

MARCO GEOLÓGICO

Rocas del Neoproterozoico Tardío y Paleozoico Temprano afloran en la mayor parte del Estado de Sonora. Sin embargo, algunas localidades situadas en la parte central, con rocas sedimentarias, que contienen una biota abundante y variada (esponjas, braquiópodos, trilobites y equinodermos) han sido escasamente estudiadas (Stewart *et al.*, 2002; Almazán *et al.*, 2006 Nardin *et al.*, 2009).

En el área de estudio, se han reconocido seis unidades litológicas diferentes (Figura 7):

- Una secuencia clástica y carbonatada, que comprende desde el Cámbrico Temprano al Medio. Se nombra Unidad San José de Gracia y se describe en detalle.
- Una secuencia Cámbrica Temprana de cuarcita blanca que cubre tectónicamente la secuencia anterior.
- Una secuencia de dolomita azul grisáceo de probable edad Proterozoica.
- Una brecha sedimentaria y carbonatada, que trunca la tercera secuencia de una superficie de erosión importante.
- Una secuencia volcánica terciaria de composición ácida.
- Terrazas aluviales que cubren la última secuencia sedimentaria y se encuentran discordantes.

CONSIDERACIONES ESTRATIGRAFICAS

La primera prospección geológico-paleontológica fue realizada por Almazán y Buitrón en el área de San José de Gracia en 2009, los resultados forman parte de la publicación de Nardin 2009 (*in* Nardin *et al.*, 2009) y la segunda prospección geológico-paleontológica la realizó el sustentante en 2010.

Con base en las observaciones en campo se determinó que la Unidad San José de Gracia que corresponde al Cámbrico Temprano-Medio presenta 232 m de espesor que se han dividido en siete diferentes miembros los cuales corresponden a biofacies litológicas con contenido biótico. De acuerdo a la

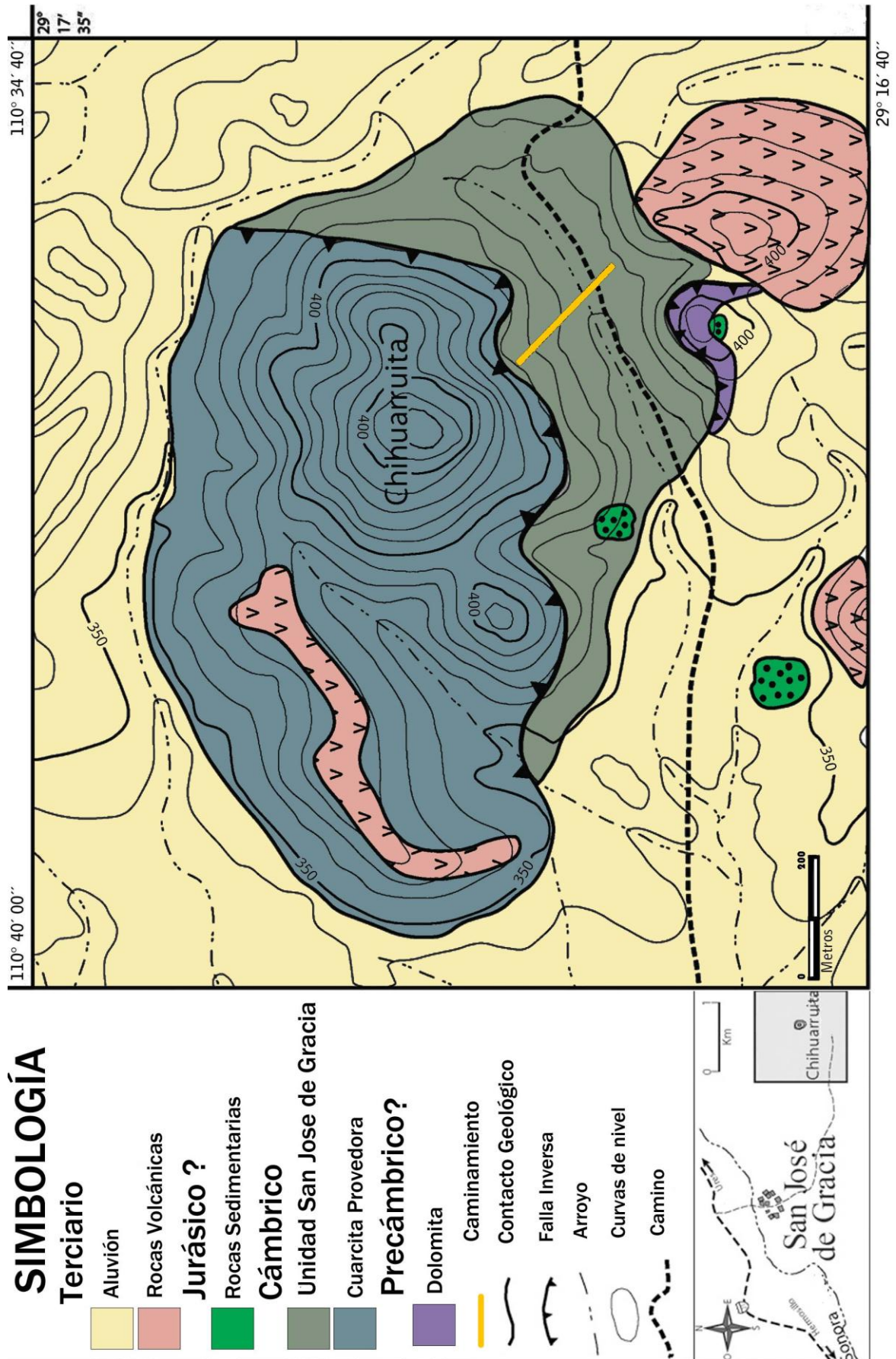


Figura 7. Esquema Geológico del cerro de Chihuarruita, San José de Gracia (Modificado de Nardin et al., 2009).

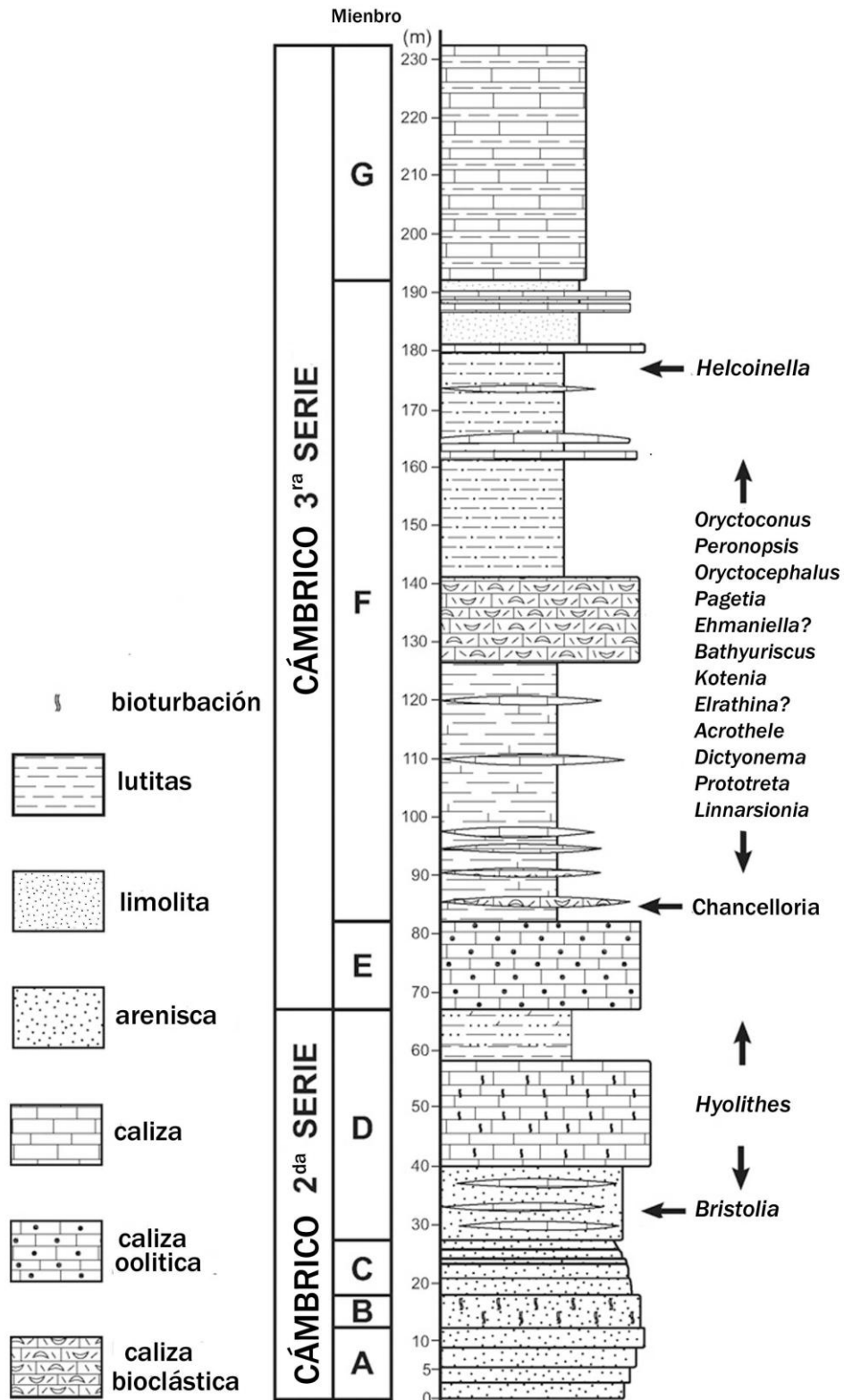


Figura 8. Columna estratigráfica de la Unidad San José de Gracia del cerro de Chihuarruita, (Modificado de Nardin *et al.*, 2009).

Tabla del Tiempo Geológico elaborada por Ogg *et al*, (2008), el intervalo estratigráfico de interés, se correlaciona con la Segunda y Tercera Serie del Cámbrico consideradas por ese autor.

La secuencia va de A a la G, de la mas antigua hasta la mas reciente, datos estructurales que no son parte de este estudio indican que la secuencia se encuentra invertida, y su base se encuentra al noroeste y la cima hacia el sureste (Figura 8).

Miembro A

La serie bioestratigráfica del Cámbrico en San José de Gracia se inicia con 12 m de cuarzo arenitas de color marrón oscuro, esta unidad posiblemente esta incompleta debido a que su base está cubierta por una falla inversa (Figura 7).

Las rocas clásticas están constituidas por granos milimétricos de cuarzo subredondeados, con una tendencia al engrosamiento. Los estratos del miembro superan con frecuencia un metro de espesor.

Miembro B

Este miembro presenta 5 m de espesor y se considera como una facies clástica. Las rocas consisten en areniscas bioturbadas ricas en cuarzo de color marrón amarillento, la fuerte bioturbación elimina las estructuras sedimentarias. Esta unidad está cubierta por sedimentos aluviales.

Miembro C

Se encuentran concordantemente diez metros de cuarzo arenitas oscuras color marrón sobre el miembro anterior. Los elementos epiclásticos subangulares, que presenta dimensiones menores de un milímetro de diámetro. Las condiciones hidrodinámicas de la sedimentación dieron origen a una clara gradación del tamaño de grano, desde granos gruesos a medios.

La roca fue piritizada y es posible observar las concentraciones de acumulaciones dispersas de cristales euhedrales de pirita hasta de un milímetro de longitud, parcialmente oxidada.

Miembro D

Este miembro denota un claro cambio en la sedimentación a horizontes clásticos y carbonatados. Su espesor total es de 40 m. La litología predominante es arenisca rojiza y amarillenta.

La parte inferior del miembro se compone de capas de arenisca, con lentes de pedernal, que varían en longitud lateral de 5 a 15 m. La mayoría de las capas se identifican topográficamente debido a su moderada silicificación, induciendo una mayor resistencia a la erosión.

En la parte media hay calizas con bioturbación que tienen un espesor de 20 m, con estructuras oncoidales de algas del género *Girvanella* con dimensiones entre 0,5 a 4 cm de diámetro (Figura 9). Estas capas contienen abundantes moluscos Hiolítidos de las especies *Hyolithes sonora* Lochman y *Haplophrentis reesei* Bobcock y Robison (Figuras 10,11), algunas placas de la teca y del tallo de pelmatozoarios-eocrinoideos *Gogia granulosa* Robison, y fragmentos de trilobites identificado con la especie *Bristolia* sp. cf. *B. bristolensis* (Resser). Es probable que el depósito de estas rocas se produjo durante la Etapa 4 del Cámbrico que duró aproximadamente de 515 a 510 Ma y probablemente corresponda a la parte superior de la biozona *Bonnia-Olenellus* (Palmer).

La parte superior del miembro está formada por lutitas grises con estructura masiva. Está intensamente fracturada y erosionada en láminas finas (0,5 a 3 cm). Estas lutitas localmente evolucionan a limolita con tonos verdosos y horizontes delgados de calizas color gris, con frecuencia contienen conchas de Hiolítidos asociados con varios fragmentos de trilobites.

Miembro E

El miembro E se encuentra concordantemente sobre el miembro D, está constituido por 15 m de caliza gris oscura, sus estratos varían de 60 cm a 5 m de espesor. Contiene oolitos de forma esférica (su diámetro es más pequeño a un milímetro). Además, la caliza presenta microfracturas rellenas de calcita y algunos nódulos de hematita y pirita.



Figura 9. Muestra con abundante *Girvanella* en una capa que está en contacto con la de *Hyolithes*.

Miembro F

El miembro F constituye una de las biofacies más expuestas de la secuencia del Cámbrico de San José de Gracia, ya que está formada por una gruesa columna estratigráfica de 110 m constituida por arcillas alternando con horizontes calcáreos delgados a medianos. Este miembro se compone principalmente de estratos arcillosos de color rojizo claro, con estratificación masiva, parcialmente cementadas por carbonatos.

Los intensa fracturación tiene como resultado la separación de la roca en láminas pequeñas de menos de 2 cm de longitud. Existen cambios litológicos en los niveles calcáreos y arcillosos a limolitas. Las capas de caliza están intercaladas con capas clásticas delgadas. La parte superior de las caliza muestra irregularidades más fuertes, probablemente como resultado de una intensa bioturbación. Numerosos horizontes calcáreos en forma de lente,

presentan erosión en las superficies superior e inferior, y su grosor está comprendido entre 3 a 15 metros. En la base del miembro varias capas de caliza contienen abundantes espículas de esponjas Hexáctinellidas, de la especie *Chancelloria eros* Walcott (Lochman, 1952).

En la parte superior de algunas capas de caliza, frecuentemente contienen un alto porcentaje de conchas de braquiópodos inarticulados (*Acrothele*) y articulados (*Dictyonina*, *Prototreta*, *Linnarsionia*) así como fragmentos de trilobites, entre 60% y 80%, que le confieren una estructura típica de coquina.



Figura 10. Corresponde a una caliza de color morado, dónde se inicia la existencia de *Hyalithes* después de la cuarcita Proveedora.



Figura 11. Muestra de mano con fragmentos de *Hyolithes*.

Una abundante y bien conservada fauna de braquiópodos inarticulados y trilobites se distribuye regularmente a lo largo de los 50 m de la alternancia clástica y calcárea en la columna estratigráfica. Escasos moluscos como el *Helcionella* fueron encontrados.

Miembro de G

La parte superior de la columna del Cámbrico de San José de Gracia está formada predominantemente por 40 m de horizontes de tamaño mediano de calizas que varían de 2 a 20 cm de espesor con intercalaciones delgadas de arcilla calcárea de 3 a 35 cm de espesor. El miembro G está tectónicamente cubierto por rocas dolomíticas precámbricas? y riolíticas del Terciario (Figura 7).

PERIODO	SERIE	SONORA						CHIHUAHUA	TAMAULIPAS	OAXACA
		BAJA CALIFORNIA SAN MARCOS	SAN JOSE DE GRACIA	CABORCA	COBACHI	CANANEA	ARIVECHI			
SILÚRICO	SUP.									
	INF.						CALIZA SOLIS	Fm. CABALLE-RANGOS		
ORDOVICICO	SUP.				GRUPO GUAYUCAN				CALIZAS VITORIA	
	MED.				SERIES COBACHI					
	INF.	CAPAS DEL ARENIGIANO					Fm. EL SANTISIMO			Fm. TINU
CAMBRICO	SUP.									
	MED.		TERCERA SERIE DE SAN JOSE DE GRACIA	Fm. EL TREN Fm. ARROJOS		Fm. BOLSA	Fm. LA HUERTA Fm. EL MOGALLÓN Fm. LA SATA		CONGLOMERADO NARANJAL	
	INF.		SEGUNDA SERIE DE SAN JOSE DE GRACIA	Fm. CERRO PRIETO Fm. BUELNA Fm. PROVEEDORA Fm. PUERTO BLANCO					CUARCITA LAPRESA	

Tabla 1. Correlación de Unidades Litoestratigráficas del Paleozoico Inferior de México (Modificada de Buitrón, 1992).