza fosilífera y caliza arenosa con coloraciones rojo pardusco de espesores delgados a medianos, intercaladas con capas de estratificación delgada de lodolita y arenisca calcárea de espesores delgados a medianos (Figuras 25 y 26). Esta unidad tiene un espesor de 15 metros.



Figura 25.- Vista panorámica de la Caliza Mural superior, sección B-B'.



Figura 26.- Caliza arenosa de la Caliza Mural superior, unidad F, sección B-B'.

**Unidad G.** Esta unidad está compuesta por capas de caliza fosilífera gris claro y oscuro y tonos rojizos de espesores que varían de delgados a gruesos, con la presencia de abundantes fósiles y fragmentos de estos en algunos horizontes muy localmente, también presenta vetillas de calcita e intemperismo dolomítico (Figura 27). Esta unidad tiene un espesor de 90 m.



Figura 27.- Caliza gruesa de la Caliza Mural superior, unidad G, sección B-B'.

**Unidad H.** Esta unidad se compone solamente por capas de caliza fosilífera con coloración gris claro, de espesores que varían de gruesos a masivos con abundantes ostreas e intemperismo dolomítico (Figuras 28 y 29). Esta unidad tiene un espesor de 22 m.



Figura 28.- Caliza masiva de la Caliza Mural superior, unidad H, sección B-B'.



Figura 29.- Caliza masiva de la Caliza Mural superior, unidad H, sección B-B'.

### **Sección C-C'**

#### **Caliza Mural inferior (Mui)**

Esta sección se localiza en porción Norte del área de estudio, en la parte sur de la Sierra Basomari (Figura 2), y tiene un espesor de 238 metros. Esta sección fue dividida en 7 unidades litológicas de la base a la cima: (Figuras 30 y 31).



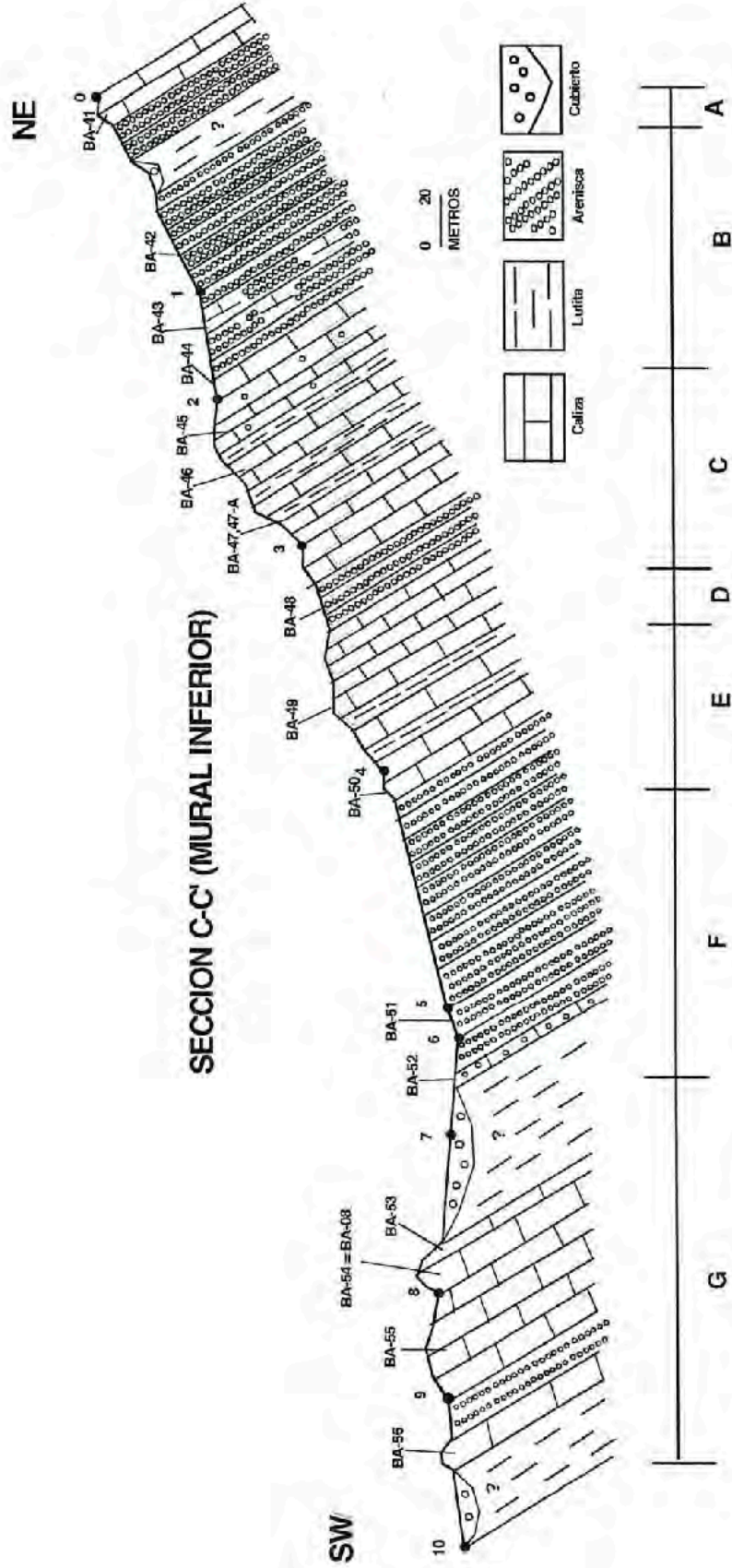


Figura 30.- Perfil esquemático de la sección C-C', mostrando unidades de campo (A), las muestras colectadas (BA-41).

COLUMNA ESTRATIGRAFICA  
SECCION C-C' (MURAL INFERIOR)

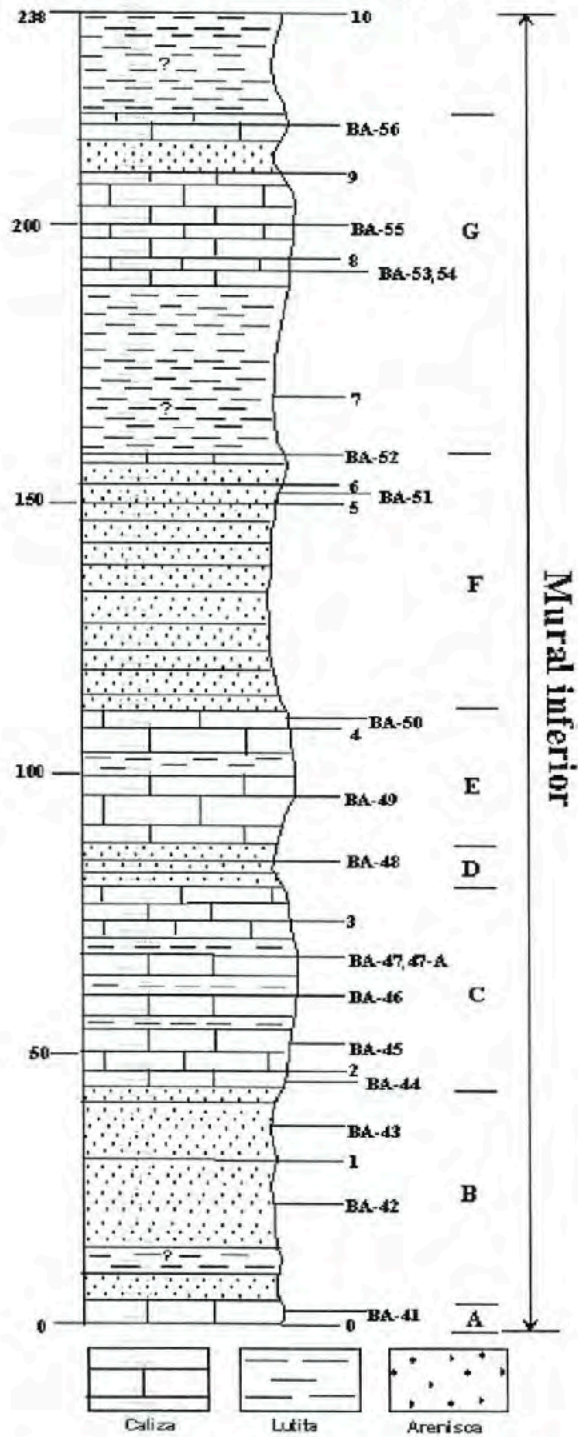


Figura 31.- Columna estratigráfica de la sección C-C', mostrando las unidades de campo (A), muestras colectadas (BA-41).

**Unidad A.** Esta unidad está compuesta por capas de caliza fosilífera de color gris oscuro en estratos medianos a gruesos con un color de intemperismo gris claro, presenta un intemperismo dolomítico, así como vetillas rellenas de calcita. (Figura 32). Presenta un espesor de 10 metros.



Figura 32.- Caliza de estratos medianos de la Caliza Mural inferior, unidad A, sección C-C'.

**Unidad B.** Esta unidad se caracteriza por capas de arenisca de coloraciones gris rosado pardusco a gris claro pardusco de espesores delgados a medianos, con algunas intercalaciones locales de lutitas (Figura 33). Presenta un espesor de 40 metros, aproximadamente y se encuentra cubierta por basaltos.



Figura 33.- Arenisca delgada a mediana de la Caliza Mural inferior, unidad B, sección C-C'.

**Unidad C.** Esta secuencia está constituida por caliza fosilífera de color gris claro pardusco y café pardusco en estratos delgados a gruesos, presenta horizontes con abundantes fósiles, con la presencia local de: nódulos de pedernal, óxidos y vetillas de calcita, intemperismo dolomítico y capas delgadas de lutitas. Algunas de estas capas de caliza presentan estratificación cruzada (Figuras 34 y 35). Este paquete tiene un espesor de 40 metros.



Figura 34.- Calizas con nódulos de pedernal y horizontes con abundantes fósiles de la Caliza Mural inferior, unidad C, sección C-C'.



Figura 35.- Calizas delgadas de la Caliza Mural inferior, Unidad C, sección C-C'.

**Unidad D.** Esta unidad está compuesta por capas de arenisca de color rojo pardusco amarillento de estratificación delgada y laminaciones. Algunas capas presentan estratificación cruzada (Figura 36). Tiene un espesor de 15 metros.



Figura 36.- Areniscas con estratificación cruzada de la Caliza Mural inferior, unidad D, sección C-C'.

**Unidad E.** Esta unidad está compuesta por caliza fosilífera de color gris pardusco rojizo en estratos medianos a gruesos, localmente presenta algunas capas de lutita de espesores delgados a medios. presenta óxidos y vetillas de calcita (Figura 37). Tiene un espesor de 25 metros.

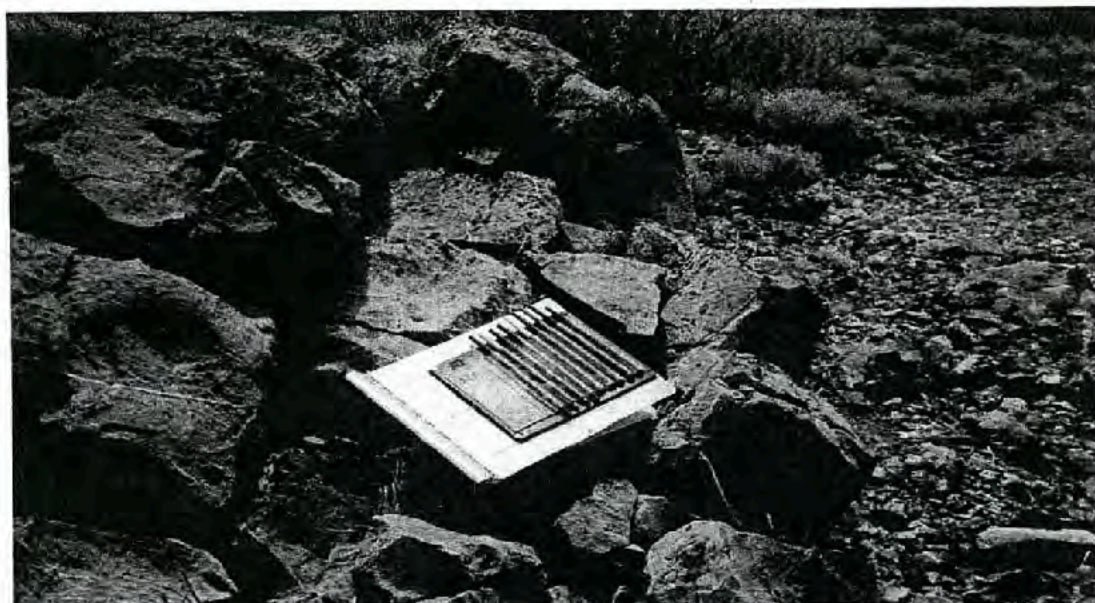


Figura 37.- Calizas medianas a gruesas con intemperismo dolomítico y óxidos de la Caliza Mural inferior, unidad E, sección C-C'.

**Unidad F.** Esta unidad está compuesta en su totalidad por capas de arenisca de coloraciones gris rojizo a gris pardo rosado en estratos delgados a medianos (Figura 38). Tiene un espesor de 50 metros.



Figura 38.- Areniscas delgadas a medianas de la Caliza Mural inferior, unidad F, sección C-C'.

**Unidad G.** Esta unidad está compuesta por caliza fosilífera de coloraciones gris oscuro a gris claro en estratos medianos a gruesos, con intemperismo dolomítico y localmente se le observan nódulos de pedernal, óxidos y vetillas de calcita intercaladas con capas delgadas de arenisca de coloración rojiza (Figuras 39, 40 y 41). Tiene un espesor de 80 metros.



Figura 39.- Caliza mediana a gruesa con abundantes burrows de la Caliza Mural inferior, unidad G, sección C-C'.



Figura 40.- Caliza mediana a masiva con abundantes fósiles de la Caliza Mural inferior, unidad G, sección C-C'.





Figura 41.- Caliza masiva con abundantes ostreas, Caliza Mural inferior, unidad G, sección C-C'.

### **Sección D-D' (Mural superior-Cintura)**

Esta sección se localiza en porción Norte del área de estudio, en la ladera sur de la Sierra Basómari (Figura 2). Tiene un espesor de 393 metros y está dividida en 3 unidades litológicas, de la base a la cima: (Figuras 42 y 43).

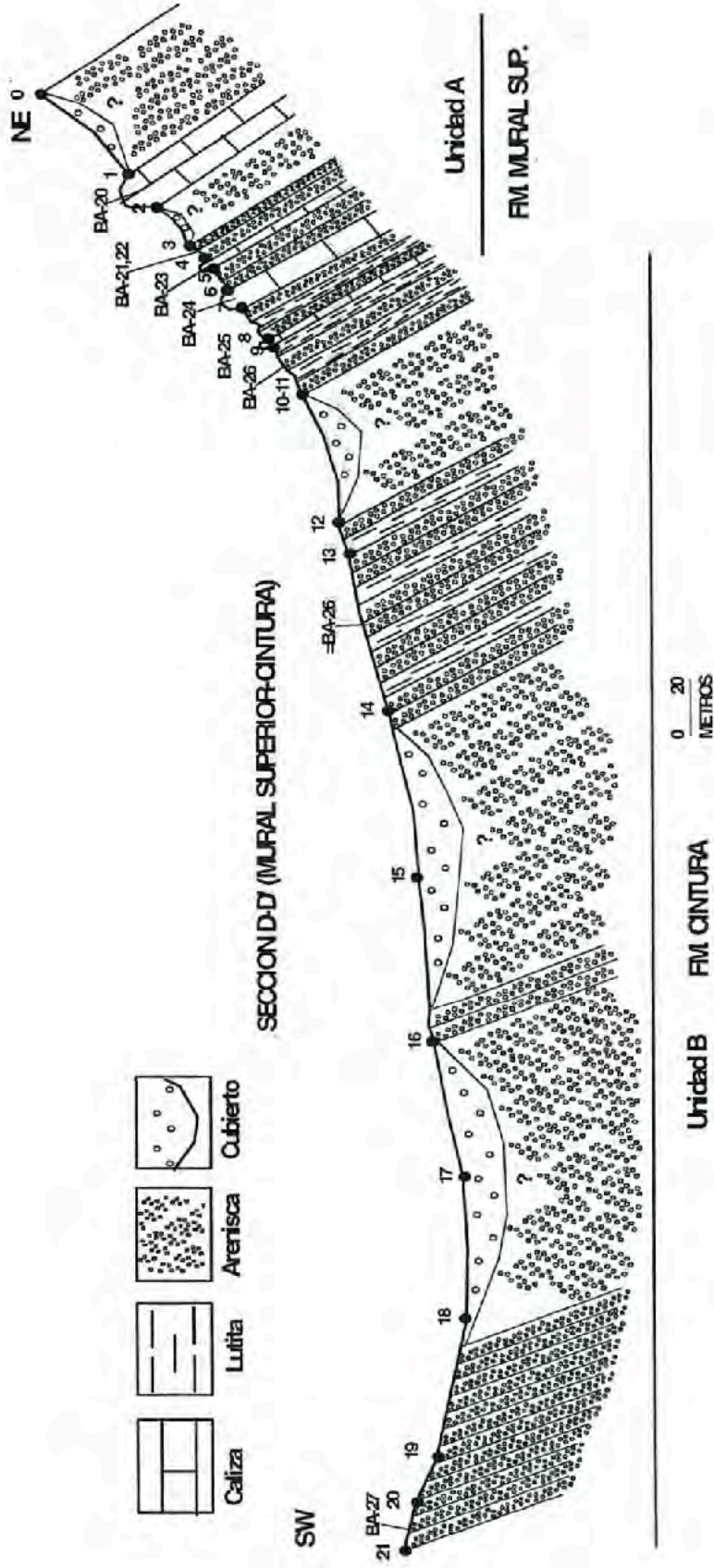


Figura 42.- Perfil esquemático de la sección D-D', mostrando las unidades de campo (A) y muestras colectadas (BA-20), en las Formaciones Mural y Cintura

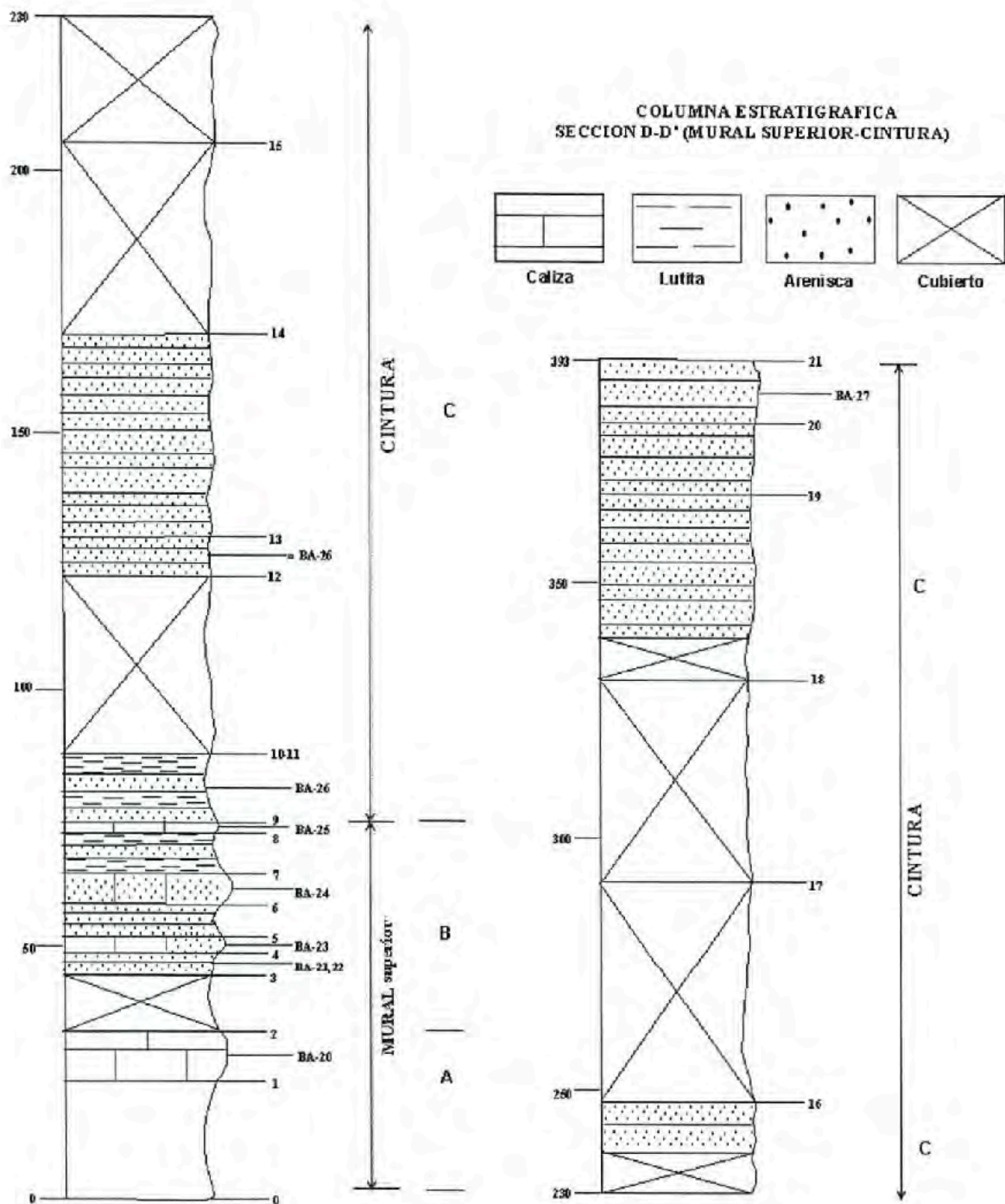


Figura 43.- Columna estratigráfica de la sección D-D', mostrando las unidades de campo (A) y muestras colectadas (BA-20).

## **Formación Mural Superior**

**Unidad A.** Esta unidad está compuesta por capas de caliza fosilífera de coloraciones gris claro en estratos gruesos a masivos, las cuales algunas presentan abundantes fragmentos de ostras, estratificación cruzada, intemperismo dolomítico, nódulos de pedernal y vetillas rellenas de calcita (Figura 44). Presenta un espesor de 25 metros.



Figura 44.- Vista panorámica de la Formación Mural superior, Unidad A, Sección D-D'. En el recuadro acercamiento de la caliza masiva.

**UNIDAD B.** Esta unidad presenta una intercalación de capas de caliza fosilífera delgada a mediana de coloración gris claro parduzco, con capas de arenisca gris claro de espesores delgados y capas delgadas a medianas de lodolita (Figura 45). Presenta un espesor de 50 metros.



Figura 45.- Vista panorámica de la parte superior de la Caliza Mural superior, donde se puede observar algunas capas de caliza intercaladas con arenisca, Unidad B, Sección D-D'.

### **Formación Cintura**

**UNIDAD C.** Esta unidad está constituida por capas de arenisca de coloraciones rojas a rosadas en estratos delgados a gruesos, algunas están intercaladas muy localmente con paquetes de lodolita (Figuras 46 y 47). La unidad tiene un espesor de 318 metros.



Figura 46.- Arenisca mediana de la Formación Cintura, unidad C, sección D-D'.



Figura 47.- Estrato mediano de arenisca de la Formación Cintura, unidad C, sección D-D'.

### **Sección E-E' (Formación Cintura)**

Esta sección se localiza en porción noreste del área de estudio, representa un anticlinal (Figura 2). Tiene un espesor de 231 metros y fue dividida en solamente una unidad litológica: (Figuras 48 y 49).

**Unidad A.** Esta unidad está compuesta por capas de arenisca de espesores delgados a masivos con estratificación cruzada con algunos horizontes se presenta un conglomerado de clastos de caliza. Las areniscas presentan coloraciones café claro, café claro pardusco, gris claro, gris claro pardusco, gris claro rosado y rosa pardusco, y están intercaladas con capas de lodolita de coloraciones café oscuro y verdosas, gris morado y gris morado rojizo (Figuras 50, 51, 52, 53, 54 y 55). Esta unidad presenta un espesor de 231 metros.



Figura 50- Areniscas delgada a mediana de color café pardusco, Formación Cintura, sección E-E'.

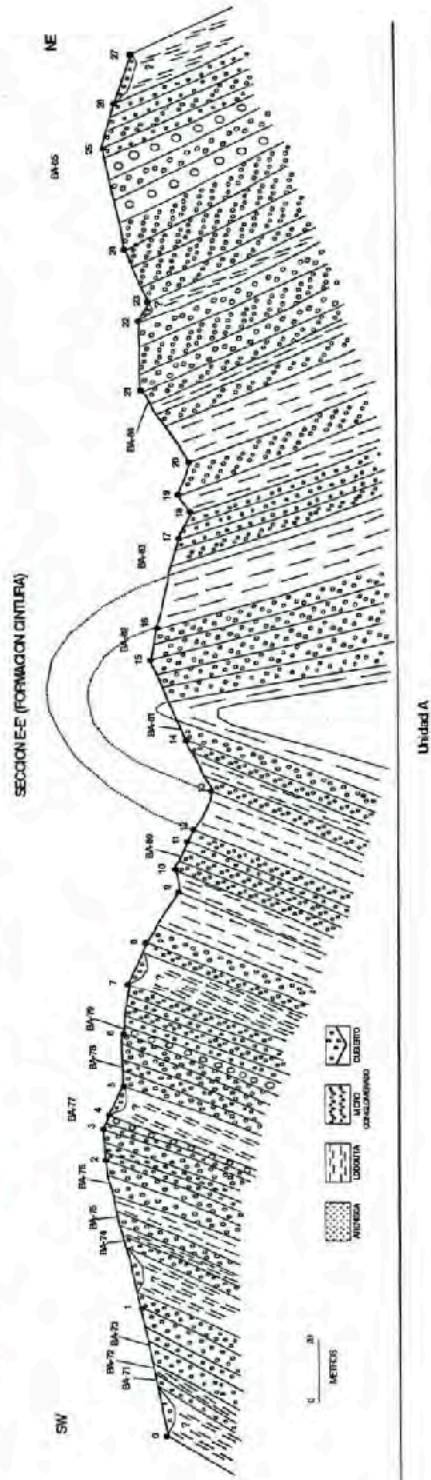


Figura 48.- Vista panorámica y perfil esquemático de la sección E-E', mostrando las unidades de campo (A) y muestras colectadas (BA-71) en la Formación Cintura.



COLUMNA ESTRATIGRAFICA  
SECCION E-E' (FORMACION CINTURA)

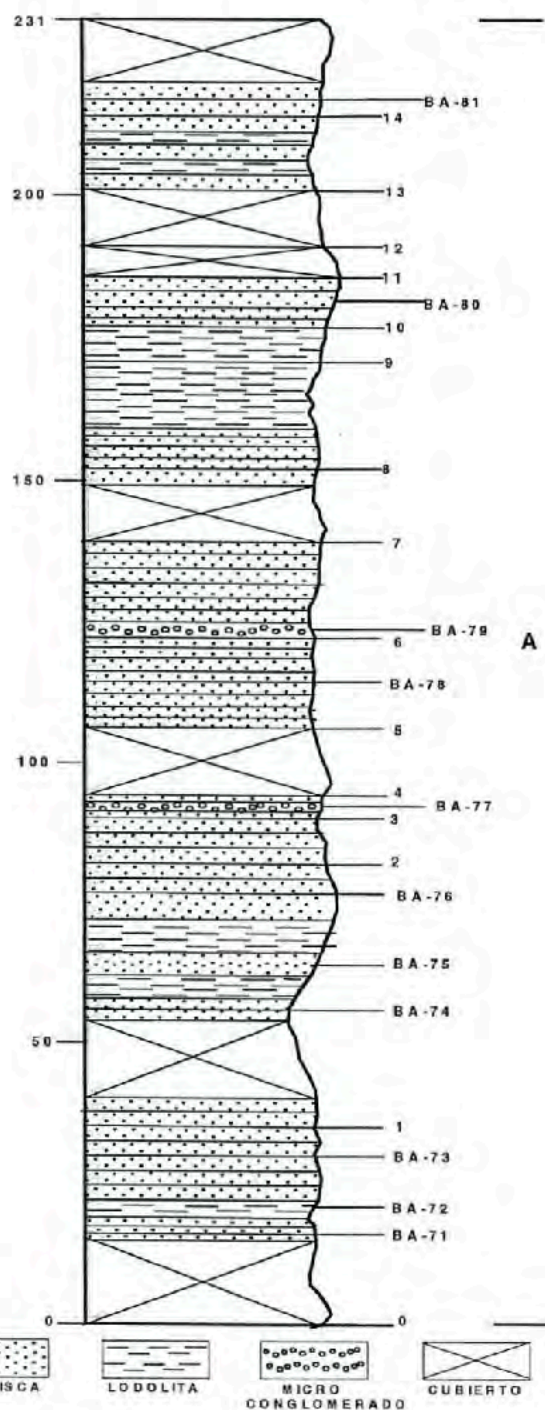


Figura 49.- Columna estratigráfica de la sección E-E', mostrando las unidades de campo (A) y muestras colectadas (BA-20).



Figura 51.- Arenisca delgada a mediana intercalada con lodolita de la Formación Cintura, sección E-E'.



Figura 52.- Arenisca delgada a mediana con estratificación cruzada de la Formación Cintura, sección E-E'.



Figura 53.- Arenisca mediana y lodolita de la Formación Cintura, sección E-E'.



Figura 54.- Arenisca mediana intercalada con un horizonte de conglomerado de clastos pequeños de caliza. Formación Cintura, sección E-E'.

## MICROFACIES Y AMBIENTES SEDIMENTARIOS DE LAS ROCAS CARBONATADAS

El estudio de las microfácies en rocas carbonatadas se realizó analizando y agrupando cada grupo de microfósiles, entre los cuales se dio mayor importancia a los calciponélidos, radiolarios, moluscos, foraminíferos planctónicos y bentónicos, los cuales son de gran utilidad en la identificación de ambientes de depósito (Figura 55), así como la textura y otros aspectos petrográficos. Para facilitar su estudio cada sección se dividió en unidades que a su vez fueron separadas en microfácies y que a continuación se describen más detalladamente.

### Sección A-A'

A continuación se describen las microfácies presentes en la sección A-A', la cual se ubica en la parte central del área de la Sierra Basomari, donde afloran las formaciones Morita y Mural inferior (Figuras 7, 56), (Tabla 1).

**Microfacies 1.-** La microfácies 1 (MF-1) se caracteriza por la presencia de una textura packstone y contenido de frecuentes moluscos y de trazas a frecuente de braquiópodos. De acuerdo a esta asociación faunística se interpreta que el ambiente probable de esta facies es marino nerítico medio a interno. Esta microfácies se presenta en las unidades litológicas A y B (muestras 36 y 32, placa 1, fotos 1-3).

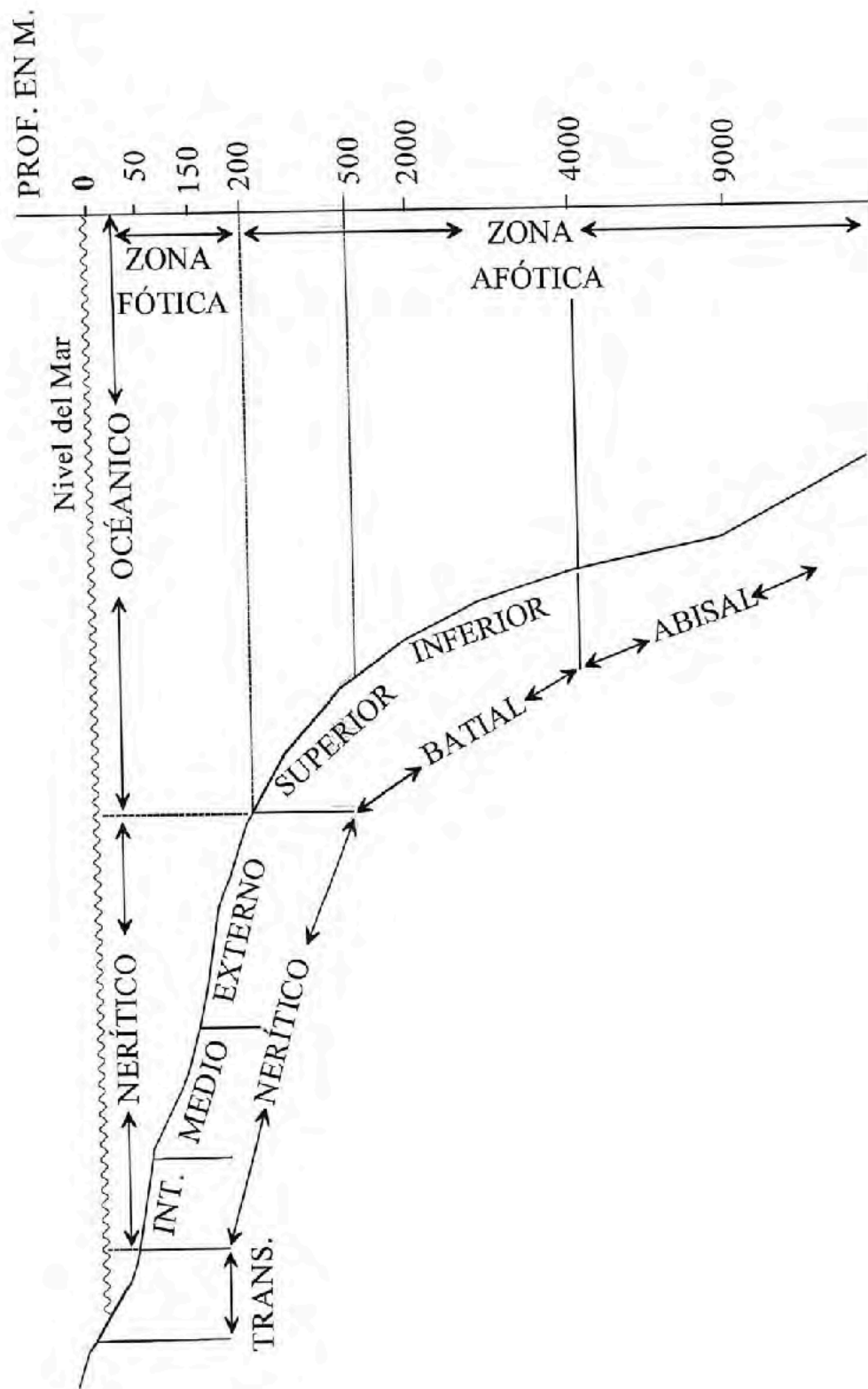


Figura 55.- Perfil batimétrico y ambientes de depósito.

PERFIL BATIMETRICO  
SECCION A-A' (FM MORITA-MURAL)

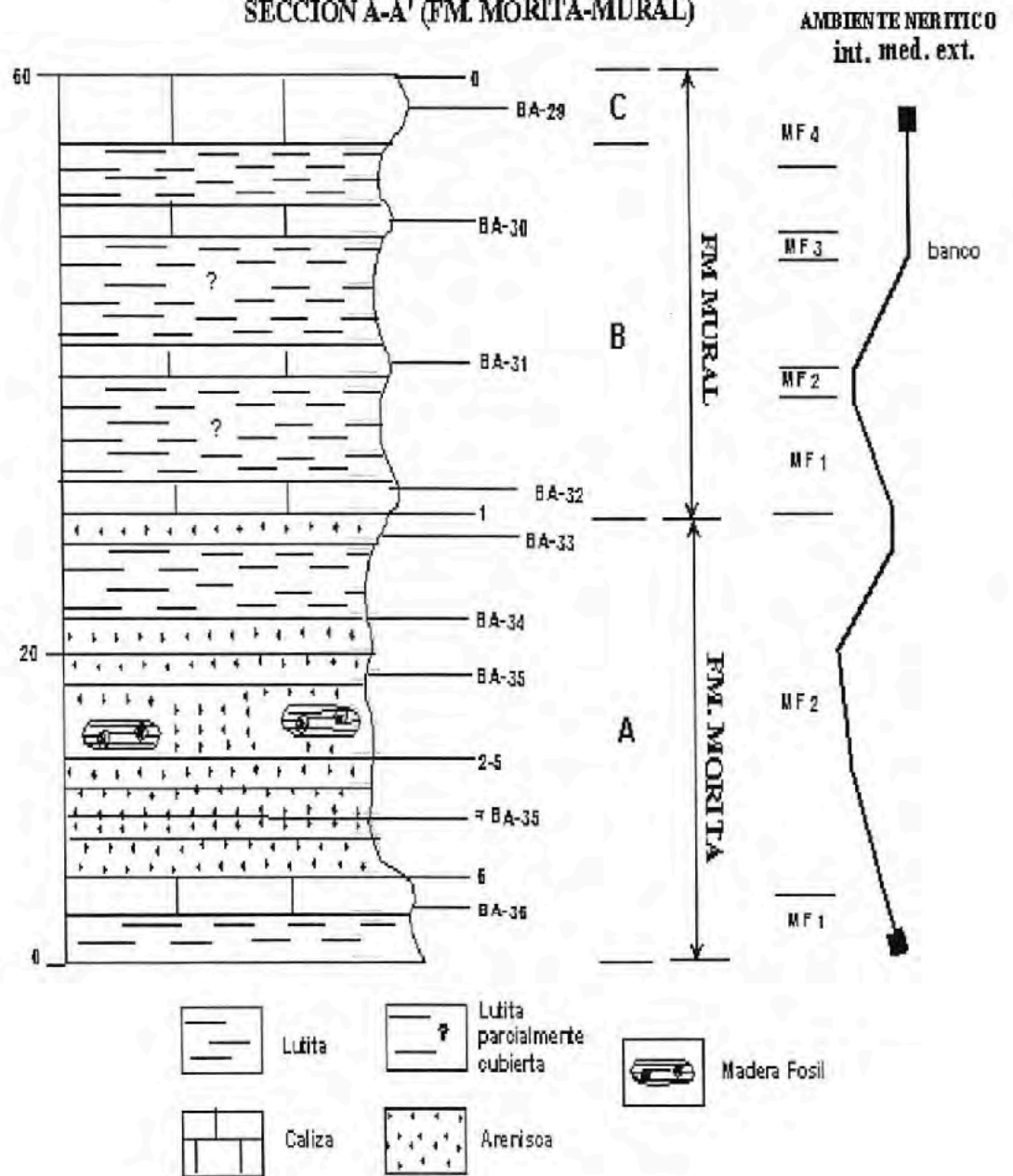


Figura 56.- Perfil Batimétrico de la sección Á-A', mostrando unidades presentes (A), muestras colectadas (BA-29), microfacies (MF1) y ambientes sedimentarios.

SECCIÓN A-A'										
FORMACION		MURAL						MORITA		
MICROFACIES		4	3	2	1	2		1		
UNIDAD		C		B				A		
NUMERO DE MUESTRA		29	30	31	32	33	34	35	36	
TEXTURA	MUDSTONE									
	WACKSTONE	X								
	PACKSTONE				X				X	
	GRAINSTONE		X							
ALQUIMICOS	INTRACLASTOS									
	OOLITAS		?							
	PELETS									
	CORTOIDES		A							
	CALCIESFERAS									
	CALPIONELIDOS									
	RADIOLARIOS									
	ESPONGAS									
	CORALES									
	ANELIDOS									
	BRIOZOARIOS									
	EQUINODERMOS		A							
	ESPINAS DE EQUINODERMOS									
	CRINOIDES									
	PK CRINOIDES		T							
	BRAQUIOPODOS					T	A		F	F
	FORAM.	ROTALEDO PK								
		ROTALEDO BT								
		MILIOLIDOS								
		ORBITOLINIDOS								
	OSTRACODOS						F			
	MOLLUSCOS	F	A		F	F	F	F	F	
	BIVALVOS									
	GASTEROPODOS									
	CEFALOPODOS									
	ALGA ROJA									
	ALGA VERDE									
	PARTICULAS TERRIGENAS									
	MINERALES AUTIGENICOS		GI							

TABLA 1.- Abundancia de aloquímicos en las muestras de la sección A-A'. Mostrando las unidades litológicas y microfacies. X=presencia, T=traza, R=raro, S=escaso, F=frecuente, A=abundante.

**Microfacies 2.-** La microfacies 2 (MF-2) esta compuesta solamente por arenisca calcárea y caliza arcillosa con un contenido abundante de fragmentos de moluscos y braquiópodos. Su ambiente probable de depósito es marino nerítico interno de intermarea. Esta microfacies se presenta en toda la unidad litológica B (muestras 34, 33 y 31, placa 1, fotos 4-7).

**Microfacies 3.-** La microfacies 3 (MF-3) se caracteriza por a presencia de una textura grainstone, contiene una abundancia de cortoides, equinodermos y moluscos y la presencia de oolitas. El ambiente donde se depositó esta microfacies es somero marino nerítico medio con desarrollo de bancos ooidales. Esta microfacies se presenta en la parte superior de la unidad litológica B (muestra 30, placa 1, fotos 8 y 9).

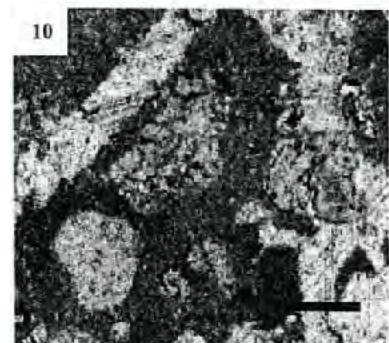
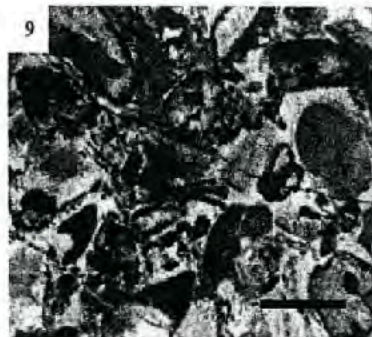
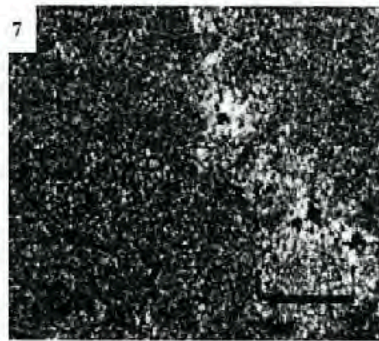
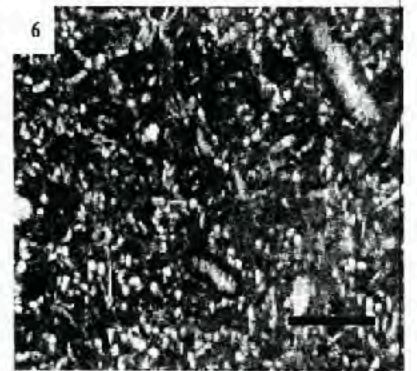
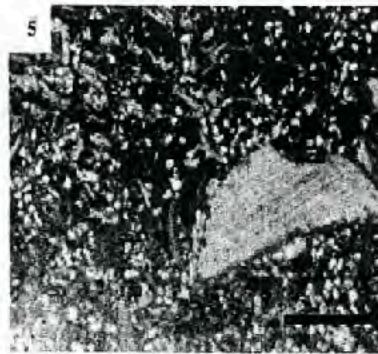
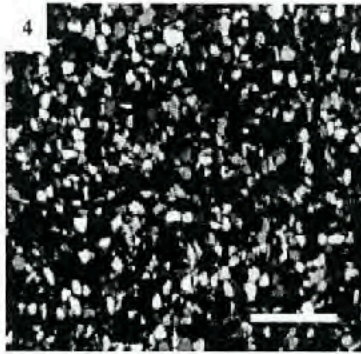
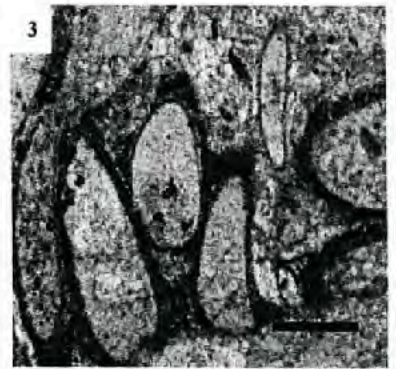
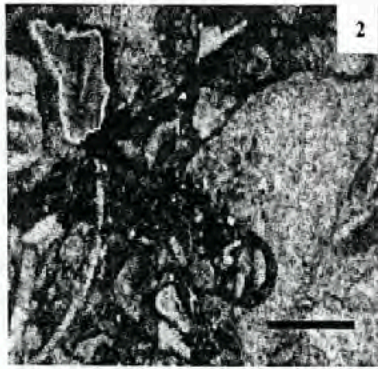
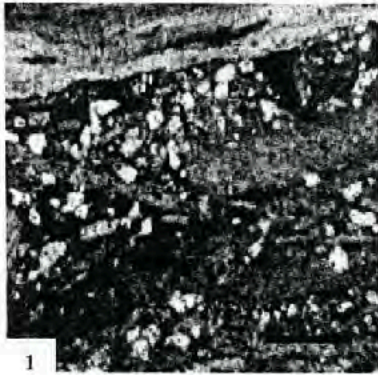
**Microfacies 4.-** La microfacies 4 (MF-4) presenta textura wackestone y contiene solamente moluscos y glauconita como mineral autigénico, por lo que se interpreta que el ambiente característico es marino nerítico medio. Esta microfacies se presenta en toda la unidad litológica C (muestra 29, placa 1, foto 10).



## **PLACA 1**

- 1.- BA- 36, fragmento de braquiópodo, microfacies 1, sección A-A', luz natural, barra = 500 micras.
- 2.- BA-32, fragmento de molusco, microfacies 1, sección A-A', luz natural, barra = 500 micras.
- 3.- BA-32, moluscos, microfacies 1, sección A-A', luz natural, barra = 500 micras.
- 4.- BA-34, arenisca, microfacies 2, sección A-A', luz natural, barra = 500 micras.
- 5.- BA-33, arenisca calcárea y fragmento de equinodermo, microfacies 2, sección A-A', luz natural, barra = 500 micras.
- 6.- BA-33, arenisca calcárea y cortoide, microfacies 2, sección A-A', luz natural, barra = 500 micras.
- 7.- BA- 31, arenisca calcárea, microfacies 2, sección A-A', luz natural, barra = 500 micras.
8. - BA-30, cortoides, crinoides, microfacies 3, sección A-A', luz natural, barra = 500 micras.
- 9.- BA-30, fragmentos de equinodermos, crinoides, microfacies 3, sección A-A', luz natural, barra = 500 micras.
- 10.-BA-29, glauconita y fragmentos de moluscos, microfacies 4, sección A-A', luz natural, barra = 500 micras.

PLACA 1



## **Sección B-B'**

A continuación se describen las microfacies de la sección medida B-B' (Formación Mural inferior – Mural superior), la cual se ubica en la parte norte del área de la Sierra Basómari (Figuras 14, 57), (Tabla 2).

**Microfacies 1.-** La microfacies 1 (MF-1) se caracteriza por la presencia de texturas wackestone, packstone y grainstone, contiene abundantes moluscos, cortoides, foraminíferos planctónicos, trazas a abundantes oolitas y abundantes miliólidos, de escasos a frecuentes intraclastos, frecuentes ostrácodos y trazas de anélidos. De acuerdo a la asociación faunística presente en esta facies se interpreta que el ambiente de depósito es marino nerítico medio con desarrollo de condiciones lagunares y de bancos oodiales, como lo sugiere la presencia de miliólidos y de oolitas, respectivamente. Se presenta en la parte inferior y media de la unidad A (muestras 16,17 y 19, placa 2, fotos 1-6).

**Microfacies 2.-** La microfacies 2 (MF-2) está compuesta solamente por ortocuarcitas. Su probable ambiente de depósito es marino nerítico interno intermareal. Esta microfacies se presenta en la parte inferior de la unidad B (muestras 18, placa 2, foto 7).

**Microfacies 3.-** La microfacies 3 (MF-3) presenta texturas packstone y grainstone y está compuesta por abundantes cortoides, equinodermos y moluscos, frecuentes intraclastos y braquiópodos, así como también trazas de oolitas, anélidos y algas verdes. De acuerdo a la asociación faunística presente en esta facies, se interpreta que el ambiente de depósito es marino nerítico interno. Se presenta en la unidad C (muestras 10, 11 y 12, placa 2, fotos 8-11).

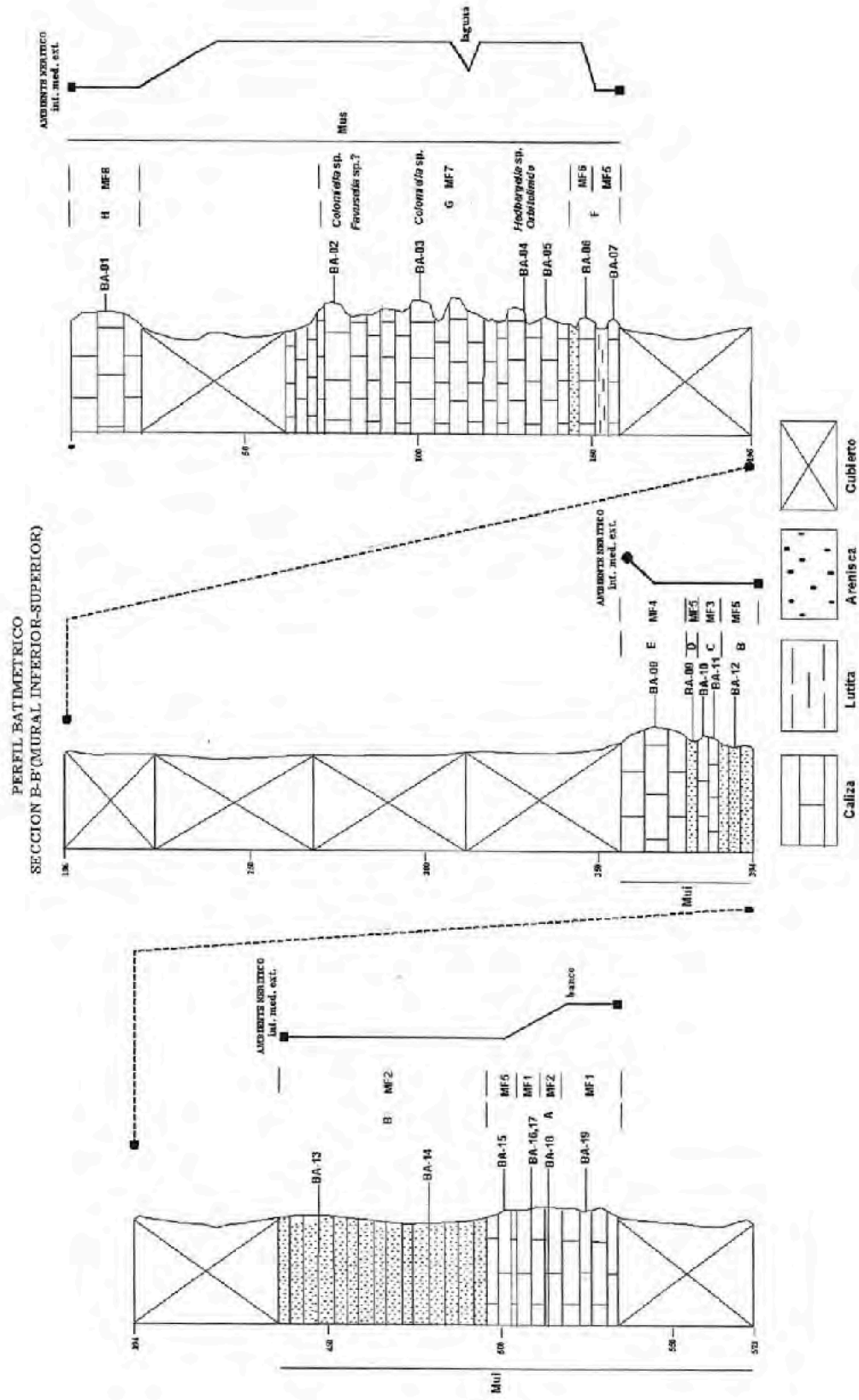


Figura 57.- Perfil Batimétrico de la sección B-B', mostrando unidades presentes (A), muestras colectadas (BA-29), microfacies (MF1) y ambientes sedimentarios.

		SECCIÓN B-B'																			
FORMACION		MURAL SUPERIOR							MURAL INFERIOR												
UNIDAD		H	G			F		E	D	C		B		A							
MICROFACIES		8	7			6	5	4	5	3	5	2	5	1	2	1					
NUMERO DE MUESTRA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
TEXTURA	MUDSTONE		X	X			X														
	WACKSTONE				X	X											X	X			
	PACKSTONE	X			X						X	X								X	
	GRAINSTONE										X									X	
ALQUIMICOS	INTRACLASTOS	F			A						F	F					S			F	
	OOLITAS	T										T					T			A	
	PELETS																				
	CORTOIDES	F									A	A					A			A	
	CALCIESFERAS																				
	CALPIONELIDOS		A	A	A	A	?														
	RADIOLARIOS																				
	ESPONGAS																				
	CORALES	T																			
	ANELIDOS	S				T			T			T							T		
	BRIOZOARIOS																				
	EQUINODERMOS	A					S	S		T	A	A	A								
	ESPINAS DE EQUINODERMOS	F	R	S	F	F															
	CRINOIDES																				
	PK CRINOIDES		R	R																	
	BRAQUIOPODOS				S	A						F				S					
	FORAM.	ROTALE PK		R	F	F		R												A	
		ROTALE BT	R	T	T	F		T												R	R
		MILIOLIDOS			T	T												A	A		T
		ORBITOLINIDOS				T															
	OSTRACODOS			A		F													F		
	MOLLUSCOS		S	F	F	F	S	F	F	T	F	A	F			F	A	F			
	BIVALVOS	A		S	S	F															
	GASTEROPODOS	A		T															R		
	CEFALOPODOS																				
	ALGA ROJA					T						?									
	ALGA VERDE												T								
	PARTICULAS TERRIGENAS																				
	MINERALES AUTIGENICOS		Fe		Fe					GI											

TABLA 2.- Abundancia de aloquímicos en las muestras de la sección B-B'. Mostrando las unidades litológicas y microfacies. X=presencia, T=traza, R=raro, S=escaso, F=frecuente, A=abundante.

**Microfacies 4-** La microfacies 4 (MF-4) presenta una textura recristalizada de una caliza fosilífera, contiene abundantes moluscos y trazas de anélidos. El ambiente donde se depositó esta microfacies es marino nerítico medio. Esta microfacies se presenta en la unidad E (muestra 13, placa 2, foto 12, muestra 8, placa 3, foto 1).

**Microfacies 5.-** La microfacies 5 (MF-5) está compuesta solamente de arenisca calcárea y caliza arenosa, presenta trazas a frecuentes moluscos, de escasos a abundantes equinodermos y escasos braquiópodos. De acuerdo a la asociación faunística presente en esta facies se interpreta que el ambiente característico es marino nerítico interno. Esta microfacies se presenta en las unidades A, B, D y F (muestras 7, 9, 12 y 15, placa 3, fotos 2-7).

**Microfacies 6.-** La microfacies 6 (MF-6) presenta textura mudstone, contiene principalmente moluscos aunque muy escasos y contenidos menores de foraminíferos planctónicos y bentónicos, así como posibles calpionélidos. El ambiente donde se depositó esta microfacies es marino nerítico externo. Esta microfacies se presenta en la parte superior de la unidad F (muestra 6, placa 3, fotos 8 y 9).

**Microfacies 7.-** La microfacies 7 (MF-7) se caracteriza por la presencia texturas mudstone, wackestone y packstone, está compuesta por abundantes calpionelidos (*Colomiella* sp.) e intraclastos, abundantes a escasos braquiópodos, frecuentes a raras espinas de equinodermos, frecuentes ostrácodos y moluscos, escasos a frecuentes bivalvos, raros a frecuentes foraminíferos bentónicos y planctónicos (*Hedbergella* sp.), trazas de anélidos, gasterópodos, miliólidos y orbitolínidos, raros crinoides planctónicos; así como la también la presencia de pirita como traza. De acuerdo a la asociación faunística presente se interpreta que el ambiente probable de esta facies es marino nerítico medio con desarrollo de ambientes lagunares (miliólidos) a nerítico externo (plataforma marina abierta) como lo sugiere la presencia de crinoides planctónicos. Esta microfacies se presenta en toda la unidad G (muestras 2, 3, 4 y 5, placa 4, foto 1-9)

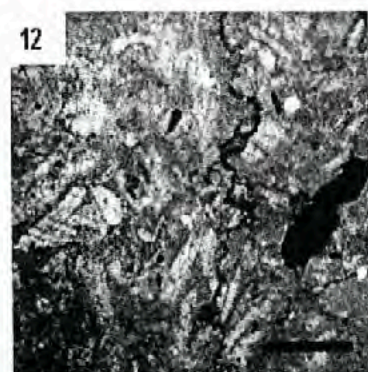
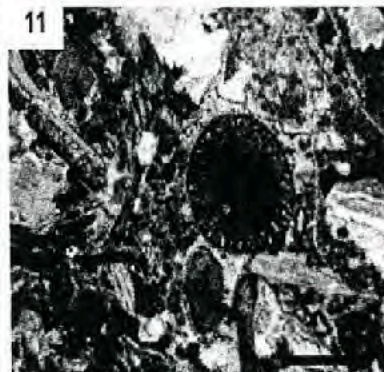
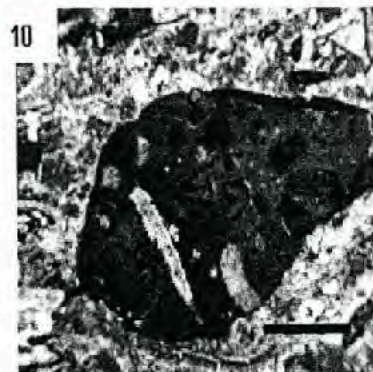
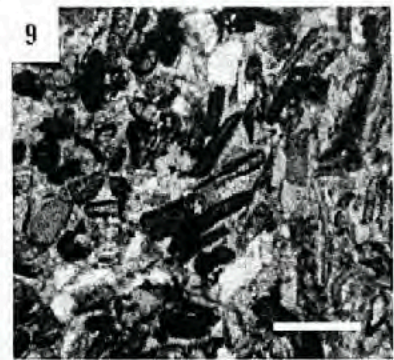
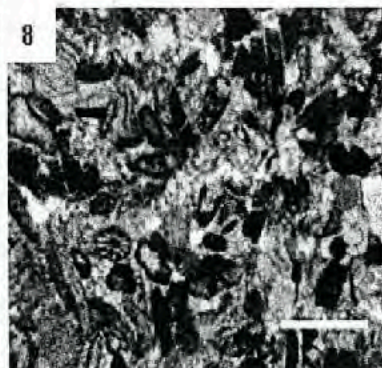
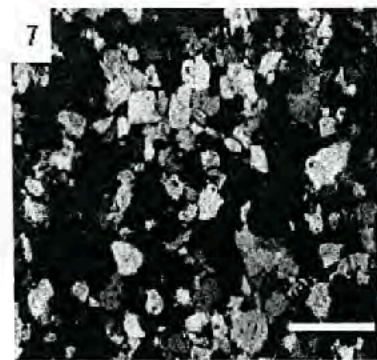
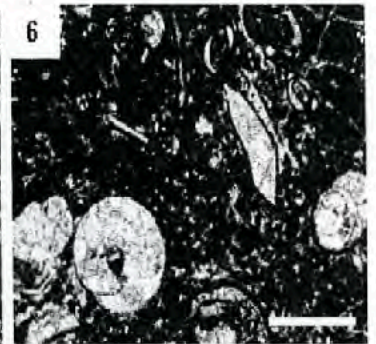
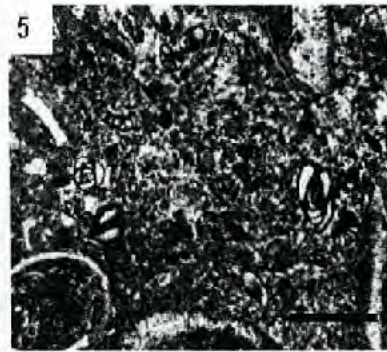
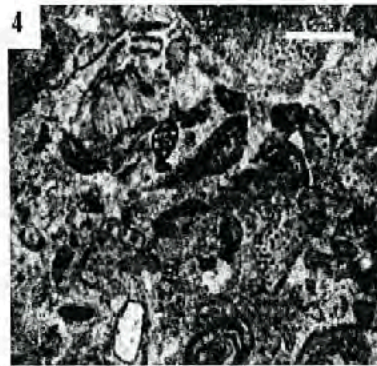
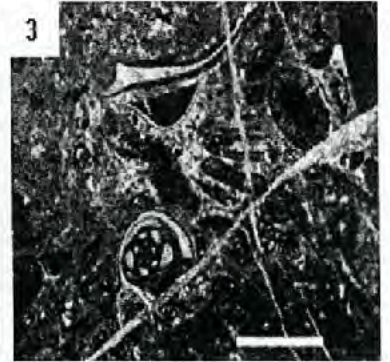
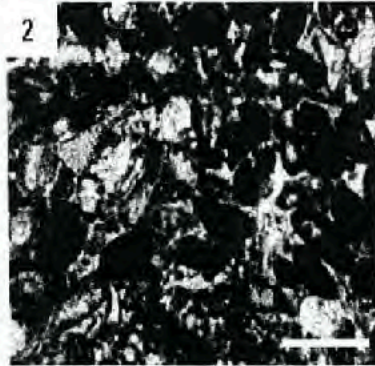
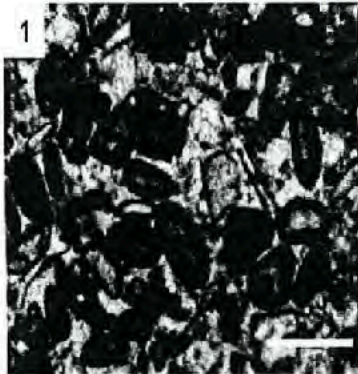
**Microfacies 8.-** La microfacies 8 (MF-8) presenta una textura packstone, contiene abundantes equinodermos, bivalvos y gasterópodos, frecuentes intraclastos, cortoides y espinas de equinodermo, escasos anélidos y raros foraminíferos bentónicos, trazas de oolitas y corales, así como también la presencia de algunos minerales autigénicos (pirita y óxidos). De acuerdo a la asociación faunística presente se interpreta que el ambiente de depósito probable de esta facies es marino nerítico de intermarea a medio con desarrollo de bancos y biohemas. Esta microfacies se presenta en toda la unidad H (muestra 1, placa 4, fotos 10-12).

## **PLACA 2**

- 1.- BA- 19, cortoides, oolitas, microfacies 1, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 2.- BA-19, cortoides, foraminífero bentónico, microfacies 1, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 3.- BA-17, miliólidos, oolitas, fragmento de una valva de ostrácodo, microfacies 1, sección B-B', luz natural ,barra = 500 micras.
- 4.- BA-17, miliólidos, microfacies 1, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 5.- BA-16, miliólidos, fragmento de una valva de ostrácodo, microfacies 1, luz natural, barra = 500 micras.
- 6.- BA-16, miliólidos, fragmento de molusco, gasterópodo recristalizado, microfacies 1, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 7.- BA-18, ortocuarcita, microfacies 2, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 8.- BA-10, espina de equinodermo, cortoides, microfacies 3, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 9.- BA-10, cortoides, microfacies 3, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 10.- BA-11, intraclasto, microfacies 3, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 11.- BA-12, alga verde, microfacies 3, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 12.- BA-13, estilolita, glauconita, microfacies 4, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.



PLACA 2

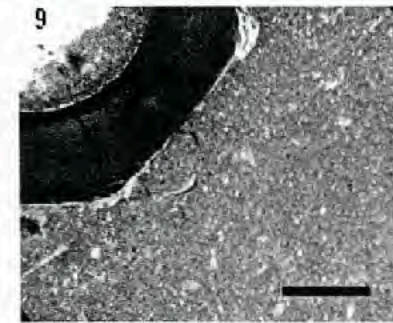
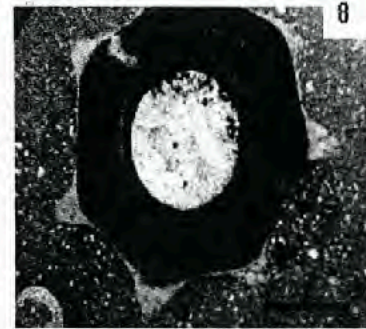
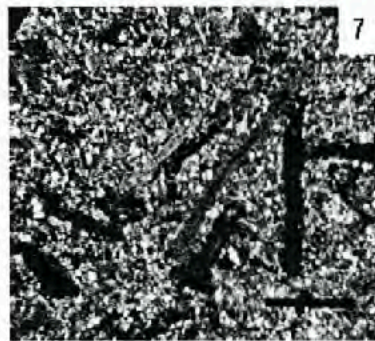
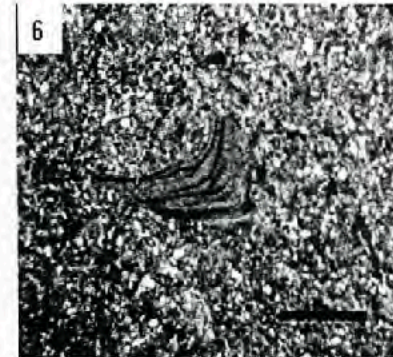
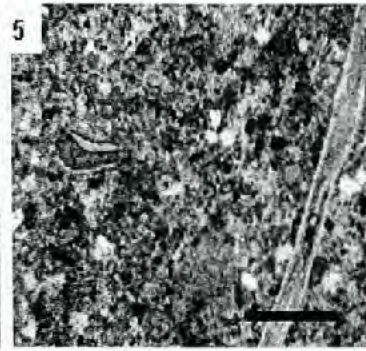
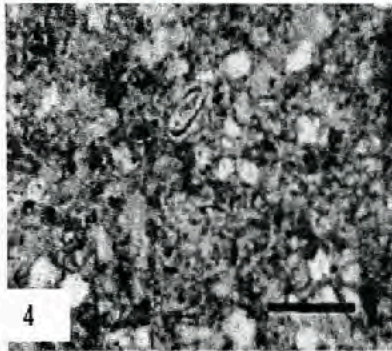
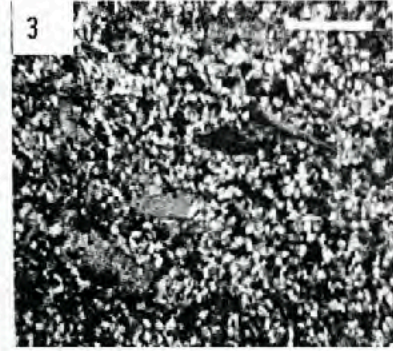
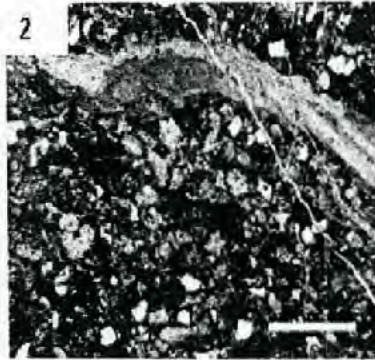
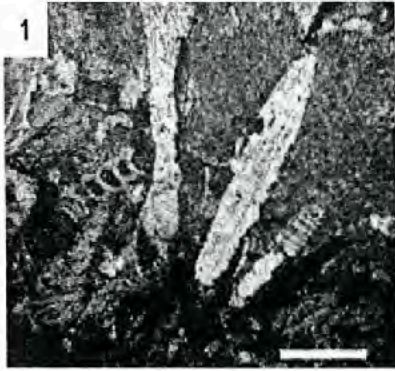


### **PLACA 3**

- 1.- BA-08, foraminífero bentónico, microfacies 4, sección B-B', luz natural , barra = 500 micras.
- 2.- BA-15, caliza arenosa, fragmento de moluscos, microfacies 5, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 3.- BA-12, arenisca calcárea, fragmento de una valva de ostrácodo, microfacies 5, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 4.- BA-09, arenisca calcárea, miliólido, glauconita, microfacies 5, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 5.- BA-09, arenisca calcárea, fragmentos de moluscos, microfacies 5, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 6.- BA-07, arenisca calcárea, fragmento de molusco, microfacies 5, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 7.- BA-07, fragmentos de moluscos, microfacies 5, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 8.- BA-06, espina de molusco, microfacies 6, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 9.- BA-06, espina de molusco, microfacies 6, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.



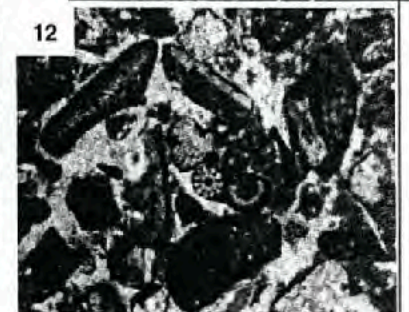
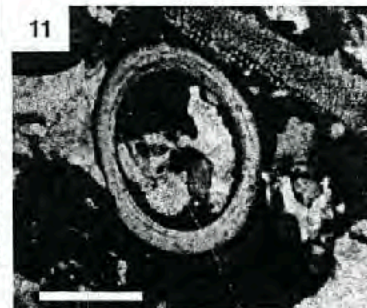
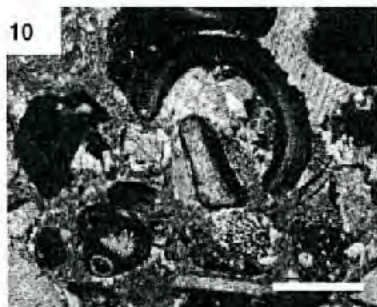
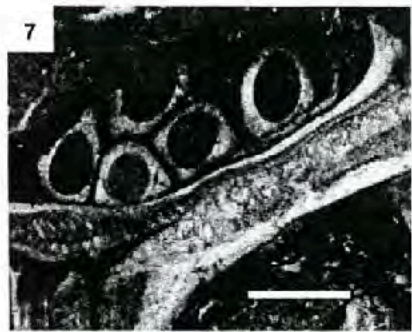
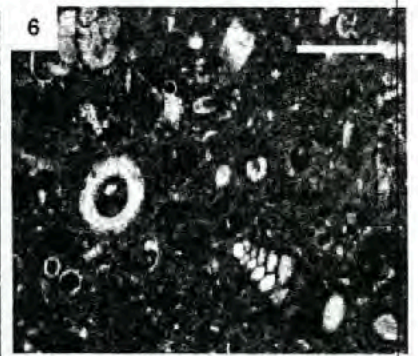
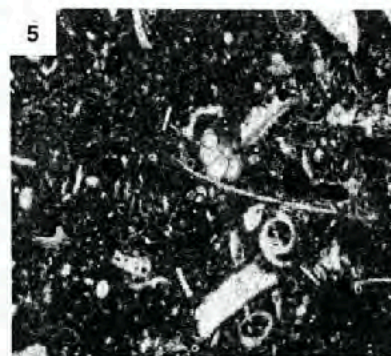
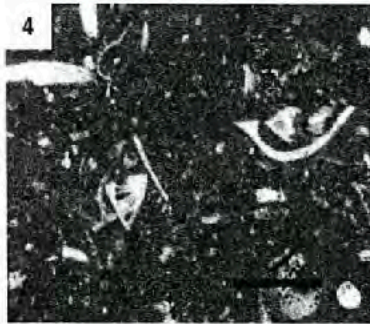
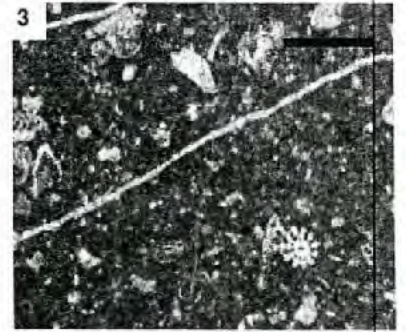
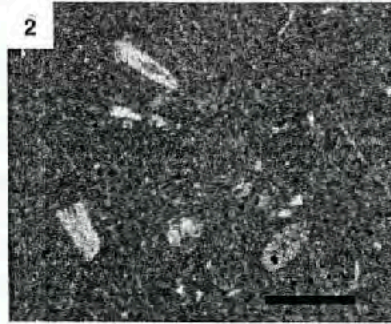
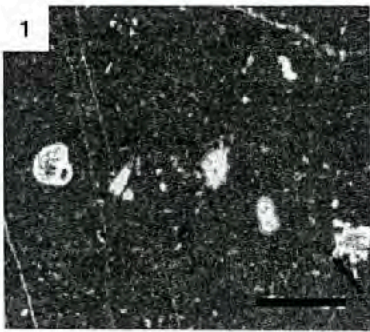
PLACA 3



## **PLACA 4**

- 1.- BA- 02, foraminífero bentónico y planctónico, microfacies 7, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 2.- BA-02, espinas de equinodermo, microfacies 7, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 3.- BA-03, espina de equinodermo, microfacies 7, sección B-B', luz natural , barra = 500 micras.
- 4.- BA-03, fragmento de valva de ostrácodo y bivalvos, microfacies 7, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 5.- BA-04, foraminífero planctónico, gasterópodo, calpionélido, microfacies 7, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 6.- BA-04, foraminífero bentónico, calciesfera, calpionélido, microfacies 7, sección B-B', sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 7.- BA-05, pelecípodos, anélidos rellenos de micrita dentro de un molusco, microfacies 7, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 8.- BA-05, gasterópodo, microfacies 7, sección B-B', sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 9.- BA-05, fragmento de alga roja, espina de equinodermo, microfacies 7, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 10.- BA-01, fragmento de anélido, intraclastos, espina de equinodermo, microfacies 8, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 11.- BA-01, tubo de anélido relleno de intraclastos, espina de equinodermo, microfacies 8, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.
- 12.- BA-01, espina de equinodermo, cortoides, microfacies 8, sección B-B', luz natural, barra = 500 micras.

PLACA 4



## **Sección C-C'**

A continuación se describen las microfacies de las sección medida C-C' (Caliza Mural Inferior) la cual se ubica en la parte norte del área de la Sierra Basómari (Figuras 30, 58), (Tabla 3).

**Microfacies 1.-** La microfacies 1 (MF-1) presenta texturas packstone y grainstone, contiene abundantes oolitas, frecuentes intraclastos y moluscos, trazas de foraminíferos bentónicos y anélidos. De acuerdo a la asociación faunística presente se interpreta que el ambiente probable de depósito de esta facies es marino nerítico interno a medio con desarrollo de bancos ooidales. Esta microfacies se presenta en toda la unidad A (muestra 41, placa 5, fotos 1 y 2).

**Microfacies 2.-** La microfacies 2 (MF-2) está compuesta solamente por arenisca, arenisca calcárea y ortocuarcita, con una presencia de braquiópodos muy frecuentemente solo en la muestra 52 y cuarzo como mineral autigénico. El ambiente probable de depósito de esta facies es marino nerítico interno de intermarea a nerítico medio, Esta microfacies se presenta en las unidades B, D, y F (muestras 42, 43 y 52, placa 5, fotos 3-5).

COLUMNA ESTRATIGRAFICA  
SECCION C-C' (MURAL INFERIOR)

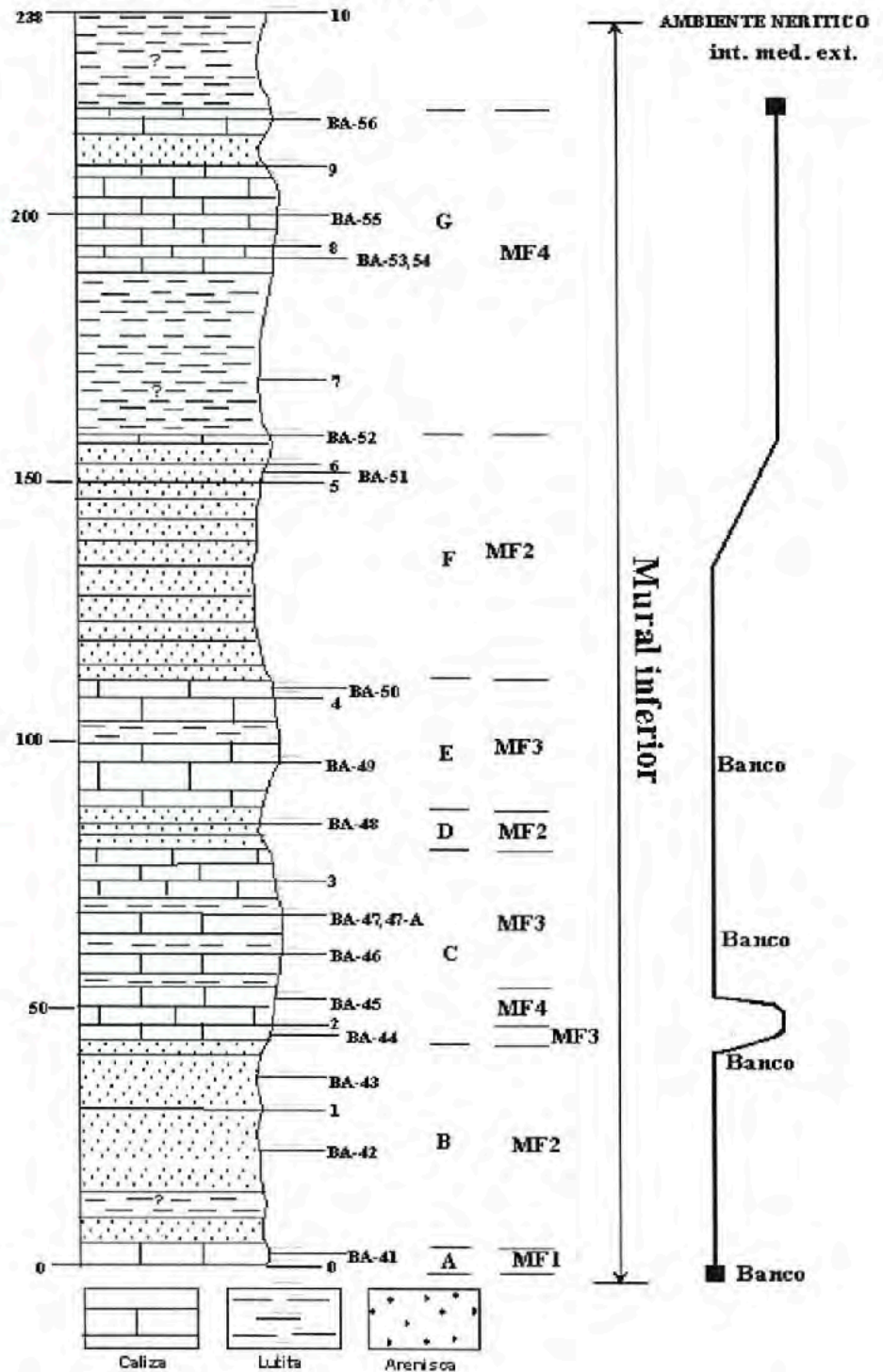


Figura 58.- Perfil Batimétrico de la sección C-C', mostrando unidades presentes (A), muestras colectadas (BA-29), microfacies (MF1) y ambientes sedimentarios.

SECCION C-C'																			
FORMACION		MURAL INFERIOR																	
MICROFACIES		1	2	3	4	3	2	3	2	4									
UNIDAD		A	B	C				D	E	F	G								
NUMERO DE MUESTRA		41	42	43	44	45	46	47	47A	48	49	50	51	52	53	54	55	56	
TEXTURA	MUDSTONE	41				X													
	WACKSTONE						X		X						X	X	X	X	
	PACKSTONE	X			X		X	X	X		X	X							
	GRAINSTONE							X				X							
ALQUIMICOS	INTRACLASTOS	F			F		F	R	F		F	F							
	OOLITAS	A			F		A	A			A	A							
	PELETS				F		R	S			R	R			R				
	CORTOIDES				T			R			F							F	
	CALCIESFERAS																		
	CALPIONELIDOS																		
	RADIOLARIOS																		
	ESPONGAS																		
	CORALES																		
	ANELIDOS	T										T							
	BRIOZOARIOS																		
	EQUINODERMOS																		
	ESPINAS DE EQUINODERMOS					R													
	CRINOIDES						T												
	PK CRINOIDES																		
	BRAQUIOPODOS					R				R					F	?	T	S	F
	FORAM.	ROTAIDO PK										R							
		ROTAIDO BT	T			R		R				F							
		MILIOLIDOS																	
		ORBITOLINIDOS																	
	OSTRACODOS																		
	MOLLUSCOS	F				R				F					S	T	S	?	
	BIVALVOS																		
	GASTEROPODOS											R							
	CEFALOPODOS																		
	ALGA ROJA											F							
	ALGA VERDE											F							
	PARTICULAS TERRIGENAS														Qz	Qz	Qz		
MINERALES AUTIGENICOS					Fe		Fe	Fe			Fe								

TABLA 3.- Abundancia de aloquímicos en las muestras de la sección C-C'. Mostrando las unidades litológicas y microfacies. X=presencia, T=traza, R=raro, S=escaso, F=frecuente, A=abundante.



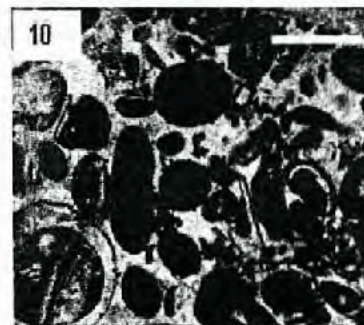
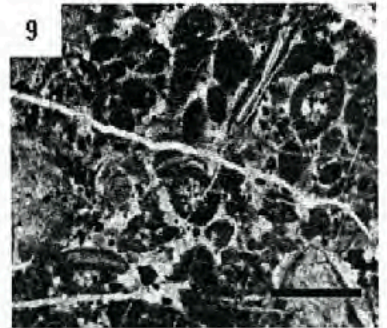
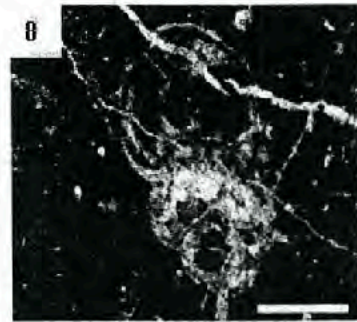
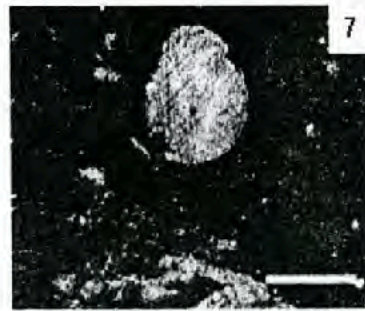
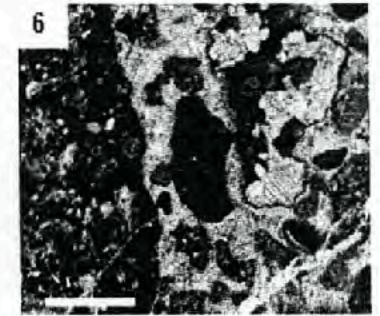
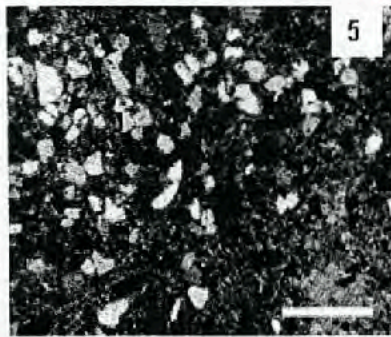
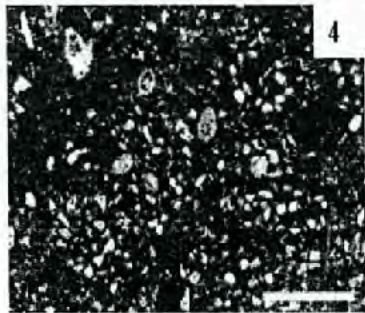
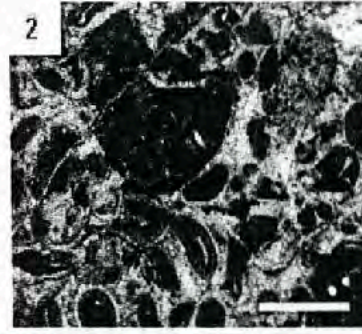
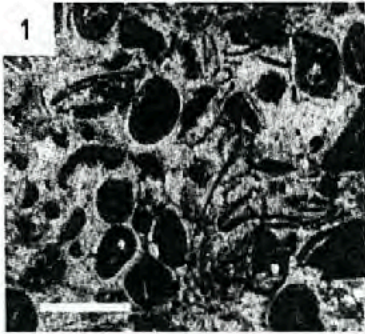
**Microfacies 3.-** La microfacies 3 (MF-3) se caracteriza por la presencia de textura packstone y está compuesta por abundantes oolitas, frecuentes intraclastos, algas rojas y algas verdes, de raros a frecuentes pelets, cortoides, moluscos y foraminíferos bentónicos y planctónicos, raros braquiópodos y espinas de equinodermos, trazas de anélidos, crinoides y hematita como mineral antigénico. De acuerdo a la asociación faunística presente se interpreta que el ambiente probable de depósito de esta facies es marino nerítico interno a medio con desarrollo de bancos ooidales. Se presenta en las unidades C y E (muestras 44, 46, 47, placa 5, fotos 6-10, muestras 47A , 49, 50, placa 6, fotos 1-6).

**Microfacies 4.-** La microfacies 4 (MF-4) presenta texturas mudstone y wackestone, contiene principalmente braquiópodos de trazas a frecuentes, raros a trazas de moluscos y raros contenidos de espinas de equinodermo y cuarzo como mineral antigénico. El ambiente probable donde se depositó esta microfacies es marino nerítico medio. Se presenta en la unidad C y G (muestras 45, 53 ,54, 55 y 56, placa 6, fotos 7-15).

### **PLACA 5**

- 1.- BA- 41, oolitas, intraclastos, microfacies 1, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 2.- BA-41, oolitas , intraclastos, microfacies 1, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 3.- BA-42, ortocuarcita, microfacies 2, sección C-C', luz natural , barra = 500 micras.
- 4.- BA-43, arenisca calcárea, microfacies 2, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 5.- BA-52, caliza arenosa, microfacies 2, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 6.- BA-44, oolitas, intraclastos, microfacies 3, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 7.- BA-46, crinoíde, microfacies 3, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 8.- BA-46, gasterópodo microfacies 3, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 9.- BA-46, oolitas, microfacies 3, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 10.- BA-47, oolitas, espina de molusco, microfacies 3, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.

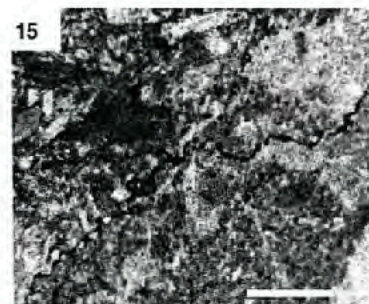
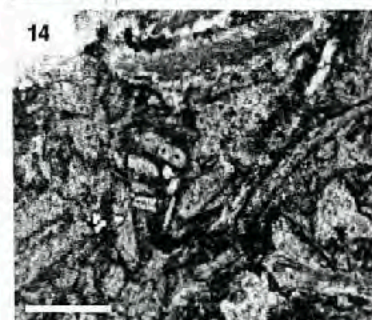
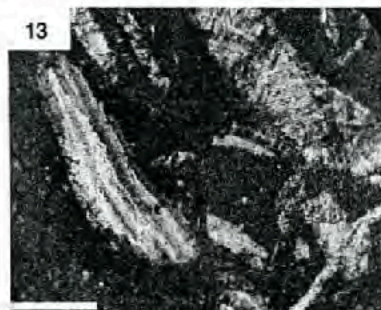
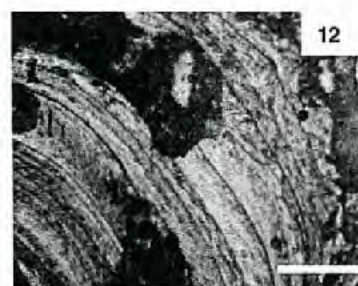
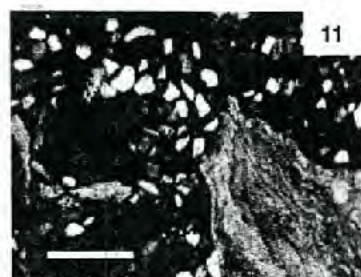
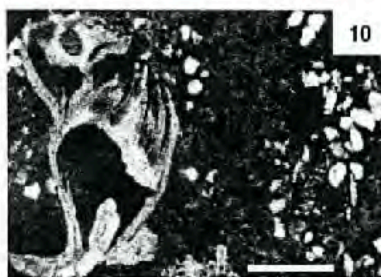
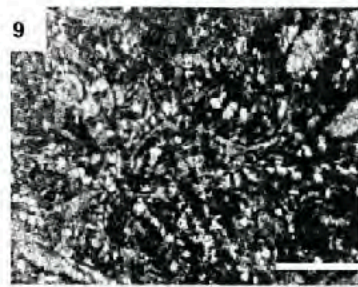
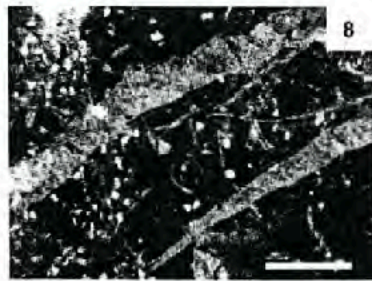
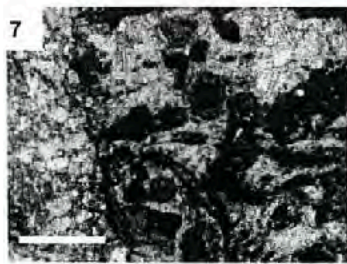
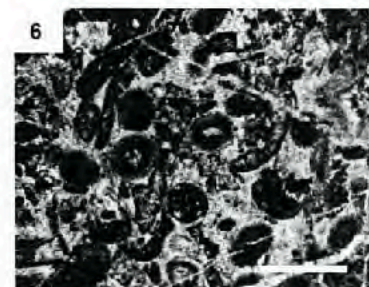
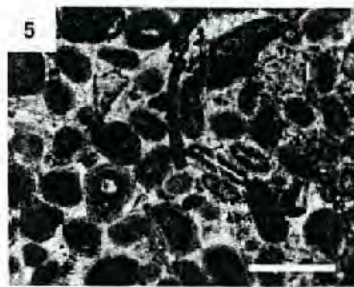
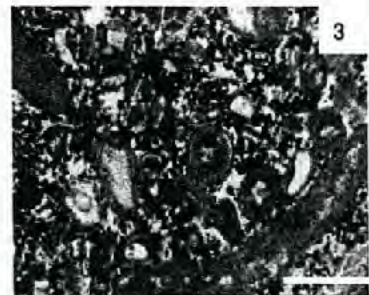
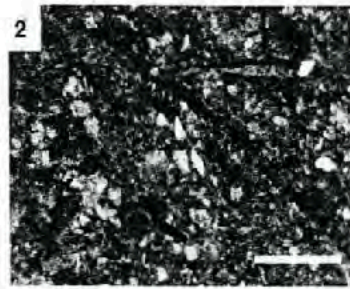
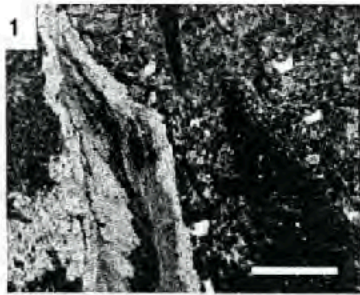
PLACA5



## PLACA 6

- 1.- BA- 47a, fragmento de molusco, microfacies 3, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 2.- BA- 47a, espina de braquiópodo, microfacies 3, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 3.- BA- 49, oolitas, microfacies 3, sección C-C', luz natural , barra = 500 micras.
- 4.- BA- 49, oolitas, cortoides, microfacies 3, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 5.- BA- 50, oolitas, cortoides, microfacies 3, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 6.- BA- 50, oolitas, intraclastos , microfacies 3, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 7.- BA- 45, espina de braquiópodo, microfacies 4, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 8.- BA- 53, caliza arenosa, fragmento de ostrácodo, microfacies 4, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 9.- BA- 53, caliza arenosa, fragmento de molusco, microfacies 4, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 10.- BA- 54, molusco, cuarzo, microfacies 4, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 11.- BA- 54, fragmento de braquiopodo, cuarzo, microfacies 4, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 12.- BA- 55, fragmento de molusco, microfacies 4, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 13.- BA- 55, fragmento de molusco y braquiópodo, microfacies 4, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.
- 14.- BA- 56, fragmento de molusco y braquiópodo, microfacies 4, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras
- 15.- BA-56, estilolita, microfacies 4, sección C-C', luz natural, barra = 500 micras.

PLACA 6



## **Sección D-D'**

A continuación se describen las microfacies de la sección medida D-D' (Caliza Mural Superior – Formación Cintura) la cual se ubica en la parte norte del área de la Sierra Basómari (Figuras 39, 59), (Tabla 4).

**Microfacies 1.-** La microfacies 1 (MF-1) presenta textura wackestone, contiene abundantes pelets, frecuentes intraclastos, miliólidos, orbitolínidos y trazas de bivalvos. De acuerdo a la asociación faunística presente se interpreta que el ambiente probable de esta facies es marino nerítico medio con probable desarrollo de lagunas y conexiones a mar abierto como lo sugiere la presencia de miliólidos y orbitolínidos, respectivamente. Esta microfacies se presenta en la toda la unidad A (muestras 20, placa 7, fotos 1 y 2).

**Microfacies 2.-** La microfacies 2 (MF-2) está compuesta solamente por arenisca, arenisca calcárea y ortocuarcita. No presenta contenido fósil. El probable ambiente de depósito de esta microfacies es marino nerítico interior de intermarea. Se presenta en las unidades B y C (muestras 21 y 24, placa 7, fotos 3 y 4).

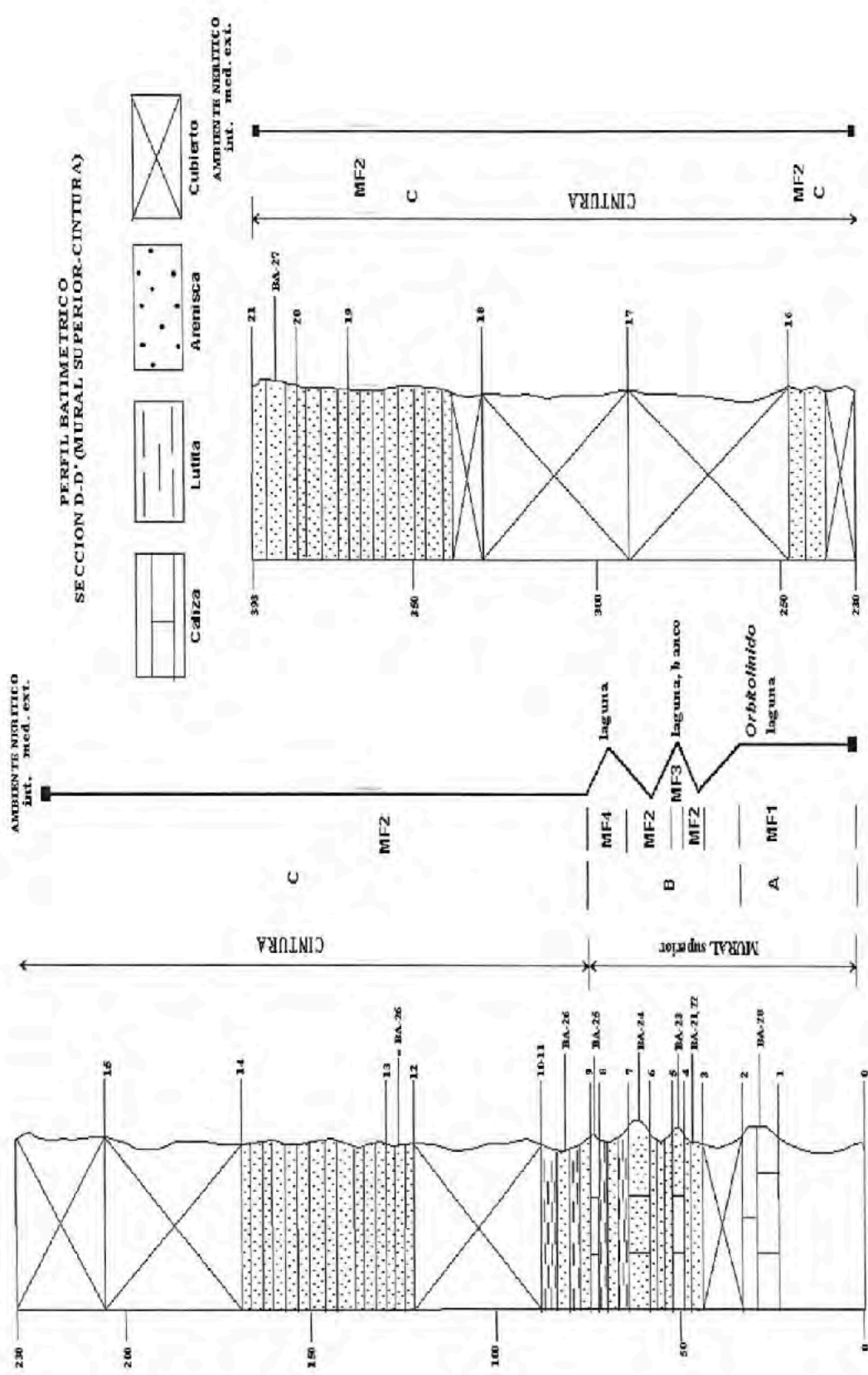


Figura 59.- Perfil Batimétrico de la sección D-D', mostrando unidades presentes (A), muestras colectadas (BA-29), microfacies (MF1) y ambientes sedimentarios.

SECCIÓN D-D'											
FORMACION		MURAL SUPERIOR				CINTURA					
MICROFACIES		1	2	3	2	4	2				
UNIDAD		A	B			C					
NUMERO DE MUESTRA		20	21	22	23	24	25	26	27	28	
TEXTURA	MUDSTONE										
	WACKSTONE	X	ORTOCUARCITA	ORTOCUARCITA	X	ARENISCA CALCAREA	X	ORTOCUARCITA	ORTOCUARCITA	ORTOCUARCITA	
	PACKSTONE										
	GRAINSTONE										
ALOQUIMICOS	INTRACLASTOS	F			R						
	OOLITAS				S						
	PELETS	A	ORTOCUARCITA	ORTOCUARCITA					ORTOCUARCITA	ORTOCUARCITA	
	CORTOIDES										
	CALCIESFERAS										
	CALPIONELIDOS						T				
	RADIOLARIOS										
	ESPONGAS										
	CORALES										
	ANELIDOS				T						
	BRIOZOARIOS										
	EQUINODERMOS										
	ESPINAS DE EQUINODERMOS				F		A				
	CRINOIDES										
	PK CRINOIDES										
	BRAQUIOPODOS										
	FORAM.	ROITALIDO PK									
		ROITALIDO BT	S			A					
		MILIOLIDOS	F			A		S			
		ORBITOLINIDOS	F								
	OSTRACODOS						S				
	MOLLUSCOS				F	R	F				
	BIVALVOS	T									
	GASTEROPODOS										
	CEFALOPODOS										
	ALGA ROJA										
	ALGA VERDE				?						
	PARTICULAS TERRIGENAS					Qz	Qz				
	MINERALES AUTIGENICOS										

TABLA 4.- Abundancia de aloquímicos en las muestras de la sección D-D'. Mostrando las unidades litológicas y microfacies. X= presencia, T= traza, R=raro, S=escaso, F=frecuente, A=abundante.



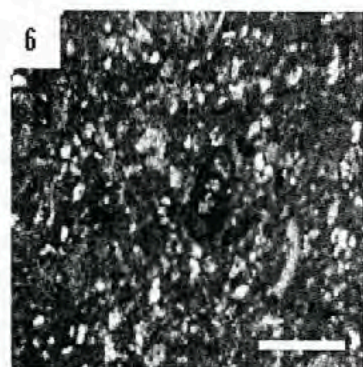
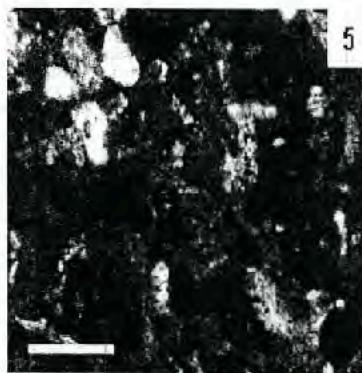
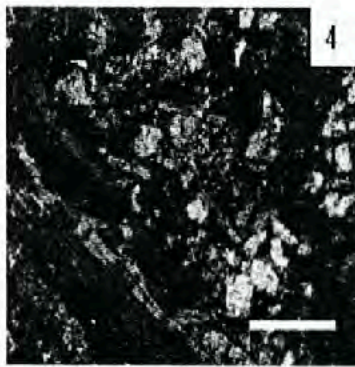
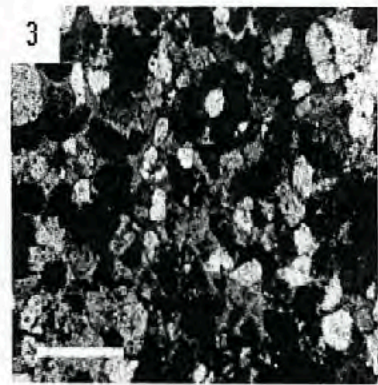
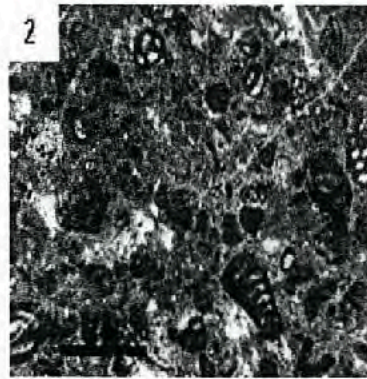
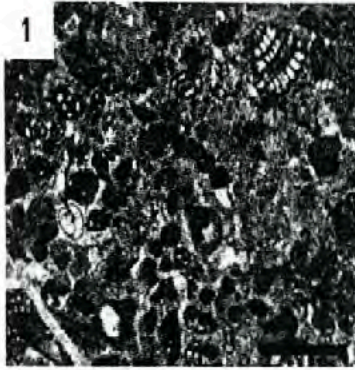
**Microfacies 3.**- La microfacies 3 (MF-3) se caracteriza por la presencia de la textura wackestone, está compuesta por abundantes miliólidos y foraminíferos bentónicos, frecuente presencia de moluscos, espinas de equinodermo y oolitas, trazas de anélidos así como también la presencia de una alga verde. De acuerdo a la asociación faunística presente se interpreta que el ambiente de depósito probable de esta facies es marino nerítico medio con desarrollo de lagunas y bancos ooidales, como lo sugiere la presencia de miliólidos y oolitas. Esta microfacies se presenta en la unidad B (muestra 23, placa 7, foto 5).

**Microfacies 4.**- La microfacies 4 (MF-4) presenta textura wackestone, contiene principalmente espinas de equinodermos y moluscos, escasos ostrácodos, miliólidos y trazas de calpionélidos. El ambiente donde se depositó esta microfacies es marino nerítico medio, con desarrollo de lagunas, a exterior (plataforma marina abierta), como lo sugiere la presencia de miliólidos y calpionélidos, respectivamente. Esta microfacies se presenta en la unidad B (muestras 25, placa 7, foto 6).

## **PLACA 7**

- 1.- BA-20, orbitolínidos, miliólidos, pelets, microfacies 1, sección D-D', luz natural, barra = 500 micras.
- 2.- BA-20, miliólidos foraminífero bentónico, pelets, microfacies 1, sección D-D', luz natural, barra = 500 micras.
- 3.- BA-21, ortocuarcita, microfacies 2, sección D-D', luz natural, barra = 500 micras.
- 4.- BA-24, fragmentos de moluscos, microfacies 2, sección D-D', luz natural, barra = 500 micras.
- 5.- BA-23, miliólidos, pelets, microfacies 3, sección D-D', luz natural, barra = 500 micras.
- 6.- BA-25, miliólidos, ostrácodos, microfacies 4, sección D-D', luz natural, barra = 500 micras.

PLACA7



## **BATIMETRIA DE LA CALIZA MURAL**

De acuerdo a los ambientes de depósito y cambios eustáticos en el nivel del mar se llegó a la conclusión que durante el Cretácico Temprano en el área de la Sierra Basomari su depósito no fue constante el cual tuvo variaciones donde se muestra que después de tener un ambiente somero con depósitos mas continentales tenemos un cambio de facies a depósitos de aguas mas profundas (transgresión), para posteriormente tener nuevamente otra facies con depósitos mas continentales (regresión). (Figura 60).

## **EDAD**

Para determinar de la edad de las rocas del área sur de la Sierra Basómari y tomando en cuenta el alcance estratigráfico de microfósiles en la Caliza Mural tales como calpionélidos, orbitolínidos y foraminíferos planctónicos (Figura 61), se determinó que la edad de esta unidad es Cretácico Temprano.

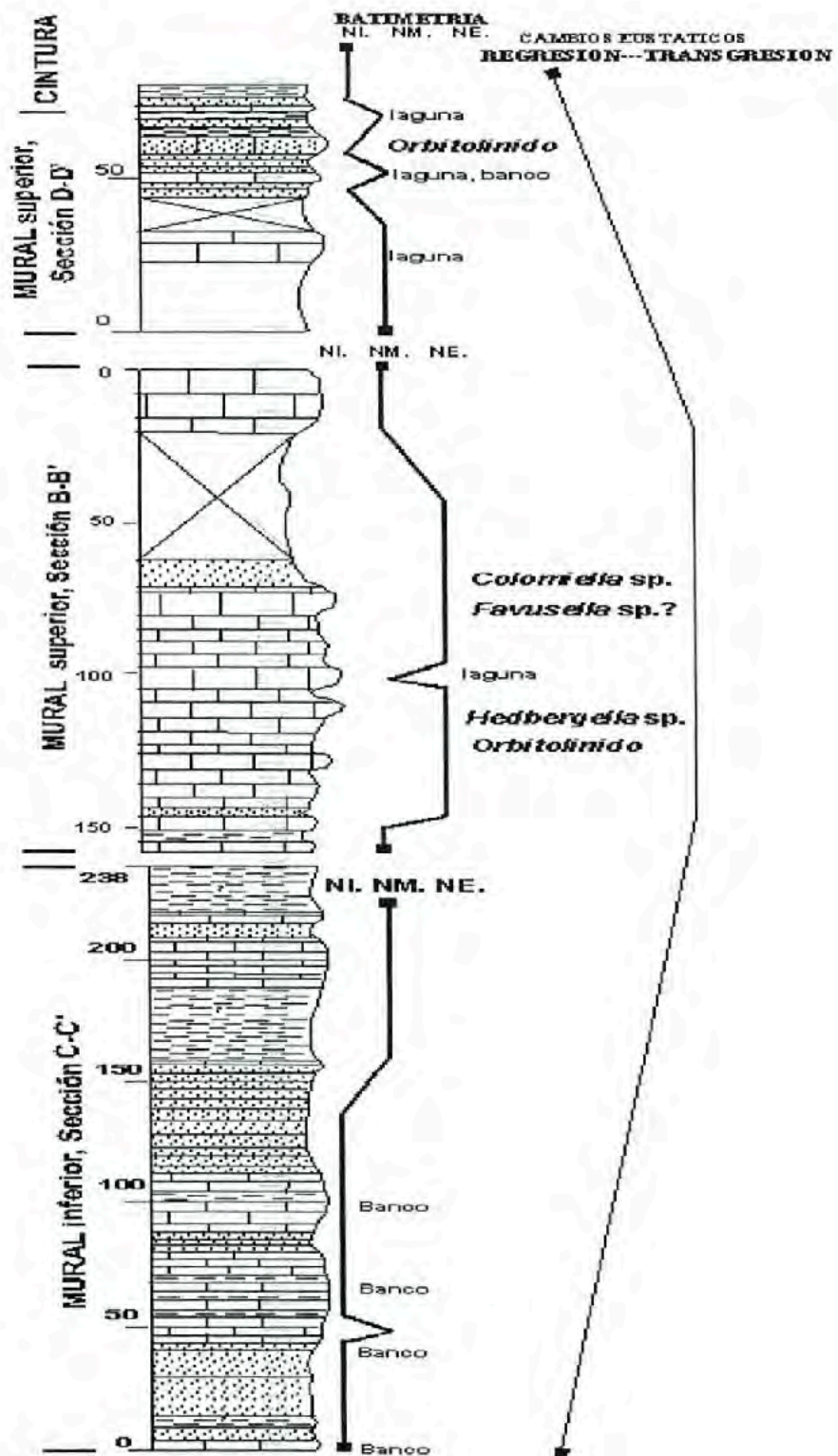


Figura 60.- Perfil batimétrico compuesto de la Formación Caliza Mural, mostrando cambios eustáticos en el nivel del mar. NI: Nerítico Interior, NM: Nerítico Medio, NE: Nerítico Exterior.

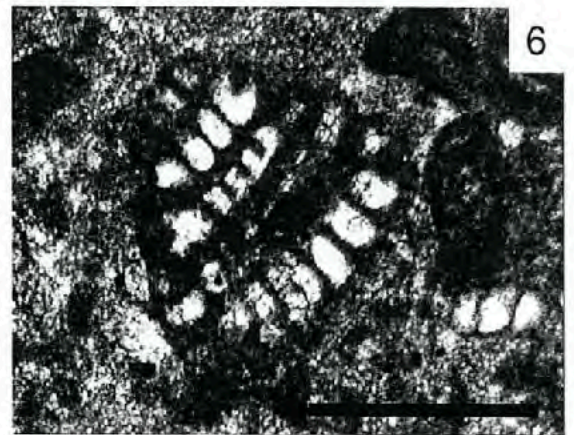
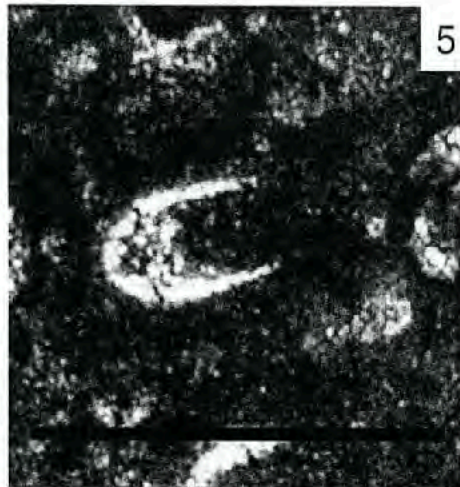
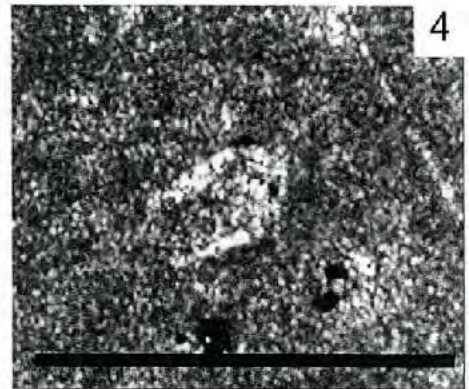
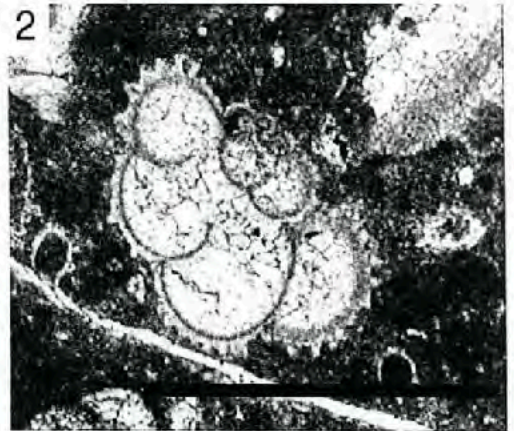
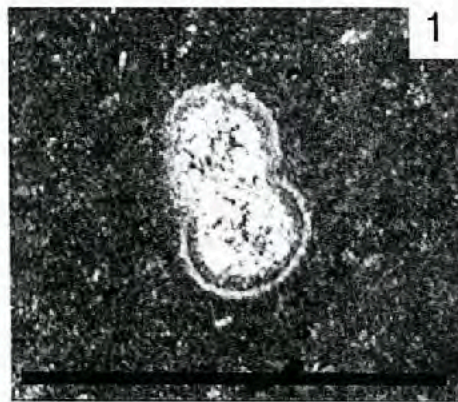


Figura 61.- 1: Foraminífero Planctónico (*Favusella* sp?), 2: Foraminífero Planctónico (*Hedbergella* sp), 3,4 y 5: Calpionélidos (*Colomiella* sp), 6: Orbitolínido, Raya = 500 micras.

## CORRELACION

### Litocorrelación.

La secuencia estratigráfica del Cretácico Inferior que aflora en el área de la Sierra Basómari se litocorrelaciona con secuencias del Grupo Bisbee que afloran en el SE de Arizona, NE de Sonora, así como con las secuencias que afloran en la Sierra El Tigre, Sierra Azul, Santa Ana, Cerro de Oro y Arivechi (Monreal, 1995, Monreal, Valenzuela y González 1994). La litología del Grupo Bisbee es muy similar en todas estas áreas, sin embargo haciendo una comparación entre las distintas localidades en Sonora, se encuentran diferencias tanto en edad como en litología y espesores con respecto a la Sierra Basómari (Figuras 62, 63 y 64), ya que mientras en esta localidad nueva **la Formación Morita** presenta una intercalación de capas de arenisca (con algunos horizontes de madera fósil) con capas de caliza y lutita y solo un espesor expuesto de 30 metros, en el **SE de Arizona y NE de Sonora** la misma formación presenta una intercalación de capas de arenisca, lutita, lodolita y muy ocasionalmente capas de conglomerado, arcilla y limos y un espesor de 400 a 1500 metros, también con la presencia de madera fósil en algunas localidades (Jamison 1983), por otro lado en el área de la **Sierra El Tigre** la Morita no está expuesta y en el área de la **Sierra Azul** presenta capas de lutita, lodolita, un microconglomerado, caliza y su espesor es de 640 a 1000 metros. En el área de **Santa Ana** presenta de lutita, arenisca y pocas capas de conglomerado y un espesor de 100 a 500 metros.

La **Caliza Mural inferior** en área de la **Sierra Basómari** presenta capas de arenisca, caliza fosilífera y caliza arcillosa y un espesor de 35 a 240 metros. Mientras que en el SE de Arizona y NE de Sonora esta formación presenta capas

de caliza fosilífera, arenisca, lodolita y lutita con un espesor de 100 a 144 metros. En el área de la **Sierra El Tigre** presenta una intercalación de arenisca fosilífera con capas de caliza y un espesor de 526 metros. En el área de la **Sierra Azul** la **Caliza Mural Inferior** consta de capas de lutita, lodolita y caliza fosilífera con un espesor de 250 a 295 metros. En el área de **Santa Ana** presenta un intercalación de capas de delgadas a masivas de caliza con un espesor de 100 a 650 metros.

La **Caliza Mural superior** en el área de la **Sierra Basómari** presenta capas de caliza fosilífera gruesa a masiva intercaladas con capas de arenisca y lodolita, de 50 a 127 metros de espesor. En el **SE de Arizona** y **NE de Sonora**, la **Caliza Mural superior** presenta capas de caliza fosilífera delgadas a medianas y muy localmente capas de lutita y lodolita en la parte superior, con un espesor de 54 a 84 metros. En el área de la **Sierra El Tigre** presenta capas de caliza fosilífera delgada a masiva intercaladas con capas de caliza arenosa, lutita y arenisca y un espesor de 434 metros.

En el área de la **Sierra Azul** la formación presenta capas delgadas a masivas de caliza fosilífera cubiertas por capas de lutita, lodolita poca arenisca y caliza con oolitas, con un espesor de 245 a 280 metros.



La **Formación Cintura** en el área de la **Sierra Basómari** se compone de una intercalación de capas de arenisca con capas de lodolita y muy localmente un conglomerado de clastos carbonatados, con un espesor de 150 a 320 metros. En el **SE de Arizona** y **NE de Sonora** la Formación Cintura presenta capas de arenisca feldespática, lutita y lodolita, ocasionalmente un conglomerado y pocas capas de caliza cerca de la base, con un espesor de 300 a 600 metros.

En el área de la **Sierra El Tigre** la formación no está expuesta, mientras que en el área de la **Sierra Azul** presenta capas de lutita, lodolita con algunas capas de arenisca, caliza y conglomerado, de 100 metros de espesor. En el área de **Santa Ana** presenta capas de lodolita intercaladas con arenisca y un espesor de 500 a 1000 metros.

Por lo tanto y como ya es conocido, la secuencia estratigráfica del Grupo Bisbee se desarrolló en una cuenca irregular donde las porciones continentales fueron inicialmente rellenadas por el Conglomerado Glance y seguidas por los sedimentos fluviales de la Formación Morita, los cuales pasan transicionalmente a la facies marina de la Caliza Mural, depositados en una plataforma de aguas someras, y está es a su vez sobreyacida por la Formación Cintura.

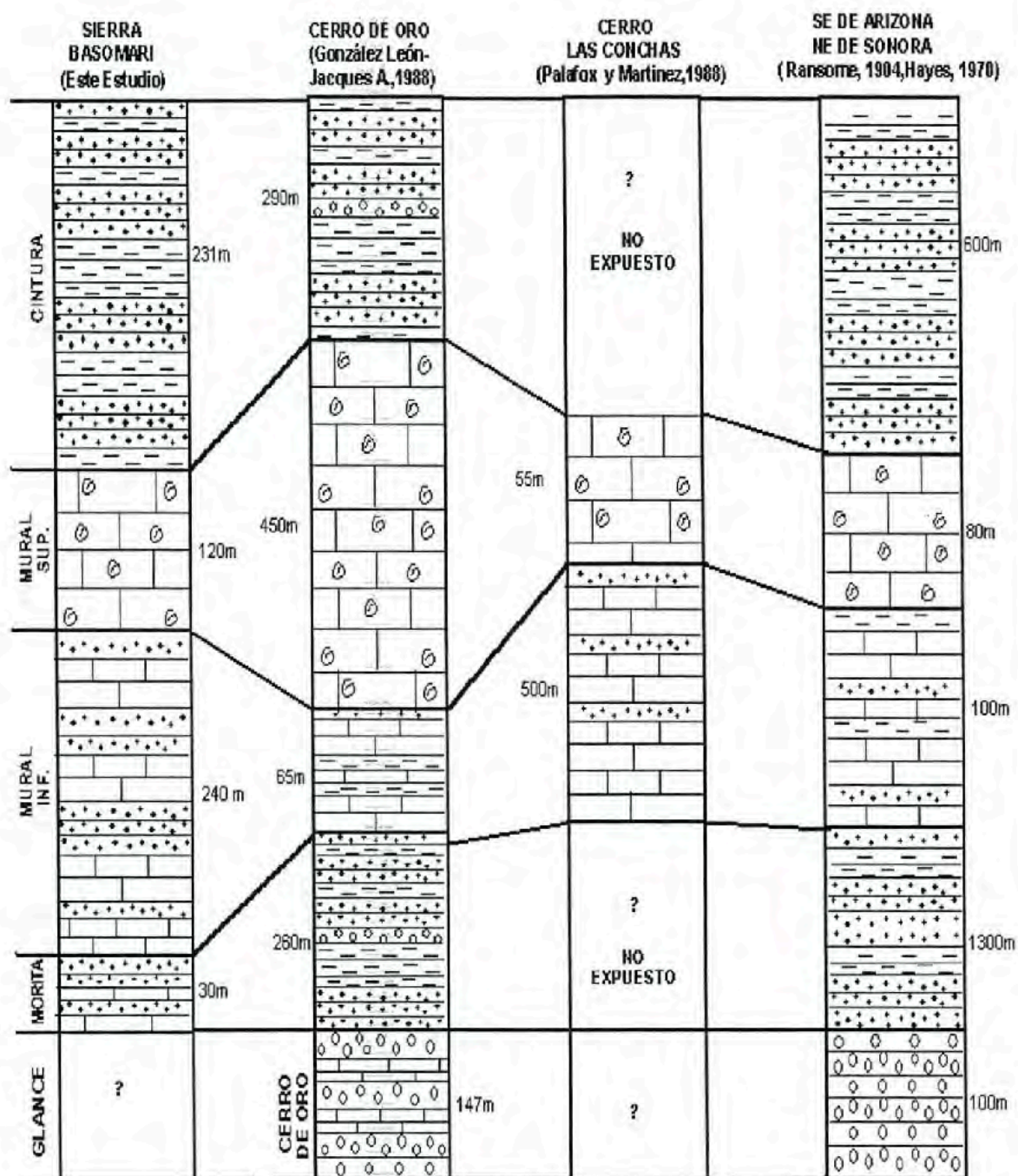


Figura 62.- Correlación litoestratigráfica de algunas unidades del Grupo Bisbee con el área de la Sierra Basómari.

GRUPO BISBEE	SE ARIZONA Y NE SONORA (1)	SIERRA EL TIGRE (2)	SIERRA AZUL (3)	SANTA ANA (4)	CERRO DE ORO (5)	TUAPE (6)	ARIZPE (7)	ARIVECHI (8)	BASOMARI (9)
<b>Cintura</b>	Arena feldespática rosada lodolita y lutita gris - rojizo capas delgadas de conglomerado de arcilla ocasionalmente, pocas capas de caliza cerca de la base. De 300 a 600 m de espesor.	No expuesto	Lutita y lodolita silicificada roja a verde claro con algunas capas de arena, caliza y conglomerado. 110 m de espesor	Lodolita roja púrpura a verde intercalada con arenisca gris a gris púrpura. De 500 a 1000 m de espesor.	Capas delgadas a masivas de lutita y arenisca de grano fino café, verde, amarillito, gris y púrpura con capas ocasionales de conglomerado. De 290 m de espesor	No expuesto	Arenisca de grano fino y lutita y lutita arenosa intercalada con capas delgadas abundantes de caliza con gastriópodos, ostréas, De 800 m de espesor.	No expuesto	Capas delgadas a gruesas de arenisca de color rojas a rosadas, café, gris claro parduzco intercaladas con lodolitas café, gris micado, rojizo y un conglomerado muy localmente de clastos calcáreos. De 150 a 320 m de espesor
<b>M U R A L Inferior</b>	Caliza fosilifera delgada a mediana de color gris claro rica en rudistas y orbitolinos, así como fragmentos de moluscos y corales de color pálido, amarillito café a olivo pálido a gris verdoso, localmente una lodolita y lutita calcárea en la parte superior. De 54 a 84 m de espesor	Capas de caliza delgada a masivas ricas con ostréas, intercaladas con capas delgadas de caliza arenosa, lutita y arenisca gris oscuro amarillenta. De 494 m de espesor.	Capas delgadas a masivas de caliza con rudistas, corales y orbitolinos, cubierto por silicatos de lutita, lodolita pocas areniscas y calizas con colitas y gastriópodos. De 245 a 280 m de espesor.	Capas delgadas de arenisca y lutita rosado y lutita verde, amarillita y gris.	Capas delgadas a masivas de caliza fosilifera rica en corales y rudistas color gris claro y capas delgadas de caliza fosilifera con gastriópodos y orbitolinos. De 85 a 365 m de espesor	Capas delgadas a masivas de caliza con rudistas, corales, ostréas, gastriópodos, amonitas y biquilópodos de color gris claro a café rojizo. Espesor no conocido.	Capas delgadas a masivas de caliza con rudistas, corales, ostréas, gastriópodos y orbitolinos. De 540 a 680 m de espesor.	Capas delgadas a masivas de calizas fosilíferas de colores gris, gris claro, parduzco a rojizo parduzco, calizas arenosas, intercaladas con capas delgadas de arenisca y lodolita. De 50 a 127 m de espesor	Capas delgadas a medianas de caliza arcillosa, calizas fosilíferas de con abundantes ostréas y fragmentos de fósiles de coloraciones gris parduzco, amarillito rojizo, café parduzco intercaladas con capas de areniscas. De 35 a 240 m de espesor
<b>Morita</b>	Arena feldespática rosado grisáceo a rojo parduzco y lutita y lodolita rojizácea; ocasionalmente capas de conglomerado, arcilla y limos finos cerca de la cima de 400-1500 m de espesor	No expuesto	Lutita y lodolita silicificada rojiza con arenisca y microconglomerado; algunas capas de caliza suave con ostréas. Clastos derivados de rocas volcánicas feldespáticas. De 640 a 1000 m de espesor	Capas masivas de lutita roja a roja púrpura, capas medianas de arenisca gris a gris púrpura y pocas capas de conglomerado rojo púrpura. De 100 a 500 m de espesor	Capas delgadas de lutita, lodolita y arena de grano fino de colores gris, verde ocasionalmente capas delgadas de conglomerado. De 260 m de espesor.	Capas delgadas de arenisca de color gris a marrón, lodolita roja, cuarzo arenita rosa y capas de conglomerado café a marrón. De 600 m de espesor.	Capas delgadas a medianas de arenisca y lutita con ocasionalmente microconglomerado. De aprox. 250 m de espesor.	No expuesto	Capas delgadas a medianas de arenisca de coloraciones rojizas a rosadas con horizontes donde presenta madera fósil, intercalada con capas delgadas a medianas de caliza fosilifera de coloración café oscuro y lutita de color oscuro. De 30 m de espesor
<b>Glance</b>	Fragmentos de caliza y esquitos pobremente redondeados y pobremente clasificados, en una matriz café-rojiza de arenisca y lodolita. 25 a 75 a 1100 m de espesor.	No expuesto	Conglomerado con tobos, litarenites volcánicas, lodolita silicificada y pocas porfidos y rocas ígneas. De 40 a 50 m de espesor	No expuesto	No expuesto	No expuesto	No expuesto	No expuesto	No expuesto

FIGURA 63.- Descripción litológica general del grupo Bisbee en sus distintas localidades y su correlación con el área de estudio (Modificada Monreal et al. 1994) (1).- Ransome, 1904; Hayes, 1970; (2).- Imlay, 1939; (3).- Rangin, 1986; Mckee, 1991; (4).- Salas, 1968; Navarro-Fuentes, 1989; y Jaques-Ayala, 1993; (5).- González-León y Jaques-Ayala, 1988; (6).- Rodríguez-Castañeda, 1988, 1991; (7).- González-León, 1978; (8).- Palafox y Martínez, 1985; (9).- Este Estudio.



Figura 64.- Localización de las principales áreas de afloramiento de rocas cretácicas del Grupo Bisbee en Sonora.

### **Correlación Batimétrica**

De acuerdo a la batimetría de las áreas relacionadas con la Cuenca de Chihuahua y el Grupo Bisbee, haciendo un análisis y comparación entre estas con el área de la Sierra Basómari en especial con la Formación Caliza Mural que de acuerdo a su contenido microfósil (*Colomiella* sp., *Hedbergella* sp y *Favusela* sp.?) se considera Cretácico Temprano (Aptiano-Albiano) (Figura 65). Se observa claramente que los depósitos relacionados con el Grupo Bisbee (Sierra Anibacachi y Cerro Las Conchas) presentan ambientes someros en general que van de nerítico interior a nerítico exterior, pasando generalmente de una facies somera a facies más profunda y posteriormente a pasan a una facies de aguas someras. En contraste las áreas relacionadas con la Cuenca de Chihuahua (Banco de Lucero y Lampazos) presentan ambientes de depósito profundos nerítico medio a pelágico batial y generalmente su patrón general de depósito es de un ambiente de aguas profundas a uno un poco mas somero.

Por consiguiente y tomando en cuenta los cambios batimétricos presentes en el área de la Sierra Basómari, la podemos relacionar con el Grupo Bisbee, sin embargo existen diferencias ya que mientras en el área de la Sierra Anibacachi los cambios de facies no fueron tan repetitivos, en el área del Cerro de las Conchas y en la Sierra Basomari si lo son, aun así todas estas áreas (Grupo Bisbee) presentan el mismo patrón general de depósito de aguas someras.

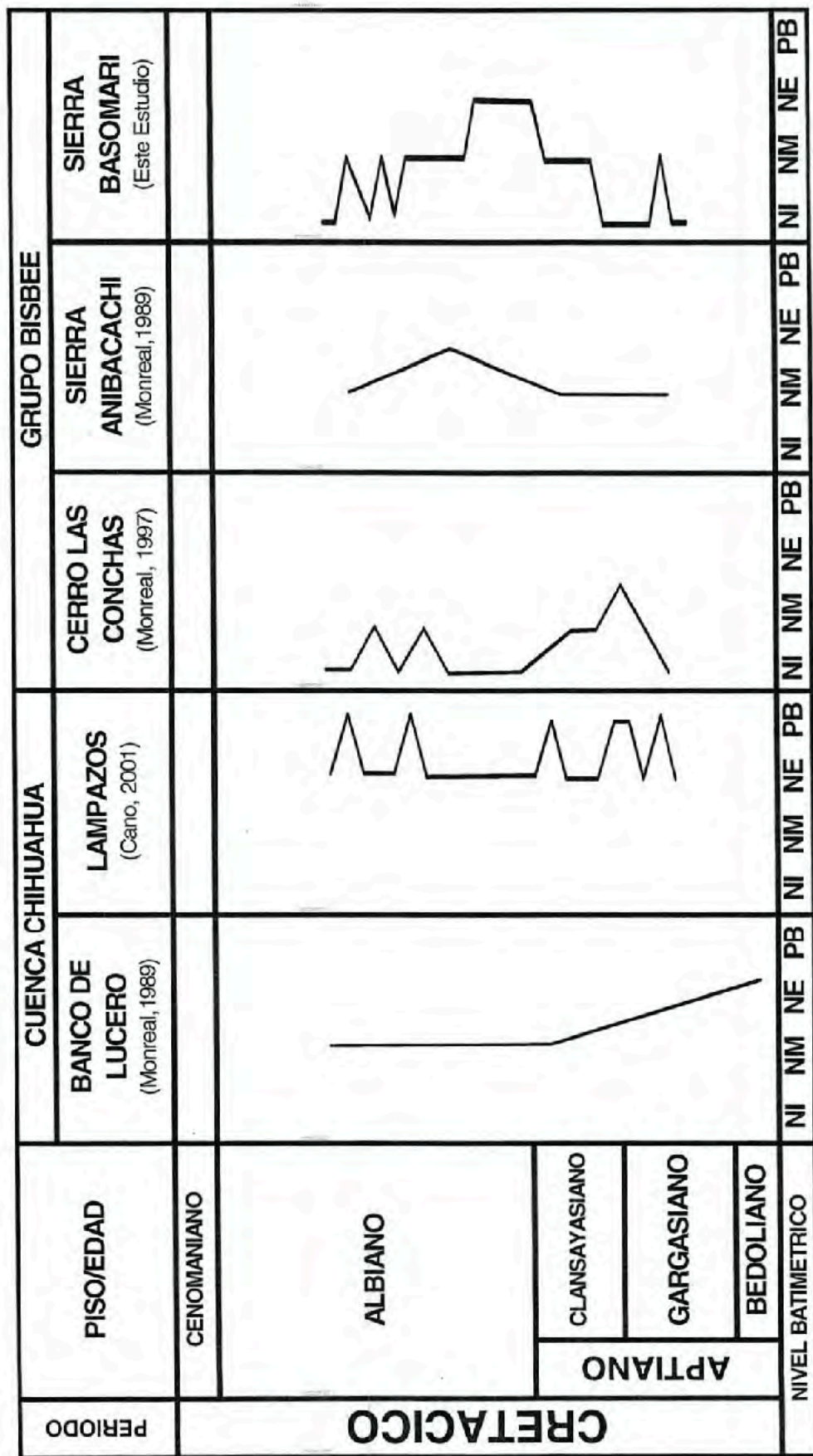


Figura 65.- Correlación batimétrica unidades del grupo Bisbee y Cuenca de Chihuahua con el área de la Sierra Basómari. NI: Nerfítico Interno, NM: Nerfítico Medio, NE: Nerfítico Externo, PB: Pelágico Batial.

## CONCLUSIONES

Las rocas del Cretácico Inferior que componen la Sierra Basómari, pertenecen a las Formaciones Morita, Mural y Cintura del Grupo Bisbee, así mismo las microfacies de la Caliza Mural identificadas en esta localidad están relacionadas ambientes marinos de aguas someras a mar abierto, de la misma manera que los depósitos de la Caliza Mural en Arivechi y la Sierra Anibacachi (Monreal, 1989, 1997), de igual manera presentan patrones de depósito similares entre si que van de aguas someras a profundas y posteriormente pasan a someras nuevamente en general, mientras que las áreas relacionadas con la Cuenca de Chihuahua presentan ambientes y patrones de depósito muy distintos que generalmente son de ambientes de aguas mas profundas.

Con base a las características texturales y microfauna presentes en las calizas de la Formación Morita, se concluye que estos sedimentos se depositaron en ambientes marinos neríticos de aguas someras. Las microfacies que presenta la Formación Mural están relacionadas a ambientes marinos nerítico medio a nerítico exterior, con desarrollo local lagunas y bancos ooidales como lo sugiere la presencia de miliólidos, crinoides planctónicos y ooides.

La edad de las rocas carbonatadas (Caliza Mural) del área de la Sierra Basómari se consideran del Cretácico Temprano en base a la presencia de Calpionélidos (*Colomiella* sp.), Foraminíferos Planctónicos (*Hedbergella* sp., *Favusella* sp.?) y Miliolidos.

## REFERENCIAS CITADAS

- Cano, C. I., 2001, Estratigrafía y microfacies de la Formación Lampazos, área de Lampazos, Sonora, México, Universidad de Sonora, tesis de licenciatura, 65 p.
- Dumble, E.T, 1902, Notes on the geology of southeastern Arizona: Am. Inst. Min. engineers Trans., v. 31, p 696-715.
- González – León, C. y Jacques- Ayala, C., 1990, Paleogeografía del Cretácico Temprano en Sonora, Actas Fac. Ciencias Tierra, U.A.N.L., Linares, v. 4, p. 125-152
- Grijalva- Noriega, J.,1993, Estratigrafía y sedimentología de la Formación Cintura Cretácico temprano) en el área San Marcos, noreste de Sonora, México, M.S. thesis, universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora.
- Hayes P. T., 1970, Mesozoic stratigraphy of the Mule and Huachuca Mountains and Black Warrior Basin, Arizona: U.S Geol. Survey Prof. Paper 658-A, 28 p.
- Jamison, K., 1983, The depositional environment and petrographic analysis of the Lower Cretaceous Morita Formation, Bisbee Group, southeastern Arizona and northern Sonora, México (M.S. Thesis) Tucson Univ. Ariz., 157 p.
- Jamison, K., 1987, Petrofacies of the Morita Formation, Bisbee Group, southeastern Arizona and northern Sonora, Tucson Univ. Ariz., 6 p.



- Jobin, Edith., 2002, Petrologie Des Laves de la Sierra Basomari, Etat de Sonora, Nord-Ouest du Mexique, Memoire Pour l' obtention du grade de maitre es sciences (M.Sc.), Facultad de Ciencias et Genie, Universite Laval. 96 p.
- Monreal, R., 1987, Regional stratigraphic studies in the Lower Cretaceous of eastern Chihuahua, Mexico, in: J.M. BARBARIN, C., GURSKY, H.J., and P.MEIBURG, P., (eds), Simposio Internacional: El Cretácico de Mexico y America Central, Resúmenes, Actas Fac. Ciencias tierra, U.A.N.L., Linares, Nuevo León, v.2 p. 51-62
- Monreal, R., 1989, Regional stratigraphic studies of the Lower Cretaceous in northern Mexico and southern United States. Disertación Doctoral, University of Texas at Dallas, Richardson, Texas, 371 p.
- Monreal, R., 1990, Paleogeografía y tectónica el Cretácico Inferior del centro-norte de México, Vinculación, v.2, n. 15, p. 13-29.
- Monreal, R., 1993, La nomenclatura estratigráfica del Cretácico de Sonora: Una revisión preliminar. III Simposio de la Geología de Sonora y áreas adyacentes, Hermosillo, Sonora, México, March 29-31, Abstracts, p.87-88.
- Monreal, R., 1994, Facies changes, unconformities, stratigraphic juxtapositions and their tectonic implications of the Cretaceous of Cerro de Oro Central Sonora, México. Bol. Depto. Geol. UNISON, Vol. 11, No. 1, p. 1-30.
- Monreal, R., 1995, Las facies marinas (Aptiano-Albiano) del Grupo Bisbee y cronocorrelativas en Sonora, Bol. Geol. UNISON, Vol. 12, No.1, p. 65-78.

- Monreal, R., Valenzuela y Gonzalez., 1994, A revisión of the stratigraphic nomenclature for the Cretaceous of northern Sonora, and some paleogeographic implications, Bol. Depto. Geol., UNISON, Vol. 11, No. 1, p. 171- 190.
- Monreal, R., 1996, A cretaceous marine section in East- Central Sonora, Bol. Depto. Geol. UNISON, Vol. 13, No. 2, p. 11 –18.
- Monreal, R., 1997, Microfacies of Lower Cretaceous marine succession in Cerro Las Conchas, Sonora, Mexico, Universidad Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, volumen 14, número 1, p. 38- 49.
- North American Comisión on Stratigraphic Nomenclature, 1981, Draft North American Stratigraphic Code: Canadian Society of Petroleum Geologists, Calgary, 63p.
- Paz, F., 1992, Le volcanisme Mio-Plio-Quaternaire de l'état du Sonora (nord-ouest du Mexique): evolution spatiale et chronologique; implications petrogenetiques. These de Docteur en Sciences, Universite de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille, Faculte des Sciences et Techniques de St-Jerome. 405 p.
- Ransome, F.L., 1904, Bisbee folio, Arizona: U.S. Geol. Survey Geologic Atlas of the United states N° 112, 19 p.
- Ransome, F.L., 1904, Geology and ore deposits of the Bisbee Quadrangle: U.S. Geol. Survey Prof. Paper 281, 169p.

Santa Maria D. A. y Monreal, R., 2002, La Formación Los Picachos (Cretácico Inferior) en la Sierra de Los Chinos, Este- Central de Sonora, XXVII Semana Cultural de Geología, UNISON (DCEYN), Depto. de Geología, Hermosillo, Sonora, México, p. 2.

Santa Maria D. A. 2002, Geología del Cretácico Inferior y Estratigrafía de la *Formaciones Lampazos y Picachos*, Sierra Los Chinos, Sonora. Tesis de Maestría en Ciencias Geología, UNISON, Hermosillo, Sonora, México, 75 pag.

Schafroth, D.W., 1965, Structure and stratigraphy of the Cretaceous rocks south of the Empire Mountains, Pima and Santa Cruz Counties, Arizona (Ph. D. Dissert.): Tucson, Univ. Ariz., 135 p.

Tyrrell, W.W., 1957, geology of the Whetstone Mountains area, Cochise and Pima Counties, Arizona (Ph.D. dissert.) New Haven, Conn, Yale Univ., 171 p.