



El saber de mis hijos
hará mi grandeza

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

**Microfacies De La Sección Cretácica Expuesta En El
Km 26, Carretera Federal 57, Matehuala-Salttillo.**

Tesis

Para optar por el grado de:
Licenciatura en Geología

Presenta:

Ricardo Erick Rivera Ibarra

Hermosillo, Sonora junio de 2016

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

HERMOSILLO SONORA A 2 DE JUNIO DE 2016

DRA. SILVIA MARTÍNEZ RETAMA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
Presente.-

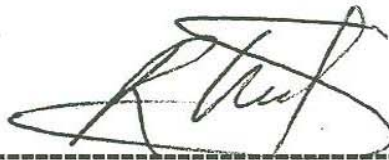
Por este conducto y de la manera más atenta, me permito someter a su consideración, para su aprobación el siguiente tema de tesis, intitulado:

**“MICROFACIES DE LA SECCIÓN CRETÁCICA EXPUESTA EN EL KM 26,
CARRETERA FEDERAL 57, MATEHUALA-SALTILLO”**

Esto es con el fin de que el alumno: **RICARDO ERICK RIVERA IBARRA** con expediente # **205200390**, pueda presentar su examen profesional, para la obtención de su título de Licenciatura en Geología.

Sin otro en particular quedo de Usted.

A T E N T A M E N T E
“EL SABER DE MIS HIJOS HARA MI GRANDEZA”



DR ROGELIO MONREAL SAAVEDRA
DIRECTOR DE TESIS
PROFESOR TITULAR
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

C.c.p. Interesado.





"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

Departamento de Geología
División de Ciencias Exactas y Naturales

Hermosillo, Sonora, 03 de junio, 2016

DR. ROGELIO MONREAL SAAVEDRA
DIRECTOR DE TESIS
P R E S E N T E.-

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

**"MICROFACIES DE LA SECCIÓN CRETÁCICA EXPUESTA EN EL KM 26,
CARRETERA FEDERAL 57, MATEHUALA-SALTILLO"**

Esto es en fin de que el alumno **RICARDO ERICK RIVERA IBARRA** con **Expediente No. 205200390** pueda presentar su examen profesional, para la obtención de su título de Licenciatura en Geología. Así mismo le comunico que han sido asignados los siguientes Sinodales:

**PRESIDENTE
SECRETARIO
VOCAL**

**DR. FRANCISCO JAVIER GRIJALVA NORIEGA
M.C. ALEJANDRA MONTIJO GONZALEZ
DR. ROGELIO MONREAL SAAVEDRA**

Sin otro en particular y agradeciendo de antemano su atención al presente, quedo de Ustedes.

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

DRA. SILVIA MARTÍNEZ RETAMA
JEFA DEL DEPARTAMENTO.



El saber de mis hijos
hará mi grandeza
**DEPARTAMENTO
DE GEOLOGIA**

C.c.p. Archivo.



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

Departamento de Geología
División de Ciencias Exactas y Naturales

NOMBRE DE LA TESIS:

**"MICROFACIES DE LA SECCIÓN CRETÁCICA EXPUESTA EN EL KM
26, CARRETERA FEDERAL 57, MATEHUALA-SALTILLO"**

NOMBRE DEL SUSTENTANTE:

RICARDO ERICK RIVERA IBARRA

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

DR. FRANCISCO J. GRIJALVA NORIEGA

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

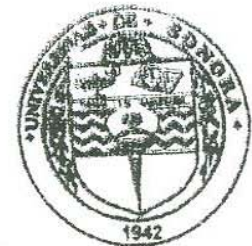
M.C. ALEJANDRA MONTIJO GONZALEZ

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

DR. ROGELIO MONREAL SAAVEDRA

**A T E N T A M E N T E
"EL SABER DE MIS HIJOS HARÁ MI GRANDEZA"**


**DRA. SILVIA MARTÍNEZ RETAMA
JEFA DEL DEPARTAMENTO**



El saber de mis hijos
hará mi grandeza
**DEPARTAMENTO
DE GEOLOGIA**

C.c.p. Archivo.

Agradecimientos

Al **Departamento de Geología de la Universidad de Sonora**, por haberme permitido formarme profesionalmente dentro de sus aulas. A mi tutor el **Dr. Rogelio Monreal Saavedra** por su apoyo y sus consejos, también al **Dr. José F. Longoria** quien junto con el Dr. Monreal realizaron el levantamiento de campo, sin el cual este trabajo no habría sido posible. Además agradezco las identificaciones de la microfauna presente en esta sección estratigráfica realizadas por el Dr. José Longoria de ILICA.

A la **MC. Alejandra Montijo** y al **DR Francisco Javier Grijalva Noriega** por su invaluable apoyo y consejos a lo largo de mis estudios, además de facilitarme el uso del microscopio petrográfico y la cámara para obtener las microfotografías.

A mis padres **Sandra Luz Ibarra Toledo** y **Ricardo Rivera Gastelum** y a mi hermana **Sandra Gabriela Rivera Ibarra** y a mi cuñado **Alejandro Javalera Rincón**, porque siempre han estado cerca para brindarme su apoyo a su manera, impulsándome y respaldándome junto al resto de mi familia.

Un agradecimiento especial a mis tías **Francisca Ruth Ibarra Toledo**, **Rosa María Ibarra Toledo**, **María Del Socorro Ibarra Toledo**, y a todas las personas que han estado a mi lado a lo largo de estos años, permitiéndome pasar momentos inolvidables ofreciéndome su amistad apoyo y comprensión en los momentos difíciles.

Por último y principalmente agradezco a Dios por ser la fuente de mi inspiración diaria, por permitirme realizar este trabajo y concluir una etapa importante en mi formación académica.

Contenido

Índice de figuras.....	4
Resumen.....	6
Capítulo I.- Introducción.....	7
I.1.- Objetivos.....	7
I.2.- Localización.....	7
I.3.- provincia fisiográfica.....	8
Capítulo II.- Metodología.....	11
II.1.- Revisión Bibliográfica.....	11
II.2.- Trabajo de Campo.....	13
II.3.- Trabajo de Laboratorio.....	13
Capítulo III.- Marco geológico regional.....	15
III.1.- Paleogeografía.....	18
Capítulo IV. Secuencia Estratigráfica expuesta en área de estudio.....	20
IV.1.- Descripción de la Secuencia.....	22
Capítulo V- Análisis de Microfacies.....	28
V.1.- Generalidades.....	28
V.2.- Descripción de las microfacies.....	29
V.3.- Microfacies MF1 de la muestra 1 al 4.....	31
V.4.- Microfacies MF2 de la muestra 5 al 7.....	31
V.5.- Microfacies MF3 de la muestra 8 al 17.....	31
Capítulo VI.- Correlación y Posición Cronoestratigráfica.....	36
Capítulo VII.- Conclusiones.....	37
Referencias citadas.....	38

Índice de figuras

Figura 1.- Mapa de la porción del estado de San Luis Potosí en el noreste de México, donde se muestra la localización de la sección del área de estudio en el km 26 de la carretera 57. Ubicada dentro del municipio de Matehuala.

Figura 2.- Mapa del territorio Mexicano, donde se marca la zona que comprende la Cordillera Mexicana google Earth.

Figura 3.- Mapa del territorio Mexicano, donde se marca la zona que comprende la Cordillera Mexicana dentro del estado de san Luis Potosí y en el municipio de Matehuala donde se localiza el área de estudio por el km 26 de la carretera federal 57, imagen tomada de google Earth.

Figura 4.- Carta geológica y minera Cruz de Elorza (F14-A15) en la frontera de Nuevo león, en San Luis Potosí (Reyes J, y Padilla R, 2015).

Figura 5.- Paleogeografía del Cretácico Temprano. (Longoria *et al.*, 1998).

Figura 6.- Planta de la sección medida en el municipio de Matehuala, San Luis Potosí, mostrando el caminamiento y la ubicación de las muestras recolectadas.

Figura 7.- Perfil de la sección estratigráfica de la Sección Matehuala que muestra los intervalos y la ubicación de cada una de las muestras colectadas.

Figura 8.- Fotografía que muestra parte de la sección estudiada, en el estado de San Luis Potosí, municipio de Matehuala, México. El afloramiento expuesto en la fotografía corresponde a un paquete heterogéneo de caliza con capas de marga tabular, las capas de caliza son de color negro con laminación interna con diferentes tonos de coloración (gris claro).

Figura 9.- Afloramiento expuesto en la Sección Matehuala en el intervalo de 50 m de la estación (0 a la 1), mostrando calizas de estratificación media a gruesa con nódulos de pedernal negro. En este intervalo se colectaron las muestras: MA 1+7, MA 2+20, MA 3+27, y MA 4+42, MA 5+0.

Figura 10.- Afloramiento expuesto en la sección Matehuala que corresponde al intervalo entre las estaciones (1 a la 2), mostrando capas de caliza de color gris oscuro con lentes de pedernal intercaladas con capas delgadas de margas donde se colectaron las muestras: MA 6+20, MA 7+38, MA 8+50, y MA 9+50.

Figura 11.- Afloramiento expuesto en la sección Matehuala de la estación (2 a la 3), mostrando la alteración irregular de calizas y margas con pedernal negro. En este intervalo se colectaron las muestras: MA 10+20, MA 11+20, MA 12+39, MA 13+39.

Figura 12.- Afloramiento expuesto en la sección Matehuala entre las estaciones (3 a la 4), mostrando un paquete de margas con calizas arenosas y capas de pedernal negro. En este intervalo se colectaron las muestras: MA 14+14, MA 15+30, MA 16+48, MA 17+57.

Figura 13.- En este esquema mostramos el método gráfico para el cálculo de espesores de la sección Matehuala en la que aparecen las 17 muestras con sus respectivos espesores reales.

Figura 14.- Sección estratigráfica Matehuala que muestra la litología, la clave de cada una de las muestras colectadas.

Figura 15.- Sección estratigráfica Matehuala que muestra la litología, la clave de cada una de las muestras colectadas y las Microfacies presentes (MF1, MF2 y MF3).

Figura 16.- Microfacies MF1.

Figura 17.- Microfacies MF2.

Figura 18.- Microfacies MF3.

Resumen:

En el noroeste de México se encuentran afloramientos de rocas cretácicas que corresponden a facies marinas, mismas que registran una serie de procesos sedimentarios que evidencian fenómenos de transgresiones y regresiones, debido a una paleogeografía dinámica durante el cretácico medio.

En este trabajo se presentan datos que aportan conocimientos adicionales a los ya registrados para este lapso de tiempo en el noroeste de México.

Hace aproximadamente entre 90 y 100 millones de años, durante el periodo Cretácico, específicamente durante el Albiano – Turoniano un aumento en el nivel del mar propició las condiciones para el desarrollo de una gran plataforma carbonatada.

En este trabajo se presentan los resultados del análisis de Microfacies de una sección estratigráfica, ubicada en la localidad del municipio de Matehuala saltillo en el km 26 la carretera 57, en el estado de San Luis Potosí donde se identificaron 3 Microfacies típicas de ambientes de plataforma externa, en las cuales no se presenta una variación significativa, fluctuando estas desde ambiente de margen de plataforma a plataforma profunda, es decir hasta un ambiente nerítico externo y talud con fauna pelágica.

Capítulo I.- Introducción

I.1.- Objetivos

El objetivo principal en el presente estudio es determinar el paleo-ambiente de depósito de una secuencia sedimentaria, expuesta en las inmediaciones del poblado de Matehuala, San Luis Potosí, con base en análisis de microfacies y la determinación de los diversos componentes micro-faunísticos, para de este modo aportar datos adicionales al conocimiento estratigráfico de las rocas cretácicas en esta porción del país.

I.2.- Localización

La zona de estudio se encuentra al noroeste del municipio de Matehuala, San Luis Potosí (Figura 1) casi al llegar con la frontera del estado de Nuevo León en el km 26 de la carretera federal 57. En las coordenadas 23.832145° latitud, 100.531574° longitud, y a 1887 metros sobre el nivel del mar la carretera corta algunos lomeríos, por lo que son expuestos unos paredones de roca caliza que constituyen la sección estudiada.

El municipio de Matehuala se encuentra localizado en la parte norte del estado de San Luis Potosí, en la zona de la cordillera mexicana; la cabecera municipal tiene las siguientes coordenadas: $100^{\circ}39'$ de longitud oeste y $23^{\circ}39'$ de latitud norte, con una altura de 1570 metros sobre el nivel del mar.

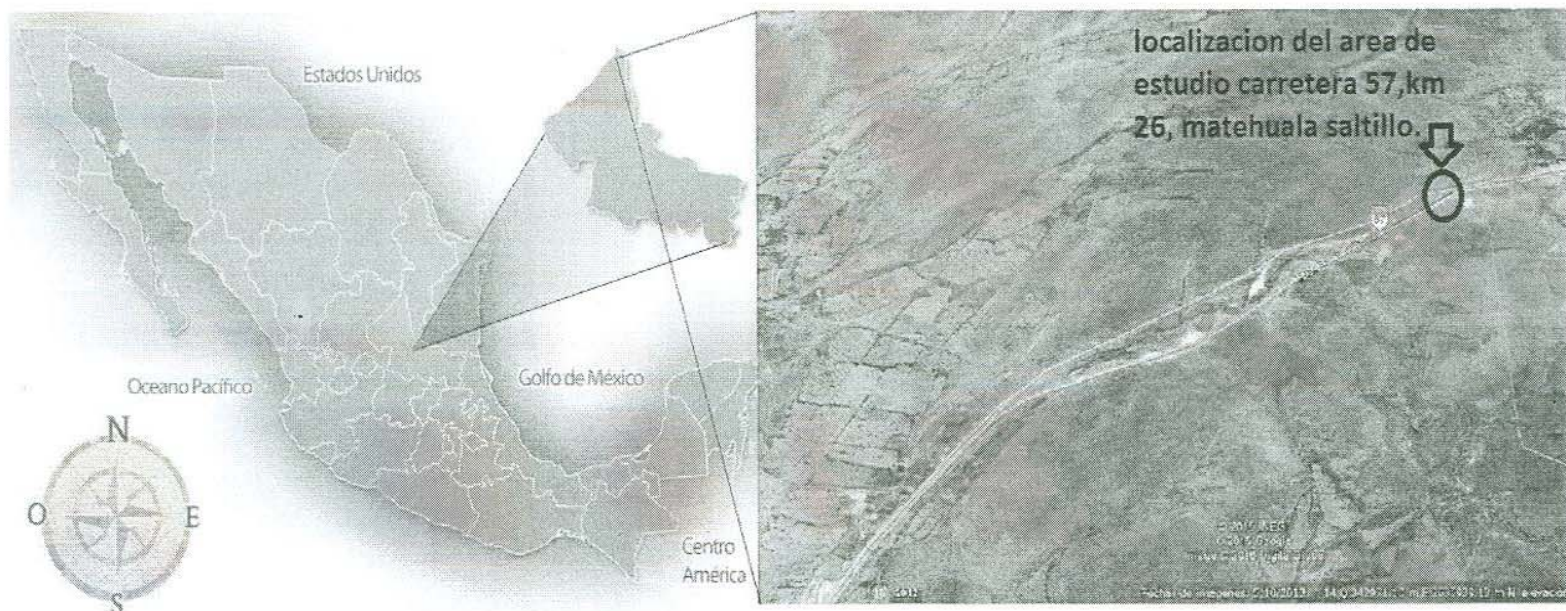


Figura 1.- Mapa de la porción del estado de San Luis Potosí en el noreste de México, donde se muestra la localización de la sección del área de estudio en el km 26 de la carretera 57. Ubicada dentro del municipio de Matehuala.

1.3 Provincia Fisiográfica

El área de estudio tiene su localización en el centro-noreste de México, y se encuentra dentro de la provincia fisiográfica de la Cordillera Mexicana (Figura 2). Geomorfológicamente presenta alturas de hasta 3000 metros y con un promedio de altitudes de 2000 metros sobre el nivel del mar (López-Ramos, 1985). El relieve topográfico disminuye gradualmente hacia el este en dirección a la planicie costera del golfo de México, y está constituida principalmente de rocas sedimentarias mesozoicas que muestran pliegues estrechos siguiendo una orientación principal en dirección del cinturón montañoso (Moran-Zenteno, 1994).

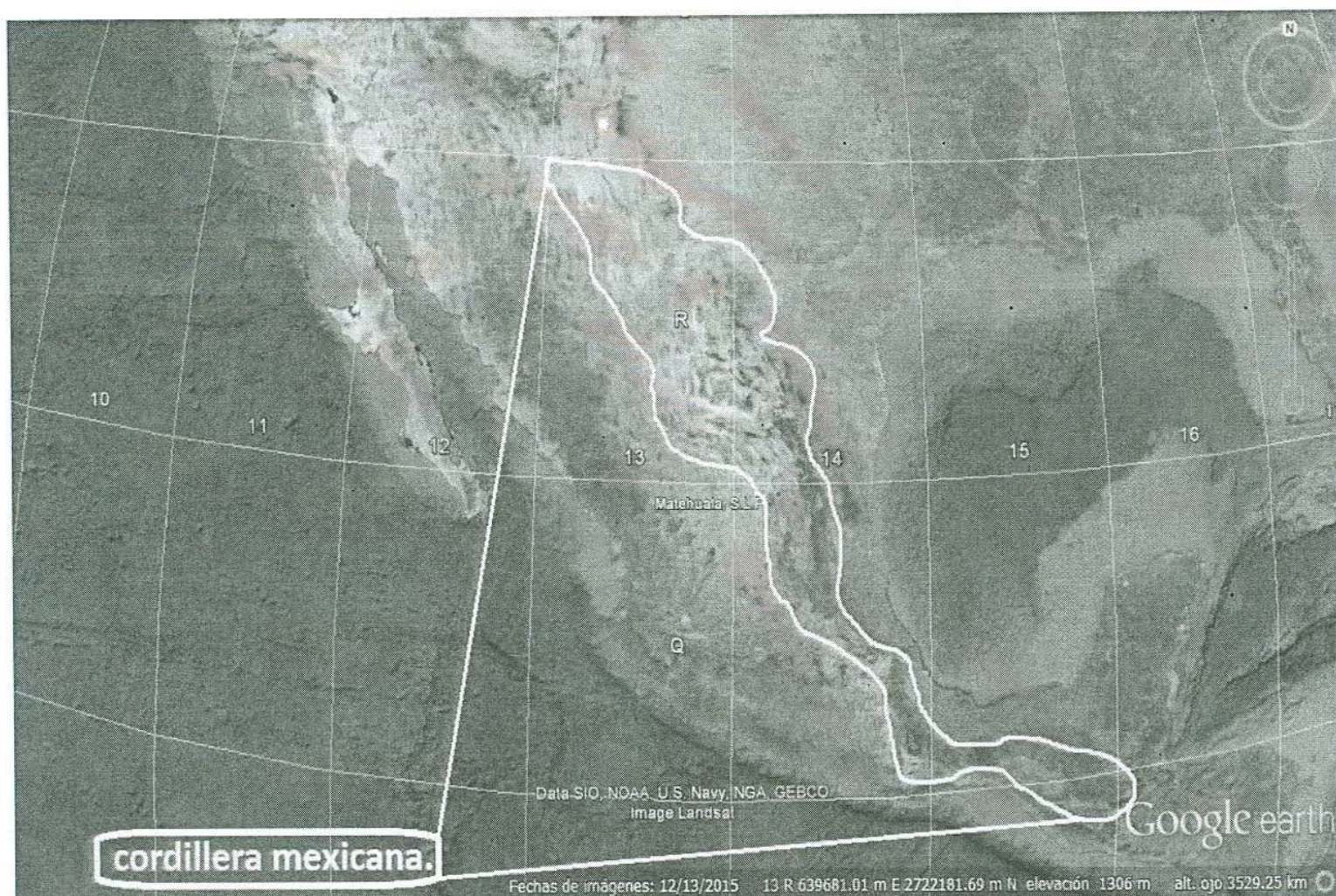


Figura 2.- Mapa del territorio Mexicano, donde se marca la zona que comprende la Cordillera Mexicana google Earth.

El sistema montañoso que cubre la parte noroeste del municipio de Matehuala, es parte de la Cordillera Nuevoleonesa (Longoria 1998) que forma parte de la gran morfoestructura conocida como la Cordillera Mexicana, la cual es el rasgo fisiográfico más predominante de México y que se extiende desde el sur del país hasta la frontera norte con Estados Unidos de Norteamérica. En el Municipio de Santiago la Cordillera Nuevoleonesa consiste de una serie de grandes montañas que llegan a alcanzar una altura máxima de más de 3100 metros sobre el nivel del mar.

Lo que aquí se denomina Cordillera Nuevoleonesa (Figura 3) es también en ocasiones referido como "Sierra Madre Oriental". Pero debido a que esa denominación es confusa y conduce a malas interpretaciones; en primera porque no es una sierra, ni tampoco es la madre de las sierras. Por otra parte, el término Sierra Madre Oriental se ha popularizado tanto que en la actualidad se aplica prácticamente a cualquier sierra, cerro o morfología. Por lo mismo aquí se sigue la recomendación de Longoria (1998) de evitar su uso y sustituirlo por el término más técnico que es Cordillera, ya que se trata de una larga cadena montañosa formada por un conjunto de sierras que forma una verdadera cuerda o cordón montañoso a lo largo del país.

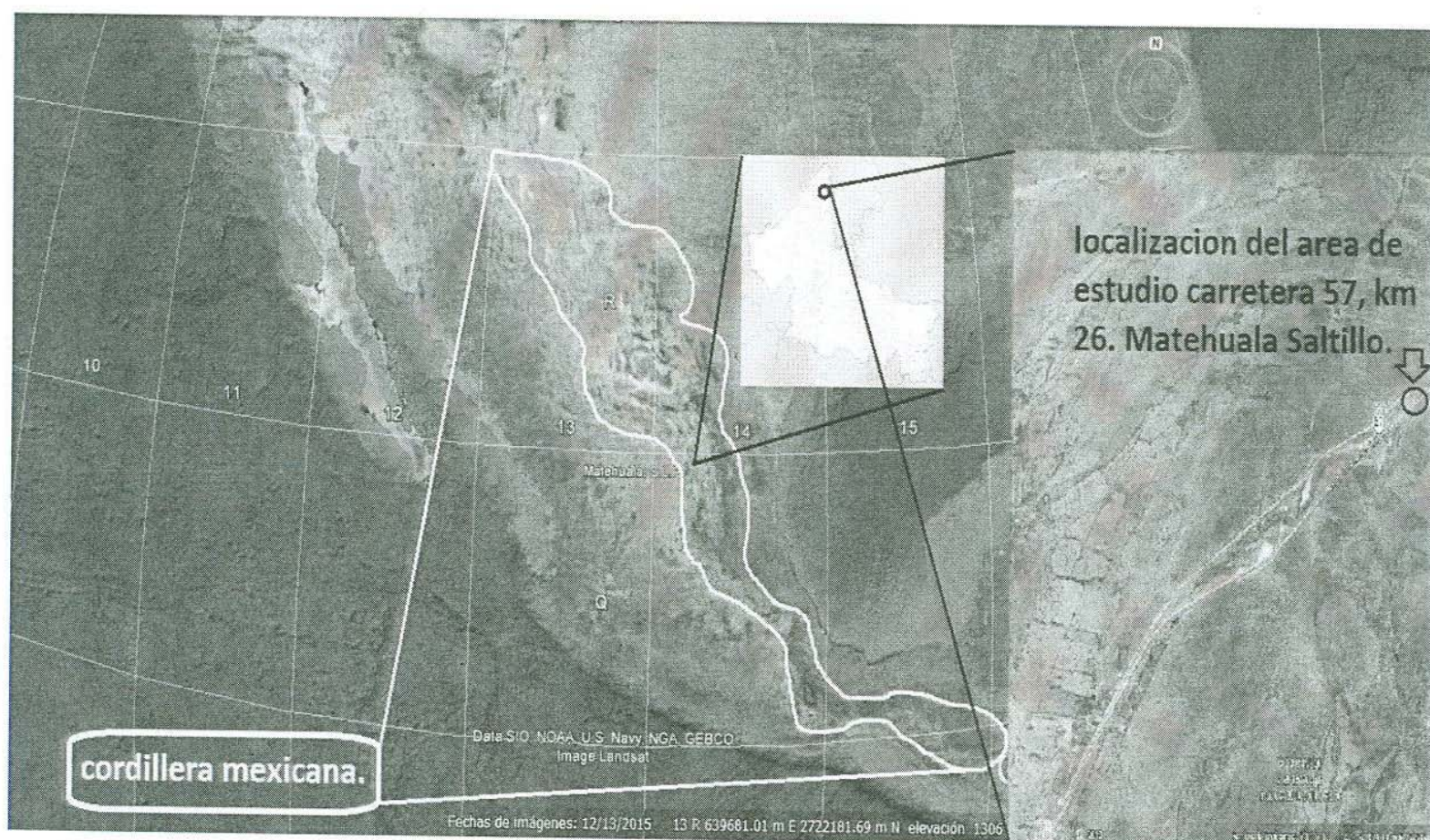


Figura 3.- Mapa del territorio Mexicano, donde se marca la zona que comprende la Cordillera Mexicana dentro del estado de san Luis Potosí y en el municipio de Matehuala donde se localiza el área de estudio por el km 26 de la carretera federal 57, imagen tomada de google Earth.

La sección del área de estudio se localiza al noroeste del estado de san Luis Potosí en el municipio de Matehuala, está constituida principalmente a por caliza con pedernal y marga, y caliza laminada con flujos de material piroclástico y terrígeno. Cuya edad es del el Cretácico Temprano.

Capítulo II.- Metodología

II.1.- Revisión Bibliográfica

La revisión bibliográfica, fue consultada por medio de libros de texto y estudios efectuados previamente y publicados o no en revistas nacionales e internacionales, ha sido importante en la realización de este trabajo, pues sin esta información no habría sido posible hacer las correlaciones estratigráficas de la secuencia en el área de estudio con secuencias similares en el noreste de México, así como de las relaciones paleogeográficas.

Los primeros estudios geológicos en el estado de Nuevo León fueron realizados en 1883 por White, y el primer trabajo petrográfico data de 1893, realizado por Whitman (citados por Mullerried, 1944). Es a partir de estos trabajos que datan de finales del siglo XIX, cuando inician los estudios tanto geológicos como paleontológicos sobre la geología del noreste de México, principalmente en el área de la Cordillera Mexicana, debido a las características tectónicas y estratigráficas que presenta.

Sánchez (1997) describe las Formaciones Cupido, Aurora, Cuesta de Cura, Agua Nueva y San Felipe en el área del Anticlinal de los Muertos de la Cordillera Mexicana. Conklin y Moore (1977) indican que la plataforma carbonatada Cupido se desarrolló durante una transgresión marina, debido a la proliferación de bivalvos rudistas, junto con corales dendroides, algas rojas y estromatoporidos. Posteriormente ocurrió una regresión marina local y el arrecife y las facies asociadas progradaron sobre la planicie de la cuenca.

Wilson y Piali (1977) realizaron un estudio del margen de plataforma Cretácico temprano en el noreste de México, y mencionan que las formaciones Taraises y Cupido registran una transgresión marina y una posterior progradación de un banco de carbonatos hacia el norte y este.

Zwanzinger (1978) estudió el sistema sedimentario Cupido en el noreste de México incluyendo la Cordillera Mexicana en Monterrey estableció el marco geológico regional y reconstruyó la paleogeografía del Jurásico y Cretácico Tardío.

De la Cruz-Martínez (1979) describe la litología, posición crono-estratigráfica y ambiente de depósito de las formaciones Cupido, Peña, Aurora, Cuesta del Cura, Agua Nueva y San Felipe, entre otras.

Longoria y Dávila (1979) definieron la estratigrafía y presentaron una descripción de las microfacies de la Sierra de la silla, concluyendo que es un anticlinal con edades desde el Jurásico medio hasta el Cretácico tardío.

Barragán-Manzo (1999), en su estudio sobre facies sedimentarias y variaciones en el carbono orgánico de secuencias Barremiano-Aptiano expuestas en el noreste de México, observa un aumento en los componentes terrígenos, y un incremento en el carbono orgánico y una disminución en la fauna bentónica, en el contacto de la Formación Cupido a la Formación La Peña. Además, menciona la posibilidad de que el incremento del carbono orgánico, se relacione con eventos anóxicos en el Aptiano en otras partes del mundo.

Smith (1981), propone que hay tres factores principales que controlaron la distribución de facies del Cretácico Inferior en el noreste de México: 1) una subsidencia general; 2) eventos tectónicos-sedimentarios, caracterizados por el levantamiento en las áreas emergidas al norte y oeste lo que incrementó el aporte de sedimentos terrígenos, simultáneamente con una subsidencia de la cuenca; y 3) perturbaciones de este esquema general causadas por un elemento tectónicamente positivo en el extremo sur de la península de Coahuila,.

Goldhammer *et al.* (1991) hacen un análisis de la estratigrafía en las secuencias de la Cordillera Mexicana y subdividen la estratigrafía del Jurásico medio al Cretácico Inferior del noreste de México.

Flores-Herrera (1995) reconoció cuatro paquetes litológicas correlacionables con la Caliza Cupido, Caliza Tamaulipas, Formación Cuesta del Cura y la Formación Agua Nueva, datando a esta secuencia entre el Aptiano medio y el Santoniano y ubicando el ambiente de depósito de las unidades desde línea de costa hasta cuenca o mar abierto.

Longoria y Monreal (1991) en su estudio sobre la litoestratigrafía, Microfacies y ambientes deposicionales del Mesozoico en la sierra La Nieve, en Coahuila describen una sucesión estratigráfica de rocas sedimentarias marinas predominantemente carbonatadas con intercalaciones de margas y sedimentos siliciclásticos, la cual dividen en 6 unidades líticas, en base a sus características físicas. Su análisis de las Microfacies reveló que los ambientes sedimentarios varían desde la rampa interna hasta la cuenca, lo cual indica que la historia evolutiva de la secuencia inicio con depósitos de abanicos deltaico y paso un ambiente de rampa carbonatada en el Aptiano temprano, la cual sufrió una rápida subsidencia acompañada de un evento transgresivo en el que predominaron depósitos marinos de aguas profundas hasta el Turoniano.

II.2.- Trabajo de Campo

Para la realización de este estudio ha sido necesario un previo trabajo de campo, para obtener las muestras correspondientes a la sección en cuestión, mismo que fue realizado por el Dr. Rogelio Monreal y el Dr. José F. Longoria en el año 2000. La sección fue medida con cinta y brújula a lo largo del afloramiento expuesto en el km 26 en el corte derecho de la carretera Matehuala, San Luis Potosí-Saltillo, y se midió a intervalos de aproximadamente 50 metros, y se tomaron muestras de rocas para su estudio petrográfico a intervalos de 5 a 15 metros aproximadamente, según cambios en la litología expuesta.

II.3. Trabajo de Laboratorio

El trabajo de laboratorio primeramente consistió en la elaboración de láminas delgadas de las muestras colectadas, para su posterior análisis petrográfico y posterior análisis de microfacies de las láminas delgadas, mediante la ayuda de un microscopio petrográfico. El microscopio petrográfico o (polarizador) es una de las técnicas más utilizadas en los trabajos geológicos. Sirve para la determinación de las propiedades ópticas, identificación de los minerales, estudio de texturas y relaciones entre los minerales y clasificación de rocas.

Por medio del análisis petrográfico se pueden determinar los componentes y características texturales de las rocas y clasificarlas de acuerdo al esquema de Dunham (1962), tomando en cuenta los tipos de componentes aloquímicos presentes, con especial énfasis en los indicadores paleoambientales, como los foraminíferos plantónicos y bentónicos, pelecípodos, ostrácodos radiolarios, etc., también es importante definir la abundancia relativa con la que se observan ciertos componentes, el tamaño, la génesis de la matriz o cementante y las asociaciones de los organismos presentes para realizar un correcto análisis de microfacies.

En los sistemas de depósitos carbonatados, el análisis de microfacies es una herramienta que permite interpretar el contexto ecológico de los organismos productores de carbonatos, estos organismos están influenciados en gran medida por las condiciones y características físicas y químicas de sus respectivos ambientes de depósito; tales como la temperatura, salinidad, oxigenación, profundidad del tirante de agua, energía en el ambiente, luminosidad y la cantidad de nutrientes en el medio, según mencionan Shlager (1993), Homewood (1996) y James (1997). Una vez analizadas las microfacies de las láminas delgadas, se determinan las asociaciones, de textura y microfauna, y para cada una se obtienen los tipos de microfacies estándar correspondientes, basadas en las características dominantes como el tipo de grano, contenido fósil y textura de depósito (Flugel, 2004).

Capítulo III.- Marco Geológico Regional

La geología regional fue tomada de carta Geológica y Minera Cruz de Elorza, en la frontera de Nuevo León, en Matehuala, Saltillo, San Luis Potosí (F14-A25) SGM 2015. Durante el Cretácico Temprano prevalecieron depósitos carbonatados pelágicos mientras que clastos terrígenos fueron suministrados desde el noreste de México. Durante este periodo de tiempo, los sitios aledaños al golfo de México fueron invadidos por grandes cantidades de depósitos sedimentarios carbonatados de cuenca ampliamente distribuidos, como consecuencia de una transgresión a finales del Cretácico Temprano.

Existen en el noreste del país numerosos afloramientos los cuales evidencian un conjunto de eventos y procesos que dieron lugar a una paleogeografía dinámica durante el Cretácico Temprano.

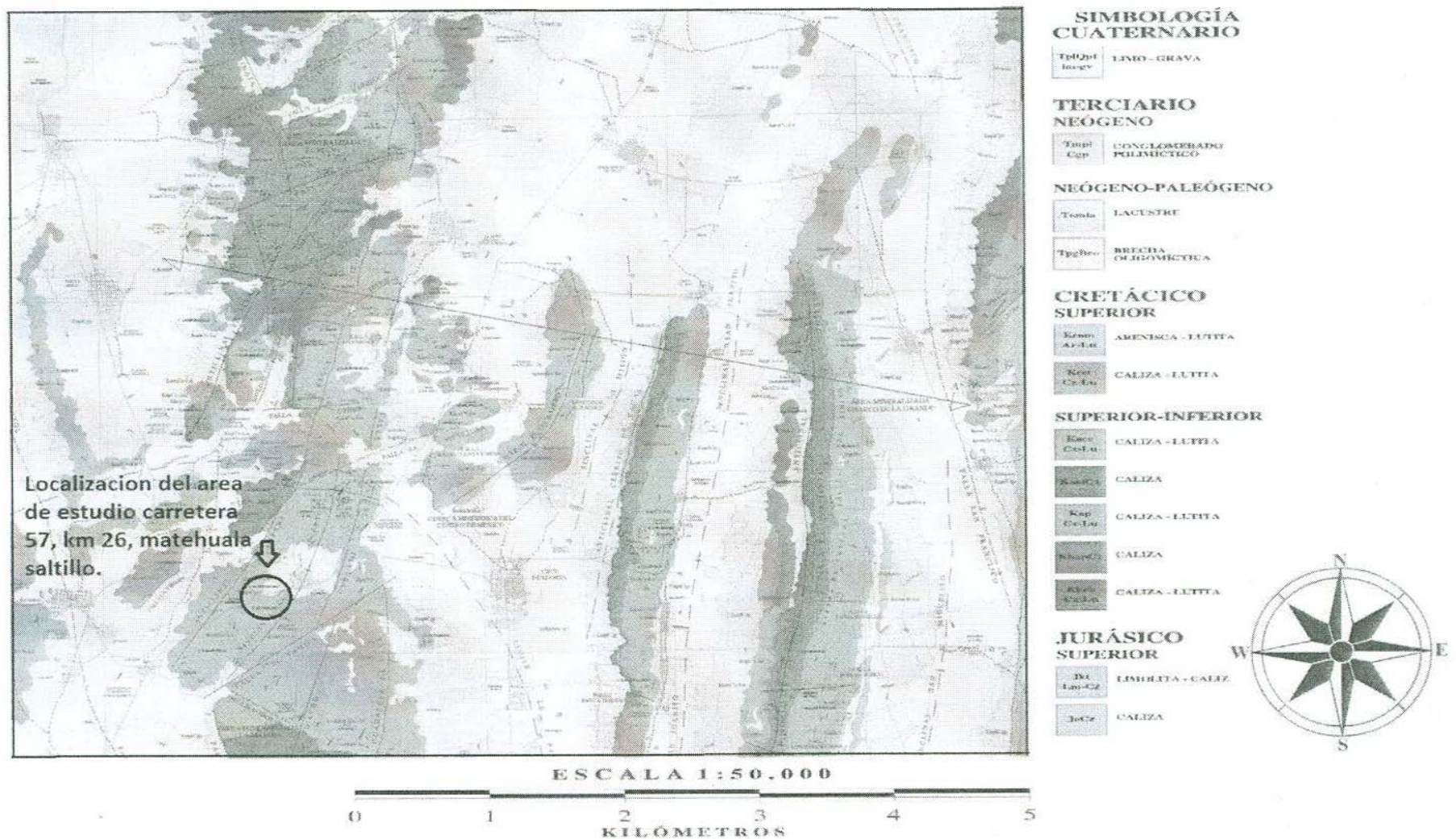


Figura 4.- Carta geológica y minera Cruz de Elorza (F14-A15) en la frontera de Nuevo León, en San Luis Potosí (Reyes J, y Padilla R, 2015).

La carta se ubica entre 2 elementos paleogeográficos con características litoestratigráficas bien definidas que son la plataforma Valles – San Luis Potosí y la cuenca mesozoica del centro de México. La columna estratigráfica está conformada por rocas cuyas edades varían desde el Cretácico Inferior al Cuaternario.

La plataforma Valles – San Luis Potosí constituye un complejo calcáreo sobre el cual prevalecieron facies lagunares y arrecifales de la **Formación El Abra** durante el Albiano – Santoniano. Se trata de una secuencia carbonatada de estratificación gruesa a masiva conformada por caliza fosilífera con nódulos de pedernal; en algunos sitios de caliza dolomitizada lo que en partes le confiere un aspecto sacaroide. Aflora ampliamente de norte a sur y al poniente de la carta. Se interdigita lateralmente con las facies de cuenca de **las Formaciones Cuesta del Cura e Indidura** y también la **Formación Tamabra**, que representa las facies de talud del borde de la plataforma, la cual tiene afloramientos muy restringidos al norte-nor-oeste de la carta y en las inmediaciones del poblado de san José de la luz al sur-este. Está conformada por caliza turbidica y brecha poligomictica con pliegues pre-litificados estructuras de deslizamiento (slumps) y laminaciones, así como algunas intercalaciones de limolita. Su edad es Albiano-Santoniano. **La Formación Cárdenas** del Campaniano-Maastrichtiano, está constituida por una secuencia de capas delgadas de lutita y arenisca, expuesta solamente en la porción sur-oeste en donde esta cabalgada por la **Formación Indidura**.

Las unidades de cuencas se encuentran de la parte media al oriente de la carta, en donde conforman anticlinales y sinclinales que se orientan al NE-SW. **La unidad más antigua es la Formación Cuesta Del Cura**, constituida por caliza de estratificación delgada a media con características bandas delgadas y menormente medianas de pedernal de color negro, con intercalaciones de lutita, cuya edad es Albiano-cenomaniano. No aflora la base y está cubierta concordante y transicionalmente por la **Formación Indidura**, la cual presenta horizontes calcáreo-arcillosos de estratificación delgada a mediana con intercalaciones de limolita y lutita, principalmente hacia la cima. Su edad es Cenomaniano-Turoniano. Pasa transicionalmente a la **Formación Caracol**, que la cubre aunque la relación no se observó por la escases de afloramientos.

Con el depósito tipo flysch de la **Formación Caracol** conformada por arenisca y lutita con algunas intercalaciones de caliza de estratificación mediana culmina el relleno en la cuenca en el Coniaciano-Maastrichtiano.

En la porción poniente de la carta, cerca de Matehuala, existe una antigua laguna que se rellenó con detritos lacustres constituidos por arcilla, limo y yeso, a los cuales se les asigna edad del Oligoceno-Mioceno, del mismo modo que los conglomerados polimicticos constituidos por clastos principalmente de caliza y de pedernal empaquetados en matriz y cementante calcáreo-arcilloso, los cuales se depositan en los taludes al pie de las sierras. En el Plioceno-Pleistoceno se depositan limos y gravas no consolidados en las planicies y en los valles que constituyen más del 50% de la superficie de la carta. Los depósitos aluviales de limo, arena y grava, se ubican en la parte central de la carta, en los cauces de ríos y arroyos.

Tectónicamente, la región estuvo afectada por lo menos por 2 importantes eventos de deformación, el más antiguo fue comprensivo, y el segundo corresponde a una fase distensiva. A finales del cretácico y principios del terciario, durante el paleoceno temprano, inicia la fase de deformación correspondiente a la orogenia Laramide donde los tensores de esfuerzos regionales obedecen a una comprensión con dirección SW-NE, la cual generó en las rocas preexistentes, estructuras de dominio ductil-frágil y frágil. Representadas por un sistema de pliegues cabalgaduras, anticlinales, sinclinales que conforman la sierra madre oriental. A partir del Terciario tardío, durante el Oligoceno-Mioceno, inicia una etapa de distensión que favorece la generación de fallas normales y fallas con componente lateral. Contemporáneamente con el levantamiento de la Sierra Madre Oriental, inicia proceso de erosión que origina el depósito de sedimentos continentales representados por los conglomerados y sedimentos no consolidados.

III.1.- Paleogeografía

El Mesozoico de México se compone principalmente de rocas sedimentarias terrígenas y carbonatadas. Los trabajos pioneros de Burckardt (1930), Imlay (1943) y Humphrey (1956) sobre la sucesión del Mesozoico de México establecieron la base de la litoestratigrafía y postularon la existencia de hiatos regionales en el registro estratigráfico. Por ejemplo, Imlay (1943) hizo hincapié en la importancia de una discordancia Kimmeridgiano-Titoniano en varias localidades de la Sierra Madre Oriental del norte de México (segmento Victoria).

Burckhardt (1930) también indicó que la sucesión marina del norte de México fue interrumpida por una discordancia regional durante el Titoniano tardío y el Berriasiano temprano; Imlay (1980) y Sánchez Montes de Oca (1980) en el sur de México, López Ocampo et al. (1986) en el centro-este de México, Longoria (1985, 1987 a, b), y Rangin y Maury (1983) en el noreste de México. Las relaciones discordantes antes mencionadas documentan la existencia de varios hiatos de extensión regional (Longoria, 1998).

Según Longoria *et al.* (1998) la evolución paleogeográfica del Mesozoico de México fue gobernado por: (1) la subducción oblicua a lo largo del margen occidental de Pangea; (2) los cambios en la dirección de convergencia de la placa Kula-Farallón en relación a la placa de Norteamérica; (3) la fase de la deriva asociada con la separación de América del Sur con América del Norte; y (4) expansión del fondo marino en el golfo de México y la migración del bloque de Yucatán a su posición geográfica actual. Proponen que la interacción entre las placas tectónicas mencionadas durante el Mesozoico dieron lugar a: (1) la generación de un sistema de fallas de desgarre lateral izquierda desde mediados del Jurásico; y (2) hiatos estratigráficos de duración variable en la sucesión Jurásico y Cretácico y que coinciden con los cambios en la dirección de la convergencia de la placa de Kula-Farallón. Estos movimientos laterales son responsables de la posición de México superpuesta con respecto a América del Sur en las reconstrucciones del Permiano-Triásico. La apertura del golfo de México que venía desarrollándose desde el Jurásico medio, culminó durante el Cretácico Temprano, de este modo comenzó a formarse un margen pasivo en el noreste de México debido al enfriamiento de la placa norteamericana por desaceleración y subsidencia tectónica (Goldhammer *et al.*, 1991).

Según Longoria *et al.* (1998), a mediados del Cretácico Temprano durante el Hauteriviano-Barremiano, aumentó de manera importante la velocidad en la subsidencia tectónica en la plataforma continental del noreste de México, esto dio origen al depósito de grandes espesores de carbonatos que llegarían a tener en promedio 1500 m (Padilla, 2007), esta enorme plataforma carbonatada persistiría desde el Hauteriviano al Aptiano temprano (Barragán y Melinte, 2006).

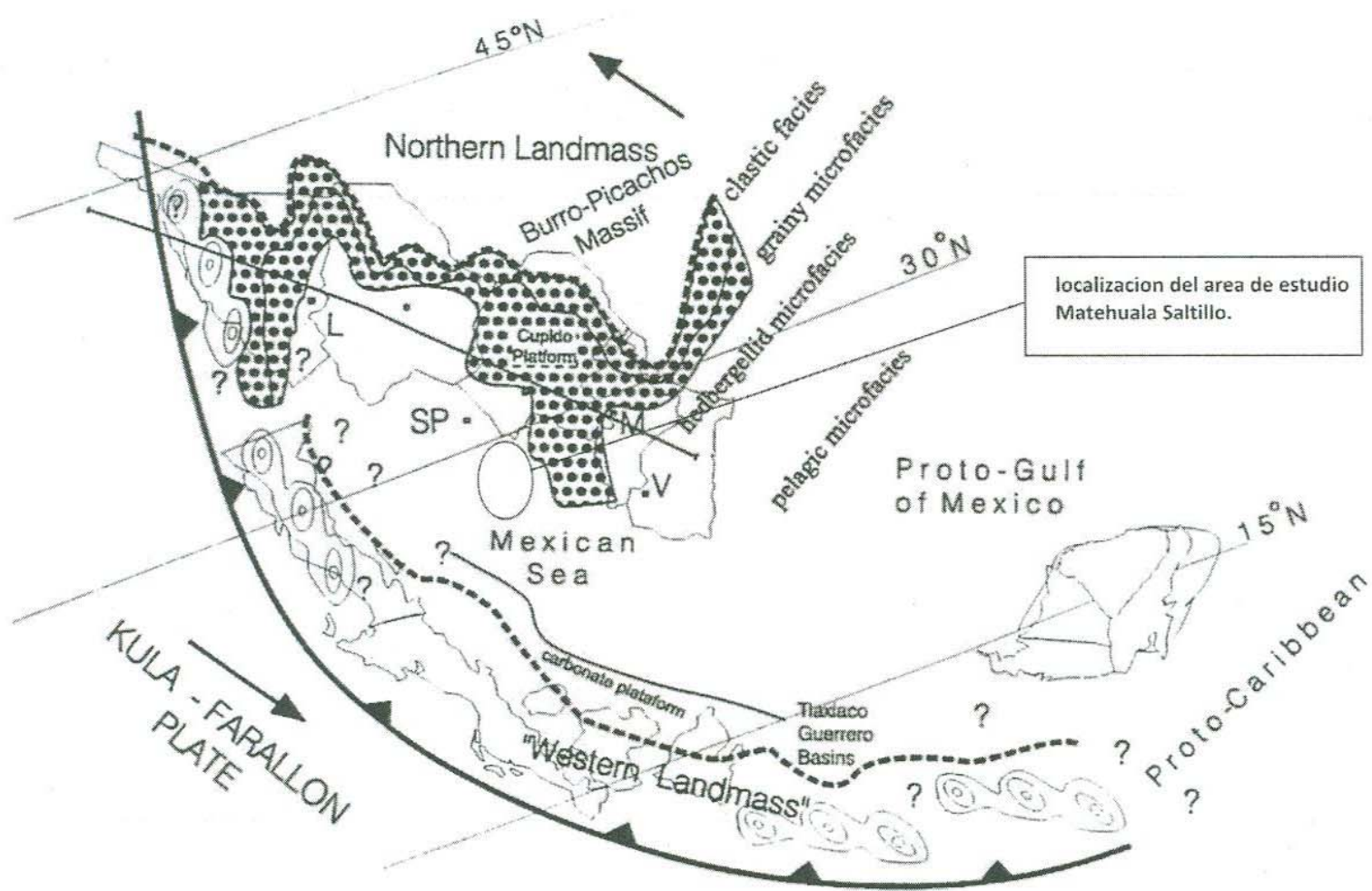


Figura 5.- Paleogeografía del Cretácico Temprano. (Longoria *et al.*, 1998).

Capítulo IV.- Secuencia Estratigráfica Expuesta en el Área de Estudio

La sección estudiada cerca del poblado de Matehuala, San Luis Potosí, se caracteriza por su excelente exposición, y continuidad, representatividad, para un muestreo adecuado y una observación detallada.

La sección fue medida con cinta y brújula en los cuales se hicieron 4 intervalos de la (estación 0 a la 4): la primera de ellas consta de 50 m a lo largo de los cuales se recolectaron 5 muestras, en el intervalo siguiente se midió un total de 50 m y se tomaron 4 muestras. El siguiente intervalo se obtuvo a 50 m recolectándose un total de 4 muestras. Finalmente en el último intervalo se midieron 50 m y se recolectaron 4 muestras. La distancia total de la sección estudiada es de 200 m y se colectaron 17 muestras (Figs. 6, 7 y 8).

Planta topografica de la seccion Matehuala.

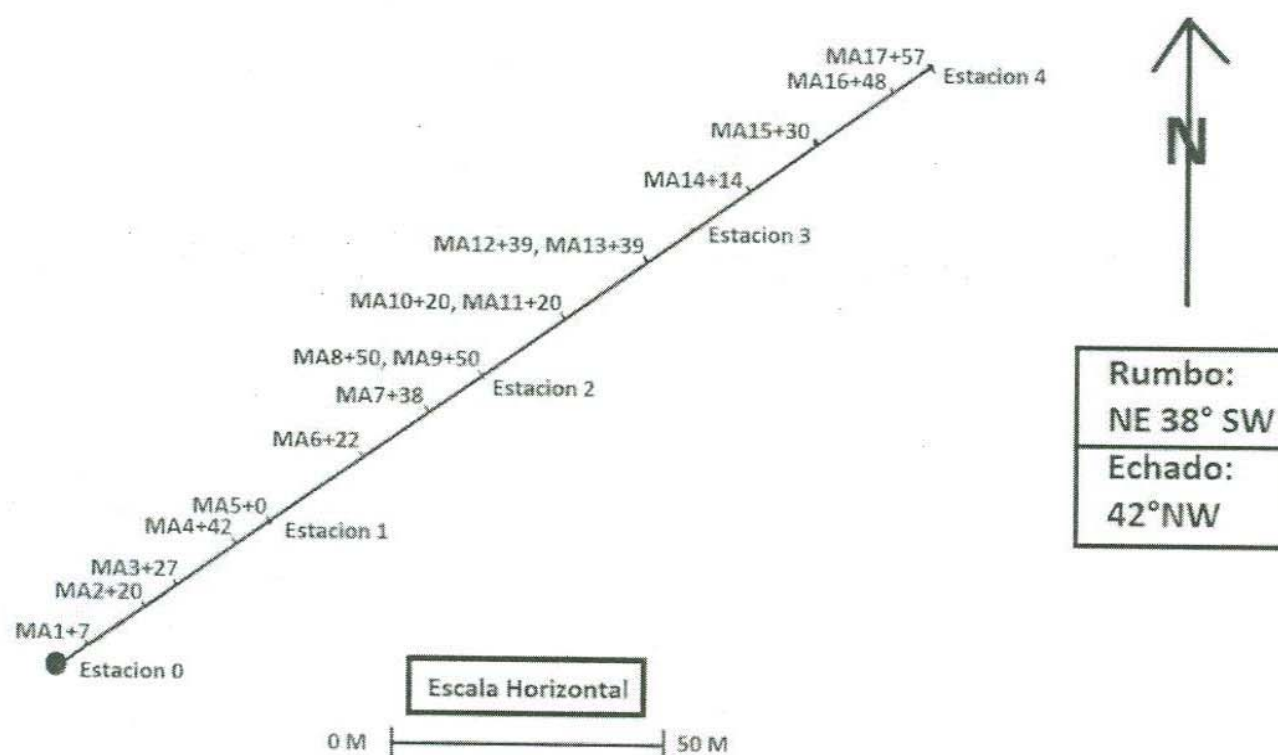


Figura 6.- Planta de la sección medida en el municipio de Matehuala, Saltillo San Luis Potosí, mostrando el caminamiento y la ubicación de las muestras recolectadas.

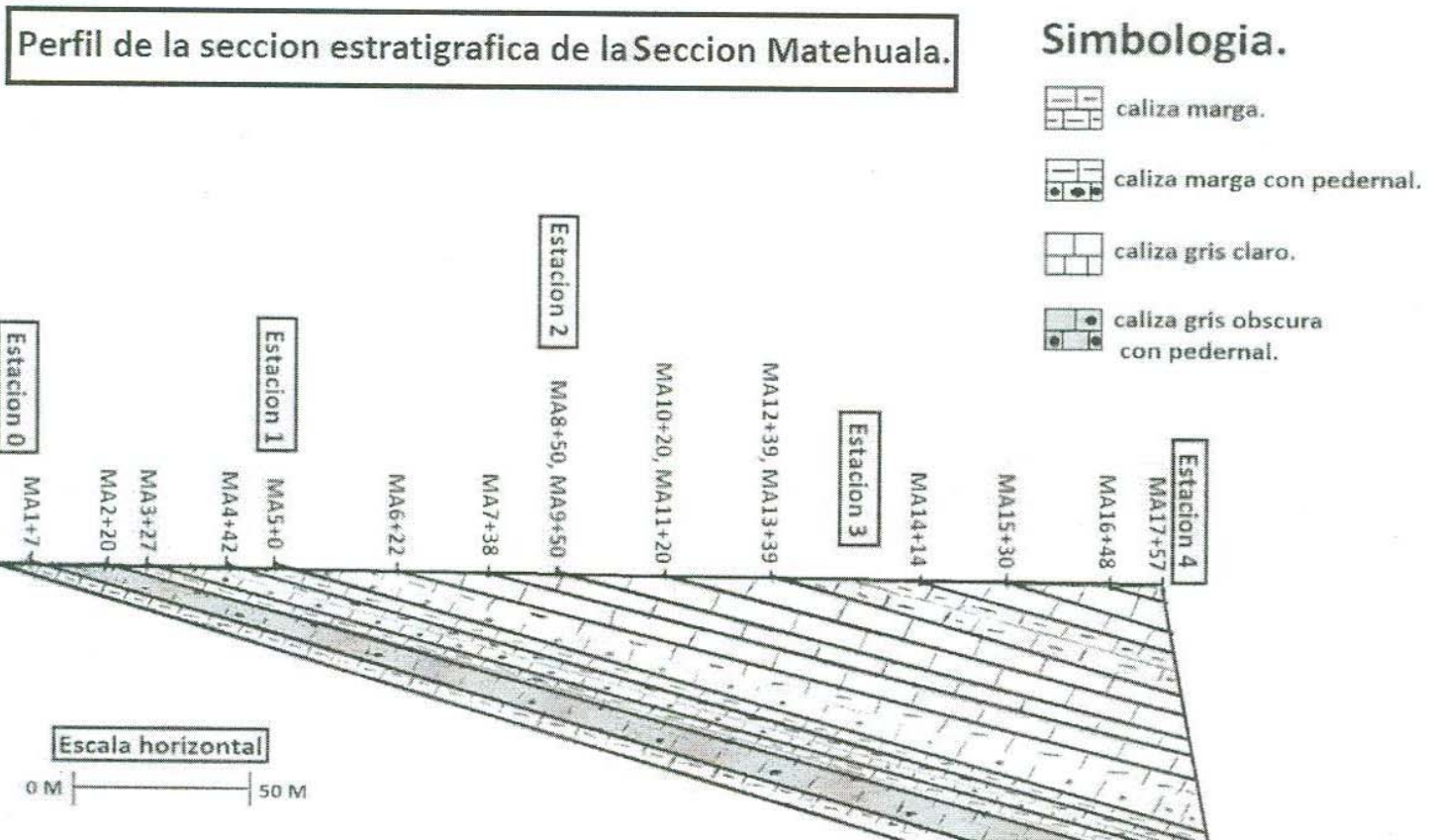


Figura 7.- Perfil de la sección estratigráfica de la Sección Matehuala que muestra los intervalos y la ubicación de cada una de las muestras colectadas.



Figura 8.- Fotografía que muestra parte de la sección estudiada, en el estado de San Luis Potosí, municipio de Matehuala, México. El afloramiento expuesto en la fotografía corresponde a un paquete heterogéneo de caliza con capas de marga tabular, las capas de caliza son de color negro con laminación interna con diferentes tonos de coloración (gris claro).

IV.1.- Descripción de la Secuencia

A continuación se describe la secuencia estratigráfica y muestras colectadas en cada uno de los intervalos:

Intervalo 0-1 (50m)

El intervalo de la estación (0 a la estación 1) corresponde a una distancia de 50 m (Figura 7). Los primeros 22 m. corresponden a un paquete heterogéneo de intercalaciones irregulares de calizas delgadas a medianas a gruesas y pequeñas capas de margas tobáceas. Las calizas son de color negro con laminación interna por diferentes tonos de coloración (gris claro, y oscuro), también contiene capas y nódulos de pedernal que alteran de forma irregular con caliza laminada con flujos de material piroclástico y granos terrígenos. De los 22 a los 50 m corresponde a una alternancia irregular de caliza negra gruesa a masiva y que contiene capas de margas tobáceas con estratificación paralela y continua de 3 a 15 cm de espesor y caliza bandeada de color claro. En este intervalo se colectaron las muestras MA 1+7, MA 2+20, MA 3+27, y MA 4+42, MA 5+0.

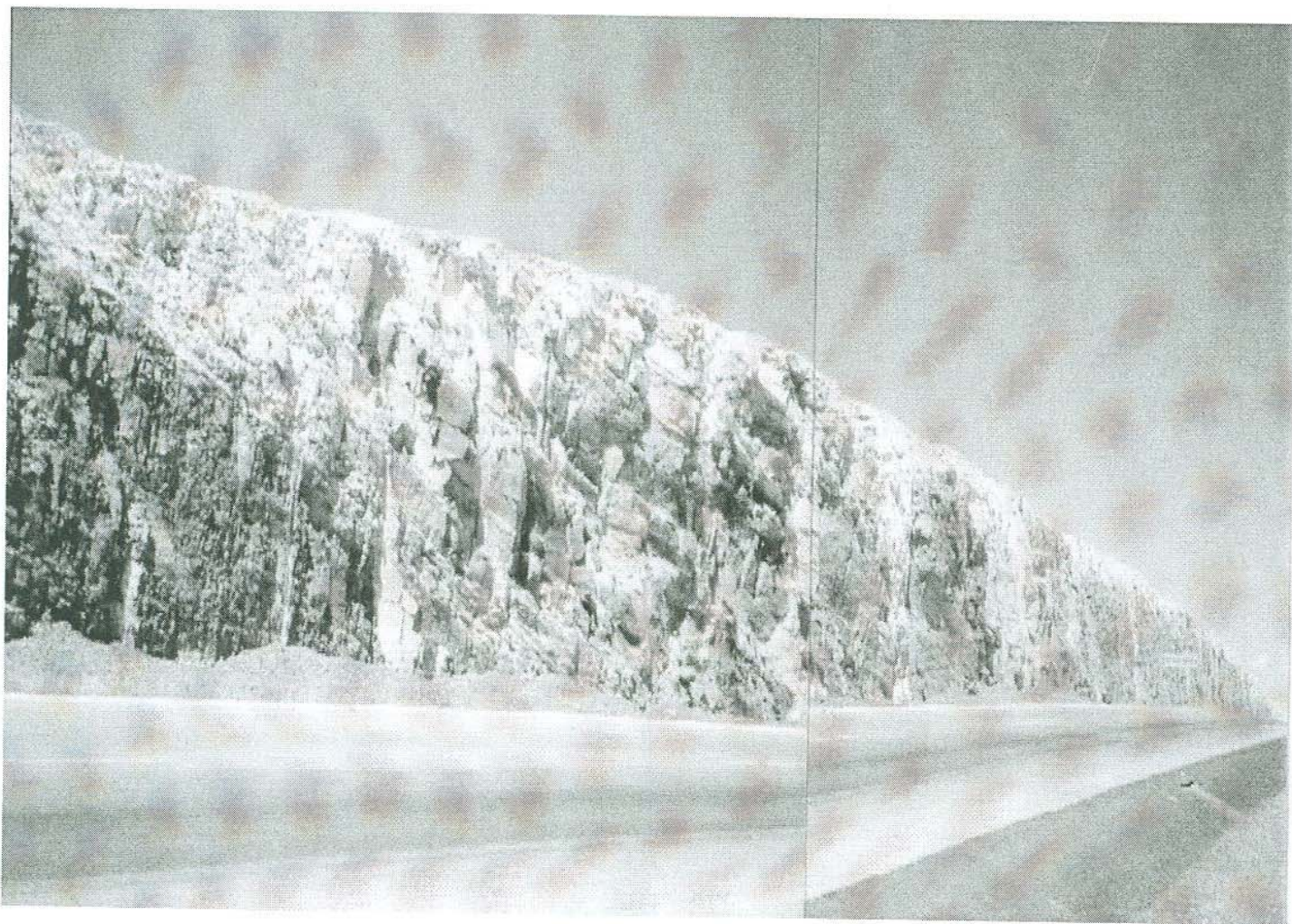


Figura 9.- Afloramiento expuesto en la Sección Matehuala en el intervalo de 50 m de la estación (0 a la 1), mostrando calizas de estratificación media a gruesa con nódulos de pedernal negro. En este intervalo se colectaron las muestras: MA 1+7, MA 2+20, MA 3+27, y MA 4+42, MA 5+0.

Intervalo 1-2 (50m)

El intervalo de la (estación 1 a la estación 2) corresponde a una distancia de 50 m (Figura 8). Este intervalo corresponde a una alternancia irregular de caliza, margas, y pedernal negro. Las calizas varían de medianas a gruesas, internamente laminadas y localmente con estratificación nodular. También localmente se tiene alternancias de caliza con flujos de material piroclástico y granos de terrígenos. En este intervalo se colectaron las muestras:

MA 6+20, MA 7+38, MA 8+50, y MA 9+50.



Figura 10.- Afloramiento expuesto en la sección Matehuala que corresponde al intervalo entre las estaciones (1 a la 2), mostrando capas de caliza de color gris oscuro con lentes de pedernal intercaladas con capas delgadas de margas donde se colectaron las muestras: MA 6+20, MA 7+38, MA 8+50, y MA 9+50.

Intervalo 2-3 (50m)

El intervalo de la (estación 2 a la estación 3) corresponde a una distancia de 50 m (Figura 9). Los primeros 14 m corresponde una alternancia irregular de caliza, margas y pedernal negro. Las calizas varían tamaño de medianas a gruesas. De los 14 a 50 m de distancia se encuentra un paquete con alternancia irregular de predominante de calizas delgadas arenosas tobaceas y lajeadas, con estratificación paralela continua y calizas gruesas a masivas de color negro laminadas de color arenosas y escasos lentes de pedernal. En este intervalo se colectaron las muestras: MA 10+20, MA 11+20, MA 12+39, MA 13+39.



Figura 11.- Afloramiento expuesto en la sección Matehuala de la estación (2 a la 3), mostrando la alteración irregular de calizas y margas con pedernal negro. En este intervalo se colectaron las muestras: MA 10+20, MA 11+20, MA 12+39, MA 13+39.

Por medio de los datos obtenidos la sección fue medida con cinta y brújula y del método gráfico se obtuvieron los espesores reales de la secuencia (**figura 13**) y se pudo graficar la respectiva columna estratigráfica (**Figura 14**).

Intervalo 3-4 (50m)

El intervalo de la (estación 3 a la estación 4) corresponde a una distancia de 50 m (Figura 10). Los primeros 13 m corresponden un paquete con alternancia irregular de predominante de calizas delgadas arenosas tobáceas y lajeadas, con estratificación paralela continua y calizas gruesas a masivas de color negro laminadas de color arenosas y escasos lentes de pedernal. De los 13 a los 50 m se tiene un paquete de estratificación irregular de margas con calizas arenosas y capas de pedernal negro de hasta 20 cm, localmente lenticular. Las margas contienen localmente nódulos calcáreos de composición igual a las capas de caliza. En este intervalo se colectaron las muestras: MA 14+14, MA 15+30, MA 16+48, MA 17+57.



Figura 12.- Afloramiento expuesto en la sección Matehuala entre las estaciones (3 a la 4), mostrando un paquete de margas con calizas arenosas y capas de pedernal negro. En este intervalo se colectaron las muestras: MA 14+14, MA 15+30, MA 16+48, MA 17+57

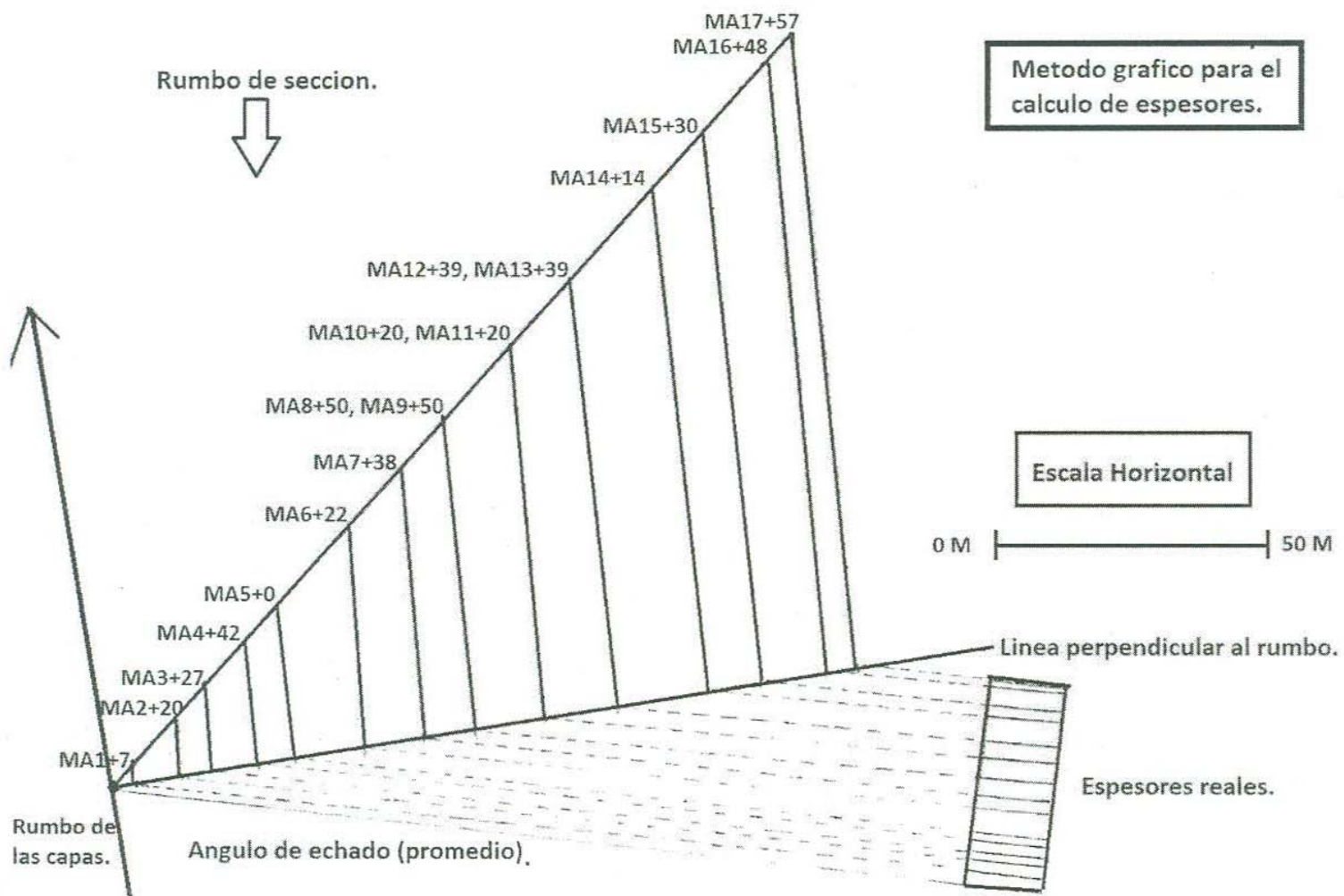


Figura 13.- En este esquema mostramos el método grafico para el cálculo de espesores de la sección Matchuala en la que aparecen las 17 muestras con sus respectivos espesores reales.


Simbología.

Columna estratigrafica de la Seccion Matehuala.

 caliza marga.

 caliza marga con pedernal.

 caliza gris claro.

 caliza gris obscura con pedernal.

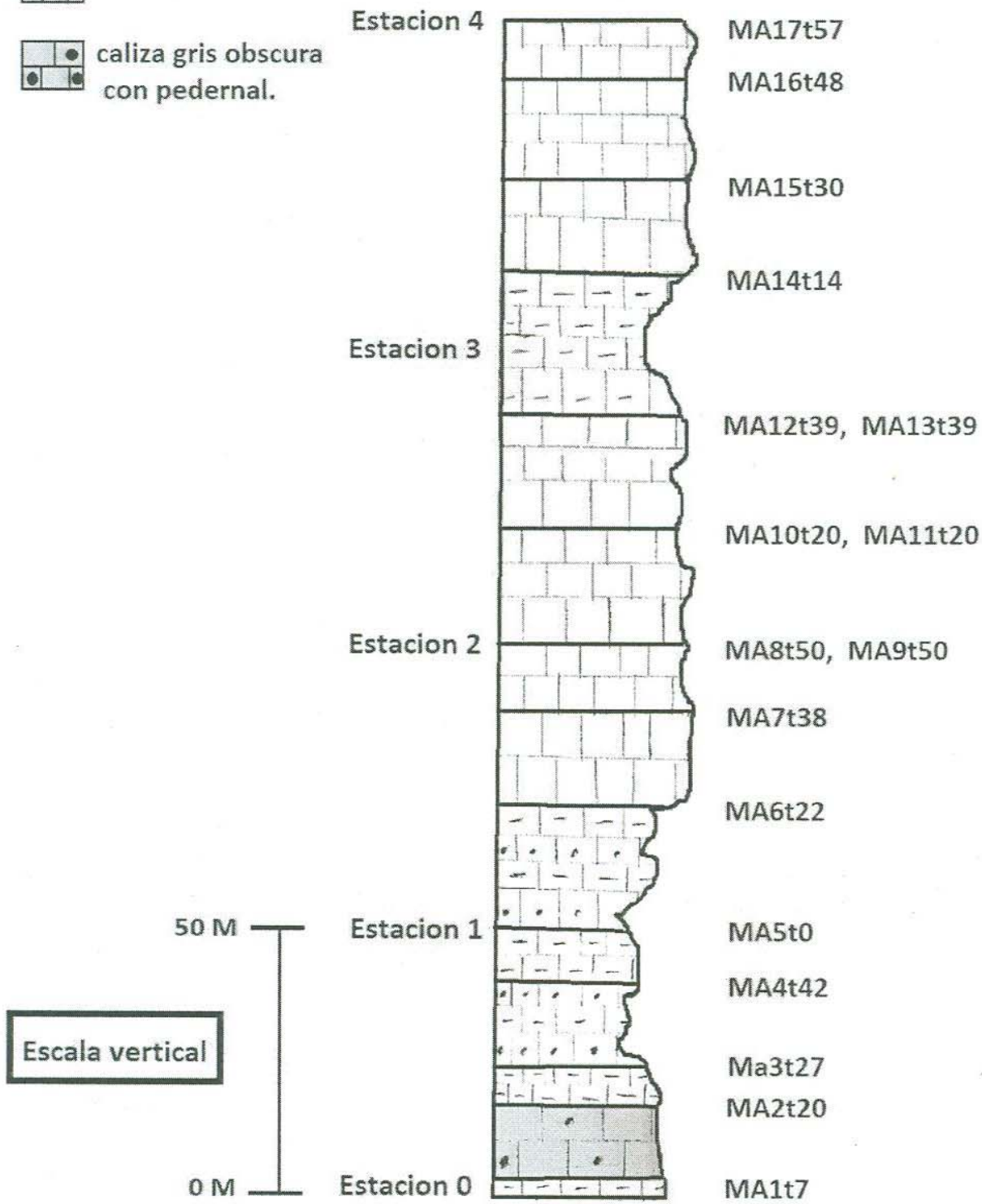


Figura 14.- Sección estratigráfica Matehuala que muestra la litología, la clave de cada una de las muestras colectadas.

Capítulo V.- Análisis de Microfacies

V.1.- Generalidades

En los sistemas de depósitos carbonatados, el análisis de microfacies es una herramienta que permite interpretar el contexto ecológico de los organismos productores de carbonatos, estos organismos están influenciados en gran medida por las condiciones y características físicas y químicas de sus respectivos ambientes de depósito; tales como la temperatura, salinidad, oxigenación, profundidad del tirante de agua, energía en el ambiente, luminosidad y la cantidad de nutrientes en el medio, según mencionan Shlager (1993), Homewood (1996) y James (1997).

Los siguientes elementos aloquímicos se utilizan frecuentemente como parámetros para definir microfacies carbonatadas:

Los foraminíferos suelen considerarse como el grupo más importante de microfósiles marinos debido a que son organismos muy abundantes en los sedimentos. Además, presentan una gran diversidad de especies, que son de gran utilidad en los estudios de tipo bioestratigráfico, paleoecológico, paleoceanográfico etc. Los foraminíferos son principalmente de ambiente marino, y la mayoría viven sobre o dentro de los sedimentos del fondo marino (es decir, son bentónicos), mientras que algunos flotan en la columna de agua a distintas profundidades (es decir, son planctónicos). Unos pocos se han encontrado en agua dulce o en condiciones salobres. **Los Miliolidos** es un orden de foraminíferos tradicionalmente considerado Suborden Miliolina del Orden Foraminiferida, su rango cronoestratigráfico abarca desde el Carbonífero hasta la Actualidad. Son un grupo de foraminíferos bentónicos que presentan conchas aporcelanadas, compuestas de pequeños cristales de calcita y material orgánico. Los cristales tienen un alto porcentaje de magnesio y están orientados aleatoriamente. La testa carece de poros y tiene generalmente compartimientos múltiples, que se organizan a menudo en una manera distintiva denominada miliolina.

Los radiolarios son de ambiente marino, constituyendo una parte importante del plancton normalmente pelágico, aunque también los hay bentónicos. La mayoría vive en los primeros centenares de metros de la superficie en mar abierto, pero también se los ha encontrado en todas las profundidades, incluyendo las profundidades abisales. Las diferentes especies viven en diferentes rangos de profundidad. El esqueleto de los radiolarios fosiliza con facilidad, y debido a la rápida evolución de sus especies son importantes como fósiles traza a partir del Cámbrico.

Los ostrácodos Son una clase de crustáceos de muy reducido tamaño, muchas veces microscópicos (normalmente entre 0,1 y 2 mm). Se conocen unas 13,000 especies actuales y se estima que se han descrito 65,000 especies fósiles (incluyendo crustáceos actuales

conocidos). Poseen un caparazón de dos valvas, que dependiendo de la especie puede ser blando o altamente calcificado, que al cerrarse cubre todas las partes blandas del animal, dándole el aspecto de una diminuta almeja. El ligamento que une las conchas tiende a separarlas mientras que el músculo interior actúa inversamente, juntándolas. De esta forma no se requiere un músculo adicional para la apertura de las valvas lográndose una mayor eficiencia y un menor gasto energético.

Los pelecípodos o Lamelibranquios, también llamados **Bivalvos** (que poseen dos valvas), son las comunes almejas, ostras o mejillones. Constituyen una clase de moluscos marinos (hay algunos de agua dulce), de simetría bilateral, con dos láminas branquiales, y acéfalos (sin cabeza). El cuerpo se encuentra encerrado en un manto que segrega una concha bivalva y un pie aplanado; algunas especies carecen de pie o está atrofiado. Las valvas de la concha se articulan entre sí mediante un ligamento elástico, que en algunas especies les permite abrir y cerrar con rapidez para generar una especie de corriente a chorro, y así conseguir una cierta capacidad de movimiento. El pie, que es muy reducido con respecto a los gasterópodos, lo utilizan para excavar la arena y enterrarse en ella, donde viven generalmente inmóviles (por ejemplo la almeja). Algunas especies se fijan fuertemente a un sustrato mediante filamentos rígidos (por ejemplo el mejillón), o a las rocas (por ejemplo las ostras).

V.2.- Descripción de las Microfacies

En el presente trabajo se realizó un análisis detallado de microfacies de las muestras de roca tomadas de la sección estudiada. A continuación se describen las asociaciones de microfacies obtenidas en la sección estratigráfica. Para la descripción cualitativa de los componentes aloquímicos de las microfacies se utilizaron los términos presencia, traza (de 0-5 individuos), raro (de 6-10 individuos), escaso (de 11-16 individuos), frecuente (de 17-25 individuos) y abundante (más de 25 individuos).

Una vez analizadas las microfacies de las láminas delgadas, se han determinado las correspondientes asociaciones, de textura y microfauna, y para cada una se obtuvieron los tipos de microfacies estándar correspondientes, estas son categorías que resumen microfacies con características similares, basadas en las características dominantes como el tipo de grano, contenido fósil y textura de depósito (Flügel, 2004).

Para esta sección se realizó el análisis de microfacies de 38 láminas delgadas, correspondientes a las 17 muestras de la sección Matehuala como producto de dicho análisis se determinaron asociaciones de microfacies distintas y descritas a continuación (Figura 14).

Simbología.

Columna estratigrafica de la Seccion Matehuala.

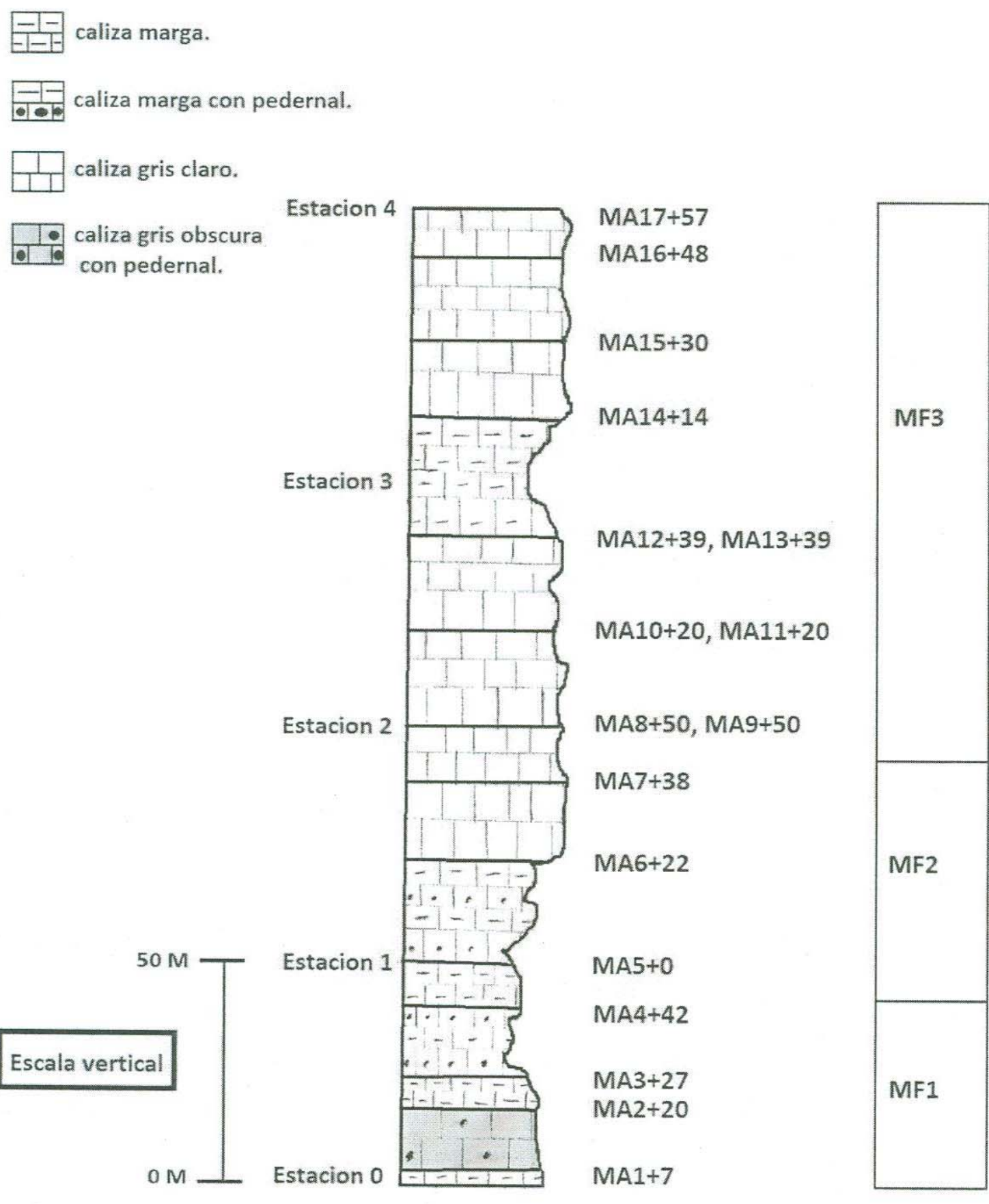


Figura 15.- Sección estratigráfica Matehuala que muestra la litología, la clave de cada una de las muestras colectadas y las Microfacies presentes (MF1, MF2 y MF3).

Microfacies MF1 (de la muestra 1 al 4)

La característica principal de esta asociación de microfacies es la abundancia de radiolarios (Figura 16, foto 1), y la presencia moderada de miliolidos (Figura 16, foto 7), también contiene foraminíferos planctónicos (Figura 16, foto 3), y solo trazas tenemos ostrácodos y pelecípodos (Figura 16, foto 5), y solo unos cuantos calcisferulidos (Figura 16, foto 2). En su mayoría presenta una textura en abundancia mudstone, una sola muestra presenta textura wackstone. Esta microfacies se repite 4 veces, en las muestras: MA 1+7, MA 2+20, MA 3+27, MA 4+42. La asociación faunística y textura en las rocas de esta microfacies representa ambiente marino de plataforma externa-talud (Figuras 14 y 15).

Microfacies MF2 (de la muestra 5 al 7)

La característica principal de esta asociación de microfacies es la abundancia de foraminíferos planctónicos (Figura 17, foto 8), solo trazas tenemos radiolarios (Figura 17, foto 6), y foraminíferos bentónicos, (Figura 17, foto 5). En su mayoría presenta una textura packstone. Esta microfacies se repite 3 veces, en las muestras: MA 5+0, MA 6+22, MA 7+38. La asociación faunística y textura en las rocas de esta microfacies representa ambiente marino de talud (Figuras 14 y 15).

Microfacies MF3 (de la muestra 8 al 17)

La característica principal de esta asociación de microfacies es la abundancia de foraminíferos planctónicos (Figura 18, foto 6) y radiolarios (Figura 18, foto 4), y solo algunos fragmentos de pelecípodos (Figura 18, foto 3). En su mayoría presenta una textura en abundancia wackstone. Esta microfacies se repite 10 veces, en las muestras: MA 8+50, MA 9+50, MA 10+20, MA 11+20, MA 12+39, MA 13+39, MA 14+14, MA 15+30, MA 16+48, MA 17+57. La asociación faunística y textura en las rocas de esta microfacies representa ambiente marino de talud con corrientes de turbidez. (Figuras 14 y 15).

Tabla 1 sección SLP-NL abundancia de aloquimicos de la sección matehuala san luis potosi km 26, carretera 57 matehuala saltillo.																		
X= presencia, T= traza (de 0 a 5 individuos), R= raro (de 6 a 10 individuos), S= escaso (de 11a 16 individuos), F= frecuente (de 17 a 25 individuos), A= abundante (mas de 25 individuos).																		
Unidad de microfacies.		MF1.				MF2.			MF3.									
Muestras.		MA117	MA2120	MA3127	MA4142	MA510	MA6122	MA7138	MA8150	MA9150	MA10120	MA11120	MA12139	MA13139	MA14114	MA15130	MA16148	MA17157
Textura.	mudstone.	X	X	X														
	wackstone.				X				X	X	X	X	X		X	X	X	
	floatstone.																	
	packstone.					X	X	X					X					
	grainstone.																	
	rudstone.																	
	framestone.																	
Aloquimicos.	intraclastos.																	
	oolitos.																	
	pellets.								F									
	calciferuidos.	T		S														
	equinodermos.																	
	foraminiferos:																	
	planctonicos.	S	F	F	F	A	A	A	F	F	A	A	A	T	F	F	R	A
	bentonicos.	T			T		T											
	orbitolinido dictyoconus.																	
	orbitolina.																	
miloidos.	T																	
fusulinido.																		
Calciesteras.																		
radiolarios.	A	F	F	F	T	T	A	A	A		A	T	A	F	A	A	A	
calpionelidos.																		
ostracodos.	T		T	S														
pelecipodos.				T								F		R	R	A	T	

Tabla 1. Sección SLP-NL abundancia de aloquimicos de la sección Matehuala san Luis potosí km 26, carretera 57 Matehuala saltillo.

X= presencia.

T= traza (de 0 a 5 individuos).

R= raro (de 6 a 10 individuos).

S= escaso (de 11 a 16 individuos).

F= frecuente (de 17 a 25 individuos).

A= abundante (más de 25 individuos).

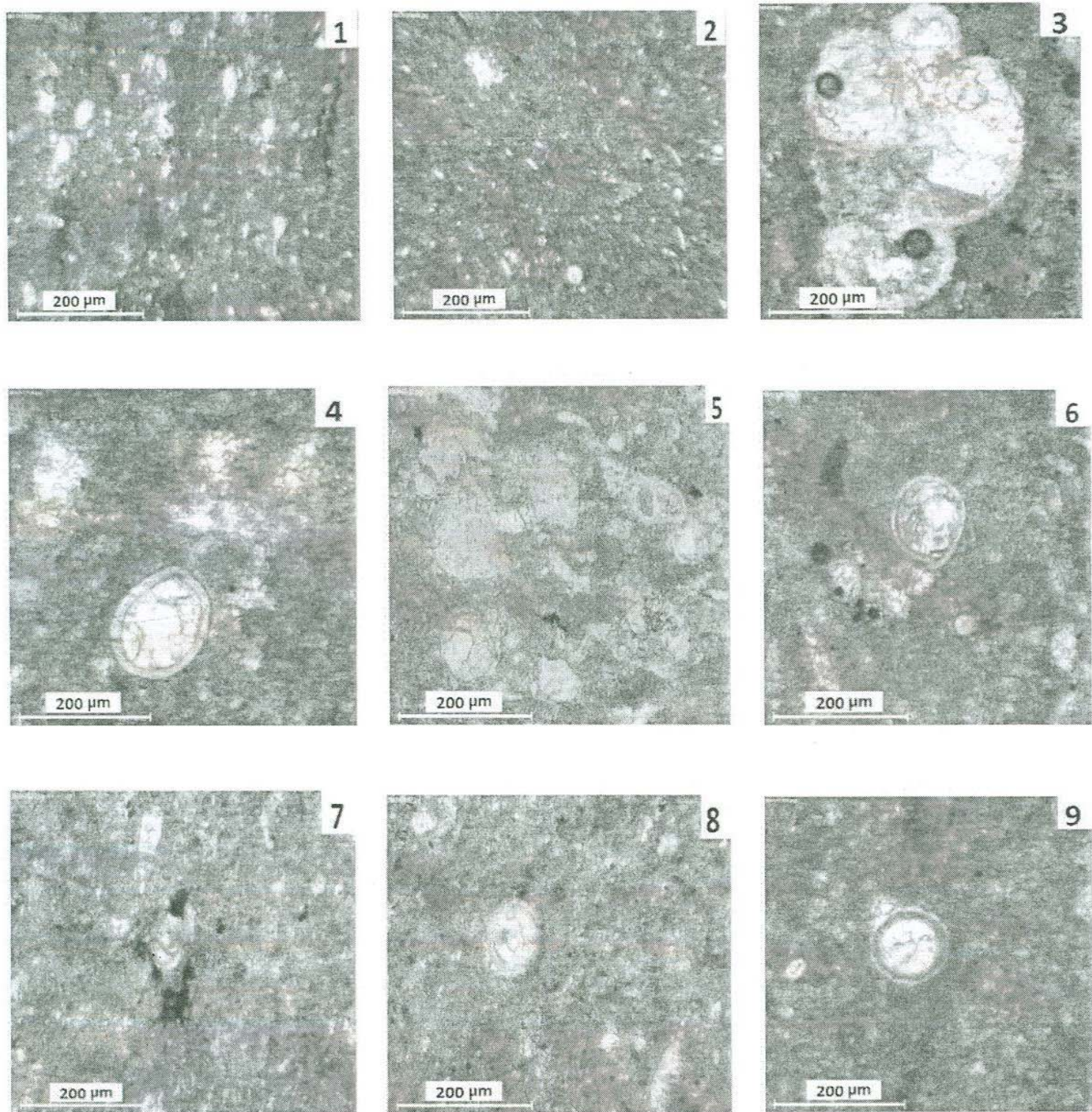


Figura 16.- Microfacies MF1. 1.- Vista general de microfacies (MF1) radiolarios, calciferulidos, foraminíferos planctónicos y bentónicos, miliolidos, ostrácodos, muestra MA1+7, luz natural, lente 4x. 2.- Vista general de microfacies (MF1) foraminíferos planctónicos, radiolarios, calciferulidos, ostrácodos. Muestra MA3+27, luz natural, lente 4x. 3.- Foraminífero planctónico (MF1), muestra MA2+20, luz natural, lente de 10X. 4.- Ostrácodo (MF1), muestra MA1+7, luz natural, lente de 10X. 5.- Foraminíferos, radiolarios, ostrácodos, y pelecípodos, (MF1), muestra MA4+42, luz natural, lente de 10X. 6.- Ostrácodo (MF1), muestra MA1+7, luz natural, lente de 10X. 7.- Miliolido (MF1), muestra MA2+20, luz natural, lente de 10X. 8.- Ostrácodo (MF1), muestra MA2+20, luz natural, lente de 10X. 9.- Foraminífero planctónico (MF1), muestra MA1+7, luz natural, lente de 10X.

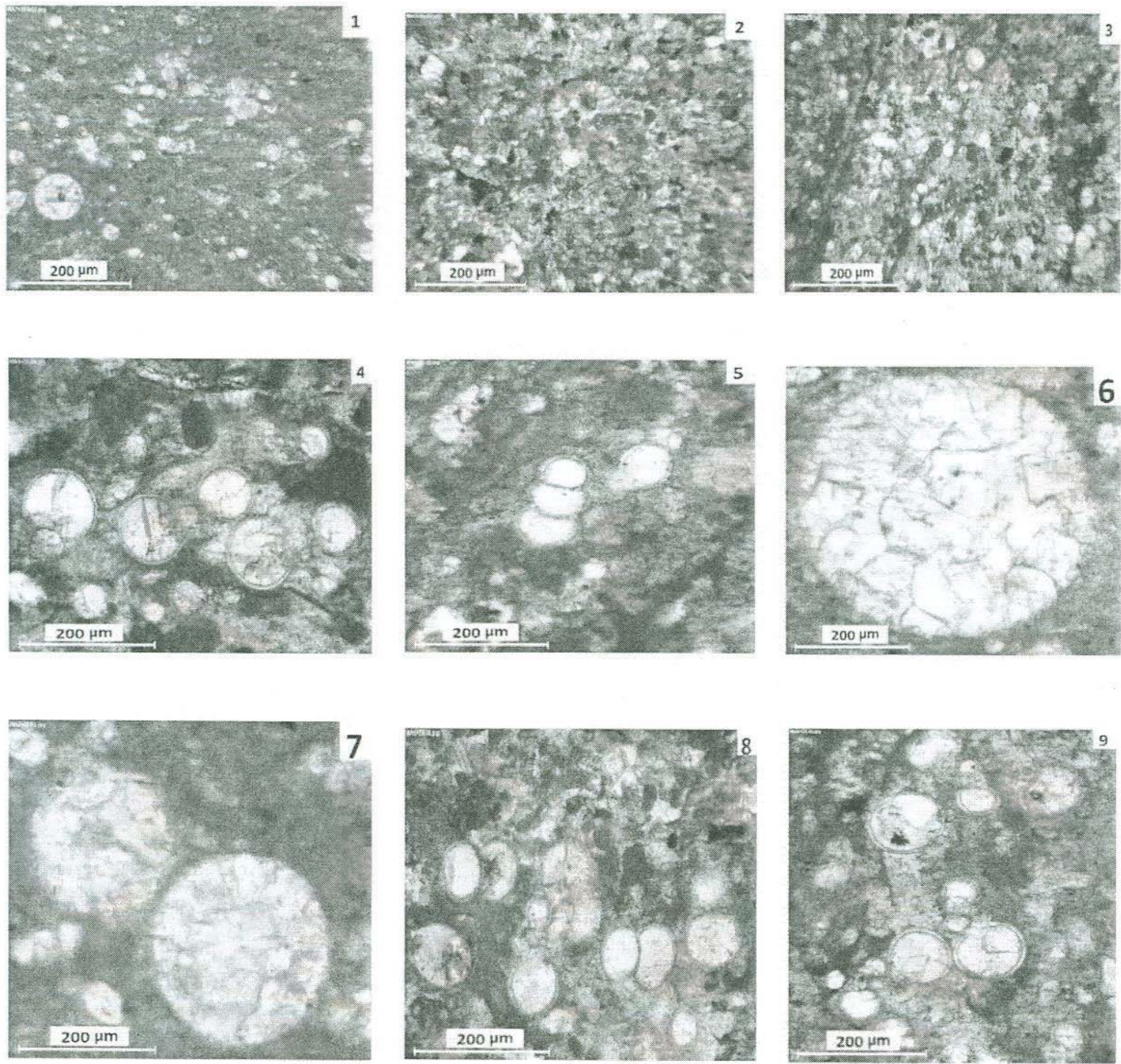


Figura 17.- Microfacies MF2. 1.- Vista general de microfacies (MF2) radiolarios, y foraminíferos planctónicos, muestra MA7+38, luz natural, lente 4x. 2.- Vista general de microfacies (MF2) foraminíferos planctónicos, radiolarios, muestra MA5+0, luz natural, lente 4x. 3.- Vista general de microfacies (MF2) foraminíferos planctónicos y bentónicos, radiolarios, muestra MA6+22, luz natural, lente 4x. 4.- Foraminíferos planctónicos (MF2), muestra MA6+22, luz natural, lente de 10X. 5.- Foraminíferos bentónicos y planctónicos (MF2), muestra MA6+22-23, luz natural, lente de 10X. 6.- Radiolario (MF2), muestra MA7+38, luz natural, lente de 10X. 7.- Radiolario (MF2), muestra MA7+38, luz natural, lente de 10X. 8.- Foraminíferos planctónicos (MF2), MA6+22, luz natural, lente de 10X. 9.- Foraminíferos planctónicos (MF2), muestra MA6+22, luz natural, lente de 10X.

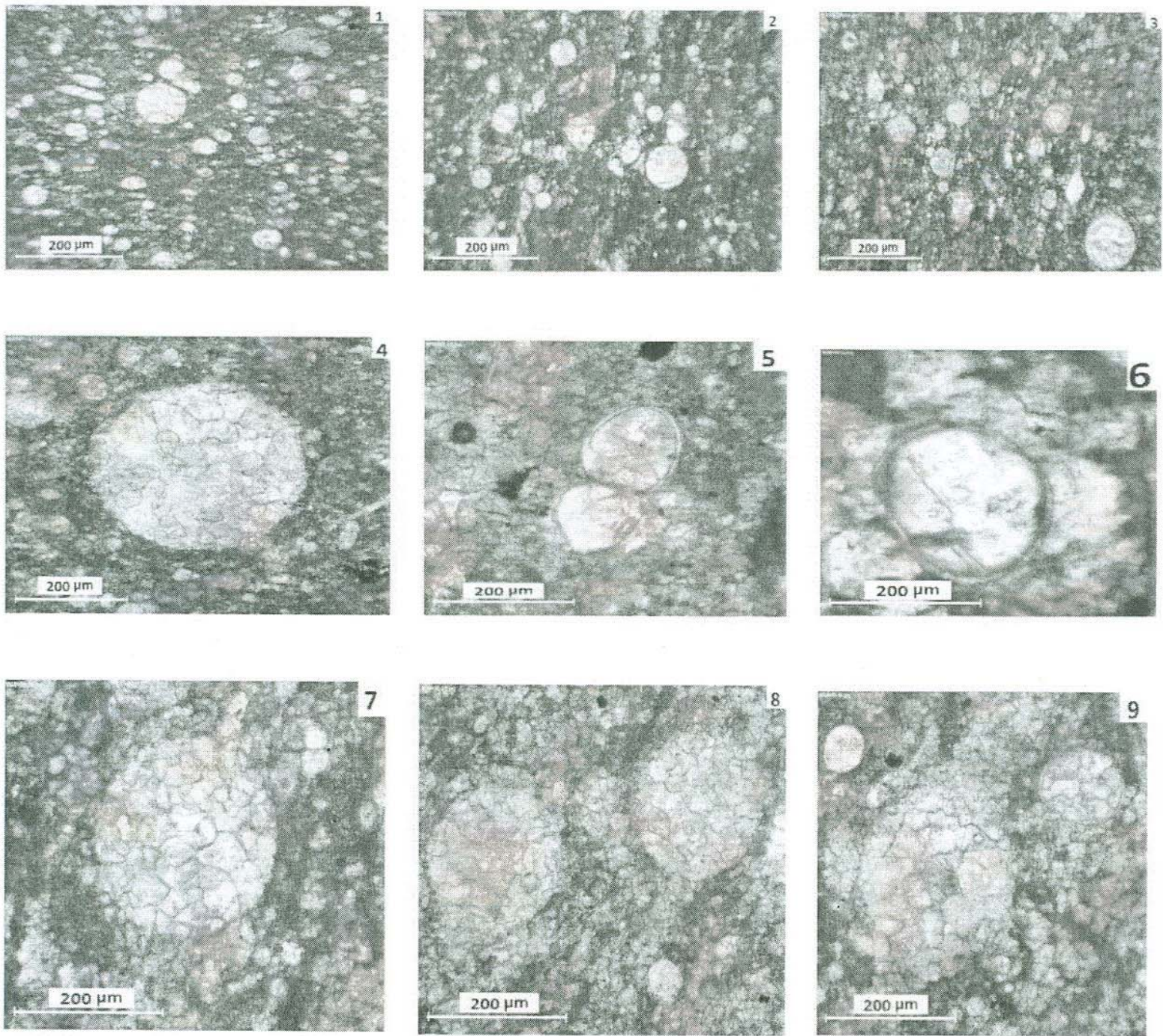


Figura 18.- Microfacies MF3. **1.-** Vista general de microfacies (MF3) radiolarios, y foraminíferos planctónicos, muestra MA14+14, luz natural, lente 4x. **2.-** Vista general de microfacies (MF3) radiolarios, y foraminíferos planctónicos, muestra MA11+20, luz natural, lente 4x. **3.-** Vista general de microfacies (MF3) radiolarios, foraminíferos planctónicos, y solo algunos fragmentos de pelecípodos, muestra MA13+39, luz natural, lente 4x. **4.-** Radiolario (MF3), muestra MA14+14, luz natural, lente de 10X. **5.-** Foraminífero planctónico (MF3), muestra MA9+50, luz natural, lente de 10X. **6.-** Foraminífero planctónico (MF3), muestra MA8+50, luz natural, lente de 10X. **7.-** Radiolario (MF3), muestra MA9+50, luz natural, lente de 10X. **8.-** Radiolario (MF3), muestra MA9+50, luz natural, lente de 10X. **9.-** Radiolario (MF3), muestra MA9+50, luz natural, lente de 10X.

Capítulo VI.- Correlación y Posición Cronoestratigráfica

La secuencias estratigráfica expuesta en el km 26 de la carretera federal 57 consiste de una secuencia compuesta por intercalaciones irregulares de calizas delgadas a medianas a gruesas y pequeñas capas de margas tobaceas.

También tiene una alternancia irregular de caliza, margas y pedernal negro, la alternancia irregular es predominante en calizas delgadas arenosas tobaceas y lajeadas, con estratificación paralela continua y calizas gruesas a masivas de color negro y laminadas y escasos lentes de pedernal.

Esta secuencia es similar a la Formación Agua Nueva (Muir, 1934). Según Muir (1934), la Formación Agua Nueva se caracteriza por ser una secuencia rítmica de capas de delgadas a gruesas de caliza arcillosa y margas de estratificación paralela continua capas finas a medianas de bentonita.

Localmente las capas de caliza son ricas en la materia orgánica que les da una coloración negra en superficie fresca, y que contiene abundantes radiolarios, foraminíferos planctónicos y calciesferas. Cuya posición estratigráfica va del Albiano superior a Coniaciano inferior.

En la sección estudiada, por el estado de preservación de las rocas, no se pudieron determinar las especies específicas de foraminíferos, solo la presencia de foraminíferos planctónicos del tipo de los favusélidos y hedbergélidos, por lo que está en concordancia con la edad de Albiano a Conaciano de la Formación Agua Nueva.

Capítulo VII.- Conclusiones

En la Sección estudiada en el municipio de Matehuala saltillo en el km 26 de la carretera 57. Se presenta una secuencia de rocas sedimentarias marinas que se depositaron durante el Cretácico Temprano-Tardío, (Albiano tardío-Turoniano), que presenta un ritmo de sedimentación que muestra ligeras variaciones en el ambiente depositacional, en la plataforma externa y talud.

La sección estudiada se dividió en 3 microfacies con texturas principalmente de wackstone y packstone, un poco de mudstone, reconociéndose grupos fósiles como, foraminíferos planctónicos y radiolarios, ostrácodos, pelecípodos, miliólidos, foraminíferos bentónico, y calciferulidos.

El análisis de microfacies de las rocas sedimentarias estudiadas permitió determinar la paleobatimetría de estas, las rocas expuestas en esta sección se depositaron desde el ambiente Marítimo de plataforma externa a talud con corrientes de turbidez o margen de cuenca. Estos paleoambientes tiene su correspondiente en las zonas de microfacies estándar de Flugel (2004).

En la Microfacies (MF1) se presenta un diferencial en los estratos muy marcado, el cual corresponde a material y contenido fósil correspondiente a una zona batimétrica más somera, cuales fueron transportados por corrientes de turbidez y depositados en una zona más profunda, evidenciando lo anterior, se encuentra como fósil traza los miliólidos y abundancia de radiolarios, como fósil traza tenemos ostrácodos estos fósiles corresponden a zonas más profundas con alta abundancia de radiolarios.

En la Microfacies (MF2) La característica principal de esta asociación de microfacies es la abundancia de foraminíferos planctónicos, radiolarios como fósiles traza, y foraminíferos bentónicos, La asociación faunística y textura en las rocas de esta microfacies representa ambiente marino de talud.

En la Microfacies (MF3) La característica principal de esta asociación de microfacies es la abundancia de foraminíferos planctónicos y radiolarios, y solo algunos fragmentos de pelecípodos. La asociación faunística y textura en las rocas de esta microfacies representa ambiente marino de talud con corrientes de turbidez.

Referencias Citadas

- Barragan, Melinte (2005). Palaeoenvironmental and palaeobiologic changes across the Barremian/Aptian boundary interval in the Tethys Realm, Mexico and Romania. Instituto de Geología, UNAM, Departamento de Paleontología, Cretaceous Research 27 (2006) 529e541.
- Burckhardt, C., 1930. Etude synthétique sur le Mesozoïque Mexicain. Societe Paleontologique de la Suisse, Memoir 49 (50), 280 pp.
- Dunham, R. J., 1962, Classification of carbonate rocks according to depositional texture, En: Classification of carbonate rocks a symposium, Ham, W. E., (ed.): American Association of Petroleum Geologist, Memoir.
- Flugel, E. 1982, Microfacies Análisis of Limestones, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, p. 633.
- Goldhammer, R. K., 1999, Mesozoic sequence stratigraphy and paleogeographic evolution of northeast Mexico, En: Mesozoic sedimentary and Tectonic History of North-Central Mexico, Boulder, Colorado, Bartolini, C., Wilson J., L., y Lawton, T., F., (eds): Geological Society of America.
- Homewood, P.W. 1996. The carbonate feedback system: interaction between stratigraphic accommodation, ecological succession and the carbonate factory. Bulletin de la Société géologique de France, 167, 701-715.
- Humphrey, W. y Díaz, T., 1956, Estratigrafía del Mesozoico y Tectónica de la Sierra Madre Oriental entre Monterrey, Nuevo León y Torreón, Coahuila. Excursión C-5, XX Congreso Geológico Internacional, México, pág. 1-102.
- Imlay, R.W., 1944. Cretaceous formations of Central America and Mexico. American Association of Petroleum Geologists, Bulletin 28. 1077e1195.
- Imlay, R.W., 1980, Jurassic paleobiogeography of the conterminous United States in its continental setting: U.S. Geological Survey Professional Paper 106, 1-134.
- Iturralde-Vinent, M., 2004. (Editor) Paleogeografía y Biogeografía de Cuba y el Caribe. [CD-ROM] Museo Nacional de Historia Natural, La Habana, Primera Edición Digital.
- James, 1997, Facies Models, Response to Sea Level Change: Geol. Assoc. of Canada, 545 p.
- James, 1997, Facies Models, Response to Sea Level Change: Geol. Assoc. of Canadá, 545 p.
- López-Ramos E., 1985, Geología de México (3ª ed.), tomo II: México D.F. edición particular.
- López, R. E., 1982, Geología de México, tomo II, 3ª. Edición, pág. 274-338.

- López-Ramos, E., 1981, Paleogeografía y tectónica del Mesozoico en México: Universidad Nacional Autónoma de México, Revista del Instituto de Geología, 5, 158-177.
- López Ocampo Jaime Rueda Gaxiola, Marco A. dueñas y José I. Rodríguez Instituto Mexicano del Petróleo. Los Anticlinorios de Huizachal-Peregrina y de Huayacocotla: dos partes de la fosa de Huayacocotla-el Alamar. I. El Alogrupos los San Pedros.
- Longoria, J. F., 1984, Cretaceous biochronology from the Gulf of México region on planktonic microfossils: Micropaleontology, v. 30, p. 225-242.
- Longoria, J. F., Krutak P. U., Gamper, M. A., 1998, International Symposium on Foraminifera, Sociedad Mexicana de Paleontología, A. C., Special Publication, pág. 1-40.
- Monreal, R., Montijo González, A., Almazán Vázquez, E., 2005, Guía para el estudio de rocas carbonatadas, Departamento de Geología División de Ciencias Exactas y Naturales, pág. 1-99.
- Monreal, R., 1989, Regional stratigraphic studies of the Lower Cretaceous in northern México and the United States. The University of the Texas at Dallas. Tesis de Doctorado.
- Montijo González, A., Monreal Saavedra, R., Grijalva Noriega, F., Pérez Ramos, O., Almazán Vázquez, E., 2005, Petrografía de Rocas Carbonatadas, Colección Textos Académicos Núm. 42, Universidad de Sonora.
- Morán-Zenteno, D., 1994. Geology of the Mexican Republic. American Association of Petroleum Geologists, Studies in Geology 39, 160 pp.
- Padilla y Sánchez. Evolución geológica del sureste mexicano desde el Mesozoico al presente en el contexto regional del Golfo de México BOLETÍN DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA TOMO LIX, NÚM. 1, 2007, P. 19-42.
- Rangin, D. Girard, and R. Maury. Geodynamic significance of Late Triassic to Early Cretaceous volcanic sequences of Vizcaino Peninsula and Cedros Island, Baja California, Mexico Geology, September, 1983, v. 11, p. 552-556.
- Reyes J, y Padilla R, cartografía y edición por el servicio geológico mexicano boulevard Felipe ángeles km 93.50 - 4. Col. Venta prieta, c.p. 42080 Pachuca, hidalgo Primera Edición Marzo 2015 Derechos Reservados Servicio Geológico Mexicano.
- Sánchez-Montes de Oca, R., 1980, Geología petrolera de la Sierra de Chiapas: Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol., v. 31, Nos. 1-2, p. 67-77.
- Shchlagel, W. (1993): Accommodation and supply a dual control on stratigraphic sequences. Sedimentary Geology, 86: 111-136.