

3. ESTRATIGRAFIA

3.1 SIERRA MARTÍNEZ

La Sierra Martínez se localiza a 136 km al este de la ciudad de Hermosillo y corresponde al extremo oriente del área estudiada (foto 2). Menicucci et al. (1982) y Peiffer (1987) reportan la presencia de afloramientos de caliza de plataforma de edad Pérmico (Wolcampiano-Leonardiano) en base a la presencia de los géneros de fusulínidos: *Schwagerina*, *Parafusulina* sp., *Cuniculinella calyx* o *Parafusulina imlayi* (Wolcampiano-Leonardiano).

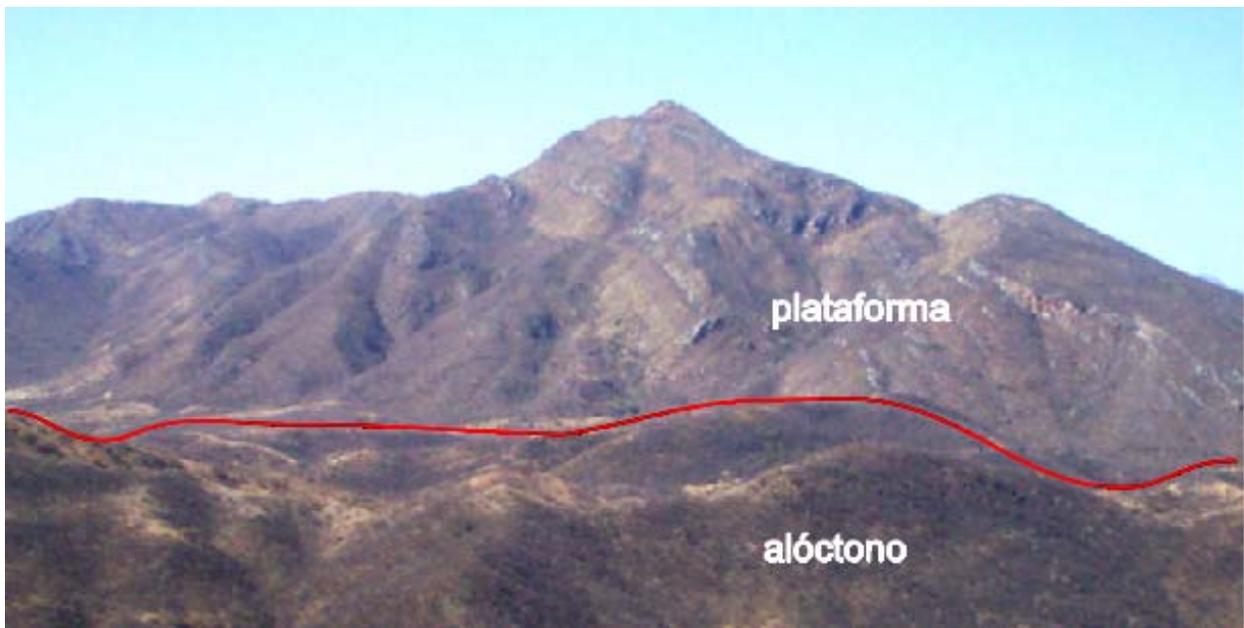


Foto 2. Panorámica del flanco sur-suroeste de Sierra Martínez, donde se observa al fondo la intercalación de estratos de caliza y arenisca. Los lomeríos con abundante vegetación, en primer plano de la panorámica, corresponde a la secuencia del Paleozoico alóctono, actualmente en contacto por falla normal con las rocas de plataforma.

Montijo y Terán (1988), por su parte definen en esta localidad dos secuencias estratigráficas diferentes:

Serie Martínez, utilizado como un término informal, para describir una secuencia detrítico-carbonatada de plataforma que aflora en los flancos occidental de la Sierra Martínez y oriental del Cerro Las Rastras, dividiéndola en dos unidades: La unidad Inferior constituida por una secuencia de calizas arenosas, sin fósiles correlacionable al Paleozoico Inferior (Cámbrico? - Ordovícico?) de Cobachi, en contacto discordante con la unidad superior con estratos calcáreo-arenosos y calizas fosilíferas con abundancia en crinoides, corales y fusulínidos que indican del Pérmico Inferior (Wolfcampiano-Leonardiano), (Menicucci, 1975).

Estos mismo autores correlacionan ésta secuencia con las calizas pérmicas del centro-este de Sonora, incluyendo la Sierra El Encinal y la Zacatera (Hewett, 1978; Schmidt, 1978), la Sierra Santo Domingo (Minjarez-Sosa, 1987), Sierra de la Campanería (Araux-Sánchez y Vega-Granillo, 1985) y la Sierra Hachita Hueca en Nacozari, al noreste de Sonora (Imlay, 1939). Consideran que la deformación paleozoica más importante en ésta área ocurrió al término del Pérmico Inferior, cuando las secuencias de cuenca (Series Mazatán y Santa Bárbara) cabalgaron a las secuencias de plataforma (Serie Martínez).

La serie Santa Bárbara en una secuencia clástico-carbonatada de edad Ordovícico medio tardío, la cual se dividió en dos unidades estratigráficas concordantes entre si. La unidad Inferior consiste en una secuencia de pedernal negro con intercalaciones de calizas arenosas y lutitas calcáreas de edad Ordovícico medio tardío, la cual aflora al noroeste del poblado de Rebeico y centro este de la carta Rebeico. La unidad superior de edad Ordovícico medio tardío esta formada por

areniscas con capas de lutitas las cual aflora en la Sierra Santa Bárbara este y noreste del poblado de Rebeico y norte de la Sierra el Aliso.

La unidad Santa Bárbara no presenta fósiles, por similitud litológica se correlaciona con la formación Peña Blanca del grupo Tinaja (Ketner y Noll, 1987).

Minjarez-Sosa (1987), proponen el uso del término Grupo Santo Domingo para designar una gruesa secuencia de calizas, areniscas y en menor proporción lutitas que afloran en la Sierra Santo Domingo, que corresponden a lo que Hewett (1978) y Schmidt (1978) denominaron Formación El Tigre en la parte norte de la Sierra El Encinal. Posteriormente Pérez (1992) utiliza también Grupo Santo Domingo para denominar el Pérmico Inferior (Leonardiano) de la parte este de Sonora correspondiente al área de Arivechi. (Tablas I - VII).

Para la descripción de la Sierra Martínez se realizaron 6 secciones medidas así como columnas estratigráficas, en la parte suroeste de esta sierra.

A continuación se hace una descripción de las secciones: (Fig. 5).

SIERRA MARTINEZ

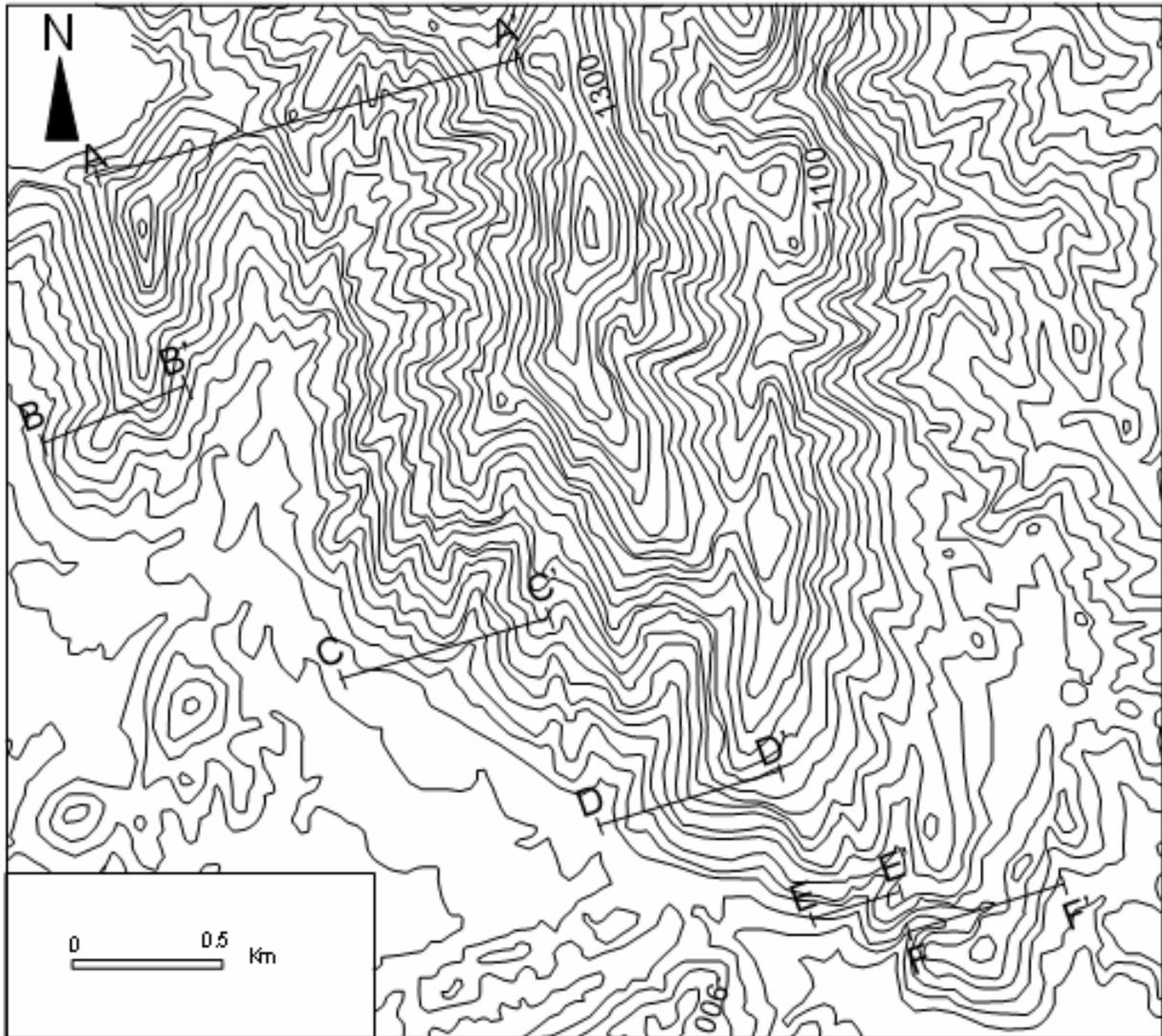


Figura 5. Mapa de secciones ubicadas en Sierra Martínez

SECCION A-A' (NE 16° SW) (Figs. 6 y 7)

La base de la sección se inicia con una potente secuencia de caliza, con estratificación fina a gruesa (0.20 a 1.50 m), de color gris claro en superficie fresca que intemperiza a gris amarillo y que presenta intercalaciones de estratos de caliza de color oscuro en superficie fresca y gris claro en superficie alterada. Sobre esta aflora un nivel de caliza masiva de color gris-oscuro en superficie fresca con una gran cantidad de minerales metamórficos (tremolita-actinolita), conteniendo intercalaciones de estratos de arenisca de color blanco en roca fresca, con una textura de grano fino a medio; así como también estratos delgados de caliza, espesor de 5 a 20 cm, sobre los cuales se han desarrollado abundantes micropliegues. Debido a la presencia de los corales (Silúrico-Pérmico) hacia la cima de la sección compuesta la ausencia de fósiles en la base de la misma sugiere que los sedimentos de esta sección correspondan al Paleozoico Inferior. (foto 3)



Foto 3. Sierra Martinez. Sección A-A'. Areniscas calcáreas de tamaño de grano medio a fino

SECCION B-B' (NE 16° SW) (Figs. 6 y 7)

Esta sección inicia en su base con estratos de arenisca de color blanco en roca fresca, mostrando una textura de grano fino a medio y presentando delgadas intercalaciones de material calcáreo-arenoso, de color gris claro en superficie fresca, con espesor de 5 a 20 cm, (Foto 4). En los que frecuentemente se desarrollan micropliegues. Sobre esta arenisca se depositaron estratos de caliza de color gris claro en superficie fresca y gris amarillo en superficie alterada, dentro de la cuál se observaron aparentes fragmentos de estructuras recristalizadas, con apariencia de plantas, no identificables, con abundantes cristales de pirita oxidada.



Foto 4. Sierra Martínez. Sección B-B'. Se observa caliza masiva con intercalaciones de arenisca en estratos que varían de 10 a 30 cm. de espesor

Sobreyaciendo a esta unidad, aflora un paquete de caliza de color gris claro en roca fresca que contiene bandas o lentes de arenisca, en estratos de 10 a 30 cm de espesor y de granulometría media. Hacia la parte superior existe un nivel de dolomía de color gris claro en roca fresca en el cual se encontraron fósiles representados por corales coloniales de la especie *Syringopora* cf. *S. tubifera* Easton, los que probablemente indiquen una edad de Silúrico? a Pérmico (Foto 5).



Foto 5. Sierra Martinez. Sección B-B'. Se observa coral colonial *Syringopora* cf. *S. tubifera*

En la parte superior de la sección, se presenta un espesor delgado y masivo de arenisca de cuarzo (ortocuarcita) de color café-amarillo en superficie alterada y de color blanco en roca fresca, de grano fino a medio, afectada por un fuerte fracturamiento. En la cima de esta unidad se observa un nivel de caliza de color gris claro en superficie fresca, que se caracteriza por formar grandes acantilados, la cual contiene abundantes fósiles con predominio de crinoides y corales solitarios, del tipo zafrentido, que sugieren una edad del Devónico. (Foto 6)



Foto 6. Sierra Martinez. Sección B-B'. Coral solitario (zafrentido), en caliza masiva

SIERRA MARTINEZ
SECCION COMPUESTA A-A', B-B'

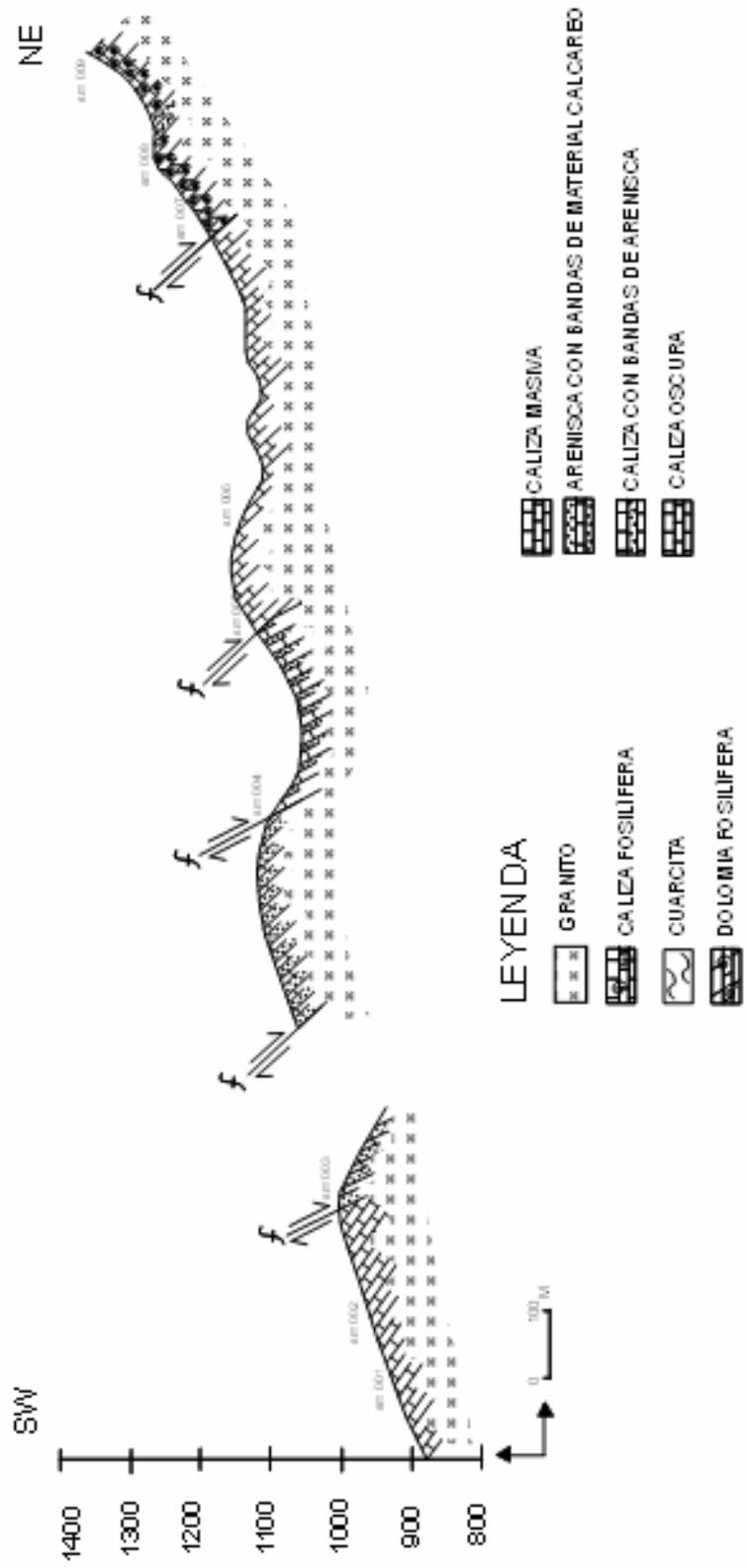


Figura 6 . Sección A-A', B-B'. Sierra Martínez

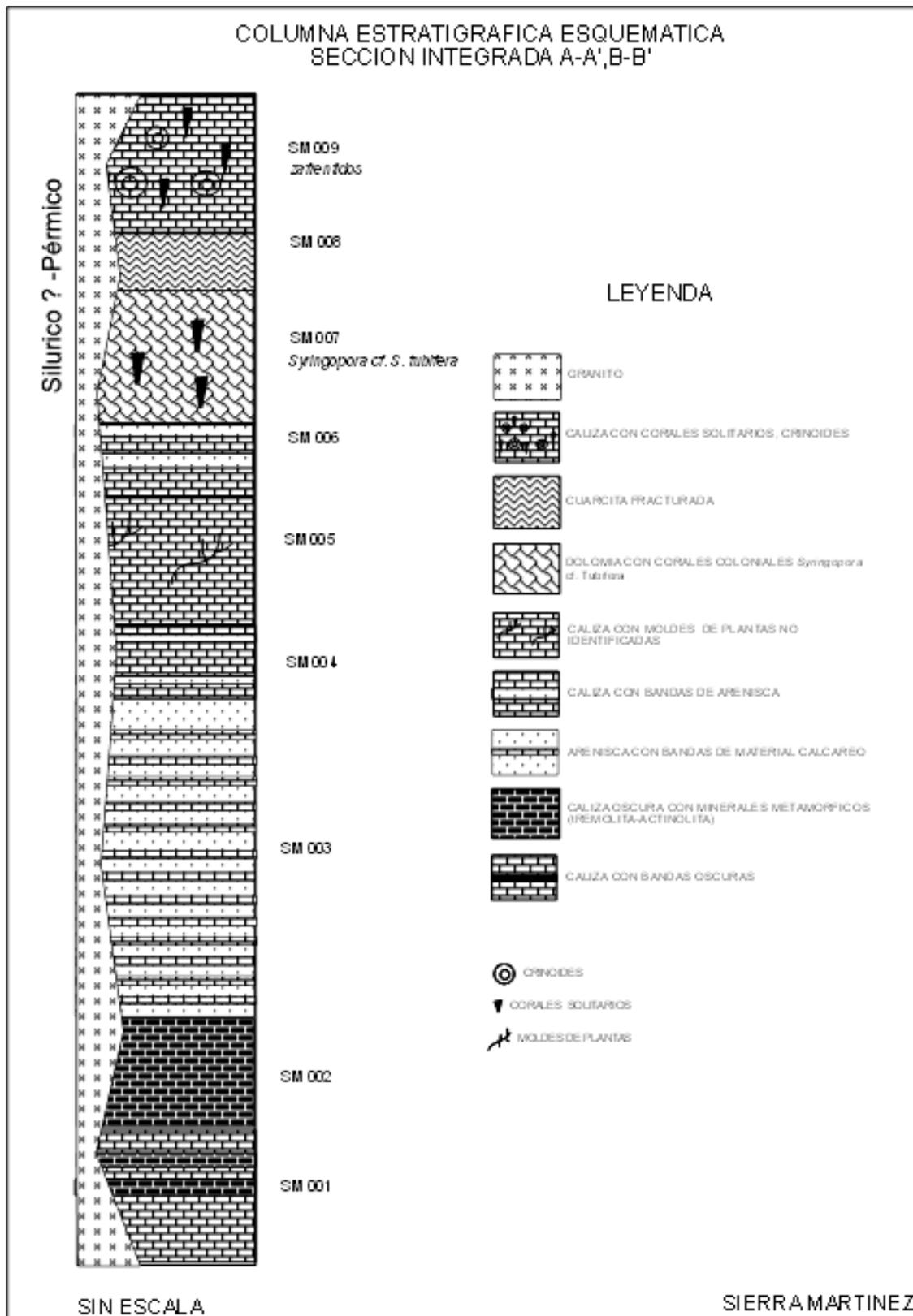


Figura 6. Columna estratigráfica

SECCION C-C' (NE 16° SW) (Figs. 8 y 9)

La base de esta sección corresponde a estratos de caliza de color gris claro, con intercalaciones de niveles de arenisca de textura de grano fino a medio, donde se observan planos de estratificación ondulada o microplegamientos, mismos que hacia la parte superior de la unidad adquieren una forma laminar, con un alto contenido de minerales metamórficos y posteriormente se observan bandas de pedernal. Continuando con una unidad constituida por estratos de caliza de color gris claro, con abundantes braquiópodos; seguidos por estratos de caliza de color oscuro y un conglomerado conteniendo clastos angulosos y subredondeados de caliza de color oscuro, dentro de una matriz arenácea que muestra una estratificación gradacional de gruesa a fina, con espesores de 5 a 20 cm. En la cima de esta unidad afloran estratos masivos de caliza fosilífera, que en ocasiones forman grandes acantilados, dentro de los cuales existe una gran cantidad de fósiles, correspondiendo estos a crinoides, briozoarios, braquiópodos y gasterópodos (Silúrico?-Pérmico). (Foto 7)



Foto 7. Sierra Martínez. Se observa caliza con gran abundancia en tallos de crinoide (encrinita), con las superficies articulares y canal axial, algunos briozoarios.

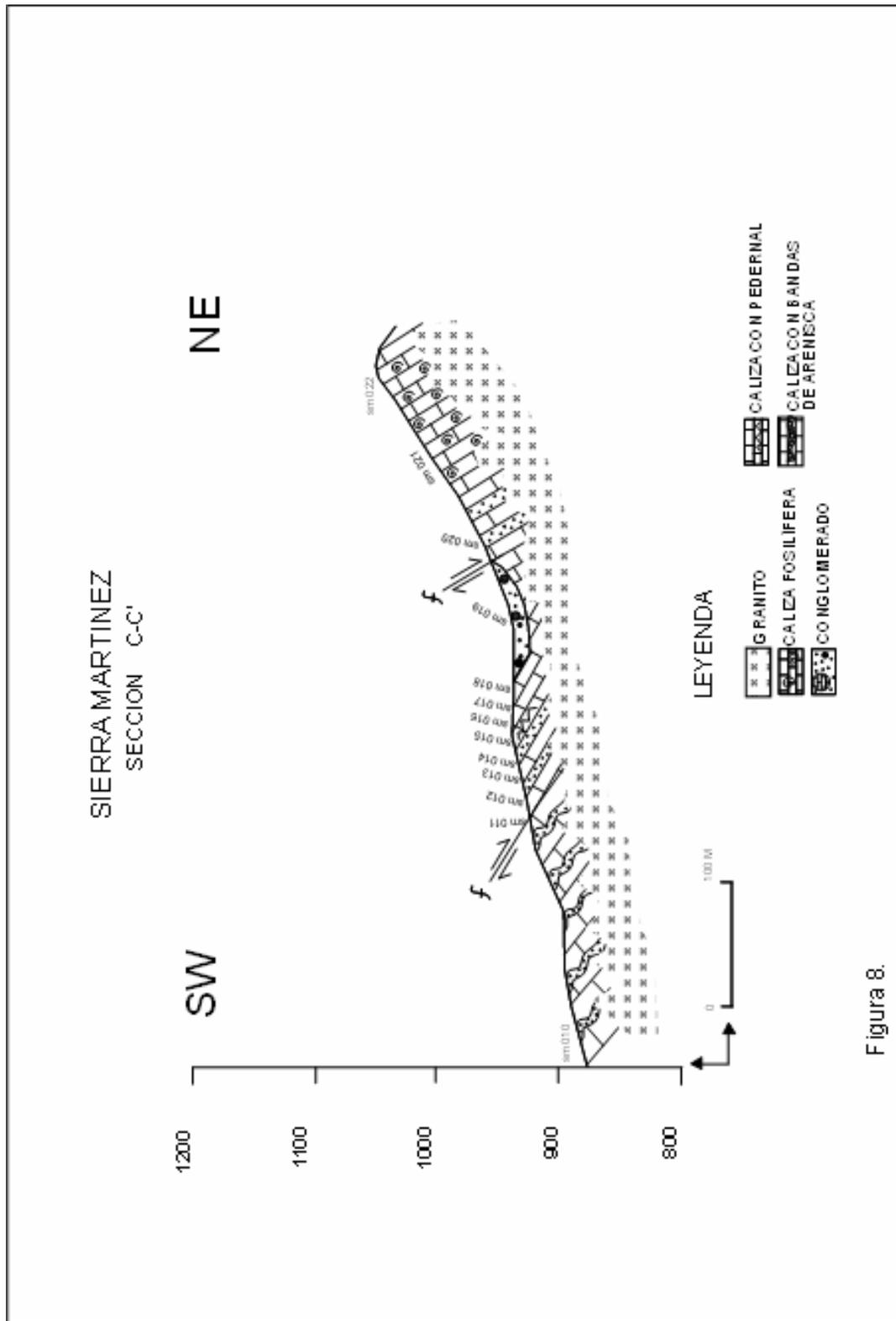


Figura 8.

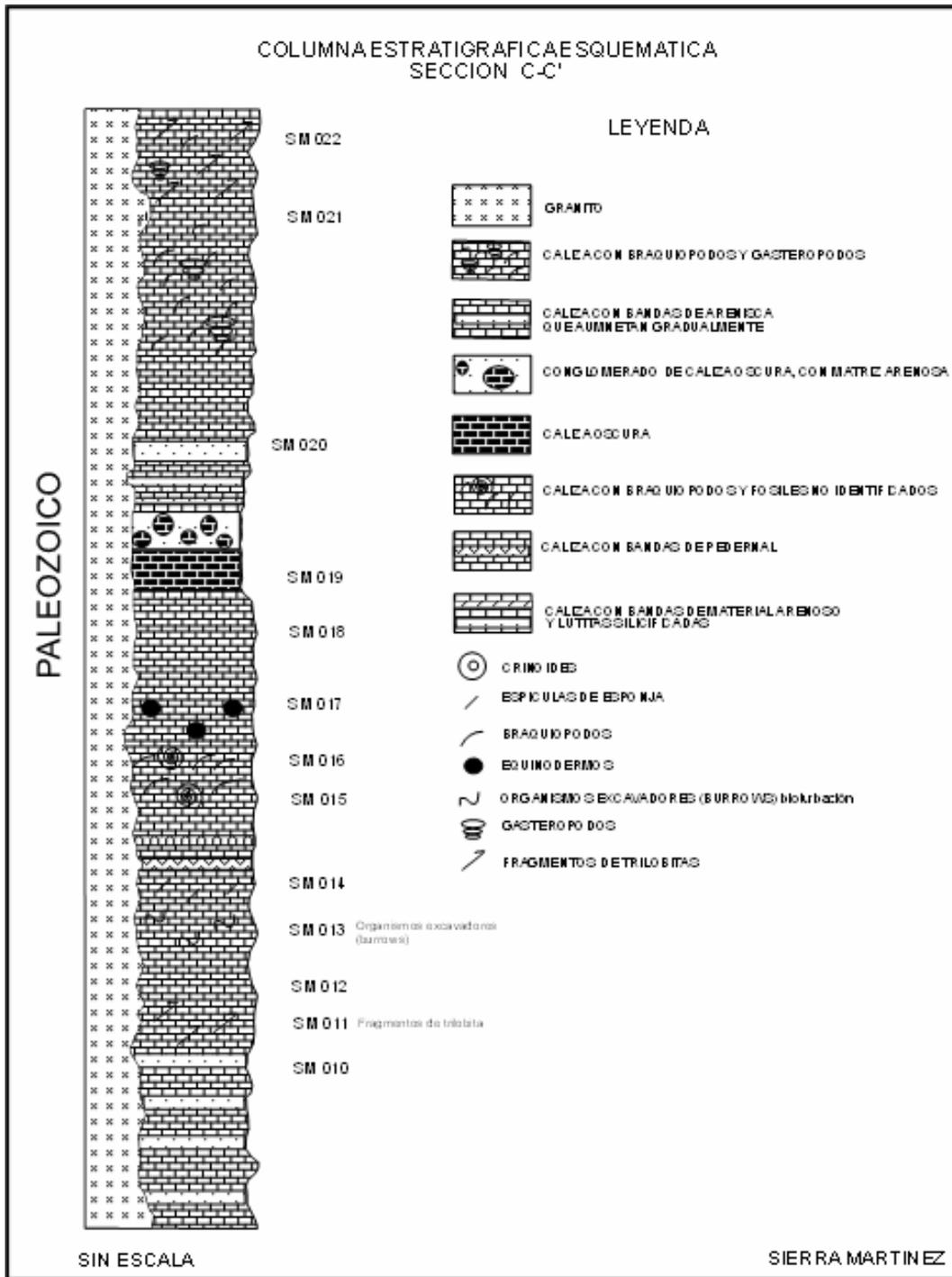


Figura 9

SECCION D-D' (NE 16° SW) (Figs. 10 y 11)

La parte inferior de la sección inicia con estratos de caliza masiva, de color gris claro, presentando intercalaciones delgadas de lutita y lodolita, con espesores en el rango de 5 cm. La caliza contiene abundantes fragmentos de braquiópodos y crinoides. Sección arriba, afloran estratos de caliza de color gris claro en roca fresca, con intercalación de niveles delgados de arenisca, con espesor de 5 a 15 cm, continuando con una unidad calcárea – arenosa de estratificación laminar y muy deleznable. Cubriendo a esta última aflora un nivel de conglomerado conformado por clastos de caliza de color gris claro, dentro de una matriz arenosa con tamaño de grano medio. Hacia la parte superior existen estratos de caliza de color gris amarillento en roca fresca, con gran abundancia en pirita oxidada y en ocasiones se intercalan bandas o franjas de arenisca de color gris amarillento, por efecto de la oxidación de los cristales de pirita. Los niveles de caliza contienen abundantes crinoides, gasterópodos, braquiópodos y corales coloniales, del tipo *Syringopora*. Hacia la cima afloran estratos de caliza arenosa, que muestran una granulometría de tamaño fino a medio, observándose fragmentos de crinoides y braquiópodos.

No hay conjunto faunístico determinante de edad específica.

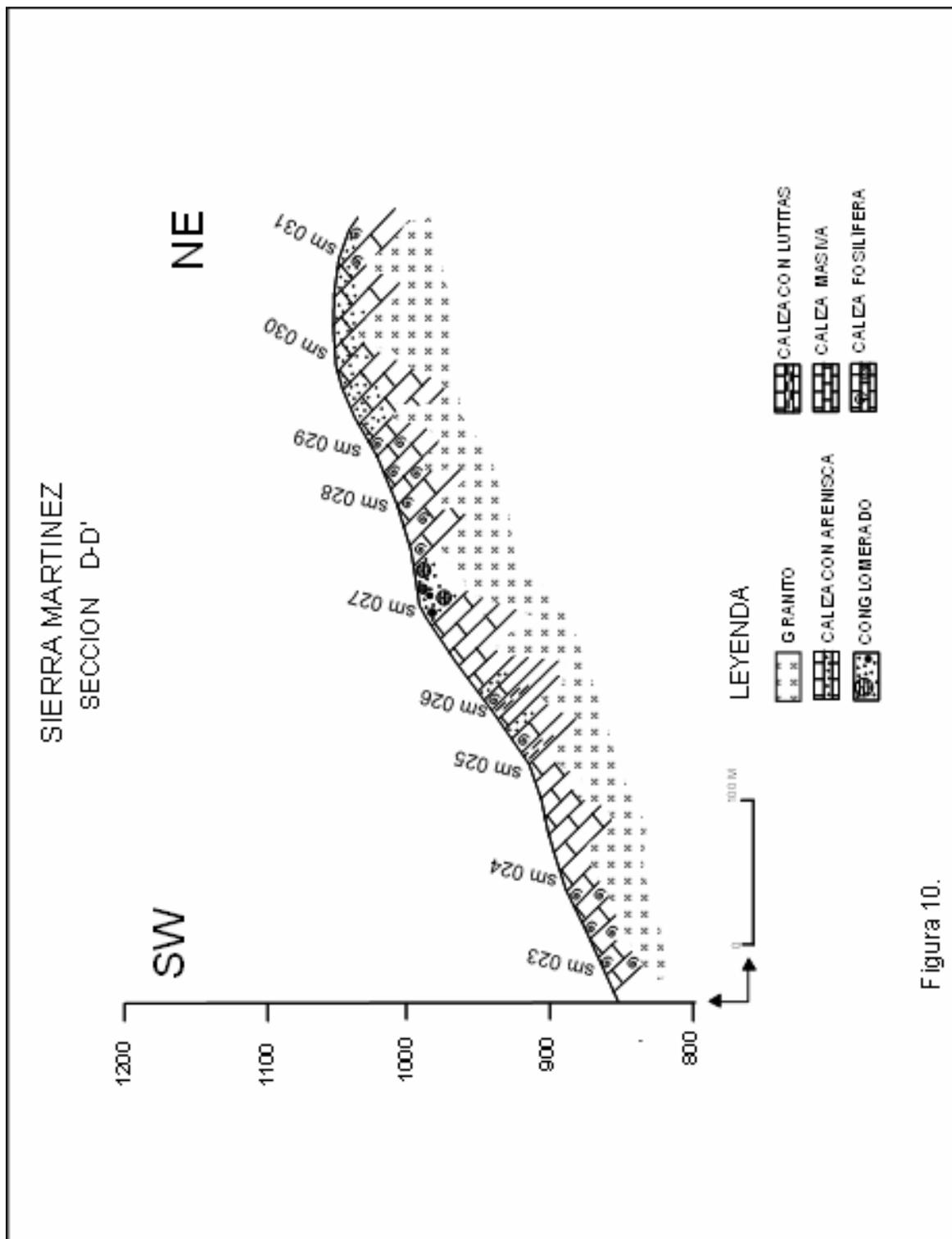


Figura 10.

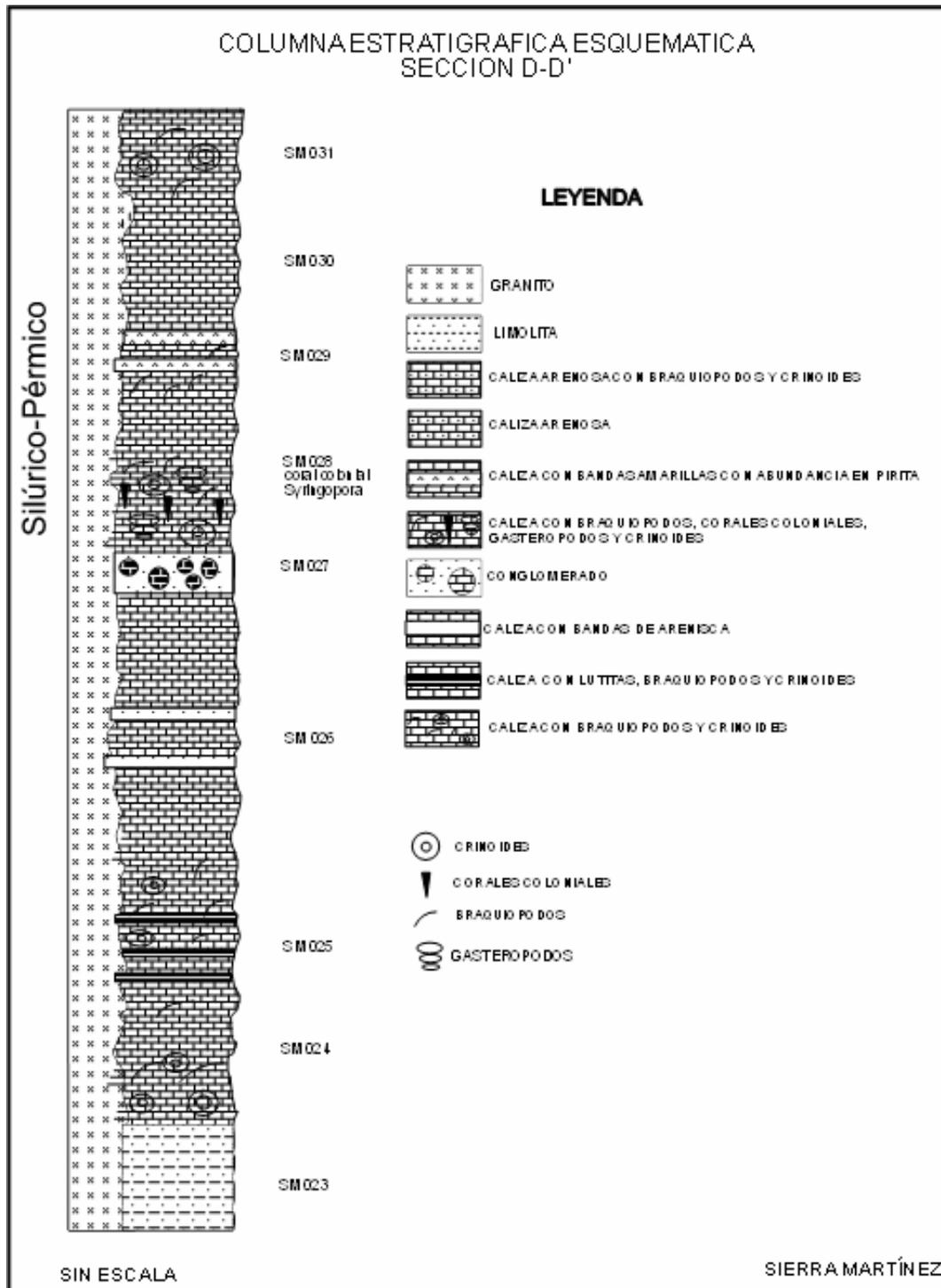


Figura 11.

Figura 11. Columna estratigráfica

SECCION E-E' (NE 16° SW) Figs. (12 y 13)

El inicio de la sección corresponde a estratos de caliza arenosa, con una granulometría de tamaño medio a fino, caracterizándose por la presencia de bandas o franjas que contienen abundantes fósiles, principalmente crinoides, braquiópodos y corales solitarios. Cubriendo a esta caliza afloran niveles de caliza de color gris claro y oscuro, dentro de la cuál se observaron abundantes fósiles de los tipos de corales solitarios y coloniales (*Syringopora* cf. *S. tubifera*) de acuerdo con la Dra. Blanca Buitron se da una edad del Silúrico- Pérmico, crinoides, braquiópodos y briozoarios. La sección continúa con niveles de caliza que contienen franjas con abundantes braquiópodos y arriba de esta aflora un nivel de caliza arenosa, de color gris rojizo por efecto de intemperismo y oxidación, conteniendo crinoides y cristales grandes de calcita en forma de relleno de vetillas. Hacia la cima se presentan estratos de caliza con bandas de pedernal y gran abundancia de fósiles como braquiópodos, corales solitarios y crinoides (Foto 8).



Foto 8. Sierra Martínez. Se observa caliza con tallo de crinoide en corte longitudinal en una superficie de erosión mostrando la unión de las placas articulares y otros restos biógenos

SIERRA MARTINEZ
SECCION E-E'

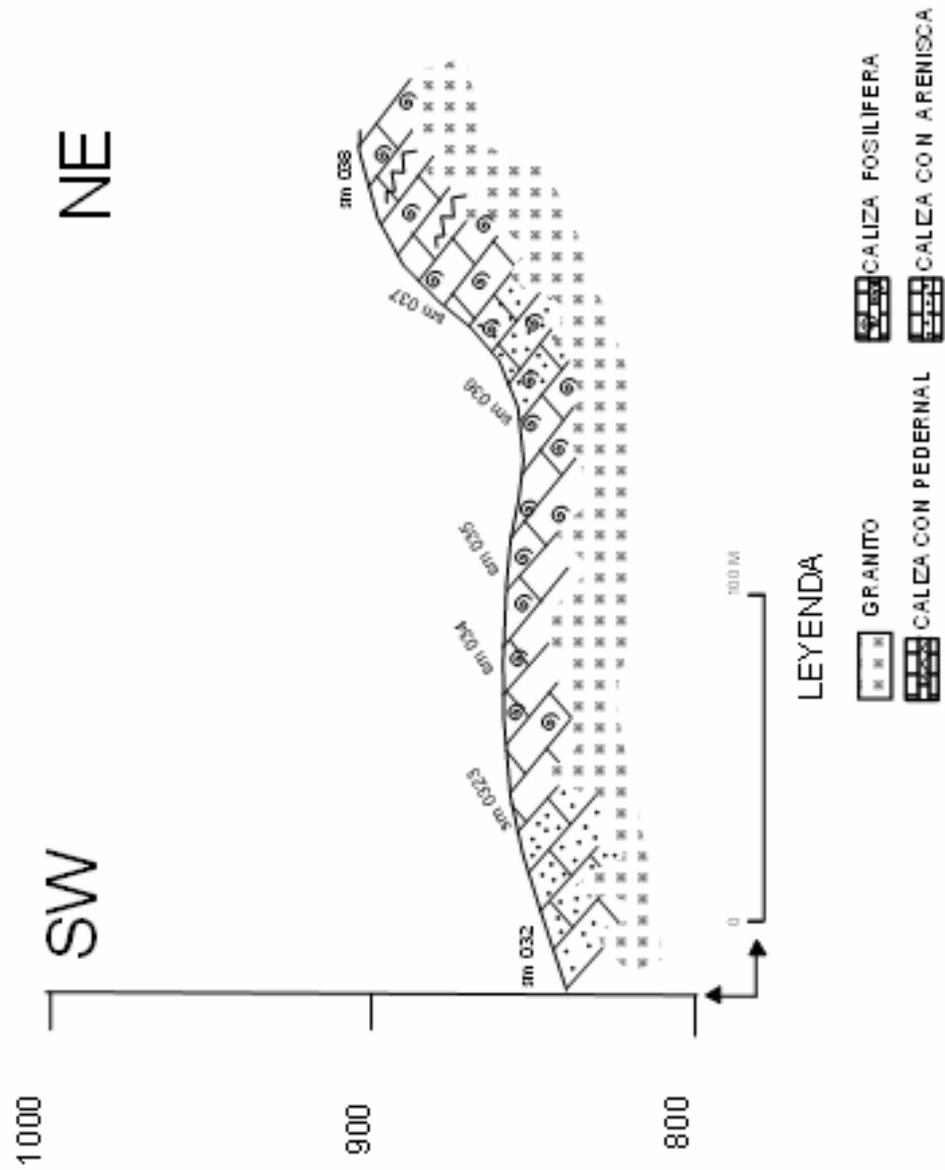


Figura 12.

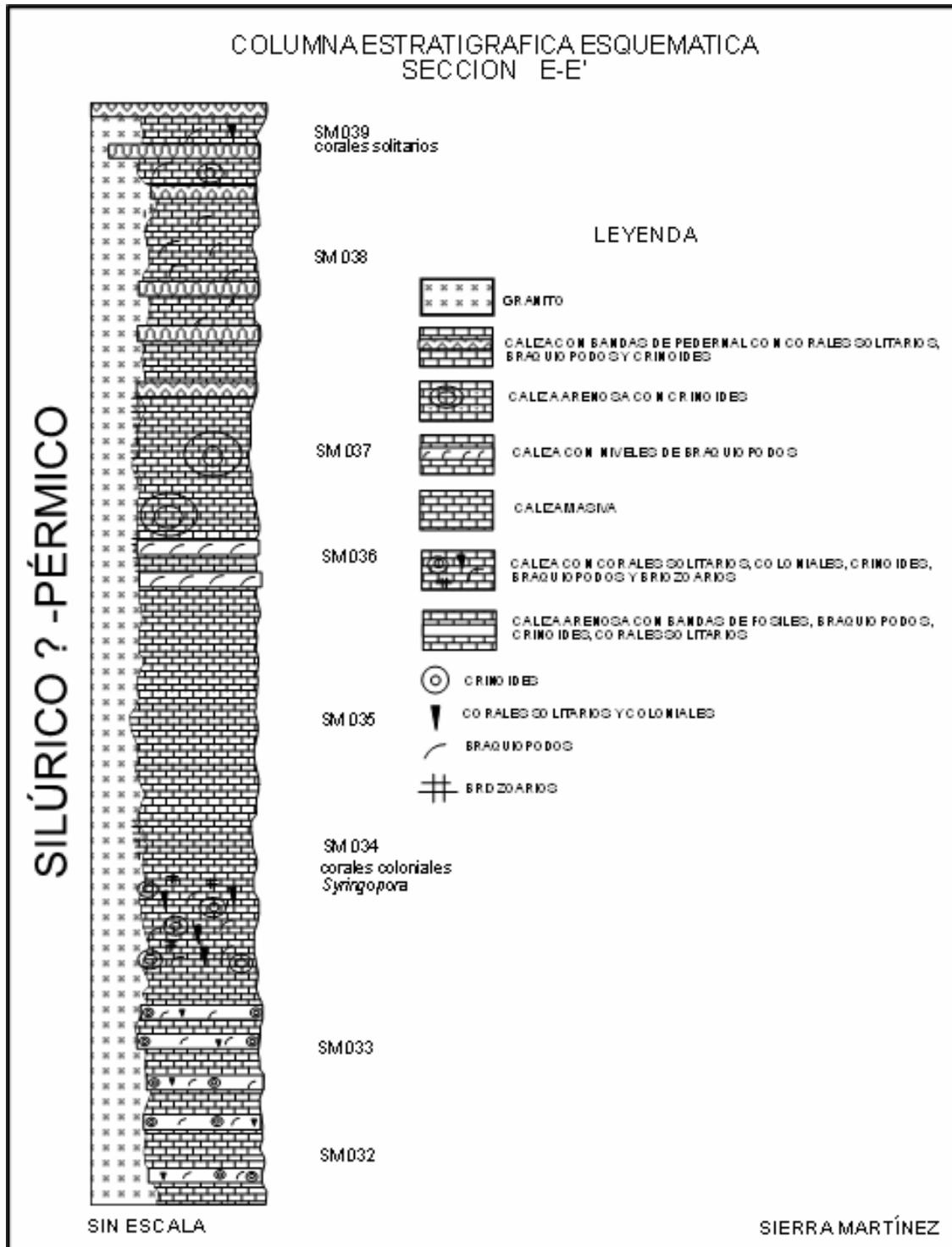


Figura 13.

SECCION F-F' (NE 16° SW) (Figs. 14 y 15)

La base de la sección se inicia con un conglomerado constituido por clastos subredondeados y subangulosos de caliza con fósiles, del tipo de corales solitarios, dentro de una matriz arenosa, continuando con niveles de caliza, de color gris claro, con abundantes crinoides, corales solitarios y fusulínidos en cortes transversales y longitudinales, formando en ocasiones bandas de estratificación laminar. También se observa una caliza con abundancia en crinoides de hasta 20 cm de longitud (foto 9). Cubriendo a estas, se presenta una caliza con abundancia en fusulínidos en cortes transversales y longitudinales y en ocasiones con franjas recristalizadas, continuando con un nivel de caliza arcillosa que contiene abundantes crinoides, braquiópodos y briozoarios. En la cima de la sección afloran estratos de caliza con gran abundancia de crinoides y fusulínidos en cortes transversales y longitudinales, (foto 10). correspondiendo a las especies *Skinnerella sonoraensis* (Lám. I, fig 2; Lám. V, fig. 3), *S. brevis* (Lám. III, figs. 2 y 3), *S. formosa* (Lám. II, fig. 1), *S. cf. S. diabloensis* (Lám. I, fig. 1) y *Parafusulina multisepta* (Lám. III fig. 1). Es en este punto de la sección donde se ubica el contacto transicional y concordante de los estratos de caliza fosilífera de plataforma a los sedimentos siliciclásticos turbidíticos de la Formación Mina México. Dentro de esta última se observaron varios niveles de turbidita calcárea (calcarenita o grainstone) que contienen fusulínidos y crinoides retrabajados, interpretándose que estos han sido transportados desde las rocas de la plataforma. Estos sedimentos siliciclásticos están cubiertos tectónicamente, hacia el este, por estratos del paleozoico alóctono de cuenca, representados por lutita carbonosa con graptolitos, pedernal con radiolarios, caliza con micro y macrofósiles, cuarzoarenitas con

radiolarios y fósiles traza. La cima del alóctono, Formación Rancho Nuevo, se distingue por contener cuerpos lenticulares y estratiformes de barita, en ocasiones con fragmentos de braquiópodos. Esta yuxtaposición tectónica se asocia con grandes fallas inversas (cabalgaduras o napas).



Foto 9 Sierra Martínez. Sección F-F'. Caliza con abundancia en tallos de crinoide hasta 20 cm de longitud.

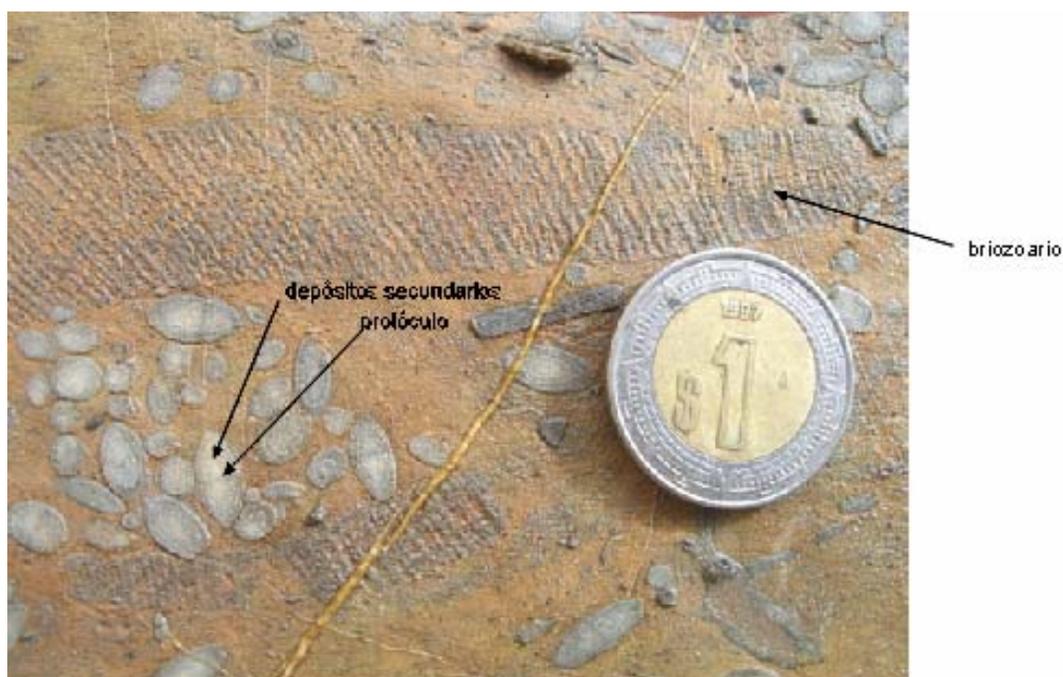


Foto 10. Sierra Martínez. Sección F-F'. Se observa caliza con fusulínidos en cortes longitudinales y transversales con fragmentos de briozoarios.

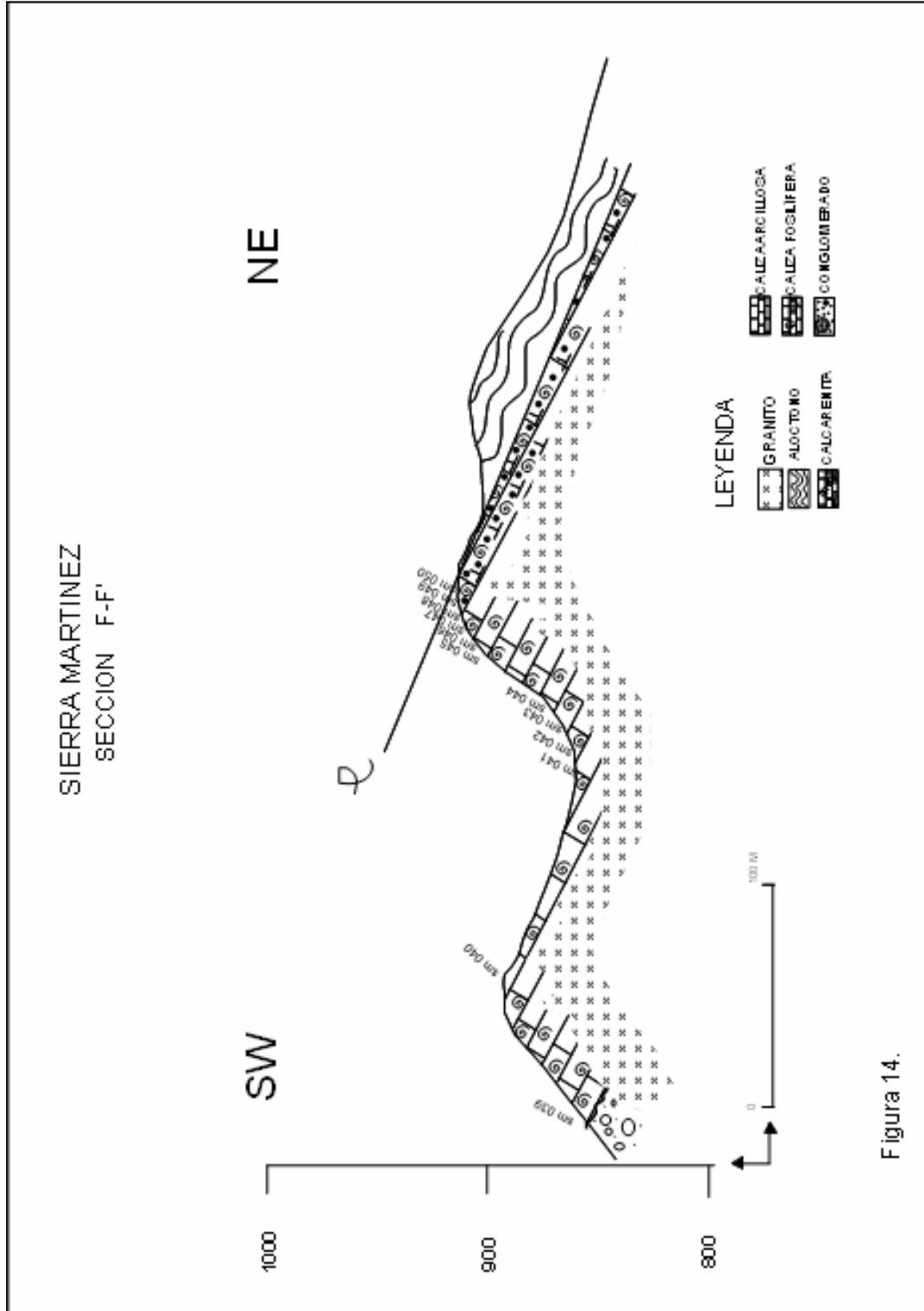


Figura 14.

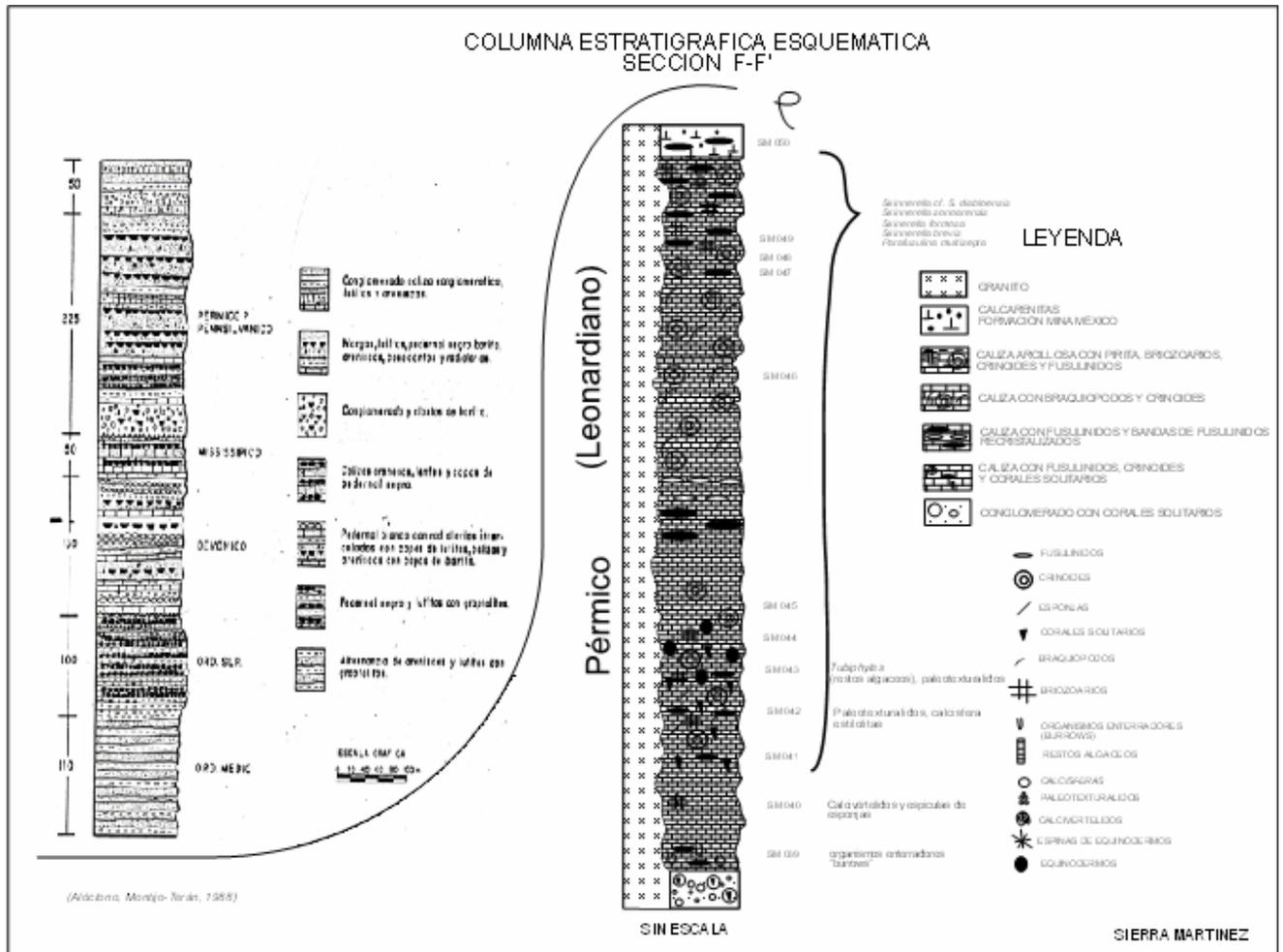


Figura 15.

Figura 15. Columna estratigráfica

3.1.1 Petrografía

En general las calizas muestran gran abundancia en fósiles, incluyendo: fusulínidos, restos de briozoarios, crinoides (encrinitas) y en menor proporción moluscos, braquiópodos y corales.

Petrográficamente predominan las calizas y calizas arenosas, y en menor proporción areniscas de grano fino y limolitas. Las calizas muestran las texturas packstone representadas por biomicruditas y biomicritas principalmente.

Las biomicritas mostraron gran abundancia en fusulínidos en cortes transversales y longitudinales bien preservados comúnmente asociados a crinoides y briozoarios, así como otros foraminíferos (paleotextuláridos) (Lám. IV, fig. 3 y 4), y algunos restos de trilobitas, (Lám. IV, fig. 1), espículas de esponja (Lám. IV, fig. 5), y restos algáceos. Los fusulínidos determinados fueron: *Skinnerella brevis*, Skinner, *S. formosa*, Skinner, *Skinnerella* cf. *S. diabloensis*, *S. sonoarensis* Dunbar y *Parafusulina multisepta* Magginetti et al, 1988 (Foto 11). (Tablas I, II, III).



Foto 11. Sierra Martínez. Sección F-F'. Caliza con abundancia en fusulínidos en cortes longitudinal y transversal, con algunos crinoides.

3.1.2 Edad

De acuerdo a la presencia de corales coloniales identificados como *Syringopora* cf. *S. tubifera*, corales solitarios (zafrentidos) el alcance de Sierra Martínez es del Silúrico-Pérmico, las especies de fusulínidos encontradas en éste estudio, se consideraron pertenecientes al Pérmico Inferior (Leonardiano), ya que fueron originalmente descritas en rocas de la misma edad en: Texas (Dunbar & Skinner, 1937; Skinner, 1971), Sonora (Dunbar, 1939) y California (Magginetti, et al., 1988).

3.1.3 Ambiente de depósito

Las características generales litológicas y paleontológicas indican un área con una depositación continua de carbonatos y aportaciones esporádicas de clásticos o un área sometida a cambios o fluctuaciones del nivel del mar. El conjunto faunístico descrito y la presencia de fragmentos algáceos sugieren un ambiente marino somero desarrollado en aguas cálidas.

SIERRA MARTINEZ

Tabla. 1. Presencia y abundancia de los diferentes tipos de aloquímicos
 A=abundantes, F=frecuentes, S=escasos, R=raros, X=presencia.

FORMACION		GRUPO SANTO DOMINGO																						
		EM-001	EM-002	EM-003	EM-004	EM-005	EM-006	EM-007	EM-008	EM-009	EM-010	EM-011	EM-012	EM-013	EM-014	EM-015	EM-016	EM-017	EM-018	EM-019	EM-020	EM-021		
TEXTURA	NUMERO DE MUESTRA																							
	MUDSTONE											X							X					
	VAC RESTO ME																							
	PAC RESTO ME																						X	
	GRAINSTONE																							
	PELLETS																							
	CALCISFERAS																							
	ESPO NJAS									A														
	CO LITARIO																							
	STRIM O FORA								A															
FAVOSITES																								
BR IZOARIO S																								
ES UNO DERMIO S									S														F	
ESPI NAS DE ES UNO DERMIO																								
CRIM IDES																								
TRILO BITAS																								
BR AD UNO PODO S																								
FUSO LINDO S																								
PALLO TEXTUR ALID O S																								
FORAM																								
CALCIVER TELIDO S																								
OSTR AC ODO S																								
MOLDES DE PLAN TOS																								
BIVALVO S																								
GASTERO PODO S																								
RESTO GALC AC EDO S																								
TUBPHY TES																								
CORTO ID ES																								
ORGANISMOS EXCAVADO RES (BURRO WS)																								
ESTILO LITAS																								
PIRITA																								
PARTICULAS TERRIGENAS																								

SIERRA MARTINEZ

TABLA II. Presencia y abundancia de los diferentes tipos de aloquímicos
 A=abundantes, F=frecuentes, S=escasos, R=raros, X=presencia.

FORMACION		GRUPO SANTO DOMINGO																		
NUMERO DE MUESTRA		SM-022	SM-023	SM-024	SM-025	SM-026	SM-027	SM-028	SM-029	SM-030	SM-031	SM-032	SM-033	SM-034	SM-035	SM-037	SM-038	SM-040	SM-041	SM-042
TEXTURA	MUDSTONE																		X	
	WACKLESTONE									X					X					X
	PACKSTONE																			
	GRANSTONE																			
	PELLETS																			
	CALCESFERAS																	A		X
	ESPOJAS																	A		
	SOLITARIO										A		A		A		A	A		
	STRINGOPORA					S														
	FAUCITES																			
	BRIZOARIOS										S							S		F
	EQUINOQUERMO									S	A				A					F
	ESPINAS DE EQUINOQUERMO																			X
	CRINOIDES		F		F			F		F	A	A		A	A		A	A		
	TRILOBITOS	S																		
	BRACIOPODOS	X	F		F			S	F		S	A	A		A		A			R
	FUSULINIDOS																			
	PALBO TEXTURADOS																	R		A
	CALCIVERTELIDOS																	S		X
	OSTRACODOS																			
	MOLDES DE PLANTAS																			
	BIVALVOS																			
	GASTROPODOS	X						R							X			S		R
	RESTO GASTROPODOS														R					
	TUBIFRITES																			
	CORTICES																			
	ORGANISMOS ENCARNADOS (BURBUJAS)																			S
	BETILO LITAS																			
	PIRITA		X																	
	PARTICULAS TERIGENAS									X					S					

SIERRA MARTINEZ

TABLA. III Presencia y abundancia de los diferentes tipos de aloquímicos
 A=abundantes, F=frecuentes, S=escasos, R=raros, X=presencia.

FORMACION		GRUPO SANTO DOMINGO																		
NUMERO DE MUESTRA		SM-0413	SM-0414	SM-0415	SM-0416	SM-0417	SM-0418	SM-0419	SM-0510											
TEXTURA	MUESTRO ME																			
	WAC KESTO ME																			
	PAC KESTO ME	X																		
	GRAINSTO ME																			
	PELLETS																			
	CALCISFERAS										X									
	BEPO NJAS																			
	SO LITARD																			
	STRANG OPORA																			
	FAVOSITES																			
CORALES	BRIZO ARMS																			
	ED UNO DERMOS																			
	ESPINAS DE ED UNO DERMOS																			
	CRINOIDES																			
	TRILOBITOS																			
	BRAGUIDOS																			
	FUSULIMIDOS																			
	PALEOTEXTURADOS																			
	CALCIVERTELUDOS																			
	OSTRACODOS																			
ALGAS	MOLDES DE PLANTAS																			
	ESCALUDOS																			
	GASTROPODOS																			
	REPTOSALGALGALOS																			
	TUSPHITES																			
	COPTOIDES																			
	URONEMIAS ESCARABOS (BURRONS)																			
	ESTILOLITAS																			
	PIRITA																			
	PARTICULAS TERRENAS																			

3.2 CERRO LAS RASTRAS

Radelli, et al., (1987) interpretan el Cerro Las Rastras como una ventana (kliper) tectónica, que se generó en una etapa posterior al cabalgamiento de la secuencia alóctona sobre la secuencia carbonatada de plataforma del Pérmico Inferior. Peiffer (1987), elabora una sección estructural, orientada Este – Oeste, en la que muestra un nivel de conglomerado y estratos de calizas de plataforma en contacto por falla con sedimentos silíceos de grano fino (limolitas) de cuenca. La misma autora mide una sección estratigráfica hacia la parte norte, con un espesor de 430 m, de calizas fosilíferas que contienen abundantes crinoides, briozoarios, algas y foraminíferos, incluyendo fusulínidos de los géneros: *Charaloschwagerina*, *Schwagerina*, *Cuniculinella*, y *Occidentoschwagerina* del Wolfcampiano (Asselian-Sakmarian). Pérez-Ramos (2001) reporta en la base del flanco este de el Cerro Las Rastras (Foto 12), la presencia de: *Eoparafusulina* cf. *E. mendenhalli*, *Eoparafusulina* sp. B, *Schwagerina* sp. A y B, del Wolfcampiano (Pérmico Inferior).



Foto 12. Vista panorámica del cerro Las Rastras. El fondo, parte superior corresponde al flanco este del cerro y en el primer plano, parte inferior la Formación Mina México y alóctono

En este trabajo de tesis se efectuaron dos secciones, iniciando en la base de la ladera oeste del Cerro Las Rastras y en dirección hacia la falda este. El recorrido sobre estas dos secciones, en parte medidas, permitieron coleccionar muestras representativas de la litología y de los principales fósiles contenidos en diferentes niveles de las rocas carbonatadas. (Fig. 16).

CERRO LAS RASTRAS

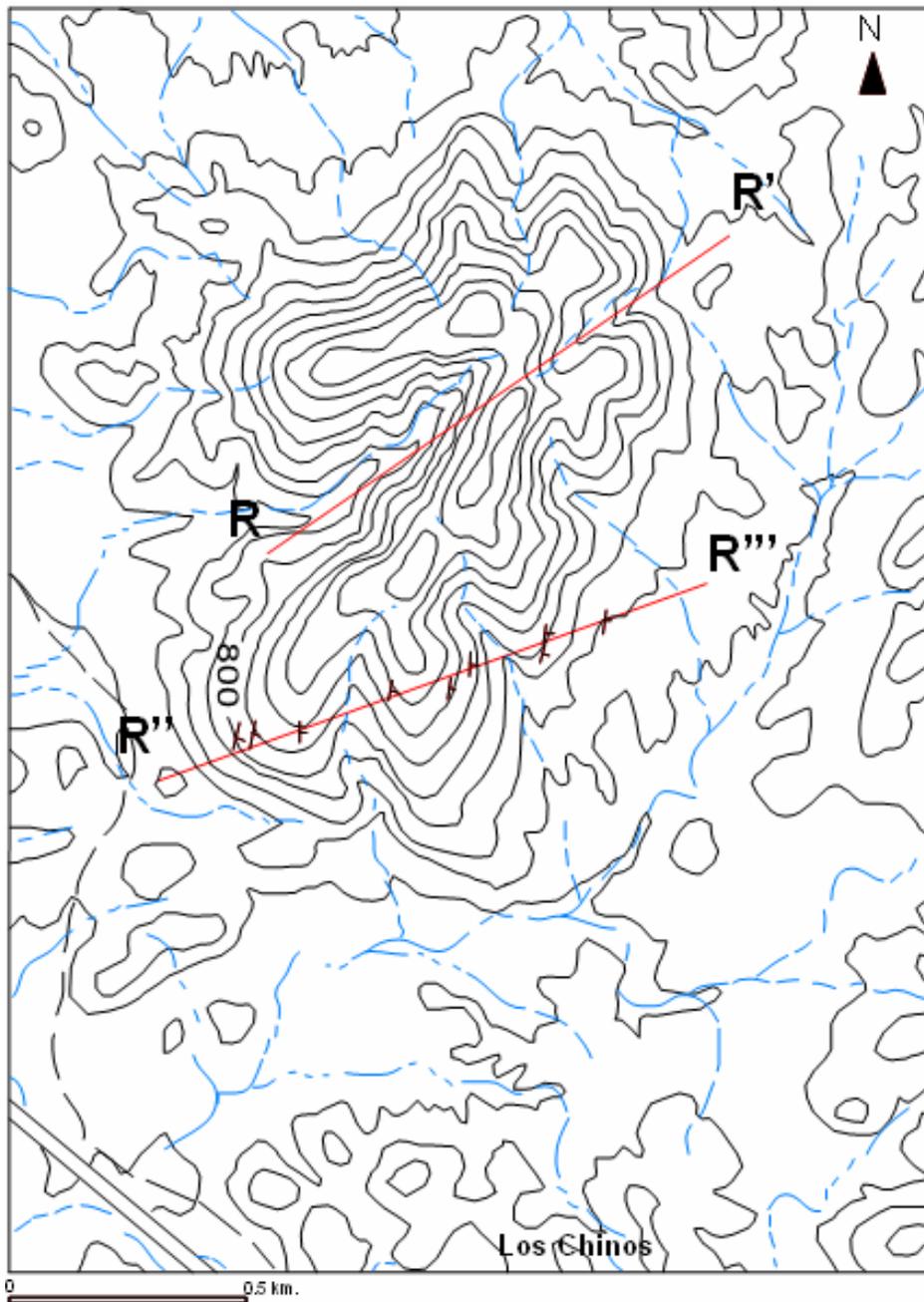


Figura 16. Mapa de las secciones ubicadas en Cerro Las Rastras.

SECCIÓN R-R' (NE 60° SW) (Figs. 17 y 18)

La base de la sección se inicia con estratos de caliza que presenta estratificación laminar, ocasionalmente arenosa sin fósiles, en contacto con cuarcitas masivas muy fracturadas, (discordancia) seguidas de un paquete de caliza con ondulación y marcas de corriente (Foto 13).



Foto 13. Cerro Las Rastras, sección R-R' se observa caliza fracturada con bandas de arenisca y ligera estratificación laminar.

Sobreyaciendo a estas aflora un paquete de niveles de caliza con escasos crinoides, posteriormente se observa corales solitarios y coloniales, marcas de esponjas, braquiópodos en estratos masivos de caliza continuando caliza con lentes de pedernal y hacia la cima se observa calizas gris que intemperizan a rojizo-naranja con moldes de plantas (fotos 14 y 15), en una distancia horizontal de alrededor 20 m se presentan calizas con fusulínidos (*Parafusulina cf. P. deltoides*) (Lám. VII, fig. 3) en corte transversal y longitudinal, además de fragmentos de gasterópodos, pelecipodos, crinoides los cuales a su vez están en contacto concordante y transicional con la Formación Mina México a la cuál la está cabalgando el alóctono compuesto por niveles de lutita carbonosa, pedernal y material arcilloso, (Fotos 16 y 17).



Foto 14. Cerro Las Rastras. Sección R-R'. Caliza fracturada con restos de plantas no identificables



Foto 15. Cerro Las Rastras. Sección R- R'. Caliza con moldes de plantas no identificables



Foto 16. Cerro Las Rastras. Sección R"-R"". Contacto entre caliza de plataforma (parte inferior) y los sedimentos siliciclasticos de la Formación Mina México



Foto 17. Cerro Las Rastras. Sección R"-R"". Calcarenita bioclástica con fragmentos de crinoides, fusulinidos, braquiópodos, pedernal y cristales de calcita.

CERRO LAS RASTRAS R-R'

NE 60° SW

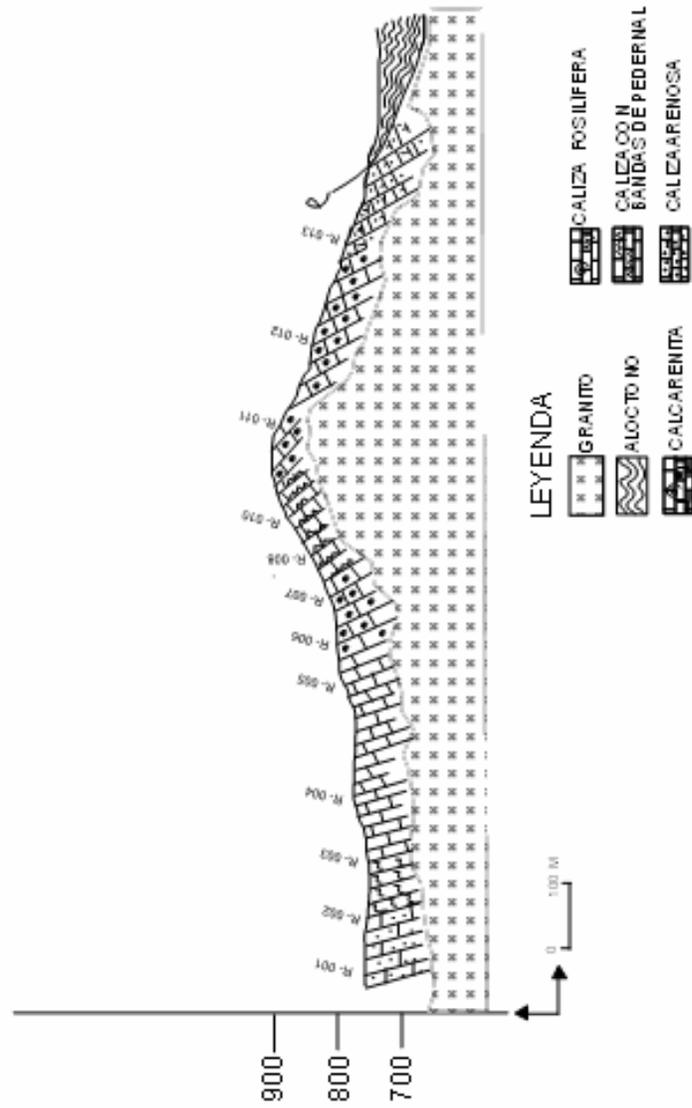


Figura 17.

SECCIÓN R''-R''' (NE 60° SW)

En la base de la sección se observan estratos de caliza con crinoides muy recristalizados, presencia de corales solitarios (*Caninophillum sonorensis* y *Canina corniculum*), corales coloniales (*Lithostrotionella confluens*) y braquiópodos en rocas del Paleozoico (Misisípico). Estratigráficamente arriba afloran estratos de caliza ligeramente silicificada, conteniendo intercalaciones de bandas de pedernal. También se observan niveles de caliza con nódulos de pedernal y material arenoso silicificado; posteriormente caliza con bandas de pedernal que contienen fragmentos de braquiópodos: Los lentes de material arenoso son de aproximadamente 11cm de espesor y 30 cm de largo, el cual está en contacto con una caliza laminar con abundancia en corales coloniales, en contacto con un conglomerado con clastos subredondeados, clastos calcáreos y una matriz de caliza con fragmentos de material arenoso recristalizado. En contacto con el conglomerado anterior, existe caliza con pedernal el cual contiene corales, con otros restos biógenos, así como también **moldes de plantas identificadas** por la Dra. Alicia Silva **pertenecientes a los géneros *Walchia* y *Araucaria*** (Fotos 18 y 19)



Foto 18 . Cerro Las Rastras.Seccion R"-R'" Caliza con moldes de plantas paralelos al plano de estratificación



Foto 19. Cerro Las Rastras. Seccion R"-R'"Caliza fracturada con impresiones de plantas (*Wachia*) perpendiculares al plano de estratificación

La presencia en el Cerro Las Rastras de impresiones de restos bien preservados de coníferas (*Walchia* y *Araucaria*?) observadas en la parte media de la sección carbonatada, está sujeta a discusión, debido a que se encontraron dos variantes en la depositación de estas plantas:

- a) impresiones paralelas al plano de estratificación, lo cuál es considerado como un depósito normal.
- b) impresiones perpendiculares al plano de estratificación.

Aunque la preservación de las impresiones es excelente, las muestras expuestas en el segundo caso, sugieren una sedimentación anormal ya que las marcas presentan una depositación contraria a los planos de estratificación.

Posteriormente se observan calizas con crinoides y **fusulínidos** (*Skinnerella sonoarensis*), del Pérmico Inferior (Leonardiano) y briozoarios con bandas de pedernal. A partir de este punto, se observa una disminución en la abundancia y tamaño de los crinoides, que están incluidos dentro de una caliza muy intemperizada. Hacia la cima de la sección afloran estratos de caliza con abundancia en fusulínidos bien preservados (*Parafusulina* sp. A) (Lám. VII, fig. 4), y *S. sonoarensis* (Lám. I, fig. 2; Lám. V fig. 3)

(Foto 20).



Foto 20. Cerro Las Rastras. Sección R'-R''. Se observa caliza con briozoarios y fusulínidos en cortes longitudinales; se observa el prolóculo y los depósitos secundarios.

Las calizas con fusulínidos se encuentran en contacto deposicional y transicional con los sedimentos siliciclásticos correspondientes a la Formación Mina México. A esta última le cabalga una secuencia de lutita carbonosa, pedernal, caliza y areniscas que corresponden al Paleozoico alóctono de cuenca, dentro del cual existen niveles que contienen fósiles diagnósticos, en este caso graptolitos (Foto 21), que sin duda indican un ambiente de aguas profundas.



Foto 21. Cerro las Rastras. Lutitas carbonosas con graptolitos (alóctono)

Se correlaciona por primera vez sedimentos de plataforma de la Sierra Martínez y Cerro las Rastras con la presencia de los fusulínidos del género *Parafusulina* y la especie *Skinnerella sonoraensis* (Figs. 19, 20 y 21).

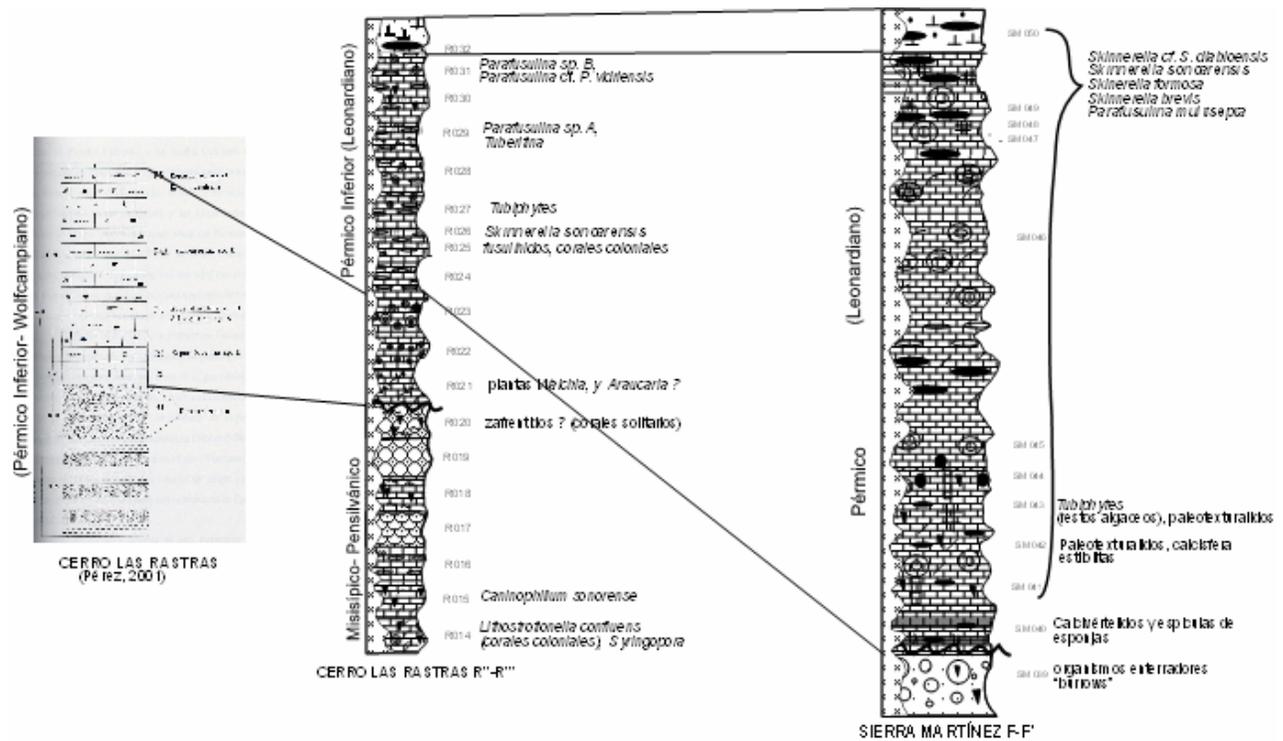


Fig. 21

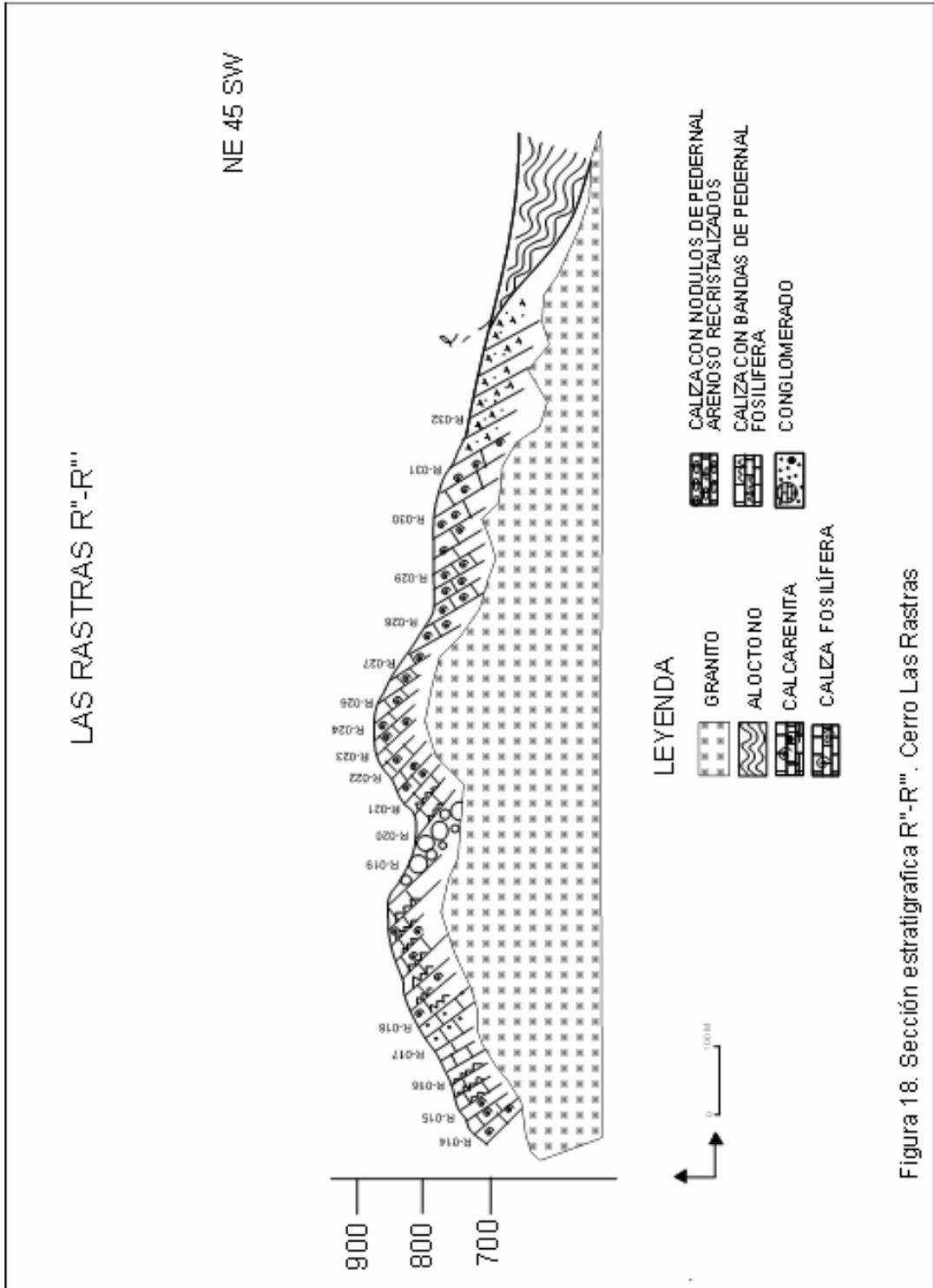


Figura 18. Sección estratigráfica R"-R'''. Cerro Las Rastras

3.2.1 Petrografía

En el estudio petrográfico de las secciones se determinó una litología predominante, que consiste de caliza limosa y arenosa (algunas con fósiles y otras azoicas), con algunas muestras que corresponden con lutita – argilita ligeramente silicificada. En las calizas sin fósiles (mudstone) se observó la presencia de micrita y microcristales de cuarzo diseminados dentro de la matriz; así como también esporádicos óxidos de Fe y vetillas de calcita espática. Algunas de las muestras de caliza contienen abundantes crinoides (encrinitas). En las calizas con fósiles se reconocen tres tipos petrográficos:

- 1) Wackestone, caliza ligeramente recristalizada, de grano medio con escasos fragmentos de equinodermos. Micrita en contacto con caliza de grano grueso sin fósiles.
- 2) Biomicrita y/o Packstone, con abundancia en cortes transversales y longitudinales de fusulínidos, incluyendo las especies: *Skinnerella* cf. *S. diabloensis*, *S. sonoarensis*, *Parafusulina* cf. *P. deltoides*, *P. cf. P. vidriensis*, *P. sp. A* y *P. sp. B*. (Lám. VI) y otros foraminíferos como paleotextuláridos, (Lám. VIII, fig. 7), (Lám. IX, figs. 2 y 3), (Carb.-Pérm.) (Loeblich & Tappan, 1964); *Tuberitina* (Lám. VIII, figs. 3 y 4), (Dev. Pérm.) (Flügel, 1982), Calcivertélidos (Lám. VIII, fig. 8), (Pen-Pérm.) (Loeblich & Tappan, 1964); y cortoides (Lám. IX, fig. 4). También se encontraron restos algáceos, incluyendo *Tubiphytes* (Lám. VIII, fig. 1 y 2), (Carbonífero-Jurásico) que indica límites de plataforma interna y externa (Flügel, 1982).

- 3) Grainstone y/o calcarenita, presencia de calcita espática con abundancia en fragmentos de equinodermos (Lám. IX, fig. 2 y 3), fusulínidos, briozoarios (Lám. IX, fig. 6), braquiópodos, moluscos y restos algáceos (oncolitos) (Lám. VIII, fig. 6), de tamaño de arenas gruesas. (Tablas IV y V).

3.2.2 Edad

En base a la presencia de fusulínidos de los géneros *Skinnerella* y algunas formas de *Parafusulina*, comúnmente reportadas en rocas del Leonardiano (Pérmico Inferior) al noreste de Sonora (Dunbar, 1939) y Montañas Glass al oeste de Texas (Ross, 1960), se asignan a las rocas de Cerro Las Rastras una edad del Pérmico Inferior (Leonardiano). Sin embargo, debido a la presencia de corales, de la especie *Caninophyllum sonorensis* Easton, *Lithostrotionella confluens* Easton y *Caninia corniculum* (Miller), del Missisipico, los sedimentos de ésta localidad se pueden considerar con un alcance probable del Misisipico al Pérmico.

3.3.3 Ambiente de depósito

De acuerdo con la secuencia litológica y microfacies descritas en la sección medida, se sugiere una depositación típica de plataforma en ambiente marino somero, en áreas lagunares de intermarea o submarea, de relativa alta energía, con ligero aportes de clásticos.

CERRO LAS RASTRAS

TABLA IV. Presencia y abundancia de los diferentes tipos de aloquímicos
A=abundantes, F=frecuentes, S=escasos, R=raros, X=presencia.

FORMACION		GRUPO SANTO DOMINGO												
NUMERO DE MUESTRA		R-001	R-002	R-003	R-004	R-005	R-006	R-007	R-008	R-009	R-010	R-011	R-012	R-013
TEXTURA	MUDSTONE													
	WACHSTONE						X							
	PACKSTONE												X	X
	GRAINSTONE				X									
ALOCUIMICOS	INTRACLASTOS													
	PELLETS													
	CORTOIDES													
	CALCIFERAS													
	ESPONJAS							S						
	CORALES							X	X					
	B RIZOARIOS													X
	FRAG. DE EQUINODERMOS				A		S						A	X
	ESPICULAS DE EQUINODERMO												X	
	CRINOIDES				X	A	S		X		X		X	X
	B RAQUIPODOS													
	ESTILO LITAS													
	FORAM.	FUSULINIDOS											X	X
		PALEOTEXTURALIDOS												
		CALCIVERTELIDOS												
		OSTRACODOS							X				X	
		ORGANISMOS ENTERRADORES												
		BIVALVOS												
		GASTEROPODOS											A	
		PELECIPODOS										X		X
ALGAS	TUBIPHITES													
	CALCIVERTELIDOS											X		
	TUBERINA											X		
	PARTICULAS TERRIGENAS													

CERRO LAS RASTRAS

TABLA V. Presencia y abundancia de los diferentes tipos de aloquimicos
 A=abundantes, F=frecuentes, S=escasos, R=raros, X=presencia.

FORMACION		GRUPO SANTO DOMINGO																			
NUMERO DE MUESTRA		R-014	R-015	R-016	R-017	R-018	R-019	R-020	R-021	R-022	R-023	R-024	R-025	R-026	R-027	R-028	R-029	R-030	R-031	R-032	
TEXTURA	MUDSTONE																				
	WACHSTONE																				
	PACHSTONE													X							
	GRAINSTONE											X			X						
ALOUQUIMICOS	INTRACLASTOS																				
	PELLETS																				
	ORTOIDES														A						
	CALCIFERAS																				
	ESPONJAS																X				
	CORALES	X	X			X		S											F		
	BRIOZOARIOS												X	A					X		
	FRAG. DE EQUINODERMOS											X		A	X					S	
	ESPICULAS DE EQUINO DERMO													X							
	CRINOIDES	X								A	A					X			F	S	
	BRACIOPODOS	X	X																		
	ESTILOLITAS																				
	FORAM.	FUSULINIDOS											X	X	A			X			A
		PALEOTEXTULARIDOS																X			
		CALCIVERTELIDOS																			
	OSTRACODOS													X							
	ORGANISMOS ENTERADORES																				
	BIVALVOS																				
	GASTROPODOS																				
	PELECIPODOS											X									
TUBIPHITES											X										
ALGAS	TUBIPHITES												X								
	CALCIVERTELIDOS																				
	TUBERMINA																				
	PARTICULAS TERRIGENAS																				

ESTRATIGRAFIA

3.3 CERRO LOS NOVILLOS

El Cerro Los Novillos se localiza en los alrededores del Rancho Las Guásimas, porción sureste. En esta localidad se llevaron a cabo caminamientos en los cuales se realizaron 5 secciones (Foto 22). (Fig. 22).



Foto 22. Cerro Los Novillos. Vista hacia el norte del flanco sur del cerro, donde se observa hacia la cima acantilados con calizas masivas y estratos de pedernal.

Aunque el área de estudio se caracteriza por la presencia de fósiles retrabajados típicos del Paleozoico, en general en la base de la localidad es común observar la presencia de granito, considerado como del Terciario (Montijo y Terán, 1988).

De acuerdo a la secciones elaboradas (fig. 22) la litología observada consistió principalmente en caliza, caliza con estratos de calcarenita, lutitas silicificadas y caliza con bandas de pedernal; en las calizas se observaron corales coloniales (*Favosites*) y solitarios. En las calcarenitas se presentan fragmentos de fusulínidos, crinoides y fragmentos algáceos.

El area de estudio se encuentra en contacto por falla con un cabalgamiento, considerado como el mismo Alóctono mencionado anteriormente en las áreas de Sierra Martínez y Cerro Las Rastras.



Figura 22. Mapa de ubicación de secciones Cerro Los Novillos.

SECCION A-A' (NE 35° SW) (Figs. 23 y 24)

En la base de esta unidad aflora una roca intrusiva de composición granítica-granodiorítica, emplazad y afectando a las calizas, de esta forma recrystalizándolas y formando bandas de material silíceo oscuro. Existe un conglomerado compuesto por caliza, de color gris-claro, con fósiles que corresponden a corales solitarios. La matriz es arenosa de grano medio. Continúan niveles de caliza masiva con crinoides y en menor proporción caliza arenosa. Estratigráficamente arriba afloran estratos de caliza con crinoides, corales coloniales, (*Favosites*) y briozoarios (Foto 23).



Foto 23. Cerro Los Novillos. Sección A-A'. Caliza masiva con corales coloniales (*Favosites*) parcialmente silicificados

Hacia la cima se observan calizas con niveles de calcarenitas (Foto 24), de grano fino-grueso con fusulínidos fragmentados y completos de 2 a 3 mm de diámetro, así como crinoides, bivalvos y briozoarios (Foto 25).



Foto 24. Cerro Los Novillos. Sección A-A'. Calcarenita con fusulinidos completos y fragmentados, así como fragmentos de crinoides, bivalvos y briozoarios



Foto 25. Cerro Los Novillos. Sección A-A'. Se observa caliza con niveles de calcarenita de grano fino a grueso, con fragmentos de fusulinidos así como crinoides, bivalvos y briozoarios.



Foto 26. Cerro Los Novillos. Sección A-A'.
Se observa caliza masiva con abundancia
en corales solitarios Devonico ?

SECCION B-B' (NE 35° SW) (Figs. 23 y 25)

En la base se presentan calizas con fusulínidos mal preservados y recristalizados. Metros arriba, afloran estratos de caliza con corales coloniales (*Favosites*), asociados con braquiópodos y crinoides. Posteriormente, se presenta una caliza con abundancia en crinoides. En la cima se observan niveles de caliza con abundantes bandas y lentes de pedernal.

SECCION C-C' (NW 35° SE) (Figs. 23 y 26)

En la base afloran estratos de caliza masiva, de color gris oscuro, con bandas y lentes de pedernal, en ocasiones presentando un fuerte fracturamiento hacia la parte superior de la unidad. Metros arriba estas bandas se convierten en formas lenticulares redondeadas o clastos de hasta 50 cm de diámetro. Estratigráficamente arriba y en contacto discordante aflora una alternancia de cuarcita, lutita, lodolita y pedernal en forma de bandas, interpretándose que pudiera corresponder a la secuencia alóctona de cuenca.

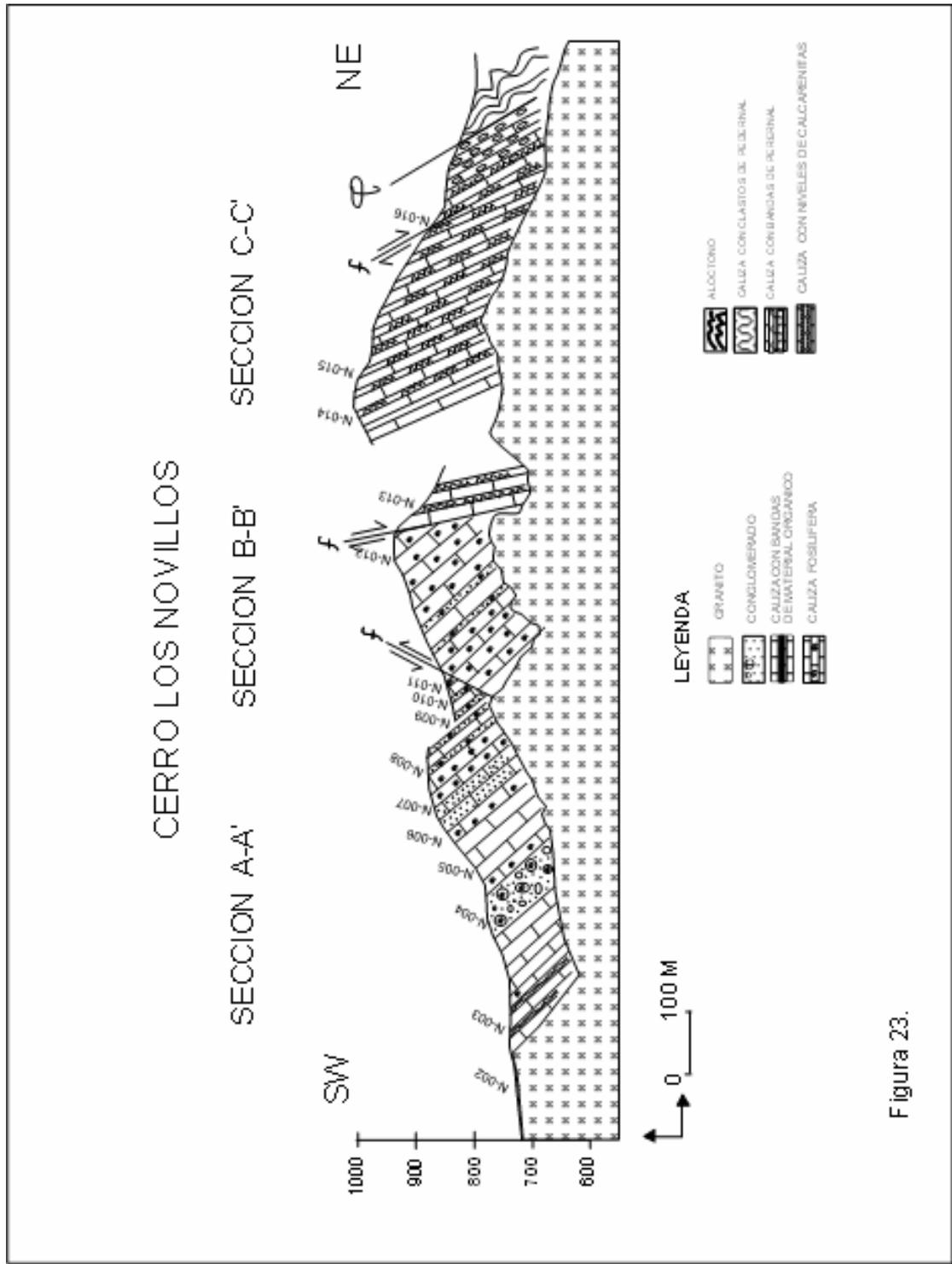


Figura 23. Columna estratigráfica

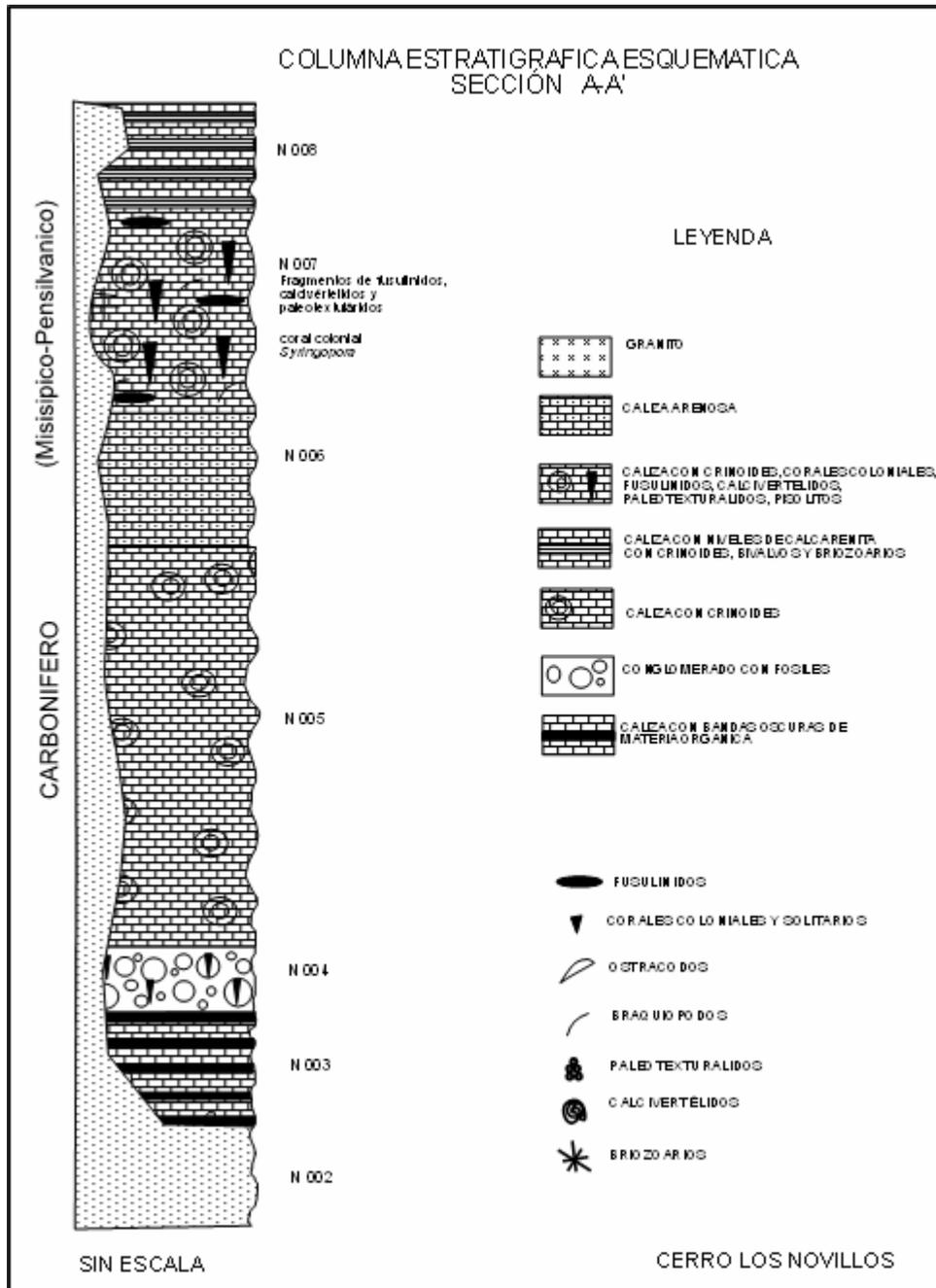


Figura 24.

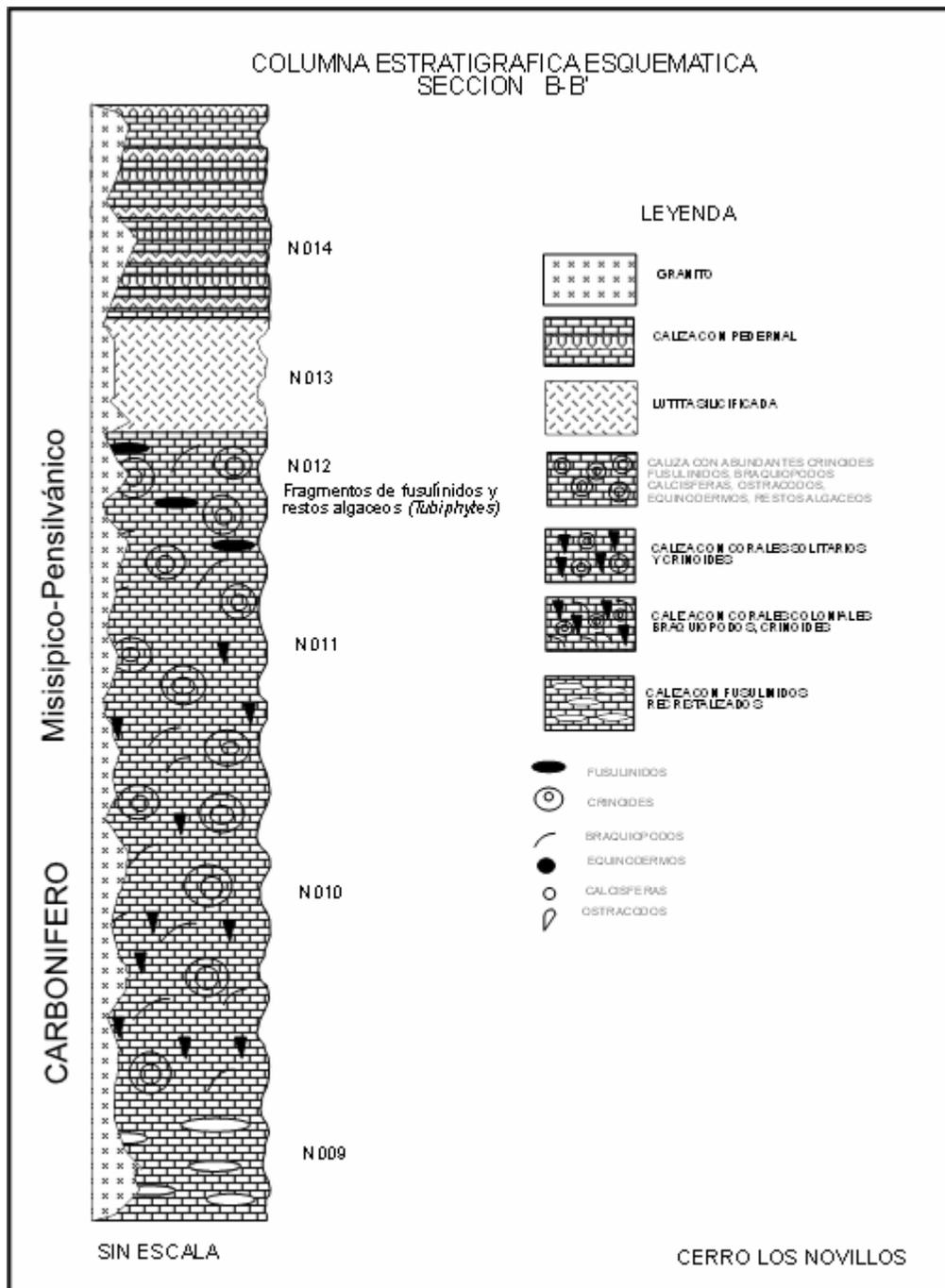


Figura 25.

SECCION A''-A''' (NW 35° SE) (Figs. 27 y 28)

En la base de la sección aflora un intrusivo de composición granítica siguiendo a este se encuentra calizas con bandas oscuras de material orgánico. Después se presenta una caliza con crinoides (encrinita), posteriormente se observa caliza de grano fino con la presencia de vetillas de calcita con braquiópodos y crinoides. Continúa caliza arenosa con abundancia en braquiópodos. Para continuar una caliza masiva muy alterada y recristalizada con abundancia en crinoides y briozoarios. Hacia la cima se observa caliza con bandas intercaladas de material fino a arenosa cuyo espesores varían de 2 – 6 cm. De color rojizo con fusulínidos y briozoarios.

SECCION B''-B''' (NW 35° SE) (Figs. 27 y 28)

En la base de esta sección se presenta caliza en abundancia en crinoides y fragmentos de fusulínidos retrabajados y briozoarios, para continuar caliza con abundancia en crinoides y presencia de corales solitarios. Posteriormente se observa caliza color gris – rojizo sin fósiles, y hacia la cima lutitas silicificadas con vetillas de cuarzo para continuar con caliza con pedernal fracturado en bandas de 1 – 10 cm. de espesor.

CERRO LOS NOVILLOS

SECCION COMPUESTA A"-A"', B"-B'''

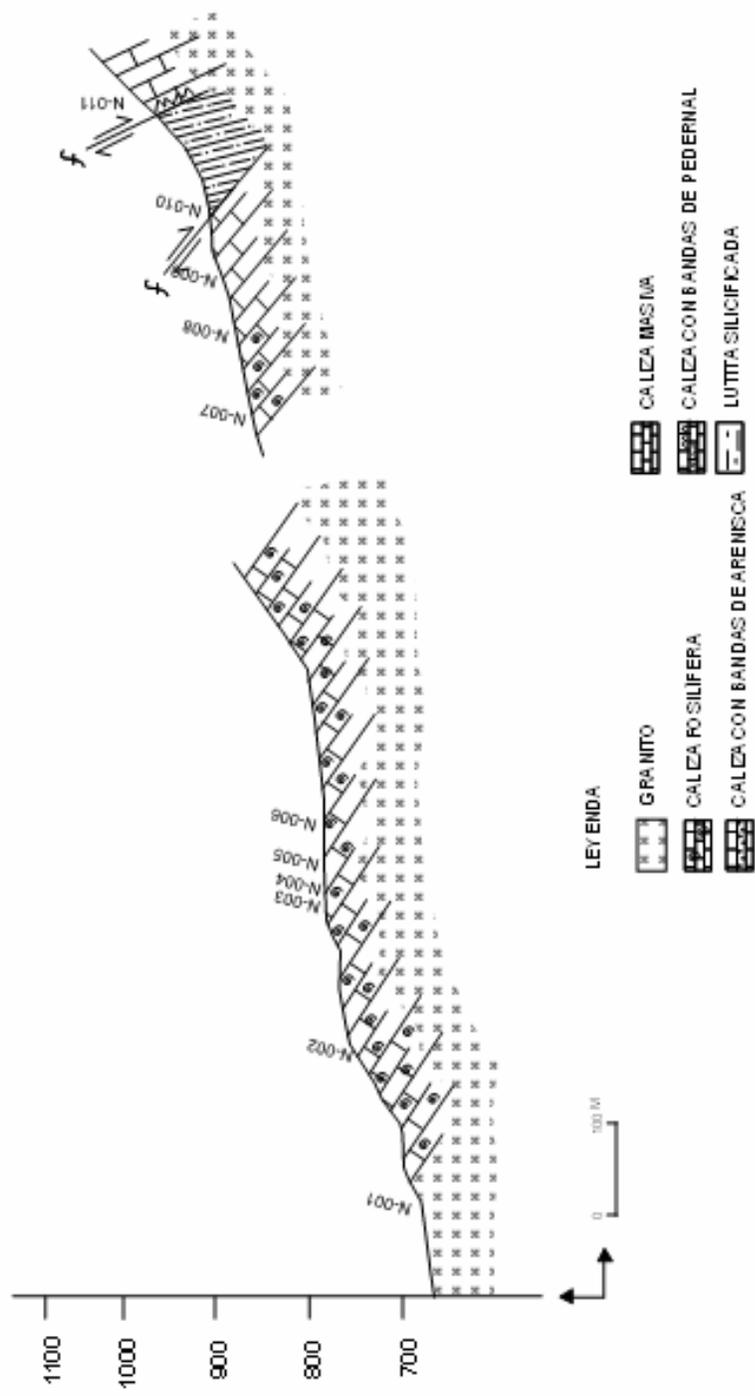


Figura 27.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA ESQUEMATICA COMPUESTA
SECCION A"-A"', B"-B'''

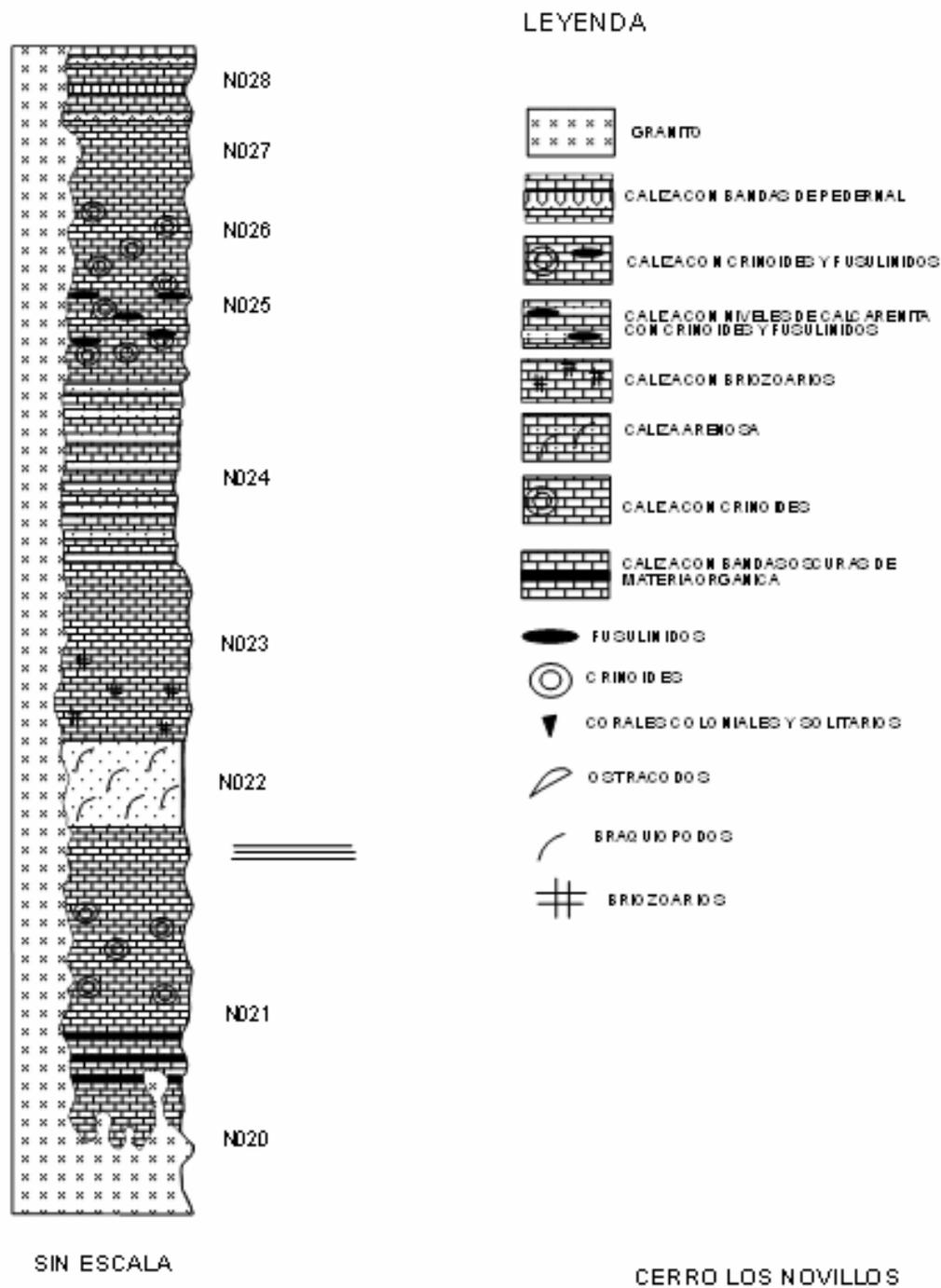


Figura 28.

3.3.1 Petrografía

De acuerdo a la información obtenida en los estudios petrográficos, se observó la presencia de calizas de tipo packstone principalmente en los niveles de calcarenita o grainstone, que en lo general contiene fauna retrabajada y mal preservada, dentro de los cuales se incluyen fragmentos de fusulínidos (Lám. X, figs. 1-4), los cuáles debido a su estado de preservación se consideraron formas no identificables. Sin embargo, se encontró cierta abundancia en fragmentos de braquiópodos, equinodermos algunos oncolitos, calcisferas (Lám. X, figs. 2 y 7), briozoarios (Lám. X, fig. 8), trilobitas, ostracodos (Lám. X, fig. 6), (Lám. XI, fig. 3), calcivertélidos (Lám. Xi, fig. 5), paleotexturalidos (Lám. X, fig. 5; Lám. XI, figs. 1, 4, 8), y la presencia de *Tubiphytes* (restos algáceos) (Lám. X, fig. 7). (Tablas VI y VII).

3.3.2 Edad

En base a la presencia de los fragmentos de fusulínidos y el conjunto faunístico representado por calcivertélidos, paleotextuláridos y *Tubiphytes*, las secciones estudiadas en esta localidad se les asigna un rango tentativo de edad del Carbonífero al Pérmico.

3.3.3 Ambiente de Depósito

La presencia de corales coloniales y solitarios, sugiere montículos biohermales y la alternancia de niveles de calcarenita con estratos de caliza indican el transporte de material de plataforma hacia un ambiente de talud continental y/o de cuenca, bandas de pedernal sin fósiles sugieren cambios rítmicos en profundidad.

CERRO LOS NOVILLOS

TABLA. VI Presencia y abundancia de los diferentes tipos de aloquimicos
 A=abundantes, F=frecuentes, S=escasos, R=raros, X=presencia.

FORMACION		GRUPO SANTO DOMINGO													
NUMERO DE MUESTRA	M-002	M-003	M-004	M-005	M-006	M-007	M-008	M-009	M-010	M-011	M-012	M-013	M-014	M-015	M-016
TEXTURA															
MUDSTONE															
WACKESTONE															
PACHSTONE															
GRAINSTONE															
PELLETS															
CALCEFERAS											X				
ESPONJAS															
SOLITARIO		R								A					
SYRINGOPORA															
FAVOSITES					F				F						
BRIDARIOS							A								
BOJINODERIMOS											X				
ESPINAS DE BOJINODERIMO															
CRIKNOIDES				A		A	A		A	A					
TRILOBITAS															
BRACIOPODOS									F		S				
ALOQUIMICOS															
FUSULINIDOS							S	S			R				
PALBOTEXTURADOS							X								
CALCIVERTELIDOS							X								
OSTRACODOS															
INTRACLASTOS											X				
BIVALVOS			X				A				X				
GASTEROPODOS															
RESTOS ALGAEOS															
TUBIPHITES											X				
ALGAS															
CORTICES															
ORGANISMOS EXCAVADOS (BURROWS)															
ESTILOLITAS															
PIRITA															
PARTICULAS TERRIGENAS															

CERRO LOS NOVILLOS

TABLA. VII Presencia y abundancia de los diferentes tipos de alquimicos
 A=abundantes, F=frecuentes, S=escasos, R=raros, X=presencia.

FORMACION		GRUPO SANTO DOMINGO										
	NUMERO DEMUESTRA	N-020	N-021	N-022	N-023	N-024	N-025	N-026	N-027	N-028		
TEXTURA	INDUSTRIE											
	VACHISTONE											
	PACHISTONE											
	GRANISTONE				A							
	PELETS											
	CALCIFERAS											
	ESONJAG											
	GOLPARD							F				
	STRINGOPORA											
	FAVOSITES											
ALQUIMICOS	BRDZARIS				F		F					
	ELUNO DERMOS											
	ESPINAS DE EQUINO DERMIO											
	CRINOIDES		A	A	A	A	A	A	A			
	TRILOBITAS											
	BRADUODOS		F	F								
	FUSULINOS					X	X					
	PALEOTEKTUALINOS											
	CALCINERTELIDOS											
	OSTRACODOS											
ALGAS	ONCOLITOS				S							
	BRALVOS											
	GASTEROPODOS											
	RESTOIGALVOS		X									
	TUSPHYTES											
	CORTO IDES											
	OTROFORMAS ENCAJADOTES (BURROWS)											
	ESTILOLITAS											
	PIRITA											
	PARTICULAS TERRIGENAS											