



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

**ANÁLISIS DE MICROFACIES Y
PALEOAMBIENTES DE UNA SECCIÓN
ESTRATIGRÁFICA DE LA SIERRA LA FLOJERA,
MUNICIPIO DE HERMOSILLO, SONORA.**



TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE GEÓLOGO



PRESENTA:
HÉCTOR MANUEL MORENO FLORES
MARIO ALBERTO ROCHA QUIROZ

HERMOSILLO, SONORA, NOVIEMBRE DEL 2017

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, 12 de diciembre de 2016

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

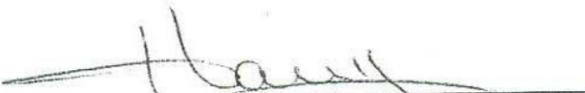
Por este conducto y de la manera más atenta, nos permitimos someter a su consideración, para su aprobación el siguiente tema de tesis, intitulado:

“Análisis de Microfacies y Paleoambiente de una sección estratigráfica de la Sierra La Flojera, Municipio de Hermosillo, Sonora”.

Esto es con el fin de que los alumnos: **Héctor Manuel Moreno Flores** exp. 211206576 y **Mario Alberto Rocha Quiroz** exp. 210214757, puedan presentar su examen profesional, para la obtención de su título de Licenciatura en Geología.

Sin otro en particular y agradeciendo de antemano su atención al presente, quedamos de Usted.

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


M.C. Alejandra Montijo González
DIRECTOR

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



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Geología

Hermosillo, Sonora, 26 de enero, 2017

M.C. ALEJANDRA MONTIJO GONZÁLEZ
DIRECTORA DE TESIS
P R E S E N T E.-

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

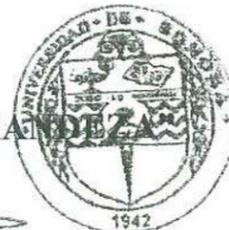
“Análisis de Microfacies y Paleoambiente de una sección estratigráfica de la Sierra La Flojera, Municipio de Hermosillo, Sonora”.

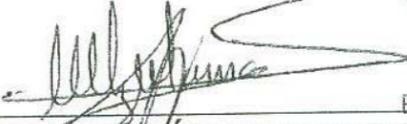
Esto es con el fin de que los alumnos: *Héctor Manuel Moreno Flores* exp. 211206576 y *Mario Alberto Rocha Quiroz* exp. 210214757 puedan presentar su examen profesional, para la obtención de su título de Licenciatura en Geología. Así mismo le comunico que han sido asignados los siguientes Sinodales:

| | |
|------------|-----------------------------------|
| Presidente | M.C. Ismael Minjarez Sosa |
| Secretario | M.C. Francisco Javier Cuen Romero |
| Vocal | M.C. Alejandra Montijo González |

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

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




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

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



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Geología

NOMBRE DE LA TESIS:

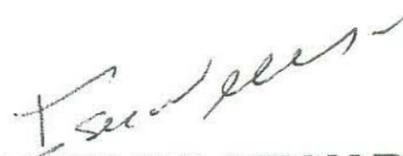
**"ANÁLISIS DE MICROFACIES Y PALEOAMBIENTE DE UNA SECCIÓN
ESTRATIGRÁFICA DE LA SIERRA LA FLOJERA, MUNICIPIO DE
HERMOSILLO, SONORA"**

NOMBRE DE LOS SUSTENTANTES:

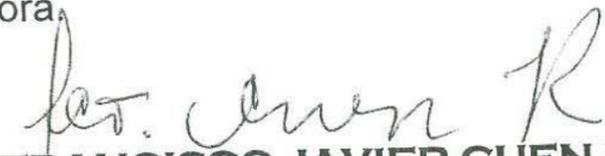
HÉCTOR MANUEL MORENO FLORES

MARIO ALBERTO ROCHA QUIROZ

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. ISMAEL MINJAREZ SOSA

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 JAVIER CUEN ROMERO

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 GONZÁLEZ

ATENTAMENTE
"EL SABER DE MIS HIJOS HARÁ MI GRANDEZA"


DRA. SILVIA MARTÍNEZ RETAMA
JEFA DEL DEPARTAMENTO

C.c.p. Archivo.

Campus Universitario, Edif. 3 C, Hermosillo, Sonora. C.P. 83000
Tel. (662) 259-21-10, ext. 8110, Tel. Fax: (662) 259-21 11. Portal web: www.geologia.uson.mx

DEDICATORIA

Para mí, la fe comienza con la comprensión de que una inteligencia suprema dio el ser al universo y creo al hombre. No me cuenta tener esa fe, porque el orden e inteligencia del cosmos dan testimonio de la más sublime declaración jamás hecha: "En el principio creo Dios...", gracias por permitirme culminar un plan de vida tan importante.

A mis padres Héctor y Consuelo por siempre estar apoyándome, por haber confiado en mí, por la paciencia, y el interés que tuvieron en mi formación profesional, por ser gran parte de lo que soy se los debo a ustedes, sus consejos me llevaron a seguir mis objetivos y cumplirlos, todo el amor para ustedes.

A mis hermanos, Lorenia, Noee, Yaneth y Uzziel, por qué parte de lo que he aprendido en la vida ha sido en complicidad con ustedes... "Nacimos del mismo árbol, y aunque nuestras ramas crezcan en diferente dirección, siempre nos unirán nuestras raíces".

"Amistad es una mano extendida, una sonrisa que te anima, una mirada que te comprende, una lagrima que se une a tu dolor y una palabra que te dice aquí estoy"... gracias por siempre estar allí Luis Roberto (Wy) & Suly Alberto (White), los llevo siempre en mi corazón, a mi hermana de la vida Clarissa R, te quiero, a una gran persona que aprecio y tengo valoro Gabriela G. gracias por todo, te quiero.*

A mis amigos que esta formación y la vida misma me dio, muchas gracias por haber hecho todo más fácil, por tantas historias compartidas, viajes, anécdotas y el cariño que me brindaron, saben que los aprecio y los quiero... "Pandilla espartana siempre".

DEDICATORIA

A mis padres:

Lawrence Rocha Tineo y Lidia Quiroz Urquijo.

Por su apoyo, comprensión e interés que siempre han demostrado hacia mí y por ser un ejemplo para impulsar mi formación profesional.

A mi esposa y mi hijo:

Beatriz Carolina y Nilmar Alberto

Por su amor, apoyo, y paciencia a lo largo de estos años, por ser una motivación especial para así lograr esta meta en mi vida.

A la Universidad de Sonora y sus maestros en especial a Alejandra Montijo, Francisco Cuen e Ismael Minjárez por brindarme su apoyo en la elaboración de este trabajo.

Mario Alberto Rocha Quiroz

AGRADECIMIENTOS

A la universidad de Sonora, por abrirme las puertas para poder llevar a cabo mis estudios profesionales, así como también al Departamento de Geología por permitirnos formar parte de la Licenciatura en Geología. A todos los maestros que ayudaron de distintas maneras en nuestra formación académica, gracias por poner a nuestra disposición su conocimiento y experiencia.

A mi directora de tesis, M.C. Alejandra Montijo González, por todo el apoyo, por haber brindado su tiempo, para sacar adelante este proyecto, prestando su conocimiento en el tema, además de formar parte importante durante mi formación académica, siempre apoyándonos en distintas actividades, y por hacernos la vida más alegre, con su buena actitud en todo momento, por la paciencia y motivación día a día, para poder ver finalizado este proyecto, ¡Muchas gracias!, Al M.C. Ismael Minjárez Sosa, por su aporte de conocimiento y experiencia, sus comentarios acertados durante el proceso de tesis, al Dr. Francisco Javier Cuen Romero, por sus atinadas correcciones y haber acertado formar parte de este proyecto, le agradecemos su colaboración con nosotros y estar pendiente en la elaboración.

Agradecimiento especial a la Dra. Blanca Estela Buitrón Sánchez, por su asesoría y compartir su gran conocimiento, aportando datos de gran importancia para haber finalizado este trabajo de tesis.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| Resumen | 7 |
| 1. Introducción | 7 |
| 1.1. Objetivos | 7 |
| 1.2. Trabajos previos | 11 |
| 1.3. Fisiografía | 13 |
| 1.4. Localización del área y vías de acceso | 14 |
| 1.5. Metodología | 15 |
| 2. Geología | 15 |
| 2.1. Geología regional | 21 |
| 2.2. Estratigrafía | 21 |
| 2.2.1. Formación "La Flojera" | 21 |
| 2.2.1.1. Unidad I | 23 |
| 2.2.1.2. Unidad II | 27 |
| 2.2.1.3. Unidad III | 28 |
| 2.3. Formación Antimonio | 30 |
| 2.4. Neógeno | 31 |
| 2.5. Cuaternario | 34 |
| 3. Petrografía | 42 |
| 4. Análisis de microfacies, y determinación paleo ambiental | 65 |
| 5. Consideraciones paleogeográficas | 67 |
| 6. Resultados y conclusiones | 68 |
| 7. Referencias bibliográficas | |

RESUMEN

El siguiente trabajo es una descripción detallada de la estratigrafía y análisis de microfacies de la Sierra La Flojera ubicada al sureste del municipio de Hermosillo. Se definió informalmente la formación La Flojera la cual está dividida en tres unidades litológicas, representadas por intercalaciones de caliza y arenisca con abundancia de fósiles. Se analizaron 82 láminas delgadas que corresponden principalmente a grainstones, packstones con bioclastos y litoclastos, con cementante esparítico y micrítico y de las cuales se establecen 9 microfacies carbonatadas con abundantes fósiles (pelets, oolitas, fusulínidos, briozoarios, braquiópodos y crinoideos). La edad se determinó con base a la presencia de la especie de fusulínido *Parafusulina* sp. y la especie de crinoideo *Heterostelechus jeffordsi* Miller del Pensilvánico Superior.

El modelo de sedimentación obtenido sugiere cambios en el nivel del mar, variando desde plataforma abierta lagunar de baja energía, migrando a pie de talud de alta energía a margen de plataforma de arrecife de baja energía a plataforma retrabajada de alta energía.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivos de estudio

- Descripción detallada de la estratigrafía de la Sierra “La Flojera”
- Mapa geológico del área de estudio a escala :1:10,000
- Reconocer los ambientes de depósito por medio de análisis de microfacies

1.2. Trabajos previos

Se han desarrollado varios trabajos geológicos en la parte central del estado de Sonora, producto de investigaciones científica, tesis y mineros. Dentro del área de estudio es escasa la información existente.

A continuación se mencionan los trabajos, así como sus contribuciones:

Dumble (1900), efectuó el reconocimiento geológico en la parte centro y sureste de Sonora, reconoce rocas paleozoicas en Sonora, describe la división Barranca del Triásico superior y la divide en tres miembros (inferior, medio y superior), y propuso el nombre de “División Báucarit” del terciario superior, para un conjunto de conglomerados y areniscas.

Flores (1929), realiza el primer estudio geológico que aportó datos sobre el área de Hermosillo, Sonora.

King (1939), hace un reconocimiento de la geología de Sonora central, publicando un mapa geológico con los afloramientos del Paleozoico de Sonora.

Menicucci (1975), llevo a cabo un estudio geológico regional entre Hermosillo y el Río Yaqui, define y nombra la unidad alóctona Los Chinos del Permo-Triásico, que consiste de cuarcitas, areniscas calcáreas y sedimentos detríticos vulcanosedimentarios.

Hewett y Schmidt (1978), reportan por primera vez a la Formación Mina México de edad Permo-triásica, al sur del poblado de Bacanora, compuesta por

sedimentos siliciclásticos y turbidíticos, con gran abundancias de fusulínidos, briozoarios, gasterópodos y crinoides.

Rodríguez (1981), realizó un trabajo el cual lleva por nombre "Notas sobre la geología del área de Hermosillo, Sonora", presenta el primer mapa geológico a detalle 1:1000.

Noll (1981), desarrolló estudio geológico en el área de Cobachi, definió informalmente tres unidades estratigráficas paleozoicas: grupo Guayacán (Ordovícico Superior-Devónico Superior), caliza Picacho Colorado (Misisípico-Pérmico inferior) y formación Vuelta Colorada (Pérmico medio-superior).

Verdugo-Harita (1987), en el trabajo de reconocimiento geológico-económico de los depósitos de la barita en el área del rancho Las Guásimas, Municipio de Mazatán, Sonora, describiendo las características estratigráficas y sedimentológicas de las principales unidades aflorantes, y en particular de los niveles de las secuencias alóctonas que contienen los cuerpos de barita.

Radelli *et al.* (1987), realizan una compilación de varios estudios estratigráficos y tectónicos efectuados en Sonora central, elaborando un plano regional en donde se ubican los diferentes afloramientos paleozoicos, tanto de plataforma como de cuenca

Barrera y Domínguez (1987), realiza trabajo de la geología de la carta Tonichi (H12D65), donde reportan la presencia de extensos afloramientos de la secuencia alóctona, muchos de ellos considerados anteriormente como parte de la secuencia paleozoica de plataforma y otros asignados a la secuencia litológica del Grupo Barranca.

Peiffer-Rangin (1987), realiza el estudio bioestratigráfico detallado y completo del Paleozoico en Sonora, incluyendo secciones estratigráficas con la descripción de la microfauna observada.

Vega Granillo y Araux-Sánchez (1987), describieron las rocas paleozoicas del rancho Las Norias, al oriente de Hermosillo, nombraron Caliza Aparejo a las rocas del Devónico Inferior-Pérmico.

Montijo-González y Terán-Ortega (1988), elaboran su tesis profesional con base a un estudio regional a semidetalle sobre la geología de la carta Rebeico (H12D54), proponiendo la utilización del término informal de serie Martínez para describir una secuencia detrítico-carbonatada de plataforma, que dividen en unidad inferior (Cámbrico-Ordovícico) y unidad superior (Devónico Medio?-Pérmico inferior).

Poole *et al.*, (1995), describen que la base de la secuencia autóctona (de plataforma) en el área Sierra Martínez está constituida por estratos de caliza y ortocuarcita, reportándose en las calizas trilobites y conodontos, asignándole una probable edad del Cámbrico.

Valenzuela y Coronado (1999), hicieron un estudio hidrogeológico comprendido entre las presas Abelardo Rodríguez L y Rodolfo Félix V. (El Molinito), en el cual su objetivo es desarrollar y proponer un modelo hidrogeológico para la explotación de acuíferos, en donde abordan temas como la litología de la región y los suelos presentes.

Pérez-Ramos (2001), realiza un estudio bioestratigráfico del Pérmico en Sonora y describe en la Sierra Martínez, cerros Las Rastras, Sierra Santa Teresa, Prieto y Picacho Colorado, la presencia de fusulínidos, de las especies *Parafusulina antimonioensis*, *Parafusulina* cf. *P. multisepta*, *Skinnerella cobachiensis*, *Cuniculinella* sp. A, *Eoparafusulina* cf. *E. mendenhalli*, *Schwagerina* sp. A, entre otras, asignando una edad Pérmico.

Stewart y Poole (2002), Realizan un inventario de todos los afloramientos Neoproterozoico y Paleozoico en Sonora, México.

Amaya-Martínez (2004), describe sobre la estratigrafía de la porción sur de Bacanora, documenta la presencia de sedimentos siliclásticos y turbidíticos de pertenecientes a la Formación Mina México descrita anteriormente por Hewett y

Schmidt (1978), determinado y proponiendo que el depósito de estos se efectúa de manera transicional y concordante sobre los estratos carbonatados pérmicos de la plataforma.

Poole *et al.* (2005), publican el artículo: Síntesis tectónica del Margen Orogenético Ouachita-Maratón-Sonora del Sur Laurentia: Implicaciones estratigráficas y estructurales para definir el tiempo de los eventos deformacionales y el modelo tectónico ,realizado en las localidades de los cerro Las Rastras, Los Novillos y la Sierra Martínez.

En 2005, Andrés Morales P., en su trabajo de tesis sobre “Actualización Sistemática de los Crinoides (Echinodermata, Crinoidea) del Paleozoico Tardío de Sonora. Consideraciones Estratigráficas” en las localidades fosilíferas del Paleozoico Superior de Sonora, entre ellas, la Sierra Las Trincheras (Misisípico), Sierra Agua Verde (Pensilvánico), Cerros El Tule (Pensilvánico) y la Sierra Las Mesteñas (Pensilvánico).

Orozco-Grajeda y Gutiérrez-Acosta (2006), realizaron su tesis profesional titulada Bioestratigrafía y Paleogeografía del Paleozoico Superior del Centro-Este del Estado de Sonora, México, la cual estuvo enfocada principalmente en el área del cerro Las Rastras, Sierra Martínez y cerro Los Novillos.

Emilio Almazán V., *et al* (2006), realizaron un trabajo donde explican una nueva secuencia litoestratigráfica de plataforma del Ordovícico Temprano de la región central de Sonora, México, donde hacen referencia a rocas del Ordovícico Temprano (490-470 Ma.) que afloran en los alrededores de la ciudad de Hermosillo.

Peña-Quijada (2007), realizó su tesis profesional titulada Marco Regional y Principales Zonas Mineralizadas de la Porción Sur-Este de la Carta Bacanora (H12D55).

González León y Reinhard Weber (2011), llevan a cabo una investigación sobre la estratigrafía del Triásico y Jurásico inferior de Sonora, México. Las rocas del Triásico y el Jurásico están representadas en Sonora por las formaciones que

pertenecen a los grupos Barranca y el Antimonio, las cuales se hallan en una franja de afloramientos discontinuos que van de la parte central a la noroccidental del estado, respectivamente.

Casarrubias López (2015), en su tesis de la "Bioestratigrafía de conodontos del Paleozoico superior en el área del Puerto del Orégano (Sonora Central). Se presenta una descripción estratigráfica de una sección del Puerto el Orégano, la cual está constituida por calizas recristalizadas, brechas calcáreas, areniscas calcáreas con presencia de fósiles como conodontos, corales solitarios y crinoides, característicos de ambientes de plataforma somera.

1.3. Fisiografía

El estado de Sonora se encuentra comprendido dentro de cuatro provincias fisiográficas, denominadas como: provincia Sierra Madre Occidental, provincia Llanura Sonorense, provincia de Sierras y Llanuras del Norte (correlacionable con el "Basin and Range" del sur del estado de Arizona en Estados Unidos) y la provincia de la Llanura costera del Pacífico (INEGI, 1991), (Figura 2).

El área de estudio se ubica dentro de la provincia fisiográfica de Llanura Sonorense, que comprende más del 50% de la superficie del estado, y la cual se divide en tres subprovincias: Desierto de Altar, Sierras y Llanuras sonorenses y Sierra del Pinacate (Figura 2).

De acuerdo con el ciclo de erosión, esta porción del estado de Sonora, se encuentra en estado de madurez a senectud caracterizada por el desgaste progresivo de las elevaciones montañosas con tendencia a la nivelación del terreno, formando llanuras planas arenosas y cadenas de dunas.

ANÁLISIS DE MICROFACIES Y PALEOAMBIENTES DE UNA SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA DE SIERRA LA FLOJERA, MUNICIPIO DE HERMOSILLO, SONORA

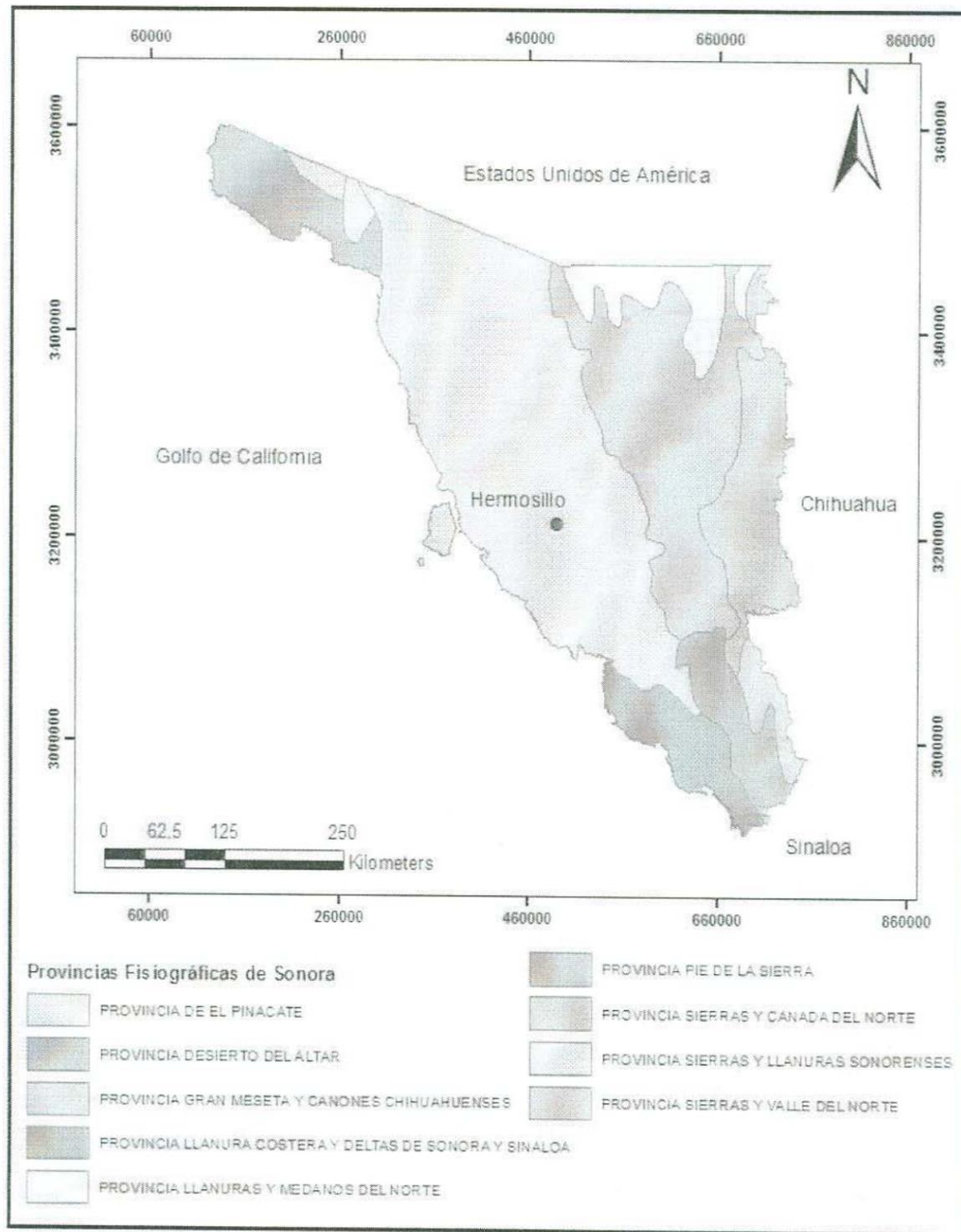


Figura 1 – Mapa fisiográfico del estado de Sonora, clasificación de CONABIO (1990).

1.4. Localización del área y vías de acceso

El área de estudio se encuentra al noroeste de la República Mexicana y queda comprendida en la parte central del estado de Sonora, entre las coordenadas 29°01'16", 28°59'02" de latitud norte y 110°52'50", 110°54'02" de longitud oeste. Tiene una superficie aproximada de 3.30 km².

Las vías de acceso más importante es la carretera federal No. 16 Hermosillo-La Colorada. Otra alternativa es la carretera a Mazatán.

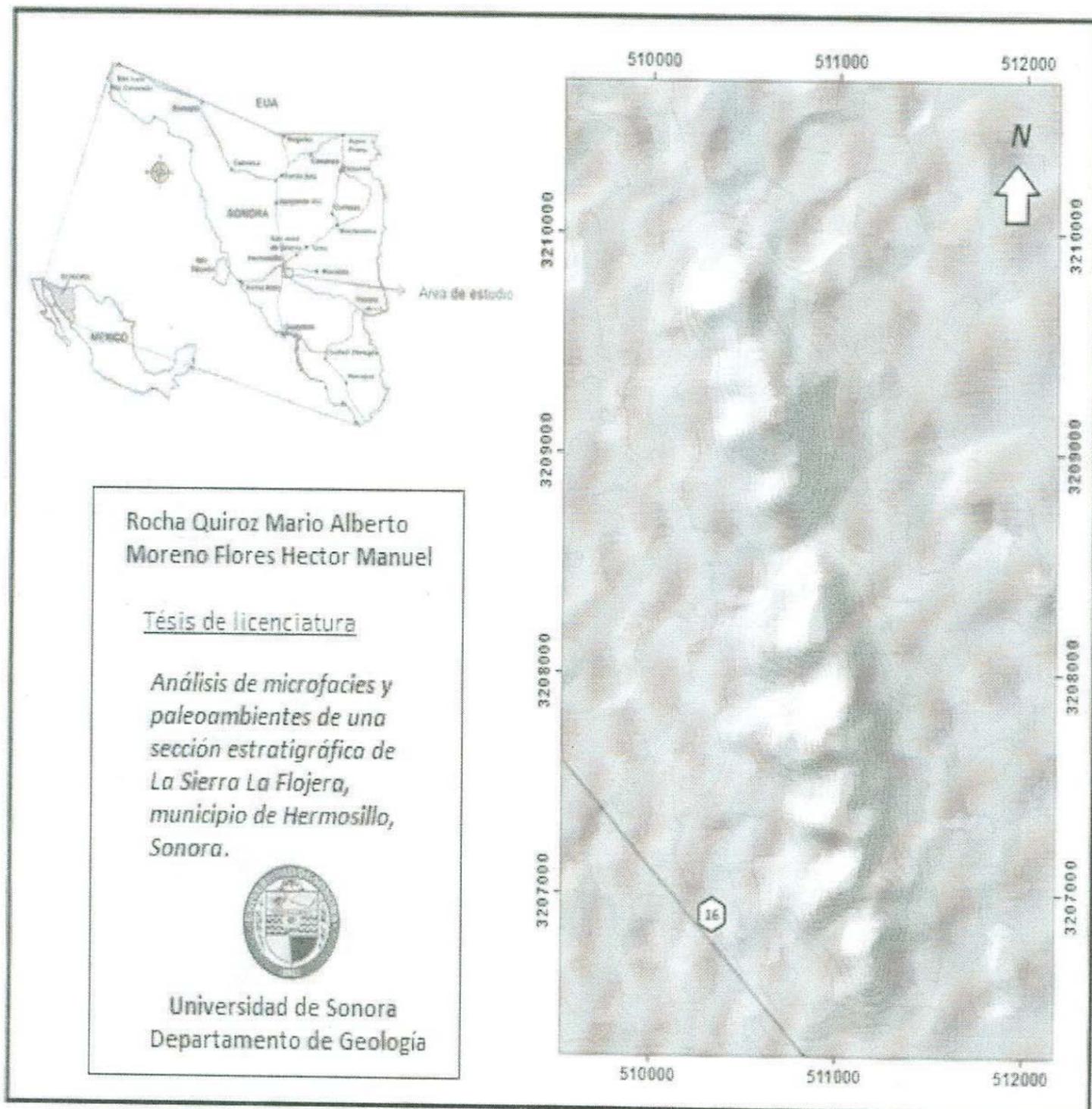


Figura 2 – Mapa de localización del área de estudio.

1.5. Metodología

El presente estudio consta de cuatro etapas:

1) Recopilación de información

- Se llevó a cabo la recopilación de información bibliográfica existente de otras instituciones, publicaciones e imágenes de satélite para delimitar el trabajo de campo.

2) Trabajo de campo.

- Se hizo un reconocimiento general del área para después destacar aspectos geomorfológicos, litológicos y estructurales.
- Se define itinerario de campo y seleccionar la sección estratigráfica.
- Se realizó el levantamiento de perfiles estratigráficos de datos geológicos como: rumbos, echados, litología, tipo de estructuras sedimentarias, fallas, pliegue, así como también muestreo de roca y fósiles.
- Posteriormente se realizó el mapeo a detalle de los afloramientos, y elaboración de columna estratigráfica.

3) Muestreo.

- Se realizó análisis petrográfico y petrológico de 16 muestras y 82 láminas delgadas.
- Para el estudio de muestras de mano y láminas delgadas se utilizó el utilizando el microscopios petrológico y petrográfico marca LEICA DM EP, identificando los clastos, tamaño de grano, forma, redondez, empaquetamiento, entramado, composición mineralógica, madurez textural, fósiles (macroscópicos y microscópicos), cemento y matriz.

4) Trabajo de laboratorio

➤ Análisis de litofacies

Para la descripción de las unidades litológicas se identificaron las características específicas como: color, estructura, composición, textura, tanto en muestra de mano como en lámina delgada, utilizando la clasificación de Pettijohn *et al.* 1973 para rocas detríticas y para conglomerados Pettijohn *et al.* 1975.

➤ Análisis de Microfacies

La caracterización de microfacies se basó utilizando los criterios de Dunham (1962) y Folk (1962) para las texturas y los componentes, así como los de Wilson (1975) y Flugel (2004) para las facies y microfacies respectivamente. 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 el conteo de los componentes aloquímicos se utilizaron los términos: presencia, traza (0-5 individuos), raro (6-10 individuos), escaso (11-16 individuos), frecuente (17-25 individuos) y abundante (más de 25 individuos). El registro de estos datos fue tabulado en archivos de Microsoft Office Excel ® (Tablas).

Se ordenaron e interpretaron los datos recopilados en el campo y laboratorio para utilizarlos en (mapas, tablas, perfiles, entre otros).

Por último se integró toda la información para llevar a cabo este trabajo.

2. GEOLOGÍA

2.1. Geología regional

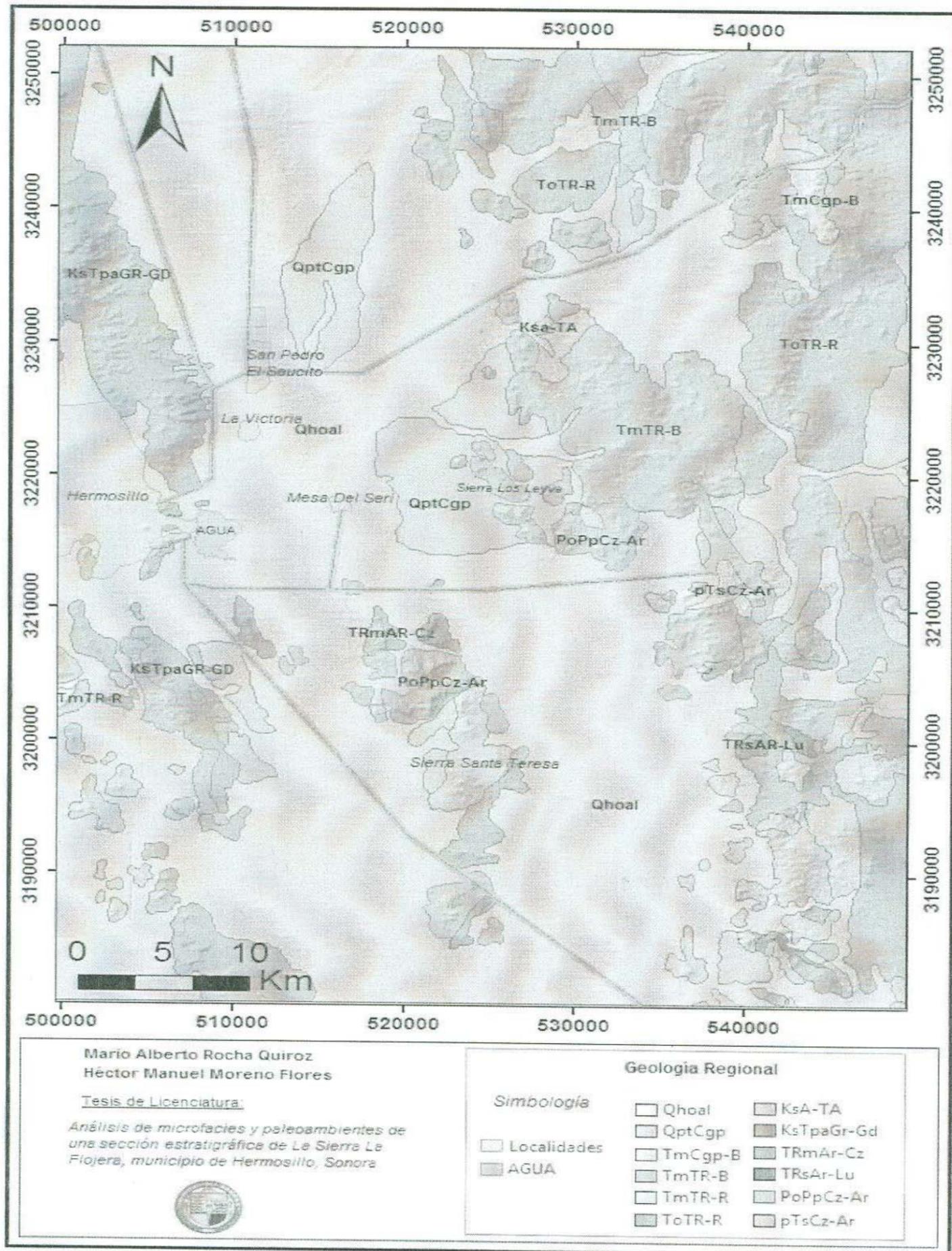


Figura 3 – Plano geológico regional (modificado de SGM, (1999).

Unidad Caliza-Arenisca (pTsCz-Ar). Formaciones El Arpa, Caborca, Clemente, Pitiquito, Gamuza, Papalote, Cuarcita Tecolote y La Ciénega.

Las formaciones agrupadas en esta unidad afloran en la parte centro occidental del estado al sureste de la población de Trincheras, al sur de Pitiquito y sur y suroeste de Caborca. También afloran en la parte centro-norte, al noreste de Hermosillo en las inmediaciones de los Poblados de Rayón y Opodepe y al este de Hermosillo en la Sierra Chiltepín entre los poblados de Bacanora y Sahuaripa. Estudiadas por Eells (1972) como unidades de la 1 a la 12, y posteriormente fueron definidas por Longoria (1978) con los nombres de Formaciones El Arpa, Caborca, Pitiquito, Gamuza, Papalote y Gachupín. Stewart et al (1984) conserva los mismos nombres integrando las Formaciones Clemente (base de la Formación Pitiquito), Tecolote y La Ciénega. Esta unidad se considera de edad de Proterozoico Superior. Se encuentra distribuida en la parte sureste del acuífero en los Cerros El Todillo, El Aprejo, la Calabaza y Del Caballo.

Unidad de caliza, arenisca y limolita (PopsCz- Ar). Grupo Tinajas, formaciones Picacho Colorado y Mina México (informales).

Esta secuencia está constituida por caliza de plataforma fosilífera con corales, crinoides y fusulínidos, con intercalaciones de arenisca de cuarzo y escasa lutita y calcarenitas, hacia la cima está constituida por algunas capas de limolita con algunas capas de arenisca conglomerática y lutita silíceo negra. Noll (1981) nombran y describen la Formación Picacho Colorado y Grupo Tinaja. Hewett y Schmidt (1978) describen informalmente la formación Mina México, Amaya (2004) la redefine y la ubica en el Pérmico medio (Guadalupiano). Ketner y Noll (1987) les asignan una edad de Cámbrico-Ordovícico. Menicucci (1975) reporta fusulínidos del Pérmico inferior (Wolfcampiano-Leonardiano). En ese trabajo por referencia se asigna al Pérmico inferior-medio. Esta unidad se encuentra aflorando en la parte central, suroeste, noroeste y sureste del área de estudio.

Unidad de Areniscas y Calizas (TRmAr-Cz).

Está representado por areniscas, limolitas, microconglomerados y alternancia de calizas y cuarcitas. Aflora en la Sierra Flojera, cerros Prieto y Las Hilachas Esta unidad se le asigna una edad del Triásico Medio (Rodríguez, 1981).

Unidad lutita-arenisca (TRsAr-Lu). Grupo Barranca.

Unidad formada por lutita y arenisca, primeramente fueron reportadas por Remond (1866) y después Dumble (1900) les asignó el nombre de "División Barranca". Posteriormente King (1939) las denomina Formación Barranca, asignándole una edad del Triásico Superior -Jurásico Inferior. Alencáster (1961) propone modificar el rango, de formación a Grupo Barranca, dividiéndolo en tres formaciones, que de la base a la cima son: Formación Arrayanes, Formación Santa Clara y Formación Coyote. Esta unidad aflora en la porción sureste.

Unidad de andesita y toba andesítica (KsA-TA). Formación Tarahumara

Esta unidad consiste de toba y derrames de composición andesítica, toba riolíticas con intercalaciones de rocas sedimentarios, definida por Wilson y Rocha, 1946, como Formación Tarahumara; las edades varía entre 70 y 90 Ma del Cretácico Superior-Paleoceno (McDowell *et al.*, 1994). En estas rocas también se incluyen otras unidades formales e informales como la Formación El Chanate, la formación Mesa, y la formación El Tuli. Se observan afloramientos de esta unidad en el Cerro el Calvo y Sierra Santa Teresa.

Unidad ignimbrita-toba riolítica (ToR-TR, TmTR-R). Grupo Yécora (informal).

Grupo Yécora (informal) propuesto por Grijalva-Noriega y Roldán-Quintana (1998) para agrupar a todas las rocas volcánicas y piroclásticas de composición ácida con basaltos que afloran principalmente en la porción superior de la Sierra Madre Occidental en Sonora. A continuación se describen las unidades informales que afloran en el área de estudio.

Unidad Riolita – Toba riolítica (ToTR-R). Grupo Yécora (Informal).

Definida informalmente. Se presenta en las porciones centro, noreste y sureste del estado. Está constituida por ignimbritas, tobas, brechas riolíticas, riolitas, aglomerados, riolacitas y dacitas, con edades de: 24 ± 0.4 , 27.1 ± 0.9 , 31.2 ± 0.7 , a 39.2 Ma. Damon *et al.* (1983), McDowell (1997), M. Kunk (1994), aflorando al noreste, sureste del acuífero.

Unidad Riolita – Toba riolítica (Tm TR-R). Grupo Yécora (Informal).

Unidad informal. Aflora en la porción sureste del estado en las inmediaciones de Álamos. Esta cubierta volcánica está constituida de ignimbritas, toba riolítica, toba lítica y riolita con vitrófidos hacia la base, en Cucurpe reportan edades de $22.7 \pm$ Miranda y Jong (1992). En el acuífero se observan pequeños afloramientos hacia el sureste y noroeste.

Unidad Toba Riolítica-Basalto (TmTR-B). Grupo Yécora (Informal).

Unidad informal que se presenta en la parte sureste del estado, en las rancherías El Colorado, El Pedregoso, Sierra La Laguna, Se presenta una secuencia de andesitas con intercalaciones de riolitas e ignimbritas conforman las partes altas de las sierras cubriendo a la secuencia de ignimbritas. Con edades radiométricas de 24.0 a 27.0 ± 0.6 Ma. Aflora en la parte central y otros pequeños al noreste y sureste.

Unidad conglomerado polimíctico-arenisca (TmCgp-Ar). Formación Báucarit.

Dumble (1900) lo definió como Formación Báucarit; Posteriormente Grijalva-Noriega y Roldán-Quintana (1998). Lo incluyen en el Grupo Yaqui. Aflora en la porción norte, noreste centro sur, sureste, del estado. Litológicamente está constituido por conglomerados polimícticos de rocas volcánicas e intrusivas, con intercalaciones de areniscas y basaltos principalmente, gravas y arenas poco consolidadas con espesores variables de 100 a 700.

Se tiene edades de radiométricas de K/Ar 10.4 ± 0.2 Ma Bartollini *et al.* (1991), Se tienen 15 muestras datadas por K/Ar con edades que variables de 10.3 ± 0.3 a 23.5 ± 0.8 Ma,

(Cochemé 1985, Montigni 1987, Demant 1991, M.Kunk 1994, Demant 1991, Mora.A,G. 1993, Gans 1997, Gastil y Krummenacher 1977). Esta unidad aflora un pequeño afloramiento en la parte noreste.

Conglomerado polimíctico (QptCgp). Grupo Sonora (informal).

Wilson (1948) propuso el nombre de Formación Infierno para referirse a esta unidad, pero posteriormente, Grijalva-Noriega y Roldán-Quintana (1998), la asignan al grupo Sonora (informal). Consiste de conglomerado polimíctico semiconsolidado y consolidado, con fragmentos de rocas riolíticas, andesíticas, graníticas, metamórficas y calcáreas contenidos en una matriz arenosa, formando depósitos de talud y terrazas con espesores variables de 20 a 50 m. Descansan discordantemente sobre todas las unidades y solo está cubierta por depósitos sin consolidar aluviales, lacustres y eólicos. Por su posición se le ubica en el Pleistoceno. Se correlaciona en edad con los basaltos del campo volcánico Moctezuma en donde se tienen edades de 0.53, y 1.7 Ma que indican una edad del Pleistoceno (Paz-Moreno *et al.*, 2003). La unidad se depositó en cuencas someras formando abanicos aluviales. Esta unidad se presenta en la parte Noroeste y Suroeste del área de estudio.

Unidad Aluvión (Qhoal).

Esta unidad está compuesta por sedimentos no consolidados, principalmente gravas, arenas, limos y arcillas con espesores variables de más de 50 m. Aflora en los valles y en los arroyos del área de estudio. Cubre a todas las unidades desde las precámbricas hasta las pleistocénicas. El ambiente de depósito son lechos de arroyos, ríos, planicies y valles costeros. Esta unidad se presenta muy ampliamente distribuida en área de estudio.

Unidad granito-granodiorita (KsTpaGr-Gd). Batolito Laramide (informal), suite intrusiva El Jaralito (informal).

Esta unidad forma parte del batolito Laramide que aflora ampliamente en el noroeste de México y fue ampliamente estudiado por Damon *et al.* (1983). Posteriormente fue

informalmente propuesto el nombre de suite intrusiva El Jaralito por Grijalva-Noriega y Roldán-Quintana (1998), esta unidad litodémica trata de agrupar aquellos afloramientos de rocas intrusivas de composición principalmente ácida a intermedia, cuyas edades varían desde el Cretácico Temprano al Eoceno, los cuales son muy abundantes a lo largo de toda la geografía del estado de Sonora. En el área de estudio solo se observan afloramientos en el norte suroeste y sureste. Con edad que va de 90 a 40 Ma según Damon *et al.* 1983.

2.2. ESTRATIGRAFÍA

2.2.1. Formación La Flojera (informal).

La formación La Flojera se define, de manera informal, como una secuencia compuesta por intercalaciones de arenisca y caliza con abundantes fósiles, del Paleozoico Superior (Pensilvánico), que aflora en la Sierra La Flojera, localizado en la región sureste de la ciudad de Hermosillo, Sonora. El depósito corresponde a un ambiente de rampa carbonatada que varía de somera a profunda. Considerando las características litológicas y su posición estratigráfica se definieron tres unidades litológicas para esta formación.

2.2.1.1. Unidad I

Definición

La unidad está constituida por intercalaciones de caliza arenosa y arenisca, presentando una orientación preferencial de 35-45° noreste, y en general muy fracturada, con abundantes fósiles bien preservados (fusulínidos, briozoarios, braquiópodos, crinoideos) pellets y oolitas, que aflora en las partes bajas del área de estudio y presenta abundante fracturamiento, se le asigna edad del Paleozoico Superior y en un ambiente de rampa carbonatada somera.

Litología y espesor

Las calizas arenosas son de color rosado en superficie fresca y gris oscuro en la intemperie, contiene clastos terrígenos de pedernal y cuarzo monocristalino y policristalino, presenta cementante de esparita, con intemperismo kárstico. Su espesor varía de 30 cm a 3 metros (Figura 4).

La arenisca es de coloración gris claro a gris rosado en superficie fresca y gris oscuro en superficie intemperizada, el tamaño de grano es de fino a medio (<2mm), clastos subangulosos, moderadamente clasificada, con un entramado cóncavo-convexo, con cementante de calcita que se considera texturalmente madura. La composición mineralógica de los clastos está conformada principalmente por cuarzo >95% y fragmentos de roca <5 %. Según la clasificación de Pettijohn *et al.* (1973) se clasifica como una cuarzoarenita, estas presentan un espesor de 30 a 40 cm. Presenta una estratificación laminar con ondulaciones como se muestra en la figura 5.



Figura 4 – Paquete de caliza arenosa con fracturas sistemáticas.



Figura 5 – Arenisca con laminaciones y ondulaciones.

Distribución

La unidad aflora en las partes bajas del área de estudio.

Relaciones estratigráficas

El contacto inferior se desconoce y es sobreyacida de manera concordante con la unidad II de esta formación.

Edad y correlación

La unidad se asigna, al Paleozoico Superior (Pensilvánico).

Ambiente

Se considera como depósito de rampa con cambios en el nivel del mar en un ambiente de plataforma somera.

2.2.1.2. Unidad II

Definición

La unidad está constituida por un microconglomerado, e intercalaciones de arenisca y caliza fosilífera, con abundantes fósiles retrabajados es decir que fueron transportados y sin embargo se observan bien preservados (briozoarios, braquiópodos, fusulínidos, crinoideos, Figuras 6 y 7), presenta una estratificación marcada característica de turbiditas, se observa acuñamientos, generados por la inestabilidad en la distribución de la densidad del flujo del agua, con abundantes componentes siliciclásticos de grano grueso en la base y finos en la cima; esta unidad aflora en la parte media del área de estudio, se le asigna una edad del Paleozoico Superior y el depósito ocurrió en un ambiente de cambios en el nivel del mar de Rampa carbonatada (de plataforma somera a margen de cuenca profunda).

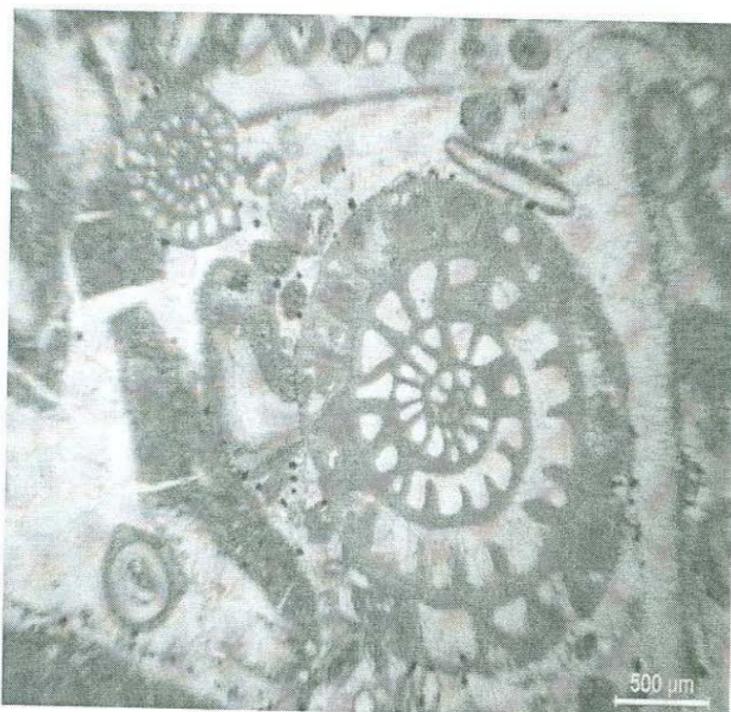


Figura 6 – Corte de fusulínidos, braquiópodos, olitas e intraclastos.



Figura 7 – Corte de braquiópodos, crinoideos, olitas y fusulínidos.

Litología y espesor

Las principales características litológicas de la unidad son la presencia de turbiditas y la relación que guardan los estratos entre sí. La estratificación consiste en intercalaciones de arenisca, caliza fosilífera, con dirección similar a la unidad uno y rumbo hacia el noroeste (Figura 8).

La parte inferior de esta unidad consiste de un microconglomerado polimíctico mal clasificado compuesto por fragmentos de roca (pedernal, areniscas calcáreas, calizas fosilíferas, cuarzo policristalino). Es importante señalar que en los clastos de calizas se observaron abundantes fósiles como fusulínidos muy bien preservados, ostrácodos, briozoarios, braquiópodos, crinoideos y pellets.

Las areniscas presentan coloración gris oscuro con tonalidades rosas en intemperie y gris oscuro en roca fresca, el tamaño de grano es fino (<2mm), de forma angulosa, moderadamente clasificado, presenta entramado cóncavo-convexo, sutura, de matriz calcárea con abundante aporte de óxidos. Compuestas principalmente por cuarzo (>90%), fragmentos de roca <10%, así como también se observan pequeños cristales de pirita. En la parte superior de esta unidad se tiene una intercalación

rítmica, de areniscas de grano fino de color rosado en superficie fresca y calizas de grano fino de tonalidades grises, los estratos varían entre 10 y 15 cm de espesor.

Esta unidad presenta una depositación gradada, en donde se tiene flujo turbulento que indica texturas gruesas en la base y finas en la cima con laminación, así como también acuñamientos entre las calizas de la base y las areniscas que la sobreyacen (Figura 9). En el área de estudio se estimó la unidad con un espesor de aproximadamente 30 m.

Las calizas fosilíferas son de color gris claro en superficie fresca y gris amarillento en superficie intemperizada, con vetillas de cuarzo, clastos de pedernal, cuarzo monocristalino y policristalino y abundantes intraclastos, presentan un cementante esparítico recristalizado, el contenido fosilífero consiste en fragmentos de braquiópodos, crinoideos, briozoarios, fusulínidos y oolitas. El intemperismo kárstico es menor que en calizas de la unidad I y III. En estos paquetes de calizas se encontraron abundantes crinoideos, que de acuerdo a un análisis, se determinó *Heterostelechus jeffordsi* Miller (Figura 10), (Buitrón, 2017).

En la parte superior de esta unidad se observa intercalación rítmica, de arenisca de grano fino de color rosado en superficie fresca y caliza con tonalidades grises, los estratos tienen entre 10 y 15 cm de espesor continuamente.



Figura 8 – Intercalación rítmica de calizas y areniscas.



Figura 9 – Depositación gradada con acuñamientos y laminaciones.



Figura 10 – *Heterosteichus jeffordsi* Miller, (Pensilvánico Superior).

Distribución

En el área de estudio la unidad aflora en la parte media, al oriente y centro del Cerro La Flojera.

Relaciones estratigráficas

La parte inferior de la unidad sobreyace a la unidad I, marcada por un contacto entre microconglomerado, y en la parte superior es sobreyacida concordantemente por la unidad III.

Edad y correlación

Se asigna a esta unidad un rango de edad correspondiente al Paleozoico Superior (Pensilvánico).

Ambiente

El depósito se formó por flujo turbulento en rampas carbonatadas, en un ambiente marino abisal, con un gran aporte de sedimentos de la plataforma continental.

2.2.1.3. Unidad III

Definición

Esta unidad se define como una secuencia de grandes paquetes de caliza fosilífera, caliza arenosa, con abundancia de fósiles entre ellos, fusulínidos, braquiópodos, briozoarios y crinoideos, también se observan oolitas. Las rocas presentan intemperismo kárstico están muy fracturadas y tienen vetillas de calcita, variando muy poco en su composición, espesores que varían de 6 a 22 m.

Litología y espesor

La unidad está constituida por grandes paquetes de caliza fosilífera y caliza arenosa con horizontes de pedernal, que en la parte superior tiene aporte de arena. La dirección de las capas sigue el mismo sentido que el de las dos unidades anteriores, presenta un rumbo de 38°- 43° al noroeste.

Las calizas fosilíferas varían en tonalidades de gris en superficie fresca y gris amarillento en superficie intemperizada, contiene clastos terrígenos de pedernal, cuarzo monocristalino y policristalino e intraclastos de diversos tamaños. Se presenta gran abundancia de fósiles bien preservados (fusulínidos, briozoarios, braquiópodos, crinoideos) y oolitas, el cementante temprano es de tipo micrítico y fibroso, y el cementante tardío es de tipo granular y fibroso radial, también se presenta cementante esparítico en partes muy recristalizado, con aporte de óxidos. Los estratos varían entre 30 cm hasta mayores a 3 m de espesor, los cuales se encuentran altamente fracturados e intemperizados. En la parte media de esta unidad se encuentran estratos masivos de calizas que se diferencia de las demás unidades, se da una secuencia rítmica donde se observa la intercalación continua de calizas y areniscas.

Las calizas arenosas son de color rosado en superficie fresca y en superficie intemperizada es de color gris amarillento, tienen una matriz arenosa con pequeños cristales de pirita y aporte de óxidos, el tamaño de los clastos de cuarzo y pedernal es de fino a medio. Los estratos tienen espesores entre los 10 cm hasta los 30 cm.

En la parte superior de esta unidad se encuentran areniscas de grano fino con matriz calcoarenosa, color gris con tonalidades rosadas en intemperie y rosadas en roca fresca, presenta un gran fracturamiento, petrográficamente se observa fragmentos de pedernal retrabajados con inclusiones, cuarzo monocristalino y policristalino, vetillas de cuarzo y estructuras laminares con ondulaciones.

El espesor total de esta unidad es de 74 m aproximadamente y se estimó en la sección realizada en el área de estudio.

Distribución

La unidad aflora topográficamente en las partes altas hasta la cima del flanco oriental del cerro La Flojera.

Relaciones estratigráficas

En la parte inferior se encuentra sobreyaciendo de manera concordante a la unidad II y en la parte superior se encuentra en la cima de la sección del área de estudio.

Edad y correlación

Se asigna a esta unidad un rango de edad del Paleozoico Superior (Pensilvánico).

Ambiente

La unidad se depositó en rampa carbonatada, de agua somera, pues presenta importante aporte terrígeno.

2.2.2. Formación Antimonio

Fue definida por Gonzalez (1980), en las sierras El Álamo y Santa Rosa, para describir a una secuencia formada por dos miembros: miembro inferior constituido por limolitas, lodolitas y calizas que en la parte superior de este miembro tiene un abundante fauna de ammonites de edad Cárnico- Nórico. El miembro superior de esta formación, que es transicional con el miembro inferior, está constituido por

areniscas y lutitas azules con abundantes ammonites del Jurásico inferior (Hettangiano-Sinemuriano) y Jurásico medio?

Litología.

En área de estudio se observa una secuencia compuesta por areniscas y calizas, perteneciente al miembro inferior de la Formación Antimonio descrita por González (1980). Rodríguez, 1981, reporta pelecípodos los cuales fueron identificados como *Halobia* sp., con un alcance del Triásico medio–superior y *Plicatula* sp., de edad Triásico Medio a reciente, asignándole a la secuencia una edad de Triásico Medio. González *et al.*, 2011, reporta en el área de estudio ammonites y pelecípodos de edad Cárnico-Nórico. Esta secuencia presenta un espesor de 20 metros aproximadamente.

Distribución

Esta secuencia aflora en la parte norte y este del área de estudio.

Relaciones estratigráficas

El contacto inferior es transicional con la formación La Flojera y el contacto superior es discordante con la Formación Baucarit.

Edad y correlación.

Considerando los hallazgos reportado por Rodríguez 1981, y González *et al.*, 2011, se le asigna a esta secuencia una edad de Triásico Medio-Superior. La Formación Antimonio es de la misma edad que la Formación Santa Clara del Grupo Barranca y correlacionable con la Formación Lunig de Nevada, EUA.

Ambiente

Se considera que se depositó en ambiente marinos somero.

2.2.3. Neógeno

Formación Báucarit, definido originalmente por Dumble (1900), posteriormente King (1939) lo refiere y lo eleva al rango de Formación Báucarit. El cual se caracteriza por una secuencia de conglomerados, areniscas, estratos arcillosos y ocasionalmente derrames basálticos del Mioceno temprano. En el área de estudio se encuentra discordante con la formación Antimonio, formando pequeñas mesetas alargadas y lomeríos en la base de Sierra La Flojera.

Litología

Litológicamente está compuesto por conglomerados polimícticos con fragmentos angulosos a subangulosos de rocas intrusivas, areniscas y pedernal. En general los fragmentos de 1 a 50 cm., matriz arenosa, cuarzofeldespática y en ocasiones calcárea. La dominancia del tipo de roca dentro de los componentes del conglomerado depende directamente de la cercanía y naturaleza de la fuente.

Distribución

Se encuentra aflorando en la base de "Sierra La Flojera".

Relaciones estratigráficas

Se encuentra sobreyaciendo de manera discordante a la Formación Antimonio, y a su vez es sobreyacida por el Cuaternario discordantemente.

Edad y correlación.

Por trabajos realizados por Damon (1975), Menicucci (1975) y King (1939), se asigna al conglomerado Báucarit una edad que va del Mioceno temprano al Plioceno. Este conglomerado es correlacionable con el conglomerado Gila de Arizona, Pye (1959).

Ambiente

Asociado a cuencas continentales, formadas a partir del evento distensivo de Sierras y Valles (Basin and Range).

2.2.4. Cuaternario

El cuaternario se encuentra sobreyaciendo en discordancia a todas las formaciones , tiene gran variedad de componentes y tamaños de clastos, variando directamente de la cercanía de la roca fuente, provenientes de las partes altas Sierra La Flojera, presencia de sedimentos no consolidados, principalmente por arcillas y arenas, dentro de los componentes se tienen derivados de calizas y areniscas. Se encuentran formando pequeños bancos en las zonas de inundación en la base de Sierra La Flojera.

ANÁLISIS DE MICROFACIES Y PALEOAMBIENTES DE UNA SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA DE SIERRA LA FLOJERA, MUNICIPIO DE HERMOSILLO, SONORA

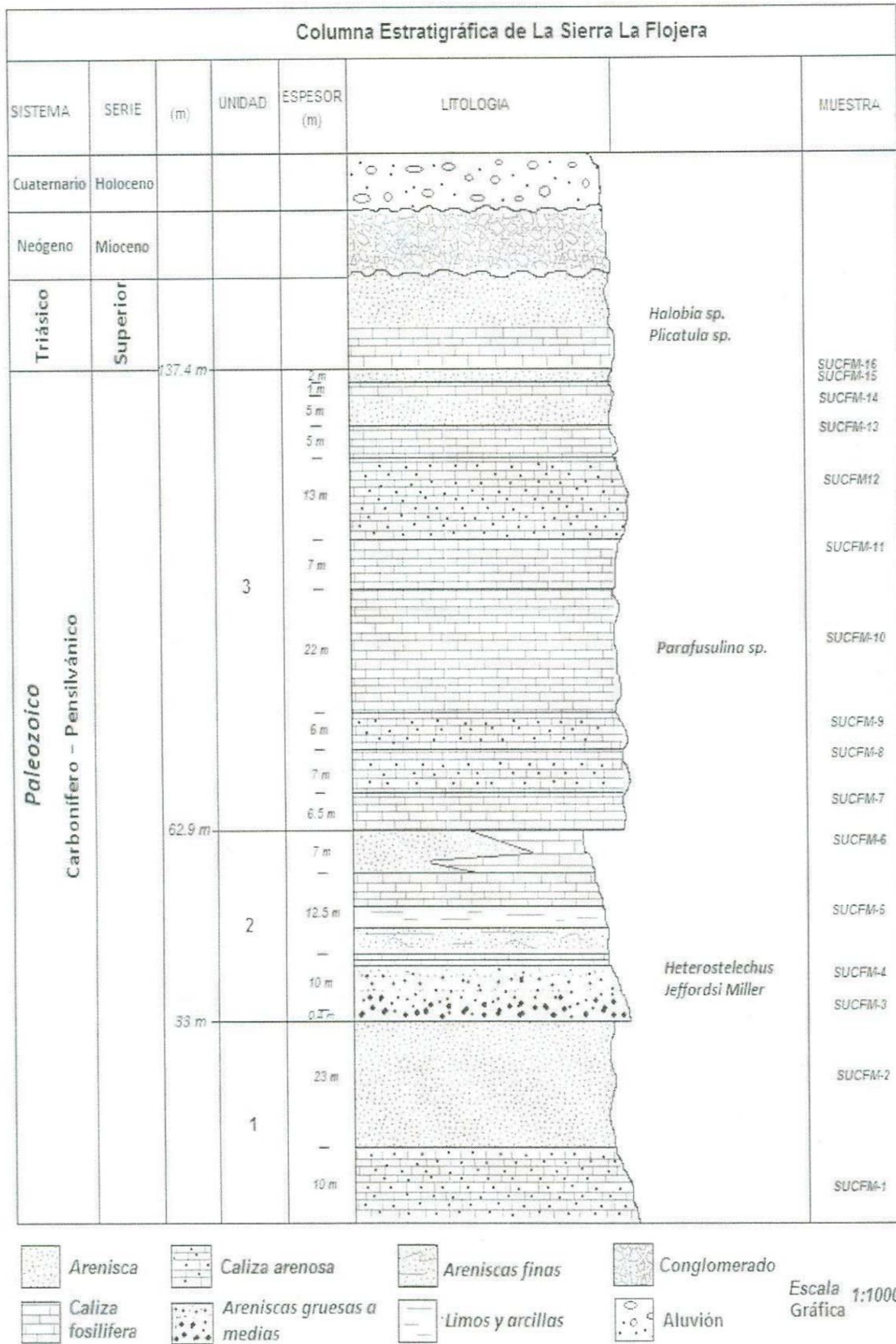


Figura 11 – Columna estratigráfica del área de estudio, Hermosillo, Sierra La Flojera.

ANÁLISIS DE MICROFACIES Y PALEOAMBIENTES DE UNA SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA DE SIERRA LA FLOJERA, MUNICIPIO DE HERMOSILLO, SONORA

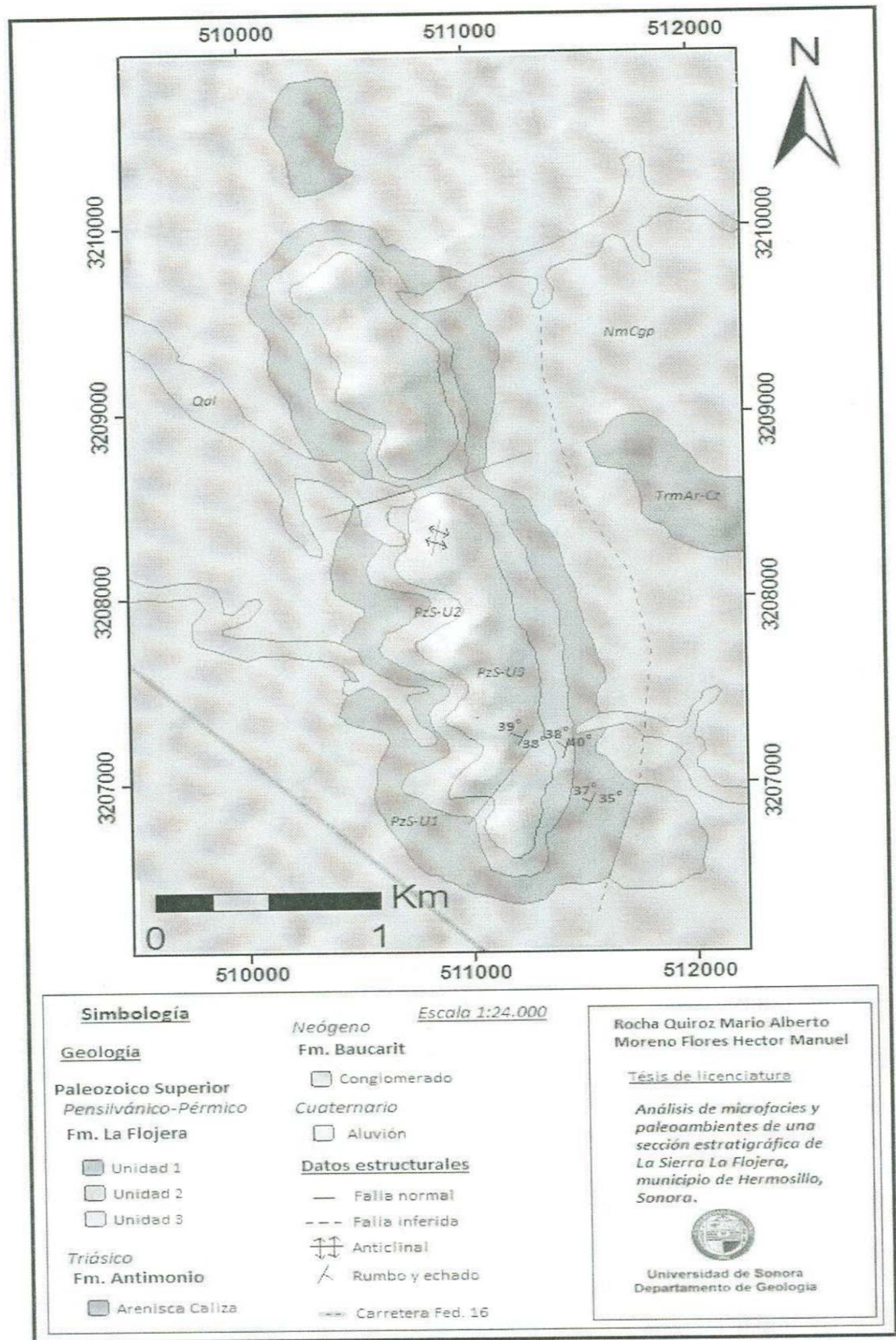


Figura 12 – Mapa Geológico de Sierra La Flojera, Hermosillo, Sonora.

3. PETROGRAFÍA

Formación La Flojera.

Para la clasificación de las muestras pertenecientes a las formación La Flojera se utilizó la clasificación de Pettijohn *et al.* 1973., para rocas detríticas y para rocas carbonatas se utilizó Folk (1962), Dunham (1962), complementando con la propuesta de Embry y Klovan (1971).

Unidad I

Para esta unidad se analizaron 2 muestras y 10 láminas delgadas, las muestras corresponden a caliza arenosa, cuarzoarenita.

Caliza arenosa

En muestra de mano se observa color gris con tonalidades rojizas en intemperie, y color gris en muestra de roca fresca, presenta una fábrica soportada lodo soportado, tamaño de grano fino, mal clasificado; entre los ortoquímicos predomina la micrita (90%), en esta no se observan fósiles.

El material terrígeno (8%) compuesto por cuarzo (monocristalino, policristalino y microcristalino (pedernal)) de forma subangular., minerales opacos (2%).

Corresponde a la muestra SUCFM-1, clasificada como Caliza arenosa según Mount (1985).

Cuarzoarenitas

En muestra de mano se observan con una coloración gris claro a gris rosado en superficie fresca y gris oscuro en superficie intemperizada, los clastos son de tamaño fino a medio (<2mm), forma subanguloso, moderadamente clasificada, con un entramado cóncavo-convexo, presenta un cemento de calcita, se considera texturalmente madura. La composición predominante es de cuarzo monocristalino >95% y fragmento de roca < 5 %.

Corresponde a la muestra SUCFM-2, clasificada según Pettijohn *et al.* (1973) como cuarzoarenita.

Unidad II

Para esta unidad se analizaron 4 muestras y 20 láminas delgadas, las muestras corresponden a microconglomerado, cuarzoarenitas, bioesparita, arenisca calcárea, biomicrita.

Microconglomerado

En muestra de mano se observa de color gris con tonalidades rojizas en intemperie y color gris oscuro en roca fresca, los clastos son de tamaño mayor a 2 mm., presentan una textura de grano soportado, de forma principalmente redondeadas, bien clasificados compuesto por fragmentos de rocas (carbonatadas, pedernal, fósiles retrabajados (fusulínidos, braquiópodos, equinodermos, briozoarios, aglutinados (racimo de uvas)), cementados por calcita y cuarzo.

Corresponde a la muestra SUCFM-3, clasificada según Pettijohn *et al.* (1975) como ortoconglomerado petromíctico.

Bioesparita

Presenta una fábrica granosoportada con tamaño de grano arena media a gruesa, con clasificación moderada a buena; los ortoquímicos están representados principalmente por esparita (65%); los aloquímicos están representados principalmente por bioclastos como equinodermos (10%), foraminíferos (fusulínidos 3%), braquiópodos 3%, intraclastos 3%, (figuras 13 y 14).

El material terrígeno (15%) compuesto por cuarzo (monocristalino, policristalino y microcristalino (pedernal)) de forma subangular., minerales opacos (1%).

Corresponde a la muestra SUCFM-4, clasificada como Caliza arenosa según Mount (1985), según Folk (1962) como bioesparita y según Dunham (1962) se clasifica como grainstone.

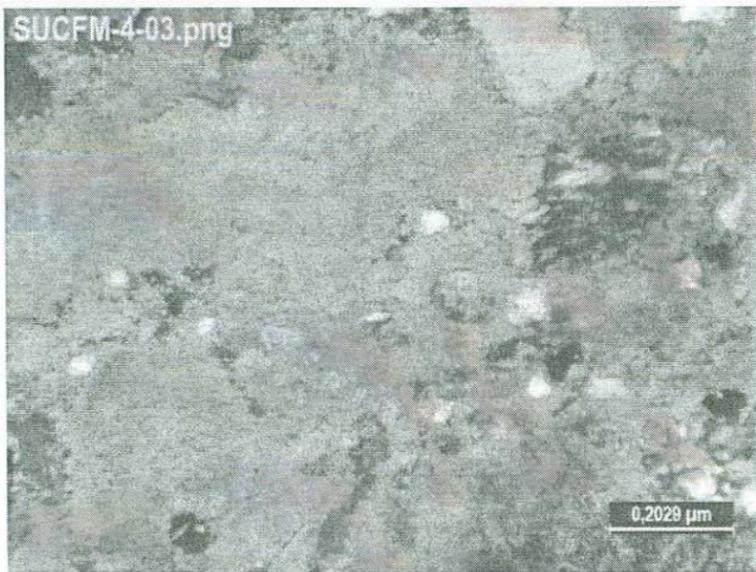


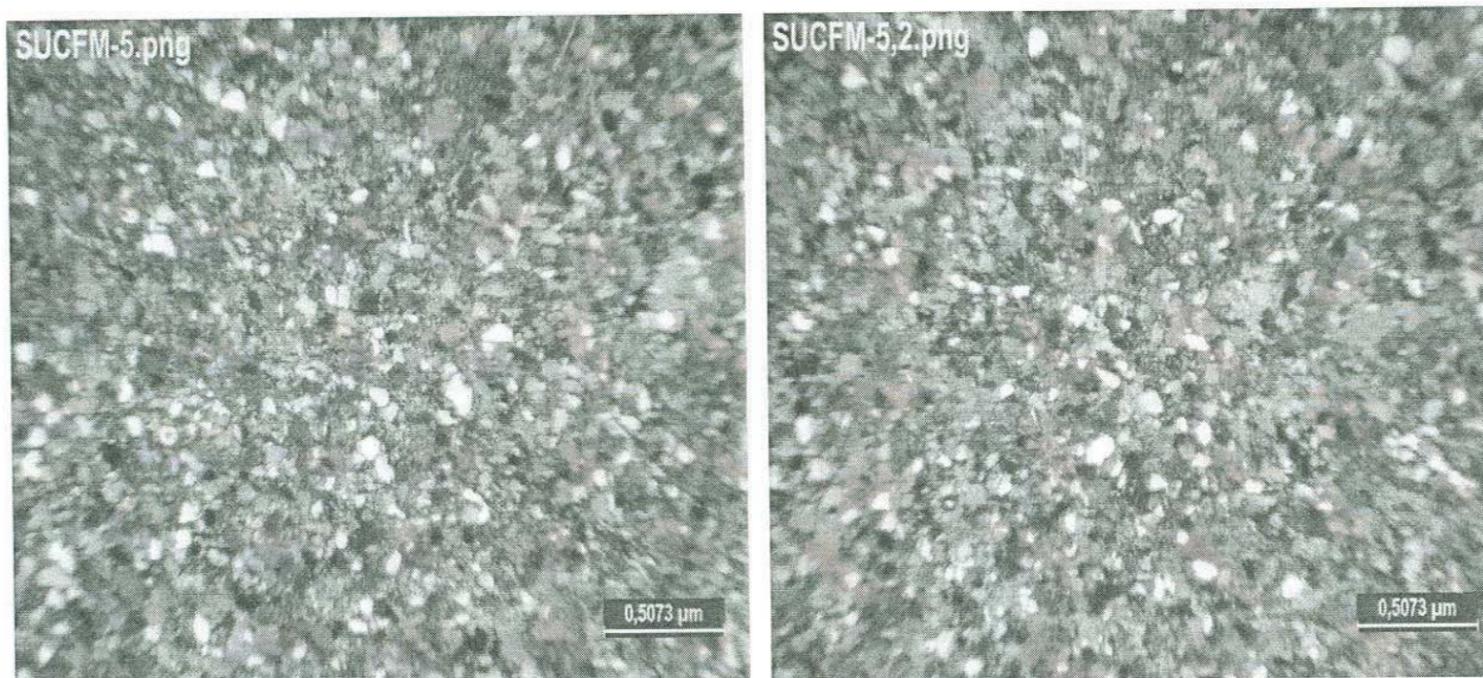
Figura 13 – Bioesparita, se observa fósiles, espículas y placas de crinoideos, intraclastos y aporte terrígeno (cuarzo monocristalino y policristalino), cementantes de óxidos de hierro y estilolitas.



Figura 14 – Bioesparita, se observa fósiles foraminíferos (fusulinidos), placas de crinoideos, intraclastos y aporte terrígeno (cuarzo monocristalino), cementante de óxido de hierro.

Cuarzoarenita

La muestra de mano se observa con una coloración gris claro con tonalidades oscuras en superficie fresca y gris oscuro en superficie intemperizada, tamaño grano fino (<2mm), forma subangulosa a subredondeada, bien clasificada, con entramado cóncavo-convexo, presenta un cemento de calcita, se considera texturalmente madura. La composición predominante es de cuarzo >95% y fragmento de roca <15 % de las roca. Corresponde a la muestra SUCFM-5, clasificada según Pettijohn *et al.* (1973) como cuarzoarenita (figuras 15 y16).



Figuras 15 y 16 – Cuarzoarenita, de grano fino con un cementante de calcita.

Arenisca calcárea

Presenta una fábrica grano soportada con tamaño de grano arena mediana a fina (85), forma subangulosa, bien clasificados, entramado longitudinal, embebidos en un cemento de esparita (10%), óxidos de hierro (5%) se considera texturalmente madura (figura 17).

Corresponden a las muestras SUCFM-6 clasificadas como Arenita calcárea según Vatan (1967) o cuarzoarenita según Folk (1974).

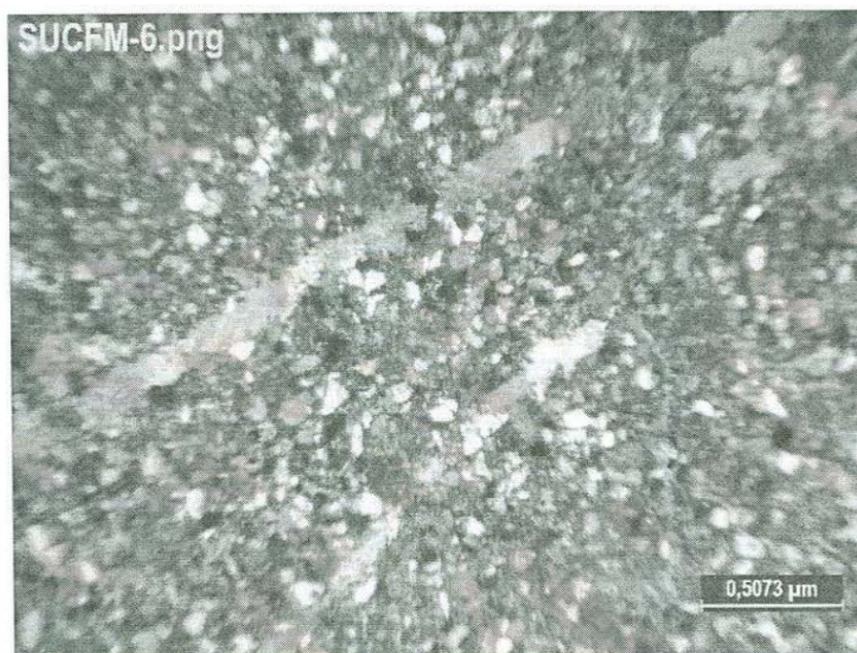


Figura 17 – Arenisca calcárea, se observa cuarzo monocristalino, cemento de calcita, óxidos de fierro y vetillas de calcita.

Unidad III

Para esta unidad se analizaron 10 muestras y 52 láminas delgadas, las muestras corresponden a biomicrita, bioesparita, caliza arenosa, bioesparrudita y cuarzoarenitas.

Biomicrita

Presenta una fábrica granosoportada con tamaño de grano arena fina y moderadamente clasificado; los ortoquímicos están representados principalmente por micrita (35%); los aloquímicos están representados por bioclóstos (60%) como foraminíferos fusulínidos, crinoideos, briozoarios, braquiópodos intraclastos y agregados de granos (racimo de uvas) así como cemento ferruginoso (4%).

El material terrígeno (1%) está compuesto por cuarzo subangular de tamaño limo. Corresponde a la muestra SUCFM-7 clasificada como biomicrita según Folk (1972) o biomicrita empaquetada según Folk (1962) o packstone según Embry y Klovan (1972).



Figura 18 – Biomicrita con fósiles fusulínidos, placas de crinoideos, agregados de granos (racimos de uvas), intraclastos en una matriz ferruginosa.



Figura 19 – Biomicrita, se observa los clastos reabajados y silicificado (crinoideos, intraclastos y fragmentos de rocas), cementante de óxido de hierro.



Figura 20 – Biomicrita, se observa corte de briozoarios recristalizado.

Bioesparita

En muestra de mano se observa color gris oscuro a tonalidades cafés rojizos en intemperie y color gris en roca fresca, presenta una fábrica soportada, tamaño de arenas de grano grueso, mal clasificado; entre los ortoquímicos predomina la microesparita (30%), y aloquímicos (58%) representado por foraminíferos (fusulínidos), briozoarios, braquiópodos, intraclastos y agregados de granos (racimo de uvas).

El material terrígeno (10%) compuesto por cuarzo (monocristalino, policristalino) de forma subangular a redondeado, cemento ferruginoso (2%).

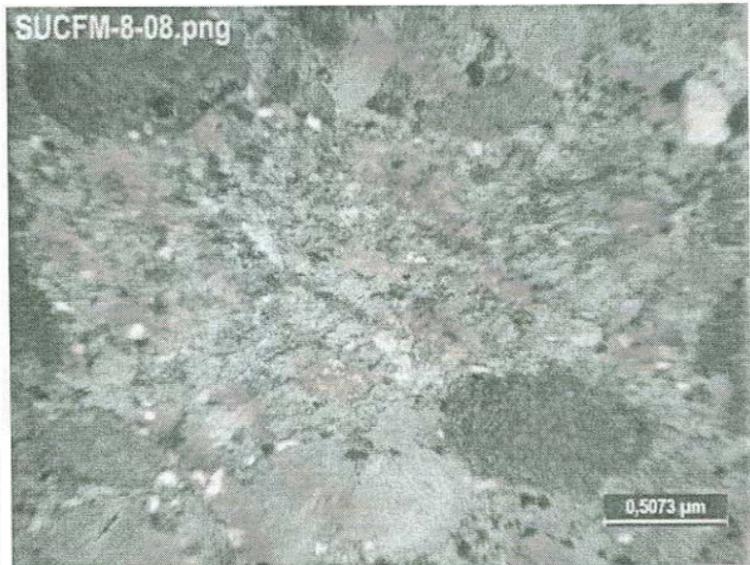
Corresponde a la muestra SUCFM-8, clasificada como Bioesparita según Folk (1962), Grainstone según Dunham (1962), Caliza arenosa según Mount (1985).



Figura 21 – Bioesparita, se observa en la parte central corte de braquiópodo, placas de equinodermos, intraclastos y material terrígeno (cuarzo monocristalino).



Figura 22 – Bioesparita, se observa agregado (racimo de uva), placas de equinodermos, intraclastos y material terrígeno (cuarzo monocristalino), cemento microesparita y oxido de hierro.



Figuras 23 y 24 – Bioesparita, se observa en la parte central corte de briozoarios, placas de equinodermos, intraclastos y material terrígeno (cuarzo monocristalino).

Caliza arenosa

En muestra de mano se observa color gris con tonalidades rojizas en intemperie, y color gris oscuro en roca fresca, presenta una fábrica soportada lodo soportado, tamaño de grano fino, mal clasificado; entre los ortoquímicos predomina la micrita (95%), en esta no se observan fósiles.

El material terrígeno (5%) compuesto por cuarzo monocristalino y microcristalino (pedernal) de forma subangular.

Corresponde a la muestra SUCFM-9, clasificada como Caliza arenosa según Mount (1985).

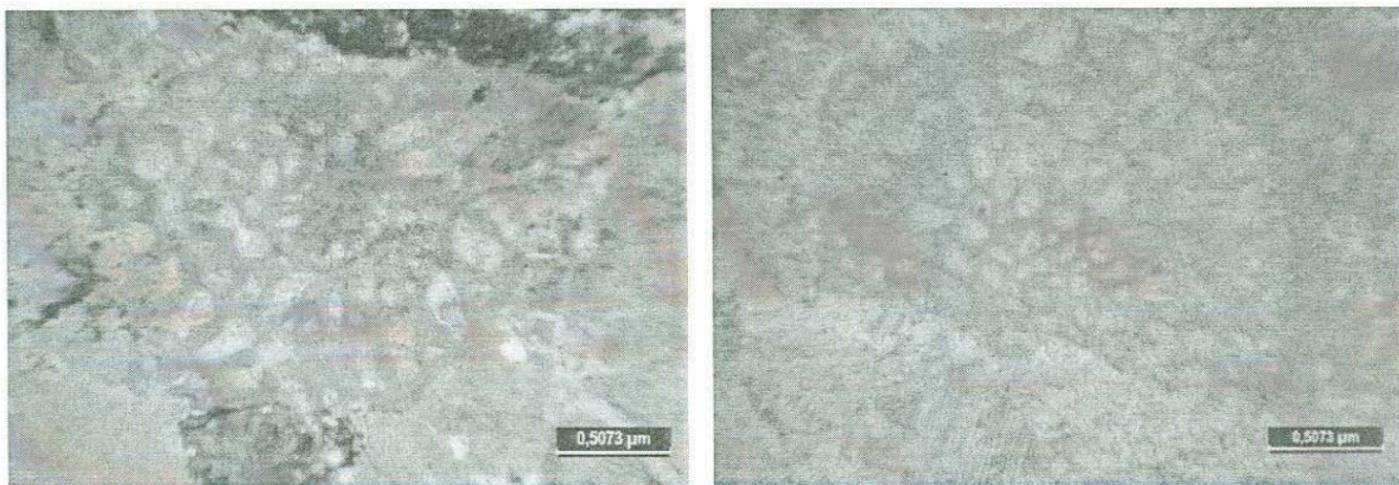


Figura 25 – Caliza arenosa se observa gran aporte terrígeno (cuarzo monocristalino, microcristalino).

Bioesparrudita

En muestra de mano se observa color gris oscuro a tonalidades cafés rojizos en intemperie y color gris oscuro en roca fresca, presenta una fábrica soportada, tamaño de arenas de grano grueso, mal clasificado; entre los ortoquímicos predomina la esparita (10%), y aloquímicos (80%) representado principalmente de crinoideos y foraminíferos (*Parafusulina* sp.), braquiópodos y intraclastos.

El material terrígeno (10%) compuesto por cuarzo (monocristalino, policristalino) de forma subangular a redondeado, cemento ferruginoso (2%). Corresponde a la muestra SUCFM-11, clasificada como bioesparrudita según Folk (1959), rudstone según Embry & Klovan (1971).



Figuras 26 y 27 – Bioesparrudita, es una coquina compuesta por clastos de crinoideos y fusulínidos.

4. ANÁLISIS DE MICROFACIES, LITOFACIES Y DETERMINACIÓN

PALEOAMBIENTAL

El término microfacies se refiere a las facies sedimentarias que pueden ser estudiadas y caracterizadas en pequeñas secciones de una roca. El nombre es generalmente aplicado a las características que pueden ser determinadas mediante el estudio de secciones delgadas con un microscopio petrográfico o por métodos similares. Flügel (2004) define el término microfacies como “el total de todos los criterios paleontológicos y sedimentológicos, los cuales pueden ser clasificados en secciones delgadas.

El propósito del análisis de microfacies es suministrar una descripción detallada de las características de las rocas carbonatadas (tipos de granos carbonatados, tipos y formas de crecimiento de los fósiles, tamaño y forma de los granos, naturaleza de la micrita, cemento y fábrica de las partículas) que pueden ser subsecuentemente relacionadas a condiciones depositacionales. De esta manera el objetivo del análisis de microfacies es la interpretación ambiental.

Los tipos de microfacies estándar son: (Flügel (2004) y Wilson (1975, en Boggs (1992)), en particular han propuesto usar los datos de microfacies carbonatadas para establecer un número restringido de tipos de microfacies principales que sirven como modelos para todas las microfacies carbonatadas, independientemente de las edades de las rocas carbonatadas. Estas microfacies están referidas como Tipos de Microfacies Estándares (SMF); y pueden ser agrupadas dentro de “zonas” de facies, las cuales son usadas luego para construir un modelo depositacional generalizado para las rocas carbonatadas. (Figura 28 y tabla 1).

ANÁLISIS DE MICROFACIES Y PALEOAMBIENTES DE UNA SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA DE SIERRA LA FLOJERA, MUNICIPIO DE HERMOSILLO, SONORA

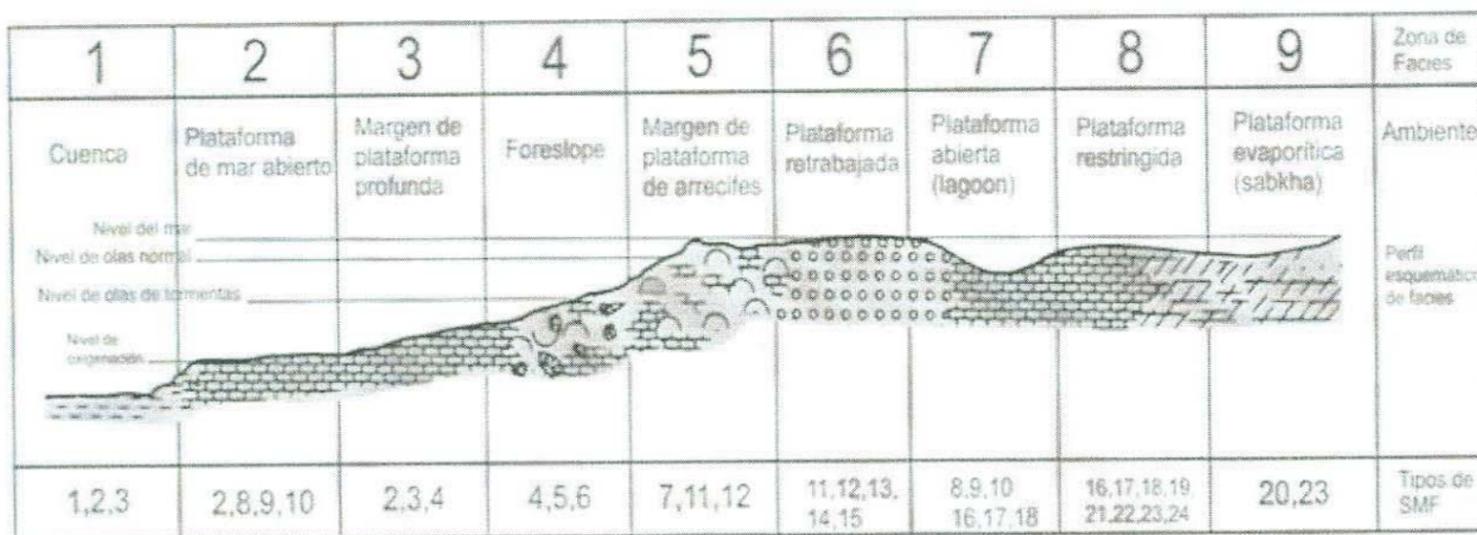


Figura 28 – Ambientes de depositación generalizados, zonas de facies y tipos de SMF.

Tomado de Boggs (1992).

| SMF | NOMBRE | CARACTERÍSTICAS |
|-----|--|--|
| 1 | ESPICULITA | Color obscura abundantes organismos, mudstone o wackestone arcilloso, conteniendo espículas, comúnmente orientadas y reemplazadas por calcita |
| 2 | CALCISILTITA MICROBIOCLÁSTICA | Pequeños bioclastos y peloides con una textura grainstone o packstone, ondulitas en escala milimétrica, comúnmente laminados |
| 3 | MUDSTONE O WACKESTONE PELÁGICO | Matriz de micrita, con granos de arena fina o limo dispersos constituidos por microfósiles pelágicos o megafauna. |
| 4 | MICROBRECHA O PACKSTONE BIOCLÁSTICO -LITOCLASTICO | Granos desgastados de carácter robusto, originalmente puede consistir en bioclastos y/o litoclastos cementados; también puede incluir cuarzo, pedernal, u otros tipos de fragmentos de carbonato; comúnmente gradados. |
| 5 | PACKSTONE FLOATSTONE O GRAINSTONE BIOCLÁSTICO | Constituido principalmente de bioclastos derivados de organismos que habitan los flancos y la parte superior de los arrecifes; rellenos geopétales o infiltrados por sedimento fino |
| 6 | RUDSTONE ARRECIFAL | Grandes bioclastos y organismos de la parte superior y flancos del arrecife. En forma de matriz. |
| 7 | BOUNDSTONE | Constituidos por organismos sésiles Pueden ser llamados framestone si se constituyen por agregados masivos y de formas robustas, bindstone si están constituidos por incrustaciones lamelares enmarañadas construyendo cavidades y capas incrustadas de micrita, y bafflestone si su composición es de complejos y delicadas masas de micrita. |
| 8 | FOSILES COMPLETOS WACKESTONE | Organismos sésiles inmersos en micrita, el cual contiene algunos bioclastos dispersos, infauna y epifauna bien preservada |
| 9 | WACKESTONE BIOCLÁSTICO O MICRITA BIOCLÁSTICA | Sedimentos micríticos que contiene fragmentos de diversos organismos mezclados y homogenizados por bioturbación; los bioclastos pueden estar micritizados. |
| 10 | PACKSTONE-WACKESTONE CON BIOCLASTOS DESGASTADOS Y CUBIERTOS EN MICRITA | Los sedimentos exhiben inversión textural, los granos muestran evidencia de formación en ambientes de alta energía pero contiene matriz lodosa. |
| 11 | GRAINSTONE CON BIOCLASTOS CUBIERTOS POR CEMENTO DE ESPARITA | Bioclastos cementados con cemento esparítico; los bioclastos pueden estar micritizados. |
| 12 | COQUINA, GRAINSTONE O RUDSTONE BIOCLÁSTICO | Constituido por un depósito de conchas de ciertos tipos de organismos dominantes, carece de matriz lodosa. |
| 13 | GRAINSTONE BIOESPARÍTICO CON ONCOIDES | Constituido principalmente por oncoides en un cemento esparítico |
| 14 | LAGS | Partículas cubiertas y desgastadas; puede incluir ooides y peloides que son ennegrecidos y manchados de hierro; con fosfatos; también puede incluir litoclastos alóctonos. |
| 15 | GRAINSTONE DE OOIDES | Ooides bien formados y clasificados de tamaño que va de 0.5 a 1.5 mm. fabrica empaquetada; con estratificación cruzada. |
| 16 | PELSPARITA O GRAINSTONE PELOIDAL | Probablemente pellets fecales; pueden ser mezclados con ostrácodos o foraminíferos; puede contener láminas gruesas gradadas y una fábrica fenestral. |
| 17 | GRAINSTONE O GRAPESTONE PELSPARÍTICO | Mezclas de facies de peloides aislados, peloides aglutinados y granos agregados (grapestones y lumps); puede incluir algunos granos recubiertos. |
| 18 | GRAINSTONE DE FORAMINIFEROS O ALGAS | Consiste en concentraciones comúnmente mezcladas con peloides. |

ANÁLISIS DE MICROFACIES Y PALEOAMBIENTES DE UNA SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA DE SIERRA LA FLOJERA, MUNICIPIO DE HERMOSILLO, SONORA

| | | |
|----|--|---|
| 19 | LOFERITA | Laminada a bioturbada, mudstone o wackestone peleteado; puede gradar a pelsparita con fábrica fenestral; la asociación de ostrácodos y peloides es común en mudstone; también puede incluir micrita con foraminíferos, gasterópodos y algas. |
| 20 | MUDSTONE DE ESTROMATOLITOS DE ALGAS | Estromatolitos |
| 21 | ESPONGIOSTROMA | Fábrica de algas ramificadas en sedimento fino (limo-lodo) |
| 22 | MICRITA CON ONCOIDES GRANDES | Wackestone o floatstone que contienen oncoides |
| 23 | MICRITA PURA HOMOGÉNEA SIN FÓSILES Y SIN LAMINACIÓN | Micrita; puede contener cristales de minerales evaporíticos. |
| 24 | RUDSTONE O FLOATSTONE CON LITOCLASTOS GRUESOS Y/O BIOCLÁSTOS | Clastos comúnmente constituidos de micrita o calcilitas sin fósiles, y puede tener un arreglo imbricado; estratificación cruzada, los estratos; matriz esparcida. |
| 25 | MUDSTONE EVAPORÍTICO- CARBONATADO LAMINADO | Alternancia de carbonato cristalino fino (caliza, dolomita), estratos diagenéticamente deformados con cristales de evaporita (yeso). |
| 26 | RUDSTONE Y PACKSTONE CON PISOIDES | Acumulaciones de pisoides autóctonos y alóctonos, con variedad de formas, tamaños de milímetros a centímetros, densamente empaquetados, comúnmente cementados por cementos meteóricos. Los núcleos de los pisoides son usualmente pisoides rotos o cortezas de cemento. |

Tabla 1 – Microfacies SMF propuestas por Wilson (1975).

Sin embargo, para una morfología de rampa, las SMF de Wilson (1975) presentan ciertas variaciones debido al control que ejerce el transporte durante las tormentas, el crecimiento de mounds (Flügel 2004). De este modo, Flügel (2004) propuso los Tipos de Microfacies de Rampa (RMF) comparables en algunos casos con las SMF. Si bien las RMF no poseen el carácter estándar de las SMF, su utilización permite la caracterización de cinturones de facies y superficies de valor estratigráfico difícilmente reconocibles macroscópicamente en este tipo de ambiente. (Figura 29 y tabla 2).

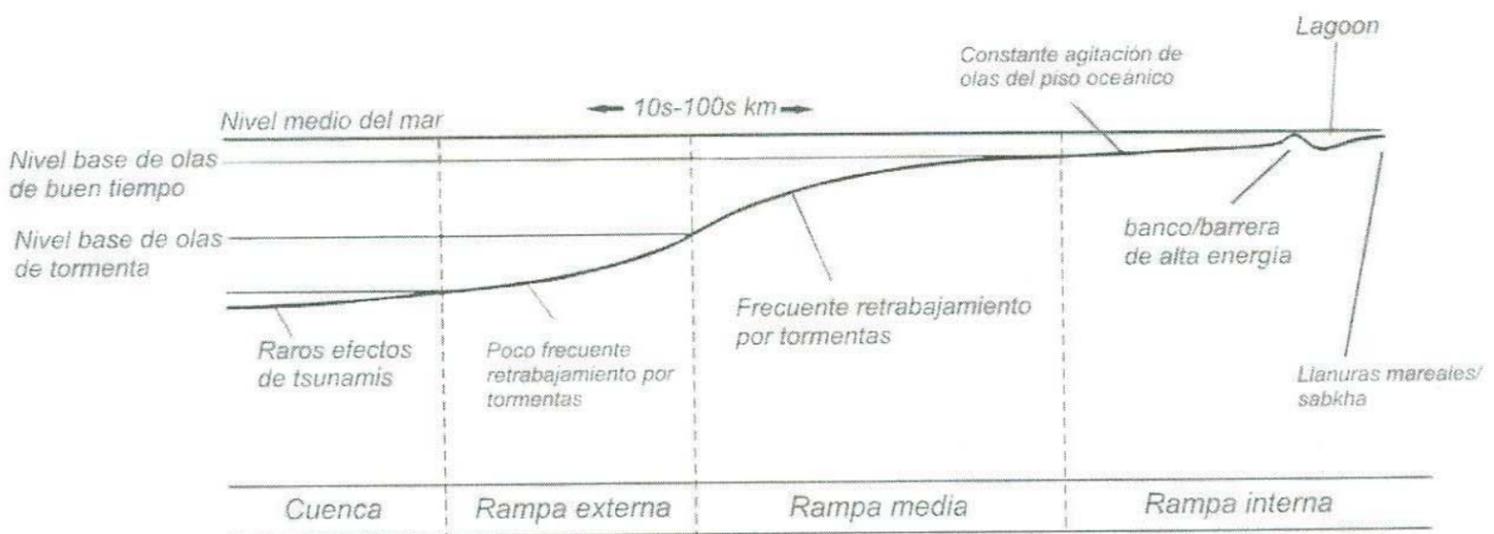


Figura 29 – Modelo propuesto por Flügel para los tipos de RMF en una rampa homoclinal. Tomado de Bruchette y Wright en Reading (1996).

ANÁLISIS DE MICROFACIES Y PALEOAMBIENTES DE UNA SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA DE SIERRA LA FLOJERA, MUNICIPIO DE HERMOSILLO, SONORA

| Microfacies Tipo Rampa (RMF) | | | |
|------------------------------|--|---------------|--|
| RMF | Nombre | Tipo de rampa | Características |
| 1 | Calcsilitita y <i>Mudstone</i> con peloides | Externa | Fragmentos esqueléticos muy finos, espículas de esponjas y algunas veces finamente laminado. |
| 2 | <i>Mudstone</i> y <i>Wackestone</i> arcilloso con bioturbación | Externa | Pocos foraminíferos aglutinados, ostrácodos y equinodermos. |
| 3 | <i>Wackestone</i> y <i>Packstone</i> bioclástico con bioturbación | Externa | Diversos y abundantes fósiles (bivalvos, braquiópodos y equinodermos) y peloides; granos esqueléticos no desgastados, es común la preservación de fósiles enteros. |
| 4 | <i>Wackestone</i> y <i>Packstone</i> peloidal | Externa | Consiste de pequeños peloides, pequeños litoclastos y bioclastos. |
| 5 | <i>Mudstone</i> pelágico | Externa | Contiene microfósiles planctónicos y fósiles neotónicos de mar abierto (ej: ammonites) |
| 6 | <i>Grainstone</i> peloidal y bioclástico | Externa | Gradado, laminado y con estratificación cruzada fina (tempestitas). |
| 7 | <i>Packstone</i> bioclástico | Media | Abundantes equinodermos, bivalvos y foraminíferos; granos esqueléticos desgastados. |
| 8 | <i>Packstone</i> y <i>Wackestone</i> con bioturbación | Media | Contiene varios granos esqueléticos, intraclastos, oncoides y peloides. |
| 9 | <i>Wackestone</i> , <i>Packstone</i> y <i>Floatstone</i> con bioclastos e intraclastos | Media | Con intraclastos micríticos y bioclastos derivados de rampa, puede contener algunas microbrechas. |
| 10 | Conglomerados de Caliza | Media | Rampa distalmente empinada (<i>rampa distalmente empinada</i>) |
| 11 | Margas con intraclastos y guijarros de caliza | Media | Rampa distalmente empinada (<i>rampa distalmente empinada</i>) |
| 12 | <i>Boundstone</i> con corales | Media | Contiene <i>Framestones</i> de corales y cortezas de corales; también <i>Framestones</i> de algas rojas. |
| 13 | <i>Wackestone</i> y <i>Packstone</i> bioclástico con foraminíferos | Interna | Con abundantes foraminíferos largos (ej: orbitolínidos) |
| 14 | <i>Wackestone</i> y <i>Packstone</i> bioclástico con granos esqueléticos | Interna | Con granos esqueléticos, varios intraclastos y algunos ooides (<i>near-shoal</i>) |
| 15 | <i>Floatstone</i> bioclástico | Interna | Con diversos materiales derivados de arrecifes, (cerca de arrecifes, corales, algas o fragmentos de bivalvos) |
| 16 | <i>Mudstone</i> , <i>Wackestone</i> o <i>Packstone</i> con foraminíferos | Interna | Con abundantes foraminíferos miliólidos |
| 17 | <i>Wackestone</i> bioclástico con algas | Interna | Con algas verdes dasycladáceas |
| 18 | <i>Wackestone</i> bioclástico con ostrácodos | Interna | |
| 19 | Caliza o <i>Mudstone</i> no bioturbado | Interna | |
| 20 | <i>Wackestone</i> y <i>Packstone</i> bioclástico con algas calcáreas | Interna | Con foraminíferos bentónicos. |
| 21 | <i>Packstone</i> y <i>Floatstone</i> con oncoides | Interna | Oncoides aglutinados, con granos esqueléticos, sedimentarios y cuarzo terrígeno. |
| 22 | Caliza o <i>Mudstone</i> dolomítico | Interna | Micrita finamente laminada; con escasos fósiles de ostrácodos y foraminíferos. |
| 23 | <i>Bindstone</i> Fenestral | Interna | Fábrica de algas ramificadas en sedimento fino limo-lodo. |
| 24 | <i>Mudstone</i> y <i>Packstone</i> intraclástico | Interna | |
| 25 | <i>Bindstone</i> con láminas de evaporitas y carbonatos | Interna | Contiene cristales evaporíticos (yeso). |
| 26 | <i>Grainstone</i> y <i>Packstone</i> bioclástico de grano medio a grueso | Interna | Contiene varios granos esqueléticos bentónicos. |
| 27 | <i>Grainstone</i> y <i>Packstone</i> bioclástico | Interna | Compuesto de pocos granos esqueléticos dominantes (ej: predominantemente equinodermos o predominantemente foraminíferos). |

| | | | |
|----|---|---------|---|
| 28 | <i>Floatstone</i> y <i>Rudstone</i> bioclástico | Interna | Exhibe una fábrica altamente desordenada. |
| 29 | <i>Grainstone</i> con ooides | Interna | Presenta ooides concéntricos densamente empaquetados. |
| 30 | <i>Grainstone</i> y <i>Packstone</i> con ooides y conchas | Interna | Presenta abundantes fragmentos de conchas. |

Tabla 2 – Microfacies RMF propuesta por Flügel (2004).

FORMACIÓN LA FLOJERA

Unidad I

Microfacies 1. Wackestone-packstone con bioclastos e intraclastos.

Se compone principalmente por placas de equinodermos, crinoides, intraclastos en una matriz de micrita, en sectores se observa recristalización a microesparita. Los componente terrígenos son abundantes representado por son fragmentos de roca sedimentarias (cuarzoarenitas) y cuarzo monocristalino. La diagénesis de la rocas presenta cementante temprano (fibroso) y cementante tardío mayormente granular (figura 30).

Según el modelo propuesto por Wilson (1975), esta microfacies pertenece a (SMF 9) y una microfacies tipo rampa (RMF 9) desarrollada en una rampa media de acuerdo al modelo propuesto por Flügel (2004), la cual incluye intraclastos micríticos y bioclastos derivados de la rampa y se asocia a un ambiente de plataforma abierta (zona de facies 7).

Esta microfacies se repiten seis veces, en las muestras de lámina: L-1, L-2, L-3, L-4, L-5, L-6.

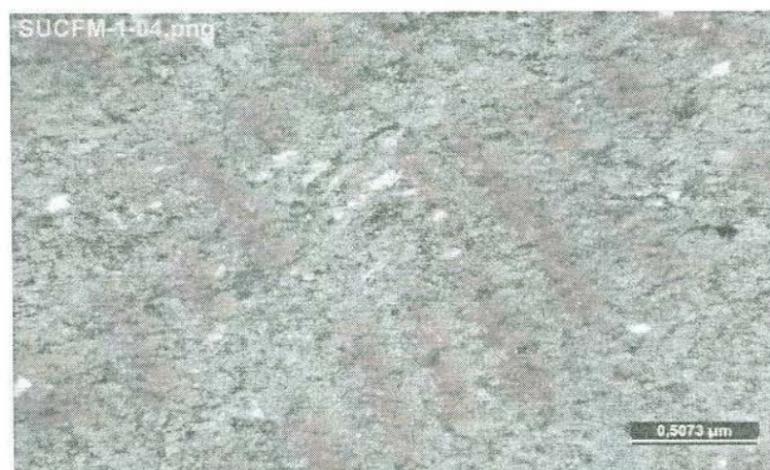


Figura 30 – Wackestone con clastos de cuarzo.

ANÁLISIS DE MICROFACIES Y PALEOAMBIENTES DE UNA SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA DE SIERRA LA FLOJERA, MUNICIPIO DE HERMOSILLO, SONORA

Tabla de microfacies 1.- Contenido de aloquímicos de sección medida en la Sierra La Flojera.

X= Presencia, **T**= Traza (0-5 individuos), **R**= Raro (6-10 individuos), **S**= Escaso (11-16 individuos), **F**= Frecuente (17-25 individuos), **A**=Abundante (mayor de 25 individuos).

| Datos de microfacies de: <i>Sierra La Flojera (Hermosillo, Sonora)</i> | | | | | | | | |
|--|-------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| Unidad de microfacies: <i>UNIDAD I</i> | | | | | | | | |
| Número de muestra: | | L-1 | L-2 | L-3 | L-4 | L-5 | L-6 | |
| Textura | Mudstone | | | | | | | |
| | Wackestone | x | x | | x | x | x | |
| | Floatstone | | | x | | | | |
| | Packstone | | | | | | | |
| | Grainstone | | | | | | | |
| | Rudstone | | | | | | | |
| Siliciclastos | | x | x | x | x | x | x | |
| Aloquímicos | Intraclastos | x | x | x | x | x | x | |
| | Oolitas | | | | | | | |
| | Pellets | | | T | | | | |
| | Crinoideos | S | R | S | S | S | S | |
| | Braquiópodos | | | | | | | |
| | Fusulínidos | | | | | | | |
| | Briozoarios | | | | | | | |
| Partículas terrígenas | | x | x | x | x | x | x | |
| Diagénesis | Cementante temprano "A" | x | x | x | x | x | x | |
| | Cementante tardío "B" | x | x | x | x | x | x | |
| | Neomorfismo | Coalesivo | | | | | | |
| | | Inversión | | | | | | |
| | | Recristalización | x | x | x | x | x | x |
| | | Estilolitas | | | x | | | |
| | | Porosidad | | | | | | |
| Dolomitización | | x | x | | x | x | | |
| Silicificación | | | | | | | | |
| Minerales autigénicos | | x | x | x | x | x | x | |

Tabla 3 – Microfacies 1, sección *Sierra "La Flojera"*, Hermosillo, Sonora.

Unidad II

Microfacies 2. Grainstone bioclástico

Se compone principalmente por abundantes intraclastos, placas de crinoideos, fusulínidos, briozoarios, braquiópodos y pellets, cementada con esparita y en sectores se observa micrita (figura 31). Los componente terrígenos son abundantes representado por litoclastos (fragmentos de roca de areniscas de cuarzo), cuarzo monocristalino y microcristalino (pedernal). La diagénesis de la roca presente es cementación temprana de tipo micritico y cementación tardía tipo granular y fibroso radiaxial.

Según el modelo propuesto por Wilson (1975), esta microfacies pertenece a (SMF 4) y una microfacies tipo rampa (RMF 6) desarrollada en una rampa externa de acuerdo al modelo propuesto por Flügel (2004), la cual presenta características de estratificación grada, laminada y con estratificación cruzada fina y se asocia a un ambiente de pie de talud (zona de facies 4).

Esta microfacies se repiten cuatro veces, en las muestras: L-11, L-12, L-13, L-14, L-15, L-16.



Figura 31 – Grainstone bioclástico, con cementante de esparita, contenido de aglutinados, corte de crinoideos y briozoarios.

Tabla de microfacies 2.- Contenido de aloquímicos de la sección medida en Sierra La Flojera.

X= Presencia, **T**= Traza (0-5 individuos), **R**= Raro (6-10 individuos), **S**= Escaso (11-16 individuos), **F**= Frecuente (17-25 individuos), **A**=Abundante (mayor de 25 individuos).

| Datos de microfacies de: <i>Sierra La Flojera (Hermosillo, Sonora)</i> | | | | | | | | |
|--|-------------------------|------------------|------|------|------|------|------|---|
| Unidad de microfacies: <i>UNIDAD II</i> | | | | | | | | |
| Número de muestra: | | L-11 | L-12 | L-13 | L-14 | L-15 | L-16 | |
| Textura | Mudstone | | | | | | | |
| | Wackestone | | | | | | | |
| | Floatstone | | | | | | | |
| | Packstone | | x | | | | x | |
| | Grainstone | x | | x | x | x | x | |
| | Rudstone | | | | | | | |
| Siliciclastos | | x | x | x | x | x | x | |
| Aloquímicos | Intraclastos | x | x | x | x | x | x | |
| | Oolitas | S | S | R | R | S | R | |
| | Pellets | F | A | F | A | A | F | |
| | Equinodermos | F | S | F | F | F | F | |
| | Braquiópodos | R | R | R | T | S | S | |
| | Fusulínidos | A | A | F | F | F | F | |
| | Briozoarios | R | S | R | R | S | S | |
| Partículas terrígenas | | x | x | x | x | x | x | |
| Diagénesis | Cementante temprano "A" | x | x | x | x | x | x | |
| | Cementante tardío "B" | x | x | x | x | x | x | |
| | Neomorfismo | Coalesivo | x | x | x | | x | |
| | | Inversión | | | | | | |
| | | Recristalización | x | x | x | x | x | x |
| | Estilolitas | | x | | | | | |
| | Porosidad | | | | | | | |
| | Dolomitización | | x | | x | x | x | x |
| | Silicificación | | | | | | | |
| Minerales autigénicos | | x | x | x | x | x | x | |

Tabla 4 – Microfacies 2, sección *Sierra "La Flojera"*, Hermosillo, Sonora.

Microfacies 3. Grainstone con bioclastos cubiertos por cemento de esparita

Se compone principalmente por crinoideos, braquiópodos, briozoarios, abundantes fragmentos de fusulínidos, intraclastos, pellets y ooides, cementados con esparita, (figura 32). Los componente terrígenos son abundantes representado por litoclastos (fragmentos de roca de areniscas de cuarzo), cuarzo monocristalino y microcristalino (pedernal). Presenta cementación temprana de tipo neoformismo de tipo coalesivo y cementación tardía dolomitización.

Según el modelo propuesto por Wilson (1975), esta microfacies pertenece a (SMF 11) y una microfacies tipo rampa (RMF 7) desarrollada en una rampa media de acuerdo al modelo propuesto por Flügel (2004), la cual presenta abundantes equinodermos, bivalvos y foraminíferos; abundantes granos esqueléticos desgastados y se asocia a un ambiente de plataforma arrecifal (zona de facies 5).

Esta microfacies se repiten cuatro veces, en las muestras: L-17, L-18, L-19, L-20, L-21, L-22.



Figura 32 – Grainstone con bioclastos cubiertos por cementante de esparita.

Tabla de microfacies 3.- Contenido de aloquímicos de la sección medida en Sierra La Flojera.

X= Presencia, **T**= Traza (0-5 individuos), **R**= Raro (6-10 individuos), **S**= Escaso (11-16 individuos), **F**= Frecuente (17-25 individuos), **A**=Abundante (mayor de 25 individuos).

| Datos de microfacies de: Sierra La Flojera (Hermosillo, Sonora) | | | | | | | | |
|---|-------------------------|------------------|------|------|------|------|------|---|
| Unidad de microfacies: UNIDAD II | | | | | | | | |
| Número de muestra: | | L-17 | L-18 | L-19 | L-20 | L-21 | L-22 | |
| Textura | Mudstone | | | | | | | |
| | Wackestone | | | | | | | |
| | Floatstone | | | | | | | |
| | Packstone | | | | | | | |
| | Grainstone | X | X | X | X | X | X | |
| | Rudstone | | | | | | | |
| Siliciclastos | | X | X | X | X | X | X | |
| Aloquímicos | Intraclastos | X | X | X | X | X | X | |
| | Oolitas | R | | R | | | | |
| | Pellets | S | A | | | | | |
| | Crinoideos | S | S | F | F | F | S | |
| | Braquiópodos | R | R | R | R | R | R | |
| | Fusulínidos | T | R | R | T | R | R | |
| | Briozoarios | R | R | T | R | T | T | |
| Partículas terrígenas | | X | X | X | X | X | X | |
| Diagénesis | Cementante temprano "A" | X | X | X | X | X | X | |
| | Cementante tardío "B" | X | X | X | X | X | X | |
| | Neomorfismo | Coalesivo | | | X | X | X | X |
| | | Inversión | | | | | | |
| | | Recristalización | X | X | X | X | X | X |
| | Estilolitas | X | | X | | | | |
| | Porosidad | | | | | | | |
| | Dolomitización | X | X | X | X | X | X | |
| Silicificación | | | | | | | | |
| Minerales autigénicos | | X | X | X | X | X | X | |

Tabla 5 – Microfacies 3, sección Sierra "La Flojera", Hermosillo, Sonora.

Unidad III

Microfacies 4. Grainstone/packstone bioclástico.

Se compone principalmente por crinoideos, braquiópodos, briozoarios, agregados de granos (racimos de uvas), pellets y fragmentos de fusulínidos e intraclastos, en un cementante de esparita y óxido de hierro. Los componentes terrígenos son abundantes, representado por cuarzo microcristalino (pedernal), cuarzo monocristalino y policristalino (arenisca de cuarzo) figura 33.

Según el modelo propuesto por Wilson (1975), esta microfacies pertenece a (SMF 12) y una microfacies tipo rampa (RMF 7) desarrollada en una rampa media de acuerdo al modelo propuesto por Flügel (2004), la cual presenta abundantes equinodermos, bivalvos y foraminíferos; abundantes granos esqueléticos desgastados y se asocia a un ambiente de margen de plataforma arrecifal (zona de facies 5).

Esta microfacies se repiten seis veces, en las muestras: L-31, L-32, L-33, L-34, L-35, L-36.



Figura 33 – Grainstone/packstone, con aporte terrígeno, se observa material retrabajado.

Tabla de microfacies 4.- Contenido de aloquímicos de sección medida en Sierra La Flojera.

X= Presencia, **T**= Traza (0-5 individuos), **R**= Raro (6-10 individuos), **S**= Escaso (11-16 individuos), **F**= Frecuente (17-25 individuos), **A**=Abundante (mayor de 25 individuos).

| Datos de microfacies de: Sierra La Flojera (Hermosillo, Sonora) | | | | | | | | |
|---|-------------------------|------------------|------|------|------|------|------|---|
| Unidad de microfacies: UNIDAD III | | | | | | | | |
| Número de muestra: | | L-31 | L-32 | L-33 | L-34 | L-35 | L-36 | |
| Textura | Mudstone | | | | | | | |
| | Wackestone | | | | | | | |
| | Floatstone | | | | | | | |
| | Packstone | | | X | | | | |
| | Grainstone | X | X | | X | X | X | |
| | Rudstone | | | | | X | | |
| Siliciclastos | | X | X | X | X | X | | |
| Aloquímicos | Intraclastos | X | X | X | X | X | X | |
| | Oolitas | X | | | | | S | |
| | Pellets | | F | | | | | |
| | Equinodermos | S | F | F | S | F | S | |
| | Braquiópodos | R | S | R | R | S | R | |
| | Fusulínidos | F | S | T | S | S | T | |
| | Briozoarios | R | R | T | S | T | R | |
| Partículas terrígenas | | X | X | X | X | X | X | |
| Diagénesis | Cementante temprano "A" | X | X | X | X | X | X | |
| | Cementante tardío "B" | X | X | X | X | X | X | |
| | Neomorfismo | Coalesivo | X | X | X | X | X | X |
| | | Inversión | | | | | | |
| | | Recristalización | X | | X | X | X | X |
| | Estilolitas | X | | | | | | |
| | Porosidad | | | | | | | |
| | Dolomitización | X | X | X | X | X | | |
| | Silicificación | | | | | | | |
| | Minerales autigénicos | X | X | X | X | X | X | |

Tabla 6 – Microfacies 4, sección Sierra "La Flojera", Hermosillo, Sonora.

