

ESTUDIO GEOLOGICO DE RECONOCIMIENTO DE LA REGION DE PEÑON BLANCO, ESTADO DE DURANGO

Jaime Roldán-Quintana*

RESUMEN

El área estudiada está en la parte centro-oriental del Estado de Durango, y abarca 925 km². Sus límites son los meridianos 104°00' y 104°20' W y los paralelos 24°45' y 25°00' N. Fisiográficamente está sobre la zona limítrofe entre las provincias de la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental. Las mayores elevaciones las constituyen las rocas mesozoicas y las rocas volcánicas del Terciario.

Las rocas más antiguas incluyen sedimentos marinos del Cretácico Inferior (Formaciones La Peña y Cuesta del Cura) y del Cretácico Superior (Formaciones Indidura y Caracol). Estas unidades estratigráficas están cubiertas discordantemente por rocas continentales y volcánicas del Terciario (Formación Ahuichila, San Pablo, Gamón y Los Llanos). El Cuaternario incluye solamente depósitos de aluvión.

Dentro del área se encuentran dos troncos intrusivos, emplazados en rocas mesozoicas, produciendo en ellas metamorfismo de contacto.

Las rocas marinas fueron plegadas durante la Orogenia Hidalgoana (Eoceno temprano). Hacia finales de la orogenia tuvo lugar la intrusión de troncos en las áreas plegadas que, a su vez, fueron erosionadas. Posteriormente se depositó la Formación Ahuichila, que fue seguida por otro período erosivo. A fines del Oligoceno se tienen las primeras manifestaciones volcánicas, actividad que se intensificó durante el Mioceno. Durante el Plioceno tuvo lugar otro período de erosión durante el cual se depositaron los abanicos aluviales de la Formación Los Llanos. Durante el Cuaternario se formaron los depósitos de aluvión.

Se encontraron yacimientos de minerales metálicos, en forma de pequeñas vetas; se presenta casiterita en riolitas y tobas riolíticas de la Formación Gamón. Hierro como limonita y hematita acompañadas de sulfuros que arman en calizas. Dentro de los minerales no metálicos se encontraron wollastonita en la zona de contacto del intrusivo; también cerca del contacto vetas de calcita. En las rocas volcánicas de la Formación Gamón, existen yacimientos de caolín. La calcedonia abunda en la Formación San Pablo.

En el aspecto geohidrológico la región presenta buenas posibilidades, siendo digno de estudios más detallados el frente de la Sierra de Gamón y los flancos del Anticlinal de Yerbanís.

INTRODUCCION

El presente estudio cubre un área, de forma rectangular, de aproximadamente 925 km², la cual se encuentra en la parte centro-oriental del Estado de Durango (Figura 1). Este rectángulo es de 20 minutos de longitud por 15 minutos de latitud y sus límites son los meridianos 104°00' y 104°20' W y los paralelos 24°45' y 25°00' N.

* Investigador Auxiliar de Tiempo Completo, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.

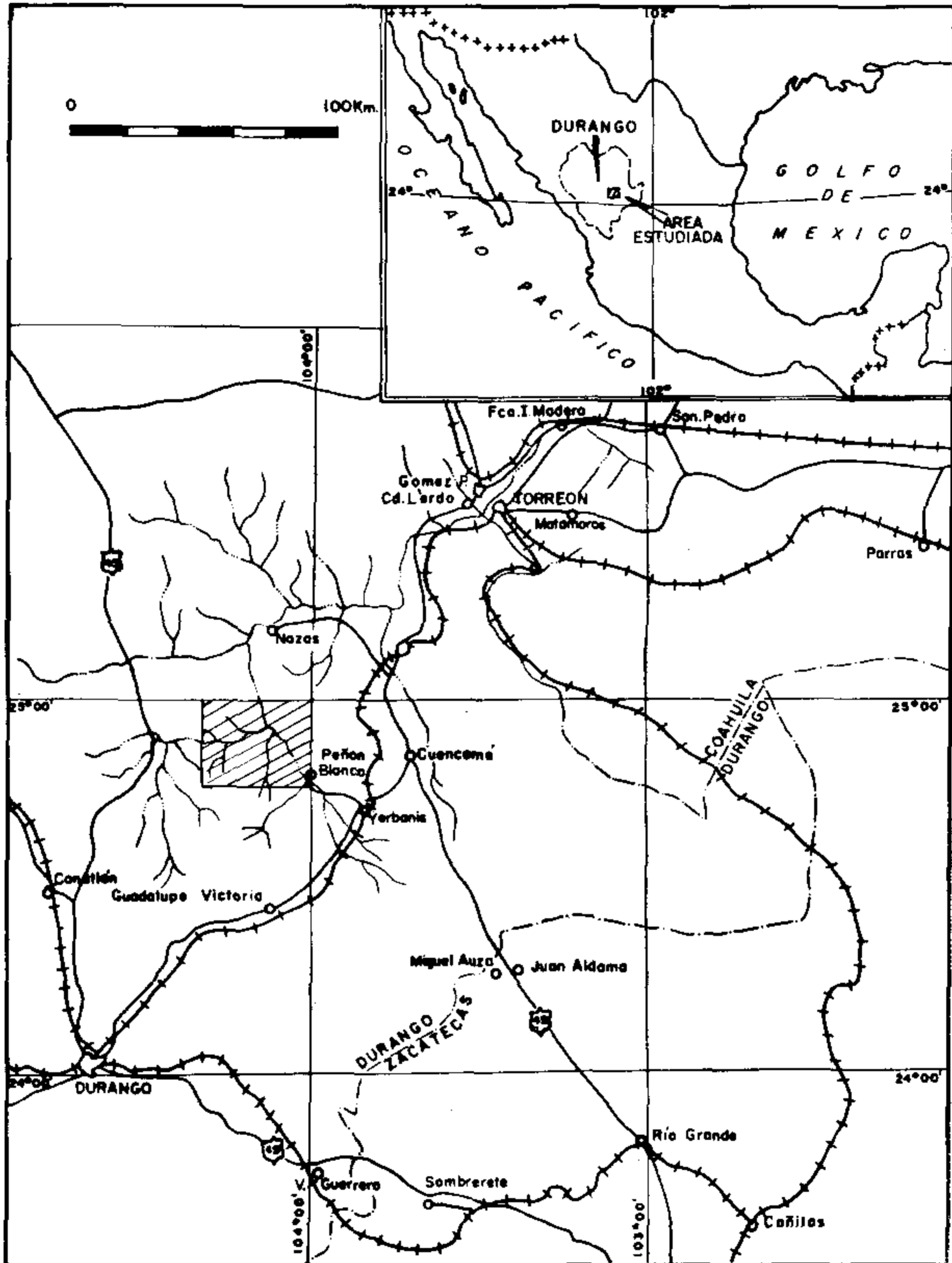


FIG. 1.—Mapa de localización.

En general, el área está bien comunicada (Lámina 1), ya sea por caminos de terracería o de herradura, pudiéndose citar entre los principales, el camino que comunica las rancherías de Covadonga, Jacales y El Pajarito y el camino que liga Peñón Blanco con San Pablo y con Las Minitas. Existen además caminos particulares que dan acceso al Rancho de San Jorge, al Rancho de El Tullillo y al Rancho de El Porvenir. Todos los caminos de terracería solo son transitables en época de secas y en vehículos de rodada alta. Actualmente están por terminar la pavimentación de la carretera que liga la Estación Yerbanís, con Peñón Blanco, la cual entronca con la Carretera Federal Núm. 40 de Durango a Torreón, (Figura 1).

El clima es semiárido, con temperatura media anual mayor de 18°C.; la precipitación media anual varía de 300 a 500 mm, con el período de lluvias de junio a agosto.

El centro de población más importante es Peñón Blanco, cabecera del municipio, con 8,000 habitantes aproximadamente. Le siguen en importancia, San Pablo, Las Minitas, Covadonga, Jacales, San Pedro de Los Encinos, Las Cruces y La Fábrica. En total, el municipio tiene 12,000 habitantes según el censo de 1960. Cabe hacer la aclaración que, no toda el área pertenece al Municipio de Peñón Blanco, pues al nororiente de Cerro Blanco existe una porción que administrativamente pertenece al Municipio de Cuencamé.

Todos los poblados del municipio cuentan con escuela primaria, donde se imparte enseñanza hasta el tercer año: en Peñón Blanco hay cuatro escuelas primarias de curso completo, una academia comercial y un centro nutricional, dependiente del Gobierno del Estado, donde se imparten clases de cocina, corte y confección y algunas enseñanzas de primeros auxilios.

Además, existe un centro de salud con sanatorio dependiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia; también cuenta con luz eléctrica, teléfono y están por terminar la instalación del telégrafo. Carecen de agua potable y escuela secundaria.

La economía de la región está basada principalmente en la agricultura; la mayoría de los terrenos de cultivo son de temporal y los cultivos principales son el maíz, frijol, trigo, legumbres, forrajes y árboles frutales. Las principales zonas de cultivo están en la parte meridional y suroccidental del área del mapa. La ganadería es importante, aunque en gran escala, sólo en algunos ranchos como San Jorge, El Tullillo y La Muralla, se explota principalmente ganado caprino, vacuno y en menor escala ganado mular, caballar y asnal. La minería es una actividad de poca importancia en esta región; el comercio solo en la cabecera del municipio se practica.

La vegetación de tipo desértico, asociada con las plantas de gobernadora (*Larrea divaricata*), lechuguilla (*Agave lechuguilla*), uña de gato (*Acacia greggii*), candelilla (*Euphorbia cerifera*) que son características de las sierras mesozoicas (Sierras de Yerbanís, de Jacales y de San Jorge). Las partes altas de la Sierra de Gamón están pobladas por pino (*Pinus* sp.) y encino (*Quercus gamelii*); en las áreas más bajas la vegetación predominante es de tipo pastizal y zacate; el mezquite (*Prosopis* spp.), huizache (*Pithecolobium albicans*), ocotillo (*Fouquieria splendens*), quiote (pedúnculo floral de *Agave* spp.) sotol

(*Dasyllirion* spp.) y arbustos bajos son comunes en toda el área. En las márgenes de los ríos, así como en manantiales, es común encontrar buenos ejemplares de álamo (*Populus tremuloides*) y fresno (*Fraxinus* sp.). La fauna es típica de las regiones semidesérticas y comprende principalmente reptiles, mamíferos como venado (*Odocoileus virginianus*), jabali (*Pecori tayacu*), liebre (*Lepus* sp.) conejo (*Sylvilagus* sp), ardilla (*Sciurus*) zorra (*Urocyon cinereogenus*), zorrillo (*Mephitis macroura*), gato montés (*Felis* sp.) puma (*Felis concolor*), lobo (*Canis lupus*), coyote (*Canis latrans*), pájaros e insectos.

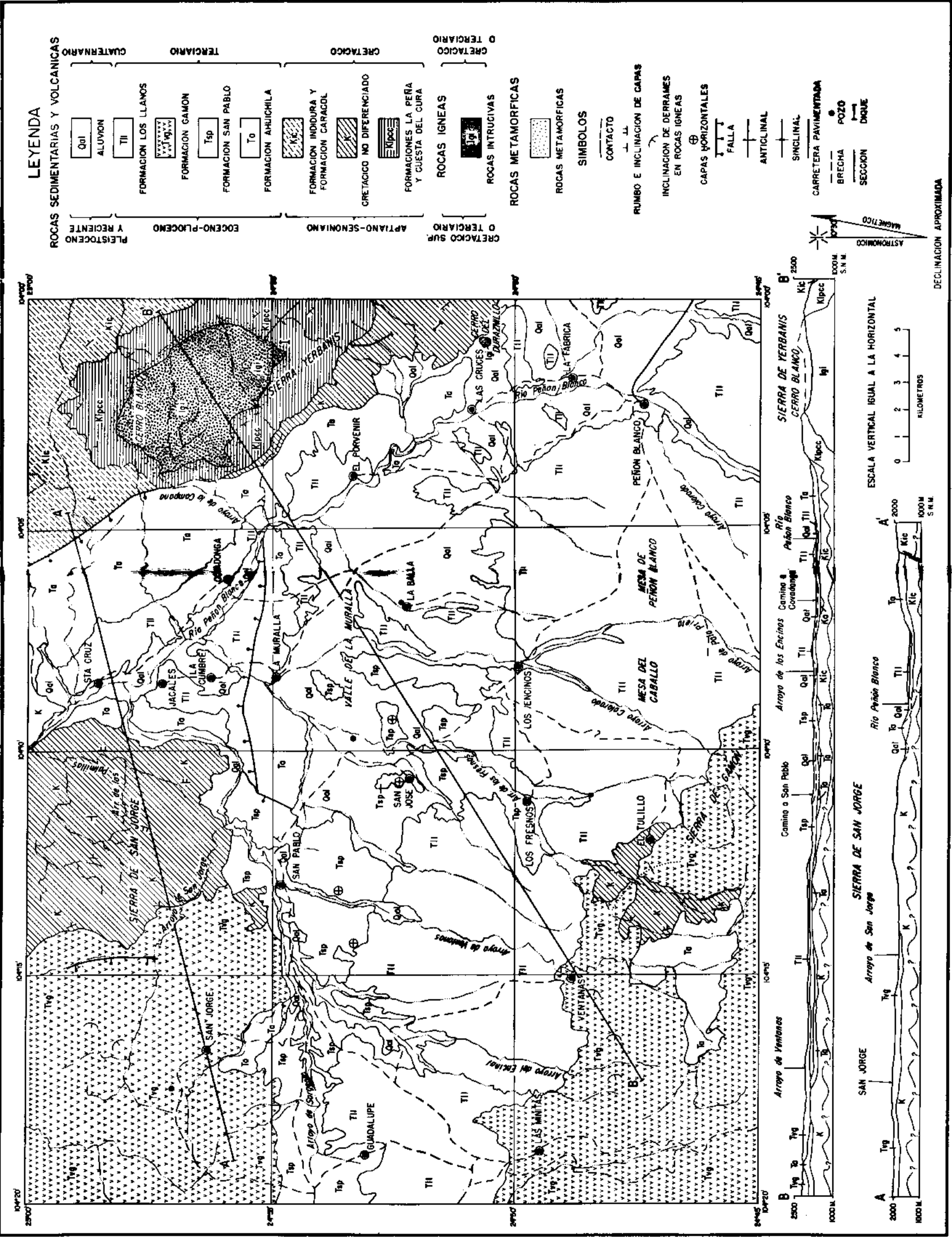
OBJETO DEL ESTUDIO.—El Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México tiene como una de sus principales metas, el levantamiento de la Carta Geológica de México en hojas, que sirvan de base a investigaciones tanto de tipo científico como económico. Con ese fin se dan facilidades a los pasantes de la Carrera de Ingeniero Geólogo para que hagan su Tesis Profesional dentro de ese programa. El presente estudio constituyó la tesis profesional del autor presentada en el I. P. N. y corresponde a la porción nororiental de la Hoja San Juan del Río, de la Serie de 1:100,000 de la Carta Geológica de México.

La elaboración del presente estudio se llevó a cabo con la ayuda de fotografías aéreas verticales de la Secretaría de la Defensa Nacional, a escala 1:55,000 y el mapa base planimétrico se construyó en el Laboratorio de Fotogrametría del Instituto de Geología por el método de triangulación radial, utilizando estereoscopio de espejos, triangulador radial mecánico y copiador de espejos vertical. Posteriormente se amplió fotográficamente a escala de 1:50,000.

Las coordenadas geográficas fueron tomadas de un mapa preliminar del Departamento Cartográfico Militar de la Secretaría de la Defensa Nacional. La hidrografía y los contactos geológicos fueron delineados con la ayuda de un copiador vertical.

El trabajo de campo principió en los últimos días del mes de abril y terminó a fines del mes de julio de 1969; en total fueron dedicados 80 días efectivos a los trabajos de campo.

AGRADECIMIENTO.—El autor agradece al Ing. Diego A. Córdoba, Director del Instituto de Geología quien brindó su continuo apoyo para la realización del presente estudio. Asimismo la valiosa ayuda presentada por el Dr. Zoltan de Cserna, Jefe del Departamento de Geología del mismo Instituto, quien dirigió al autor durante el trabajo de campo y le proporcionó valiosas sugerencias en la resolución de problemas tectónicos y estratigráficos y quien además revisó el manuscrito. El autor agradece también al Ing. Ernesto López Ramos, del Instituto Politécnico Nacional, director de la presente tesis, por sus atinadas observaciones, tanto sobre el manuscrito como sobre el mapa geológico. De la misma manera agradece las correcciones hechas por los Ings. Luis Benavides y Rigoberto Ascencio. Al Ing. Rafael Rodríguez Torres, por su inapreciable ayuda, la cual en todo momento fue de gran utilidad. Los estudios petrográficos se realizaron bajo la dirección del Ing. Germán Arriaga, y algunos de los estudios paleontológicos por el Biól. Luis R. Segura; con ambos el autor se muestra agradecido. Asimismo se agradece la ayuda recibida del personal del Laboratorio de Fotogrametría y del Departamento de Cartografía y, en general, de todo el personal del Instituto de Geología.



MAPA GEOLOGICO DE RECONOCIMIENTO Y SECCIONES ESTRUCTURALES DE LA REGION DE PEÑON BLANCO, ESTADO DE DURANGO

Al presidente municipal de Peñón Blanco, Sr. David Reyes por las amplias facilidades brindadas durante la estancia en ese lugar. Al Sr. Ladislao Ramírez, vecino de Peñón Blanco quien trabajó entusiastamente con el autor durante el trabajo de campo.

A todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la realización del presente trabajo el autor queda sumamente agradecido.

FISIOGRAFIA

De acuerdo con la clasificación de las provincias fisiográficas de la República Mexicana por Raisz (1959), el área estudiada está en el límite de las provincias de la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental. El ángulo nororiental del mapa (Sierra de Yerbanís), pertenece a la subprovincia denominada Sierras Transversas de la Sierra Madre Oriental, mientras que el resto del área del mapa queda dentro de la subprovincia denominada Altiplanicie con Cuencas, de la Sierra Madre Occidental.

En la subprovincia de Sierras Transversas, las sierras tienen una orientación E-W. desde Saltillo, hasta Nazas.

La subprovincia de Altiplanicie con Cuencas, se localiza en la parte oriental y suroriental de la Sierra Madre Occidental, donde la meseta cambia a cuencas sinclinales mucho más rellenas con aluvión.

Las elevaciones máximas del área están representadas por el pico de Cerro Blanco, situado en la parte nororiental del mapa, en la Sierra de Yerbanís, cuya altura es de 2,300 m sobre el nivel del mar y una porción de la Sierra de Gamón, al sur del Rancho El Tulillo, con una altura de 2,580 m sobre el nivel del mar. El punto más bajo está en el Río Peñón Blanco, al norponiente de Santa Cruz, que tiene una cota de unos 1,450 m. En términos generales, la altura media del área es de 2,000 m sobre el nivel del mar y el relieve local es de unos 600 m.

Dentro del área estudiada se pueden distinguir tres unidades fisiográficas que son:

- 1.—las partes topográficamente más altas, formadas por sierras y lomas,
- 2.—las partes que también son altas y tienen la forma de mesetas, y
- 3.—las partes bajas que comprenden los valles aluviales.

La primera unidad comprende la Sierra de Yerbanís y la Sierra de San Jorge, orientadas aproximadamente de SE-NW. Estos elementos fisiográficos están formados por rocas mesozoicas marinas plegadas, con topografía abrupta e hidrografía intrincada. Dentro de esta unidad, los conglomerados y brechas de la Formación Ahuichila constituyen lomas, que destacan por su altura, como al norte de La Muralla y al poniente de Jacales.

Un rasgo fisiográfico notable dentro de la Sierra de Yerbanís lo constituye el Cerro Blanco, situado al nororiente de Covadonga, cuya parte septentrional se presenta como un pico que sobresale topográficamente del resto de la sierra.

Precisamente en el Arroyo de Los Pilares es donde la Formación Ahuichila ha sufrido disección intensa que dió como resultado cañones y formas topográficas caprichosas. Aquí se presentan grandes bloques en forma de cúpulas de más de 200 m de altura y 50 m de ancho lo que hoy se conoce como Los Pilares.

La segunda unidad fisiográfica, comprende mesetas formadas por rocas volcánicas terciarias como las de los terrenos del Rancho de San Jorge. Estas mismas se observan al sur de Las Minutas y cerca de Ventanas; en ambas localidades las rocas riolíticas presentan una ligera inclinación hacia el sur y surponiente. Al sur del Rancho El Tullillo, las rocas volcánicas forman la Sierra de Gamón que es la más alta del área.

La tercera unidad fisiográfica, que es la más baja topográficamente, comprende los valles del Río de Peñón Blanco y de La Muralla. Tanto en este último como en los alrededores del Rancho de San José, se pueden observar cerros testigos de la erosión de las tobas.

La porción nororiental del mapa, está en la etapa de erosión de madurez temprana, pues reúne las siguientes características: un sistema de avenamiento bien integrado, el ajuste de los ríos a las variaciones litológicas es evidente (en el contacto de las calizas con la intrusión, por ejemplo), las divisorias son agudas y existe el máximo posible de relieve.

El resto del área del mapa ha sufrido un rejuvenecimiento, producido por los derrames riolíticos que cubrieron la topografía madura, elevando así el nivel general y aumentando el relieve. Esto dió como resultado la renovación de los procesos erosivos, que la colocan en una etapa de juventud en el ciclo de erosión.

Toda el área estudiada forma parte de la cuenca hidrográfica del Río Nazas, el cual desagua en una cuenca endorreica, cuya parte más baja está ocupada por la Laguna de Mayrán, que está seca en una parte del año.

El principal río es el Río del Peñón Blanco que fluye en dirección nororiental, nace en la Sierra de Gamón y es uno de los principales afluentes del Río Nazas.

ESTRATIGRAFIA

Las formaciones que afloran en el área incluyen rocas marinas del Cretácico Inferior y del Cretácico Superior, así como rocas continentales del Terciario y Cuaternario (Figura 2).

SISTEMA CRETACICO.--*Formaciones La Peña y Cuesta del Cura.*--El nombre de Formación La Peña fué propuesto por Imlay (1936, p. 1119) para designar los estratos que sobreyacen a la Formación Parritas y que están cubiertos por la Formación Aurora, en el flanco septentrional de la Sierra de Taraises en Coahuila. El nombre de Formación Cuesta del Cura fue propuesto también por Imlay (1936, p. 1125) para designar estratos medianos y delgados de caliza, con estratificación ondulada y abundantes lentes de pedernal, que afloran aproximadamente 6.4 km al poniente de Parras, Coahuila.

Debido a que el contacto entre ambas formaciones no es muy notable y la estructura plegada es sumamente compleja, no se separaron en el campo las dos unidades sino que las cartografiaron como una sola.

Las rocas de estas unidades, en general, forman una topografía alta. En el área constituyen el frente alto de la Sierra de Yerbanís.

SISTEMA	SERIE	PISO EUROPEO	GRUPO (1)	EDAD (2)	HOJA CUENCAME (3)	AREA DE PEÑÓN BLANCO DURANGO	HOJA NAZAS (4)	
					ALUVION GRAVA DURAZNILLO	ALUVION	ALUVION DERRAME BASALTO	
CENOZOICA	RECIENTE PLEISTOCENICA			1				
	PLIOCENO				FM. LOS LLANOS	F.M. LOS LLANOS	FM. STA. INES	
					FM. SAN JOSE			
	MIOCENO			13	FORMACION LA ZORRA	FORMACION RIOLITA	?	
					ROCAS VOLCANICAS NO DIFERENCIADAS	GAMON	ROCAS VOLCANICAS	
	OLIGOCENO			25	FORMACION VIZCARRA	F.M. SAN PABLO	?	
	EOCENO			36	FORMACION AHUICHILA	FORMACION AHUICHILA	FORMACION AHUICHILA	
				58				
				63				
	MESOZOICA	SUPERIOR	GOLFIANA	MAESTRICHTIANO	NAVARRO	72		
CAMPANIANO				TAYLOR				
SANTONIANO				AUSTIN	84			
CONIACIANO						FORMACION CARACOL	FM. CARACOL	FM. CARACOL
TURONIANO				EAGLEFORD	90	FORMACION INDIDURA	FM. INDIDURA	FM. INDIDURA
INFERIOR		COMAN-CHEANA	CENOMANIANO	WOODBINE	110	CALIZA CUESTA DEL CURA	CRETACICO NO DIFERENCIADO	CRETACICO NO DIFERENCIADO
			SUPERIOR	WASHITA		CALIZA AURORA	CALIZA CUESTA DEL CURA	CALIZA CUESTA DEL CURA
			MEDIO	FREDERICKSBURG	120			
			INFERIOR	TRINITY		FORMACION LA PEÑA	FORMACION LA PEÑA	
			APTIANO					
COAHUILIANA		WECOMIANO	BARREMIANO	NUEVO LEON		CALIZA CUPIDO		SERIE COAHUILIANA
			HAUTERIVIANO					
			MELANESIANO	DURANGO	135	FORMACION TARAISES		
			BERRIASIANO					
SUPERIOR	SABI-NIANA	TITHONIANO	COTTON VALLEY O LA CASITA		FORMACION LA CASITA			
		KIMMERIDGIANO						
		OXFORDIANO	ZULOAGA					

EL RAYADO DIAGONAL INDICA LA FALTA DE AFLORAMIENTOS.
EL RAYADO VERTICAL INDICA AUSENCIA DE FORMACIONES INTERMEDIAS.

- (1) DEL SUR DE TEXAS Y NORTE DE MEXICO.
- (2) MILLONES DE AÑOS SEGUN KULP (1961, P. IIII).
- (3) E. DE LA VEGA (1968)
- (4) E. DE LA VEGA (1963)

Fig. 2.—Tabla de correlación.

En el área cartografiada, la base de la Formación **La Peña** no aflora. La cima de la Formación Cuesta del Cura subyace concordantemente a los estratos de la Formación Indidura. Sus afloramientos están restringidos a la porción nororiental del área del mapa.

La secuencia cretácica, en la porción noroccidental de la Sierra de Yerbanís, al nororiente del Tronco de El Orito (aproximadamente 7 km al nororiente de Peñón Blanco), es litológicamente uniforme, y consta casi exclusivamente de capas de Caliza Cuesta del Cura en las que no se encontraron microfósiles; aquí se presenta como una caliza de color gris mediano a oscuro y azulado, en estratos medianos y delgados con intercalaciones de arcilla, limolita y bandas y/o nódulos de pedernal negro (Enciso de la Vega, 1968).

La cima de la Formación Cuesta del Cura aflora en el Arroyo de La Goma, aproximadamente 5 km al nororiente de Las Cruces y consiste en una caliza gris oscura, azulosa, de grano medio, en capas de 2-4 m de espesor, que en afloramientos cercanos se presenta masiva, con nódulos irregulares de pedernal negro.

A unos 4 km al nororiente del Rancho El Porvenir, aflora una caliza en capas medianas, negra, de grano medio, con abundantes nódulos irregulares de pedernal negro y también con abundantes vetillas de calcita.

Bajo la caliza masiva descrita anteriormente, se encuentran capas de caliza gris oscura de grano fino que están interestratificadas con lutita café oscura; se nota que la lutita aumenta hacia abajo. Estas rocas están intensamente plegadas. Estratigráficamente más abajo, aflora una caliza negra bandeada en estratos gruesos (de 4 a 5 m); dentro de ella, se presentan horizontes delgados de pedernal. Aquí la caliza está silicificada y muy compacta; bajo estas últimas rocas, la caliza pierde toda su estratificación y presenta un carácter metamórfico (*i. e.* mármol).

En el Cañón de Petra, 4 km al suroriente de El Ranchito, se presentan buenos afloramientos de estas formaciones. En la cima se encuentra una caliza masiva gris oscura, con nódulos de pedernal negro; su espesor es de 20 m aproximadamente, intemperiza en café rojizo; es muy compacta y está silicificada. Debajo de las rocas anteriores, se encuentra una caliza negra de grano fino, con abundantes concreciones de pirita. Estratigráficamente más abajo, afloran capas delgadas de lutita negra, que alterna con caliza gris clara y de grano fino. La parte más baja de la secuencia, consiste de capas delgadas de caliza negra de 5-10 cm de espesor, de grano fino, con pequeñas concreciones de óxido de hierro, que están interestratificadas con capas de lutita negra.

A 4.5 km al nororiente de Covadonga, en el Arroyo de La Campana, aflora una caliza negra de grano fino, bandeada, muy fracturada, con pequeñas concreciones de óxido de hierro.

En general, la cima de esta secuencia presenta estratificación gruesa, por lo que, al estar plegadas las capas, presentan grandes escarpes como el Cerro Prieto que está al norte del Cerro Blanco. Esto facilita su distinción en las fotografías aéreas.

En la Formación **La Peña** no se encontraron microfósiles. Por correlación litológica y tomando en cuenta los estudios paleontológicos, que se efectuaron con la elaboración de la Hoja Cuencamé (Enciso de la Vega, 1968) la edad de esa formación abarca del Barremiano tardío al Aptiano, con su límite inferior

inseguro. Conviene mencionar que Humphrey (1949, p. 103) restringió su edad al Aptiano.

De la Caliza Cuesta del Cura, en la Sierra de Yerbanís, al oriente de la mina El Orito, fueron identificados en lámina delgada varios ejemplares de *Planomalina buxtorfi*, *Hedbergella trocoidea*, radiolarios calcificados y *Globigerinoides* sp. El conjunto de microfósiles estudiados sugiere una edad del Albiano al Cenomaniano (Enciso de la Vega, 1968).

El contacto entre ambas formaciones quizá se pueda marcar con trabajos detallados, donde los horizontes de pedernal negro están más uniformes y las concreciones de óxido de hierro aumentan en número, aunque ésto en muchos casos no es fácil de apreciar. Por razones ya mencionadas, el espesor de esta unidad no se midió, pero es de suponerse que sea del orden de los 500 m en el área de la Sierra de Yerbanís.

Formaciones Indidura y Caracol.—El nombre de Formación Indidura fue empleado por Kelly (1936, p. 1028) para describir unos 30 m de lutita y caliza en capas delgadas que sobreyacen a la Caliza Aurora en el área de Las Delicias, en la parte occidental de Coahuila. El nombre de Formación Caracol fue propuesto por Imlay (1937, p. 616) para una secuencia de 286 m de lutita, toba, novaculita y cantidades menores de caliza que afloran en el Arroyo del Caracol, localizado 42 km al suroriente de Parras, Coahuila.

En el área cartografiada, en el transcurso de este estudio, no fue posible separar las Formaciones Indidura y Caracol en el campo. El contacto entre ambas formaciones es gradual y arbitrariamente se ha fijado en donde la arenisca y lutita arenosa aumentan hacia arriba (Enciso de la Vega, 1968).

Dentro del área estudiada, estas formaciones suprayacen concordantemente a la Formación Cuesta del Cura y están cubiertas discordantemente por brechas de la Formación Ahuichila.

La expresión fisiográfica de estas formaciones en el flanco occidental de la Sierra de Yerbanís, es el de un lomerío bajo de color rojizo que contrasta con la topografía más alta desarrollada sobre las rocas de la Formación Ahuichila al suroriente. Al nororiente, el relieve es mucho mayor, donde las Formaciones La Peña y Cuesta del Cura constituyen el frente de la sierra. Debido a estas diferencias, el contacto inferior de la Formación Indidura es fácilmente visible tanto en el campo como en las fotografías aéreas.

Aproximadamente 3 km al nororiente de Las Cruces, en el Arroyo del Alamillo, afloran capas de caliza negra, de grano fino, de 15 cm de espesor, que se intemperizan en gris oscuro. Estas capas se presentan en forma irregular dentro de una alternancia de lutita negra de 30 cm de espesor y arenisca gris clara de grano grueso, en capas de 30 cm. Dentro de este mismo arroyo, en el contacto de estas rocas con la Formación Ahuichila, se puede ver como las Formaciones Indidura y Caracol están cubiertas con marcada discordancia angular por las brechas de la Formación Ahuichila.

A 4 km al nororiente de Las Cruces, dentro del Arroyo de La Goma se presenta una alternancia de lutita y arenisca; la arenisca es de color gris claro, de grano grueso, en capas de 60 cm a 1 m de espesor y la lutita es de color negro, en capas de 20 cm.

Tres kilómetros al nororiente del Rancho El Porvenir, aflora una alternancia de lutita y arenisca; la arenisca es de un color café grisáceo, de grano me-

dio y la lutita de un color verdoso en capas de 5 a 10 cm; aquí estas rocas están intensamente plegadas.

En el Arroyo de Los Pilares, al surponiente de Covadonga, también afloran las Formaciones Indidura y Caracol.

A lo largo del borde septentrional del intrusivo, unos 6 km al nororiente de Covadonga, en el Arroyo de Jimón existen excelentes afloramientos de las Formaciones Indidura y Caracol, que consisten en la alternancia de lutita café claro en capas de 15 cm y arenisca gris oscura de grano grueso, en capas de 25 cm.

Por estar intensamente plegadas ambas formaciones, su espesor no fue medido en el campo, pero es de suponerse que sea del orden de los 300 m.

En muestras colectadas por Enciso de la Vega (1968) en el flanco occidental del Anticlinal de Yerbanís, de los afloramientos de esta unidad, ese autor reportó la presencia de los siguientes foraminíferos: *Hedbergella trocoidea* y *Hedbergella* sp. y concluyó que la muestra representaba la base de la Formación Indidura; estos fósiles fueron considerados como indicativos a una edad cenomaniense tardía-turoniana.

Se colectaron muestras de la parte estratigráficamente más alta de esta unidad; de ellas, se obtuvieron láminas delgadas que fueron estudiadas en el Departamento de Paleontología del Instituto de Geología, donde reportaron la ausencia de microfósiles.

Por correlación litológica y su posición estratigráfica, es probable que su edad corresponda al Turoniano tardío y al Coniaciano.

Cretácico no diferenciado.—Comprende todas las rocas cretácicas expuestas, en la parte septentrional del mapa en la parte suroccidental de la Sierra de San Jorge y al poniente del Rancho El Tulillo. La base de estas rocas no aflora y su cima es, en todas partes, una superficie de erosión que, en algunos lugares, está cubierta discordantemente por rocas terciarias. La expresión fisiográfica de estas rocas corresponde a una topografía abrupta e hidrografía intrincada.

En la parte occidental de la Sierra de San Jorge, las rocas del Cretácico no diferenciado están cubiertas discordantemente por rocas volcánicas y en la parte oriental están cubiertas discordantemente por la Formación Ahuichila. Al sur se acuñan sobre ellas las tobas de la Formación San Pablo. Al poniente del Rancho El Tulillo están cubiertas discordantemente por rocas volcánicas, por la Formación Ahuichila y por la grava Los Llanos. Está formada por una alternancia de caliza gris clara en capas delgadas y de delgadas capas de lutita café amarillenta. Existen pequeñas variaciones en el tamaño del grano en la caliza y localmente presenta delgados horizontes de pedernal. La lutita frecuentemente está asociada con limolita y limolita calcárea. En general, la estratificación es delgada y predomina la caliza sobre la lutita. Esta formación está intensamente plegada, presentando pliegues recostados y en "chevron".

Estas capas tienen una gran semejanza litológica con la Formación Cuesta del Cura y pudiera ser que una parte represente la Formación Indidura. En el Arroyo de Las Palmillas, localizado 2.5 km al poniente de Santa Cruz, se presentan capas de 15 cm de espesor, de caliza gris crema, de grano fino, que intemperiza en gris claro, y alterna con capas de 5 cm de espesor, de lutita café amarillenta que intemperiza en amarillo claro. A 1 km aguas arriba, dentro del mismo arroyo, afloran capas de caliza gris clara, de grano fino, de 10 cm de

espesor, que alternan con delgadas capas de limolita calcárea y lutita que, en conjunto, tienen espesores de 8 cm; la lutita intemperiza en rojizo. Debajo de estas últimas se encuentra una capa de caliza de 20 cm de espesor de color gris y de grano grueso, con abundantes vetillas de calcita.

En el Arroyo del Jabalí, unos 2 km al norponiente del Pajarito, aflora una lutita arenosa en capas de 20 y 30 cm de espesor y lutita café oscura en capas de 5 cm de espesor, que alternan con capas de caliza gris clara, de grano fino, en capas de 20 cm de espesor. Hacia la base de este afloramiento se aprecia que la cantidad de la lutita se aumenta. Aguas arriba, dentro del Arroyo del Jabalí se presenta una alternancia de caliza gris clara, de grano grueso, en capas de 15 a 20 cm de espesor y lutita gris clara en capas de 10 cm de espesor. En algunas capas de caliza existen horizontes de pedernal negro, de 2 cm de espesor, y se observa estratificación ondulante.

Aproximadamente 4 km al norponiente del Pajarito, en un afluente del Arroyo del Jabalí, aflora una alternancia de capas delgadas de caliza gris oscura, de grano fino, en capas de 15 cm de espesor que alterna con capas de 5 cm de espesor, de lutita negra, junto con la cual se presentan delgadas capas de marga gris de 2 a 3 cm de espesor, que intemperiza en rosado. Subyace a estas rocas 25 a 30 cm de lutita arenosa de color gris claro y lutita gris oscura a negra en capas de 5 cm de espesor. En el Arroyo del Jabalí, se puede apreciar la naturaleza intensamente plegada de las rocas del Cretácico no diferenciado. A 2.5 km al surponiente de Jacales, dentro del Arroyo de San Pablo, aflora una alternancia de caliza y lutita. Cerca de este afloramiento, dentro de la alternancia de lutita y caliza, se presenta una arenisca calcárea de grano grueso, de color verdoso, en capas de 25 cm de espesor. Unos 500 m al oriente, las rocas del Cretácico no diferenciado están cubiertas discordantemente por la Formación Ahuichila.

Aproximadamente 7 km al nororiente del Rancho de San Jorge, aflora una secuencia que consiste de caliza gris, de grano fino que alterna con lutita y limolita calcárea en capas delgadas. En esta localidad estas capas están cubiertas discordantemente por las rocas volcánicas de la Formación Gamón.

En las cercanías del Rancho El Tulillo, existen buenos afloramientos de estas rocas; aquí consisten de una alternancia de caliza y lutita, siendo la caliza de color gris oscuro, de grano fino, y está en capas que varían en espesor de 10 a 20 cm que alternan con capas de lutita café oscura de 5 cm de espesor. Están intensamente plegadas. Las capas de lutita contienen abundante óxido de hierro lo que produce un color rojizo en muchos de sus afloramientos. También dentro de esta secuencia existen capas de arenisca calcárea de 15 cm de espesor, de color verde, semejante a la descrita en la Sierra de San Jorge. En esta localidad, las rocas del Cretácico no diferenciado están cubiertas discordantemente por gravas de la Formación Los Llanos o por rocas volcánicas.

En esta unidad no se encontraron microfósiles. El Biól. Luis Rafael Segura, del Departamento de Paleontología del Instituto de Geología, estudió numerosas muestras en lámina delgada de esta unidad, de las cuales solo unas cuantas tuvieron fauna identificable. Aparte de abundantes moldes de radiolarios calcificados, también fueron identificados fragmentos de moluscos y equinodermos, así como los siguientes foraminíferos: *Pithonella ovalis*, *Calcisphaerula innominata*,

Ticinella sp. (?), *Hedbergella* sp. Los dos primeros tienen un alcance estratigráfico desde el Albiano hasta el Maestrichtiano, mientras que los dos últimos están restringidos al Albiano-Cenomaniano. A base de esta información paleontológica y la semejanza litológica de estas rocas con las de la Formación Cuesta del Cura, el autor se inclina a considerar que la mayor parte de las rocas descritas bajo Cretácico no diferenciado pertenecen a la Formación Cuesta del Cura y tal vez a la parte inferior de la Formación Indidura. Aunque cabe hacer notar que en estas rocas se ha visto que el pedernal ha disminuido y en algunos lugares ni existe. En otros afloramientos se nota un aumento en el espesor de la lutita intercalada. Estas razones quizá impliquen un cambio de facies como lo ha manifestado De la Vega (1963) al estudiar en el área de Nazas estas mismas rocas.

SISTEMA TERCIARIO.—Formación Ahuichila.—El nombre de Formación Ahuichila fue propuesto por Rogers y sus colaboradores (1961, p. 108) para describir las capas de conglomerado, arenisca, lutita, caliza lacustre y tobas que afloran cerca de Ahuichila, al sur de Viesca, Coahuila. En el área estudiada esta unidad comprende las rocas más antiguas del Terciario y descansa con discordancia angular sobre una superficie erosionada de las rocas cretácicas de las Formaciones Indidura y Caracol, y al poniente de los límites del mapa sobre el Cretácico no diferenciado. A la vez está cubierta por tobas, arcillas y areniscas tobáceas de la Formación San Pablo. En otros lugares está cubierta por rocas volcánicas del Terciario, aunque, generalmente, su cima es una superficie de erosión. Su expresión fisiográfica es de lomerío alto resistente a la erosión.

Litológicamente, la Formación Ahuichila está representada, en la base, por arenisca tobácea, en su parte media por brechas finas y areniscas y en su cima por brechas masivas. El color de intemperismo muy notable varía de café a rojizo.

Los principales afloramientos de la Formación Ahuichila dentro del área del mapa están en la ladera oriental de la Sierra de Yerbanís, al norte de La Muralla, mientras que los de menor extensión se encuentran al sur del Rancho de San Jorge y también al sur de Ventanas.

En el flanco occidental del Anticlinal de Yerbanís, es donde mejor está expuesta la Formación Ahuichila. Aproximadamente 1 km al norte del poblado de Las Cruces, se presenta como una brecha de color rojizo, constituida por fragmentos angulosos de caliza negra y arenisca café grisáceo; su tamaño varía de guijas medianas a gujarros chicos, bien cementados. La matriz es limo, de color rojizo, con cementante calcáreo. Tiene aspecto masivo, aunque es posible notar una estratificación incipiente.

En esta localidad se aprecia un espesor de 70 m aproximadamente. Siguiendo aguas arriba este arroyo, la Formación Ahuichila se encuentra en contacto con las rocas de las Formaciones Indidura y Caracol; aquí, el tamaño de los clásticos disminuye y la Formación Ahuichila cubre discordantemente a las rocas cretácicas.

Aproximadamente 500 m al suroriente de El Ranchito, en el Arroyo de Los Pilares, existen buenos afloramientos. En este lugar la Formación Ahuichila también es una brecha que está constituida por fragmentos poco redondeados

a angulosos, cuyo tamaño varía de guijas medianas a cantos rodados medianos; los fragmentos son de arenisca, caliza gris oscura, roca volcánica de color claro, y pedernal negro, incluidos en una matriz arenosa de color rojizo, con cementante calcáreo. Concordantemente subyace a estas brechas una arenisca tobácea, de color rojizo, en capas de 3 m de espesor, intercaladas con capas de brecha fina (guijas muy finas); esta última está en estratos de 20 a 30 cm de espesor. Aguas arriba, siguiendo este mismo arroyo, la formación se presenta en bancos masivos de color gris, con abundantes fragmentos de roca intrusiva, del tamaño de cantos rodados medianos, y fragmentos de caliza negra con pirita.

En los Arroyos de Jimón y de Caldereta, ambos al nororiente de Santa Cruz, la Formación Ahuichila se presenta como una brecha rojiza cuya composición litológica y tamaño de los constituyentes son idénticos a los otros afloramientos ya descritos.

En las lomas al norte de La Muralla, la brecha es de color café y está constituida por fragmentos angulosos; el tamaño varía de guijas medianas a cantos rodados pequeños y los fragmentos son de caliza gris oscura silicificada (ésto también se observó en el Arroyo de Los Pilares), arenisca café clara y lutita café en matriz arenosa con grava fina, de color rojizo; el cementante es calcáreo.

Aunque no se midió ninguna sección dentro del área en el flanco occidental del Anticlinal de Yerbanís, se considera que el espesor de la formación varía de 50 a 250 m, con cambios extremos dentro de cortas distancias. Los estratos están inclinados al surponiente, con intensidad que varía de 8° a 15° . En el Arroyo de San Pablo, unos 3 km al surponiente de Jacales, la Formación Ahuichila se presenta como una brecha café constituida por fragmentos angulosos de caliza gris oscura y arenisca café clara, cuyo tamaño varía de guijas medianas a guijarros chicos, que están interestratificados con una toba rosada formando pequeños escarpes.

En la porción suroccidental del área, al sur del poblado de Ventanas, los afloramientos de la Formación Ahuichila consisten de una brecha de color gris claro. Presenta fragmentos angulosos de caliza y caliza con bandas de pedernal, mal clasificados, pobremente cementados y con matriz limo-arenosa rojiza. Aquí, la Formación Ahuichila forma una topografía más baja que sus afloramientos en el flanco occidental del Anticlinal de Yerbanís, donde produce terrenos altos bien drenados y resistentes a la erosión. Al norte de La Muralla y al poniente de Jacales, forma lomas altas resistentes a la erosión, a menudo, con fuertes pendientes en sus bordes, los cuales, cerca de La Muralla, fueron producidas por fallas.

En el Arroyo de San Pablo, la Formación Ahuichila está cubierta por tobas de la Formación San Pablo y descansa sobre rocas del Cretácico no diferenciado.

Al sur de Ventanas sobreyace discordantemente a rocas del Cretácico no diferenciado y está cubierta por riolitas de la Formación Gamón.

Por su origen la Formación Ahuichila corresponde a un depósito continental tipo "Molasse" que se acumuló después del período de intenso plegamiento y erosión (De Cserna 1956, p. 27).

Debido a la ausencia de fósiles, los límites cronológicos precisos de la For-

mación Ahuichila dentro del área estudiada no se pudieron establecer, pero se supone que su edad es posterior al Cretácico Tardío y probablemente esté comprendida entre el Eoceno y el Oligoceno.

Rocas similares a la Formación Ahuichila afloran en diferentes partes de México, pero los afloramientos mejor estudiados corresponden a los del distrito minero de Guanajuato, donde Edwards (1955, p. 157-172) los llamó como "Conglomerado rojo de Guanajuato". En este conglomerado encontraron restos de vertebrados fósiles, determinándoles una edad eocénica tardía-oligocénica temprana.

Cabe hacer la aclaración, que dentro del área estudiada se encontraron pequeños restos de rocas, de composición riolítica, que afloran aproximadamente 2.5 km al noreste del Rancho El Porvenir y que subyacen discordantemente a la Formación Ahuichila, por lo que deben pertenecer a un período volcánico pre-Ahuichila, lo cual se confirma por encontrar dentro de las brechas fragmentos de rocas volcánicas.

Formación San Pablo.—El nombre de Formación San Pablo se propone para designar a una secuencia de areniscas de grano fino y arcillas con intercalaciones de tobas que afloran principalmente en las cercanías de San Pablo, en la porción central del área cartografiada y que se extienden hacia el poniente fuera de los límites del mapa.

El nombre de la Formación San Pablo fue tomado de un pequeño poblado en la porción noroccidental del área en cuyas cercanías se localizan los mejores afloramientos de esta formación, pudiéndose considerar como localidad-tipo.

Litológicamente, la base de la Formación San Pablo consiste en una secuencia de capas delgadas de arenisca cuyos colores varían de amarillo claro a café rojizo; su parte media consta de capas delgadas de arcilla amarilla y blanca que alterna con tobas retrabajadas, de colores claros, que están cubiertas por una capa de conglomerado asociado con calcedonia muy resistente a la erosión; la cima consiste de areniscas y conglomerados de color gris, generalmente con estratificación gruesa. Una característica notable de esta formación es la abundancia de calcedonia.

La disposición estructural de la Formación San Pablo es horizontal por regla general, aunque localmente presenta pequeñas inclinaciones. Su litología es poco resistente a la erosión y se han conservado, gracias a las gravas de la Formación Los Llanos, que casi en todas partes la cubren.

La expresión topográfica más común es la de terrazas y cerros testigos de erosión muy características.

Sobreyace concordantemente a rocas de la Formación Ahuichila y, en la mayor parte del área está cubierta por gravas de la Formación Los Llanos. Hacia el suroriente la Formación San Pablo se acuña sobre la Formación Ahuichila o sobre las calizas del Cretácico no diferenciado; hacia el norponiente estas rocas se acuñan sobre la Formación Ahuichila. En las cercanías de San Pablo y al poniente, fuera del área, están cubiertas por rocas volcánicas de la Formación Gamón.

Aproximadamente 2.5 km al surponiente del poblado de Jacales aflora la base de la Formación San Pablo; aquí consiste de una alternancia de arenisca

gris clara, de grano fino, en capas de 20 cm de espesor y capas delgadas de toba de color rosado. Cubren concordantemente a brechas de la Formación Ahuichila.

En el Rancho de San José, así como en un lugar denominado "La Iglesia", se encuentran testigos de erosión de la Formación San Pablo que litológicamente consisten de una alternancia de arenisca tobácea de color rosado en capas de 40 cm de espesor, con arcilla amarilla en capas de 20 cm de espesor. Dentro de las capas arcillosas existen concreciones de calcita, de color blanco y en ocasiones amarillo verdoso; también se presentan nódulos de calcedonia. En ambos afloramientos están expuestos aproximadamente 25 m de estas rocas.

Cerca del poblado de San Pablo, dentro del arroyo del mismo nombre, aflora una toba de color blanco, y forma pequeñas terrazas que sobresalen del nivel medio del valle. Esto mismo se puede ver en un lugar denominado "Tanquecillos". En esta última localidad, además de las tobas, están expuestas capas, de 1.5 m de espesor, de arenisca gris clara de grano fino, la cual presenta huellas de gusanos (tubos de anelidos) y en la parte superior horizontes de 30 cm de calcedonia y en ocasiones nódulos de 3 cm de diámetro.

En la porción suroriental del área, cerca de Peñón Blanco, en el camino que se dirige a La Concha, aflora la cima de la Formación San Pablo la cual litológicamente consiste en una alternancia de conglomerados y areniscas; la arenisca es de color claro, de grano fino y está cementada por sílice en capas de 25 cm a 1.5 m de espesor; el conglomerado aquí está un poco más cementado que en otras partes donde aflora la cima de esta formación. Los fragmentos son de roca volcánica, de color oscuro, cuyo tamaño varía de guijas finas a guijarros chicos. El espesor del conglomerado, en la parte superior, es hasta de 2 m.

Buenos afloramientos de la Formación San Pablo fueron observados también a unos 4 km al suroeste de San Pablo en el Arroyo de Ventanas. Los afloramientos de esta formación en los alrededores del Peñón Blanco son pequeños y generalmente están en cortes casi verticales por lo que no es posible cartografiarlos a la escala del mapa.

La Formación San Pablo corresponde a depósitos continentales, probablemente lacustres, o al menos depositada en pequeñas cuencas cerradas. Dentro de estas rocas no se encontraron fósiles, por lo que solo se infiere de su posición estratigráfica que es de una edad post-Ahuichila, o sea oligocénica tardía o miocénica temprana.

Formación Gamón.—El nombre de Formación Gamón se propone en el presente estudio para designar a una secuencia de rocas volcánicas, de composición riolítica, que comprende derrames cineríticos y toba, los cuales afloran en la porción noroccidental y suroccidental del mapa.

En la Sierra de Gamón y en La Concha, esta última localidad situada 8 km al surponiente de Peñón Blanco, fuera del límite del mapa, se presentan excelentes afloramientos de la Formación Gamón por lo que se ha designado como área-tipo.

Esta formación cubre discordantemente todas las unidades estratigráficas más antiguas, ya sean las calizas del Cretácico no diferenciado o la Formación Ahuichila, y en pocos afloramientos se pueden observar que sobreyace a la Formación San Pablo. Está cubierta discordantemente por la Formación Los

Llanos. En sus afloramientos, que están en el norponiente del área, la topografía consistente de mesetas sobre las cuales se desarrolla un lomerío de poca altura. En la Sierra de Gamón la topografía es abrupta y representa las partes más altas del área.

En La Concha, dentro del cauce del Río de Peñón Blanco, aflora un derrame riolítico, aproximadamente 25 m de espesor en el cual se pueden distinguir riolitas de dos tipos; una de color azulado y en partes blanco parduzco, que tiene una estructura fluidal clara, y al microscopio presenta fenocristales de sanidino y cuarzo y como minerales secundarios la hematita y la limonita, siendo el mineral accesorio la magnetita. La otra riolita es esferulítica, muy característica, presentando la misma mineralogía que la anterior. El derrame muestra una inclinación de 35° al suroriente y está sumamente fracturado.

Al sur del Rancho El Tulillo en la parte alta de la Sierra de Gamón, se aprecian claramente los derrames cineríticos de riolita, tobas riolíticas (que en algunos afloramientos muestran piroconsolidación) y aglomerados volcánicos, con ligeras inclinaciones al surponiente. Estas rocas localmente tienen diaclasas columnares bien desarrolladas.

En afloramientos, situados 3 km al norponiente de San Pablo, se presenta una riolita de color rosado en roca fresca, que intemperiza en un color café rojizo y gris oscuro. Megascópicamente se pueden ver fenocristales de cuarzo y mica, en una matriz blanca de grano fino. Una muestra de esta riolita se estudió en lámina delgada y se identificaron como fenocristales, cuarzo y sanidino y bastante vidrio desvitrificado. La presencia de arcilla se debe a procesos de alteración, mientras que la magnetita se presenta como mineral accesorio.

A una distancia de 7 km al norponiente de San Pablo, la Formación Gamón cubre discordantemente a las calizas del Cretácico no diferenciado y consiste en una toba riolítica de color rojizo y rosado, muy intemperizada, en la que se aprecian fenocristales de cuarzo y fragmentos de rocas volcánicas en una matriz de grano fino.

En el campo, en el contacto entre las riolitas y las calizas, se observa lo siguiente: en el terreno volcánico se aprecian superficies planas que reflejan los extensos derrames, en contraste con las lomas redondeadas que se desarrollan en la zona de las calizas. También es notable en esta área la abundante lechuguilla que crece sobre las calizas con ausencia total de pasto. En terrenos volcánicos no hay lechuguilla y abunda el pasto. Estas diferencias hacen fácil la diferenciación en el campo entre ambas unidades.

Aproximadamente 4 km al poniente del Rancho de San Jorge, la Formación Gamón se presenta como una riolita de varios tonos de gris, con estructura fluidal, que intemperiza en un color rojizo. Un poco hacia el poniente, en un lugar denominado Los Picachos de Menores que constituyen una de las partes más altas del área, aflora un derrame cinerítico riolítico dentro del cual se presentan pequeños lentes de vidrio, de color negro.

En el Arroyo de San Jorge, al nororiente de San Pablo, se presenta una riolita rojiza, la cual muestra vesículas alargadas; subyace a ésta una toba piroconsolidada con un espesor de 35 m, de un color que varía de rojizo a café rojizo en roca fresca. En algunas partes dentro de la toba se nota la presencia de ópalo. Bajo estas tobas piroconsolidadas se encuentra una arenisca tobácea,

de color café amarillento, la cual probablemente pertenece a la Formación San Pablo.

En las partes altas de las Mesas de San Jorge, generalmente sobre las riolitas, en algunos lugares se encuentran abundantes fragmentos angulosos de las mismas rocas; éstas se consideran como derivadas por el intemperismo de las mismas riolitas. Aparentemente en esta área la topografía sobre de las rocas volcánicas es menos abrupta y presenta formas más redondeadas lo que hace pensar que han estado sujetas durante un período largo de erosión. Por el contrario, en la Sierra de Gamón la topografía es abrupta.

A una distancia de 2 km al surponiente de Las Minitas, frente a las gravas de la Formación Los Llanos o en algunos afloramientos cubiertos por ellas, se presenta una riolita de color rosado que contiene fenocristales de cuarzo y minerales ferromagnesianos. En los arroyos que cortan a estas rocas, los habitantes del lugar han encontrado estaño de placer (*i. e.* casiterita)

Unos 6 km al sur del Rancho de Los Charcos, se presenta una riolita con estructura fluidal; en la dirección del flujo se pueden apreciar bandas y pequeñas concentraciones de un mineral amorfo de color negro; lo más probable es que sean óxidos complejos de manganeso y hierro, pues los análisis químicos de estas rocas indican valores ligeramente altos de estos óxidos.

A una distancia de 6 km al suroriente del Rancho de Los Charcos, las rocas volcánicas sobreyacen discordantemente a la Formación Ahuichila; aquí están representadas por una toba aglomerática, de color claro. El espesor de ésta no se pudo apreciar. Encima se encuentra una toba riolítica de color café claro que presenta abundantes fenocristales de cuarzo así como fragmentos de rocas volcánicas. Estas rocas forman el frente de la Sierra de Gamón.

Aproximadamente 3.5 km al suroriente del Rancho de Los Charcos, cerca del lugar donde nace el arroyo del mismo nombre, afloran rocas volcánicas estratiformes. Aquí, sobre una riolita de color rojizo, descansan 10 m de una toba aglomerática de color rosado, la cual está formada por fragmentos angulosos de roca volcánica de 2 a 4 cm de diámetro empotrados en una matriz tobácea, de color rojo claro, con textura microgranular. Este aglomerado se acuña hacia el poniente y aumenta en espesor hacia el oriente. Sobre estas rocas descansa, aproximadamente 15 m de espesor, una toba riolítica de color rosa con textura microgranular. Sobreyace a esta toba el mismo aglomerado volcánico ya descrito que intemperiza en un color rojo intenso, estando su cima expuesta a la erosión. Un kilómetro al surponiente de Ventanas, se puede observar una sección similar a la descrita anteriormente.

Al suroriente de Las Minitas, aproximadamente 1.5 km de distancia, se presenta sobre los aglomerados riolíticos ladeados una riolita de color rojizo, que posee fractura lajosa y textura porfídica. Dentro de estas riolitas se encuentran también pequeñas vetillas de casiterita.

En el Cerro Colorado, 5 km al suroriente de Las Minitas, se puede apreciar muy claramente una secuencia de riolitas, aglomerados y tobas riolíticas.

Al sur de Ventanas, a una distancia de 1 km, se observó una zona de alteración en la que las rocas volcánicas, se presentan caolinizadas. Aquí las rocas son de un color blanco y son sumamente blandas con abundantes fracturas. También se encuentran algunas vetas de calcita que en ocasiones está acompañada por minerales de hierro que le dan un color rojizo.

De las rocas volcánicas de la Formación Gamón, se hicieron ocho análisis químicos (Tabla 1), con ayuda de los cuales se clasificaron por el método Rittman, resultando la mayoría riolitas alcalinas.

El espesor total de esta formación es del orden de 400 m. Por su posición estratigráfica, es de suponerse que su edad corresponde al Oligoceno tardío — Mioceno tardío.

Dentro de esta formación se han incluido dos pequeños afloramientos de rocas volcánicas básicas que cubren a la Formación Ahuichila y están en la base de la secuencia riolítica. Un afloramiento se encuentra al surponiente del Rancho El Tulillo y el otro al sur de Ventanas.

Formación Los Llanos.—El nombre de Formación Los Llanos fue propuesto por Enciso de la Vega (1968) para designar depósitos clásticos continentales, probablemente de edad pliocénica o pleistocénica, que afloran principalmente al surponiente y suroriente de Cuencamé, Durango.

La expresión fisiográfica más característica de las gravas de esta formación se manifiesta por un lomerío bajo que, al estar cortado por arroyos profundos, presenta escarpes verticales.

Dentro del área estudiada, la Formación Los Llanos cubre discordantemente a las rocas terciarias más antiguas y, en pocos afloramientos, a las rocas mesozoicas marinas. Su cima en muchos sitios está impregnada por caliche o cubierta por aluvión y representa una superficie de erosión.

Esta formación está ampliamente distribuida. Rodea a la Sierra de Gamón en la porción suroccidental del mapa y cubre discordantemente a la Formación San Pablo. También aflora en el flanco oriental del Anticlinal de Yerbánis, en los alrededores de Covadonga y Santa Cruz.

La Formación Los Llanos consiste principalmente de grava y arena. Generalmente carece de consolidación o está débilmente cementada. La mayor parte de sus componentes fueron derivados de rocas volcánicas pre-existentes, de composición principalmente riolítica, aunque, enfrente de la Sierra de Yerbánis, está formada por fragmentos derivados de la Formación Ahuchila. La forma de los clásticos es de subarredondeada o bien redondeada y el tamaño varía de guijas finas a cantos rodados medianos. En toda el área el conjunto clástico presenta un color rojizo muy característico. Existen excelentes afloramientos de esta unidad en el camino que liga Peñón Blanco con la Mesa y, en general, enfrente de la Sierra de Gamón. En el camino hacia La Concha, también hay buenos afloramientos de esta formación. Exactamente en el poblado de La Concha, se aprecia como las gravas se acuñan sobre las riolitas.

Más o menos 2 km al surponiente de Peñón Blanco, sobre la Formación San Pablo, se encuentran gravas bien redondeadas, poco cementadas, en matriz arenosa rojiza de la Formación Los Llanos. Estas tienen un color café rojizo que las distingue claramente de las rocas más claras subyacentes. Su tamaño varía de guijas medianas a cantos rodados medianos.

En las cercanías de La Fábrica, en el Cerro del Santuario, aflora un conglomerado bien cementado, constituido por fragmentos bien redondeados y de muy diversos tamaños (de guijas finas a cantos rodados), principalmente de roca volcánica riolítica y por escasos fragmentos de caliza; predominan los clásticos gruesos. El cementante es calcáreo, en matriz de arena gruesa a grava fina. Esto mismo se puede observar en el Cerro de La Cruz al poniente de la

TABLA 1.—Análisis químicos de muestras procedentes de la Formación Gamón*

Muestra	JR-82-69	JR-99b-69	JR-113-69	JR-120-69	JR-125-69	JR-127-69	JR-133-69	JR-141-69
SiO ₂	74.81%	75.64%	72.55%	70.85%	73.25%	72.66%	75.23%	74.68%
TiO ₂	0.07	0.07	0.10	0.10	0.12	0.07	0.03	0.05
Al ₂ O ₃	12.05	12.08	13.36	14.09	13.01	13.08	12.79	13.15
Fe ₂ O ₃	2.61	1.70	3.18	0.00	2.87	1.42	0.51	0.00
FeO	0.00	0.38	0.07	2.07	0.30	1.18	1.04	1.20
MnO	0.05	0.01	0.02	0.00	0.05	0.01	0.03	0.03
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.75	0.68	0.62	0.68	0.41	1.30	0.55	0.68
Na ₂ O	4.03	3.60	3.73	1.55	4.00	3.07	3.60	3.25
K ₂ O	5.30	5.15	5.37	4.56	5.43	5.28	5.43	6.28
P ₂ O ₅	0.02	0.06	0.05	0.14	0.02	0.01	0.02	0.02
SO ₃	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00
CO ₂	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H ₂ O+	0.43	0.20	0.72	5.29	0.96	1.95	0.75	1.51
H ₂ O—	0.15	0.82	0.12	0.50	0.08	0.25	0.15	0.08
SUMA	100.25%	100.39%	99.89%	100.38%	100.50%	100.28%	100.13%	99.93%

* Hechos por el Ing. Quim. Alberto Obregon, en los laboratorios del Instituto de Geología

Colonia Juárez. Los dos afloramientos anteriormente descritos difieren en cuanto al tamaño de los clásticos del resto de los afloramientos de la Formación Los Llanos en el área.

En el borde nororiental de la Mesa de Peñón Blanco, al poniente del camino que conduce a Covadonga, existen muy buenos afloramientos de esta formación cuyo espesor en ese lugar es de 20 m.

En las cercanías de La Muralla, la Formación Los Llanos está constituida por clásticos principalmente derivados de la Formación Ahuichila (caliza retrabajada y pedernal negro), aunque también contiene fragmentos de roca volcánica y cuarzo blanco; el color de las gravas es café claro y están débilmente cementadas por caliche, en matriz limosa de color café oscuro. También se puede observar ésto en los alrededores de Covadonga y Santa Cruz donde forman depósitos de talud con abundante caliche.

En la Mesa de Peñón Blanco y Las Minitas, dentro de los terrenos de cultivo, se encuentra grava en abundancia del tamaño de guijas medianas. La parte más fina consiste de limo y arena fina gris oscura. Bajo estas capas de suelo es común encontrar caliche en espesores de 20 cm. Localmente, la Formación Los Llanos está cubierta por una delgada capa de aluvión.

Al norte de Ventanas, a unos 500 m de distancia, las gravas de la Formación Los Llanos se acuñan sobre las riolitas de la Formación Gamón. La descripción litológica es la misma que en otros de sus afloramientos y aquí son notables únicamente los grandes espesores, que en ocasiones son mayores de 30 m, y la presencia de fragmentos de caliza dentro de las gravas. Al norte de Las Minitas, a lo largo de la bajada hacia Menores, el espesor de la Formación Los Llanos es más reducido y en la mayoría de los casos no excede a los 5 m y en ocasiones se encuentran solo restos de las gravas que cubren a la Formación San Pablo. El espesor de la Formación Los Llanos varía considerablemente aún en cortas distancias, por lo que se pudo observar que el rango de variación es de 5-30 m.

Debe hacerse la aclaración que, dentro de lo que se denominó Formación Los Llanos, se incluyó a los depósitos de talud de la parte nororiental del mapa que quizá tenga un origen diferente al resto de los afloramientos de dicha unidad en el área. Los depósitos que bordean la Sierra de Gamón corresponden a abanicos aluviales en estado avanzado de erosión.

Se correlaciona con la Formación Santa Inés, descrita por Pantoja-Alor (1963), del área de San Pedro del Gallo, Durango. Aunque estas dos unidades estratigráficas hayan sido depositadas en cuencas diferentes, tienen un origen común y probablemente son de la misma edad. La edad de la Formación Los Llanos, tomando en cuenta su posición estratigráfica, se considera correspondiente al Plioceno o Pleistoceno.

SISTEMA CUATERNARIO.—*Aluvión*.—Comprende principalmente depósitos aluviales de relleno y, solo al poniente del Rancho El Porvenir, depósitos de talud. Los depósitos de relleno están compuestos por clásticos de todas formas, tamaños, y grados de redondeamiento, procedentes de las unidades estratigráficas expuestas en el área, estando limitados principalmente a los cauces actuales de ríos y arroyos. También existen acumulaciones residuales en las partes centrales de algunos valles como en el de La Muralla, por ejemplo. En general, litológicamente constan de grava, arena, limo y arcilla en diferentes proporciones.

En algunos lugares se observan depósitos de caliche. Los colores más comunes del aluvión son café amarillento y rojizo.

ROCAS INTRUSIVAS

Cuerpos ígneos, de forma y tamaño diferentes, intrusionan a rocas mesozoicas marinas en la porción oriental del mapa.

El Cerro Blanco es el cuerpo intrusivo de mayores dimensiones. Por su estructura corresponde a un tronco que está emplazado en el núcleo del Anticlinal de Yerbanís. En el mapa presenta una forma aproximadamente elíptica cuyo eje mayor tiene una longitud de 6 km y el menor 3.5 km, presentando un área de aproximadamente 21 km² (Lámina 1). Petrográficamente la roca es un granito calcoalcalino de biotita y tiene una textura holocristalina. Sus minerales principales son: cuarzo, andesina, oligoclasa y microclina; sericita, arcilla, clorita y limonita se identificaron como minerales secundarios; como accesorios la biotita y apatita.

El Tronco de Cerro Blanco intrusionó a las rocas de las Formaciones Cuesta del Cura y La Peña produciendo en ellas metamorfismo de contacto. En el campo se pudo notar una variación textural que presentan las calizas por sus diversos grados de recristalización, manifestadas por los diversos tipos de mármoles. También, cerca del contacto con el intrusivo se encontraron efectos del metasomatismo con la introducción de sílice, produciendo skarn y wollastonita. La roca original, para producir este tipo de metamorfismo, debió haber sido una roca carbonatada impura; el producto del metamorfismo en este tipo de rocas son silicatos cálcicos.

La wollastonita y el granate que se encontraron son característicos de la facies de corneana de horblenda. La formación de estos minerales implica una temperatura cuyo rango varía de 400-600°C y una baja presión de 1 a 2 kilobares así como lugares propicios (variaciones en la composición de la caliza, en la textura o por fracturas) donde se desarrolló metasomatismo tal como se citó anteriormente. En la zona más externa solo hubo silicificación.

La expresión morfológica del Tronco de Cerro Blanco corresponde a una depresión topográfica de la cual solo sobresale su parte septentrional y todo está circundado por grandes escarpes de calizas. Dentro del intrusivo, se pueden observar abundantes bloques redondeados por intemperismo esferoidal, así como abundantes vetas de cuarzo de color rojizo y pequeños diques de aplita.

En las fotografías aéreas se aprecia claramente que dentro del intrusivo existen dos sistemas de diaclasas bien definidas; uno con rumbo N70°E y otro N30°W.

Además del tronco descrito anteriormente, existen otros de menores dimensiones. El Cerro de Duraznillo, al poniente del poblado de Las Cruces, constituye un pequeño tronco intrusivo formado por una riolita hipabisal, de color claro, con textura porfídica. En lámina delgada presenta una textura holocristalina con la siguiente mineralogía: cuarzo y microclina en intercrecimiento gráfico o pegmatítico y sericita; como accesorios andesina y oligoclasa.

Diques y en ocasiones diquestratos, de diversos tamaños, intrusionan a ro-

cas de las Formaciones Indidura-Caracol y a La Peña-Cuesta del Cura. La roca que forma los diques es un pórfido riolítico de color claro. Generalizando, estos diques muestran una distribución radial partiendo del intrusivo.

Otro pequeño cuerpo intrusivo se localiza al nororiente del Rancho El Porvenir y aparentemente corta a rocas de la Formación Ahuichila, aunque esto no se vió muy claramente en el campo. Si efectivamente este cuerpo intrusiona a la Formación Ahuichila, implicaría dos períodos de intrusión, pues por las evidencias de campo, el autor considera que el Tronco de Cerro Blanco y los demás cuerpos son de edad pre-Ahuichila. En cambio, el que aparentemente intrusiona a la Formación Ahuichila sería de una edad post-Ahuichila, aunque, como ya se ha dicho, el contacto entre ambas rocas no se pudo apreciar claramente en el campo.

TECTONICA

Las estructuras cartografiadas en el área tienen su origen en tres períodos de deformación. Los dos primeros se efectuaron a principios del Terciario durante la Orogenia Hidalgoana (De Cserna, 1960). El primero fue de tipo compresional y el segundo, al finalizar la orogenia, fue de tipo tensional. El tercero tuvo lugar durante el final del Terciario, después de la extravasación de los materiales volcánicos y también fué de tipo tensional.

Las estructuras en el área de Peñón Blanco comprenden pliegues asimétricos y simétricos, y fallas normales, todos con una orientación NW-SE. Puede verse que la intrusión granítica plegó concéntricamente a las capas adyacentes.

PLIEGUES.—Todas las rocas marinas mesozoicas han sido plegadas con mayor o menor intensidad. Las estructuras plegadas más importantes son La Sierra de Yerbanís y La Sierra de San Jorge. (Lámina 1, Secciones Estructurales A-A' y B-B').

La Sierra de Yerbanís se encuentra al nororiente del mapa, corresponde a un anticlinal normal cuyo eje se prolonga en dirección suroriental saliendo del mapa; en total tiene una longitud de 30 km. En la porción septentrional de este anticlinal se encuentra emplazado el Tronco de Cerro Blanco y aquí se termina bruscamente el anticlinal.

Otra estructura importante es la Sierra de San Jorge, la cual está intensamente plegada. La orientación general de los pliegues es aproximadamente N-S con cierta tendencia al recostamiento hacia el nororiente.

FALLAS.—En el área se cartografiaron algunas fallas normales las cuales se han desarrollado principalmente en las rocas volcánicas o en la Formación Ahuichila. Como resultado de estas fallas, los terrenos presentan formas fisiográficas de cejas como al norte de La Muralla.

El rumbo general de las fallas es NW-SE (paralelo al rumbo de los pliegues), o E-W.

Las rocas volcánicas, en general, se presentan muy ligeramente ladeadas al surponiente y fracturadas con mayor o menor intensidad.

HISTORIA GEOLOGICA

El depósito de las rocas marinas de las Formaciones La Peña y Cuesta del Cura durante el Aptiano-Cenomaniano constituye el evento geológico más antiguo de que se tiene evidencia en el área estudiada. Estas rocas fueron depositadas en aguas marinas moderadamente profundas y lejos de la costa con ausencia de corrientes directas. Así lo sugiere el pedernal y la presencia de concreciones de óxido de hierro que indica condiciones de reducción en ese ambiente de depósito. Condiciones un poco diferentes a éstas prevalecieron en la porción occidental del área, donde se depositaron las rocas marinas del Cretácico no diferenciado. La estratificación ondulada en estas rocas fue el resultado de la compactación diferencial antes de la litificación.

Posteriormente, del Cenomaniano tardío al Coniaciano, las condiciones de depósito cambiaron notablemente. La presencia de material clástico en rocas de las Formaciones Indidura y Caracol indican la existencia de movimientos tectónicos durante ese tiempo. Por sus características, éstas rocas son depósitos de tipo "Flysch" que se acumularon antes de que ocurriera la Orogenia Hidalgoana. A principios del Terciario la región fue levantada y plegada, originándose entonces los actuales pliegues y estructuras en las rocas mesozoicas. Hacia finales de la orogenia la intrusión de troncos acentuó algunas de las áreas plegadas, produciendo deformación adicional en las rocas sedimentarias. Diques y diquestratos fueron también emplazados en las rocas sedimentarias cercanas a los troncos.

Esta deformación fue seguida por un ciclo de erosión de las rocas cretácicas deformadas y un período de vulcanismo del cual se tienen evidencias en el área. Como consecuencia, se depositó la Formación Ahuichila. De Cserna (1956, p. 27) señaló que los clásticos de la Formación Ahuichila son de tipo "Molasse", los cuales son depósitos continentales derivados de estructuras plegadas.

Después del depósito de la Formación Ahuichila, un nuevo ciclo de erosión se registró en el área el cual redujo los afloramientos existentes de rocas del Cretácico y de la misma Formación Ahuichila. A fines del Oligoceno, hubo fallamiento en bloques, el cual produjo cuencas, en una de las cuales se depositaron las rocas de la Formación San Pablo, que marca las primeras manifestaciones volcánicas del Terciario medio. Durante el Mioceno se intensificó la actividad volcánica de tipo ácido; este vulcanismo fue explosivo como lo atestiguan los derrames piroclásticos de la Formación Gamón. Durante el Plioceno-Pleistoceno, al cesar la actividad volcánica terciaria, un nuevo ciclo de erosión se inició, desarrollándose principalmente en áreas ocupadas por rocas extrusivas. Dicho ciclo dió comienzo a un proceso de rejuvenecimiento de los terrenos volcánicos, así como de las partes ocupadas por la Formación San Pablo. En este ciclo fué cuando se depositó la Formación Los Llanos. Esta última representa el depósito de grandes abanicos aluviales sobrepuestos que se fueron formando al ir retrocediendo por erosión el frente de la sierra de la cual derivaron. Se depositó sobre una superficie erosionada de rocas preexistentes, de ahí la variación tan grande de su espesor en cortas distancias.

Durante el Reciente se formaron los depósitos de aluvión. Evidentemente, desde el Pleistoceno el clima predominante en el área ha sido el de regiones áridas, como lo atestiguan los depósitos de caliche tan abundantes en el área.

GEOLOGIA ECONOMICA

ESTAÑO.—La mayor parte de los yacimientos de estaño en el mundo están relacionados principalmente con rocas graníticas. Sólo en México y una pequeña porción de Estados Unidos, los depósitos guardan estrecha relación con las rocas riolíticas. En particular en el Estado de Durango es común la presencia de estaño diseminado en tobas riolíticas y riolitas (Smith *et al.*, 1957).

En las cercanías de Las Minitas, al surponiente del mapa, se observaron pequeñas vetas que arman en tobas riolíticas de la Formación Gamón. Las vetas de estaño (casiterita) se encuentran en angostas fracturas de 2 a 5 cm de espesor. Estas fracturas tienen por lo regular rumbos e inclinaciones diversas.

La casiterita se presenta en estructuras laminares y fibrosas, botroidal, y de diferentes colores (negro, amarillo, rojizo y café). El mineral también se presenta como revestimiento irregular de pocos milímetros de grueso, y en forma de costras en las paredes de las fracturas. Localmente las vetas se ensanchan en bolsones mayores de los cuales los gambusinos llegan a obtener hasta 400 kg de mineral.

La mayor parte de las fracturas mineralizadas tienen superficialmente una longitud reducida, no mayor de 20 m y profundizan de 20 a 25 m.

Además de los criaderos ya citados, los habitantes del lugar encuentran estaño de placer en algunos de los arroyos que drenan rocas riolíticas, el que localmente le llaman "guijalo". Arroyos con estaño de placer son el de Los Charcos, el de Las Minitas y el Arroyo del Indio.

Como ha expuesto García (1926) en su Monografía del Estaño:

"la explotación se hace de manera rudimentaria, por gente del campo cuando no se ocupa de sus trabajos agrícolas. Los gambusinos se limitan a excavar el espacio necesario para que pueda pasar un cuerpo (cuando se trata de vetas) y luego a punta de barra desprenden los fragmentos metalíferos y los recogen. Cuando se trata de depósitos de placer, los gambusinos comienzan a remover las arenas y graznas superficiales valiéndose de un zapapico o barra; del material removido pulsándolo a mano, aprecian el peso, los granos que son de casiterita y los apartan en una jícara, a medida que profundizan la excavación aumenta el número de granos pesados hasta que llega a la roca maciza".

En general, la producción de estas minas es muy reducida y como ya se ha dicho solo por temporadas.

HIERRO.—Cerca del contacto de las calizas con el intrusivo se observaron algunas vetas de minerales de hierro, principalmente de limonita y de hematita de 30 cm de espesor, con un rumbo N25°W. Estas vetas varían en color desde amarillo, rojo claro a negro y arman en las calizas de las Formaciones La Peña y Cuesta del Cura. En esta zona también afloran vetas de cuarzo acompañado de sulfuros (galena y piritita). En algunas de estas vetas los gambusinos del lugar han llevado a cabo pequeñas obras de explotación, pero al parecer han tenido problemas con el agua pues las minas que se visitaron están inundadas.

Dentro del intrusivo se observaron también algunas vetas de cuarzo acompañado de óxidos de hierro.

En las rocas volcánicas, un kilómetro al surponiente del Rancho El Tullillo, se observó una zona donde se presenta un mineral negro a rojizo, con estructura

botroidal (goethita?; $\text{FeO}(\text{OH})$) acompañado por cuarzo bien cristalizado. Este mineral no se presenta en vetas; tal parece que fuera una segregación en las rocas volcánicas. En esta zona y en los alrededores de Las Minitas, es común encontrar las fracturas manchadas de un color negro.

WOLLASTONITA.—Se presenta en la zona de metamorfismo de contacto del intrusivo en rocas de las Formaciones La Peña y Cuesta del Cura y está acompañada de granate. La wollastonita es de color blanco, presenta estructura fibrosa y los granates son de un color verde.

Aparentemente no toda la caliza se metasomatizó. Se presenta en estructuras semejantes a vetas en espesores de 1 m ó menores con una orientación $\text{N}15^\circ\text{W}$.

Existen algunos denuncios de este mineral; su explotación la realizaban a cielo abierto, aunque tuvieron que suspenderla por no tener mercado el mineral.

CALCITA.—También cerca del intrusivo, en rocas de las Formaciones La Peña y Cuesta del Cura, se observaron algunas vetas de calcita en espesores de 2 a 4 m, con rumbo $\text{N}20^\circ\text{W}$, cuyos colores varían de blanco, gris, café oscuro y negro. En algunas vetas la calcita se presenta transparente. Las coloraciones se deben a impurezas. En algunas vetas la calcita está acompañada por aragonita.

CAOLÍN.—Al sur de El Ranchito, existe un pequeño denuncia por caolín en rocas de la Formación San Pablo, pero realmente este es de poca importancia.

Fuera del área estudiada, aproximadamente 5 km al sur de La Concha, existe un yacimiento de caolín de gran importancia, el cual lleva en explotación intensa 11 años y actualmente cuenta con cuantiosas reservas. Su explotación la realizan a cielo abierto. Se encuentra en rocas de la Formación Gamón y debe ser el resultado de la alteración hidrotermal de las mismas.

CALCEDONIA.—Como ya se ha dicho, la Formación San Pablo contiene abundante calcedonia. Se presenta en muy diversos colores rojo, café rojizo, azulosa y negra. En algunas partes está bandeada. En el Arroyo del Sargento es muy abundante.

AGUA.—Como sucede en casi todas las zonas áridas del país, es una zona con poca información climatológica y no existen estudios geohidrológicos previos.

En el área la precipitación media anual es de 367.3 mm y la temperatura media anual de 16.8°C , según datos de Blásquez (1959, p. 89-90). Probablemente esos datos fueron obtenidos de una estación climatológica localizada en el Rancho El Porvenir al norte de Peñón Blanco, pero que actualmente ya no está en operación.

A continuación se hace un comentario de los detalles observados. En el mapa geológico (Lámina 1) se localizaron los pozos y manantiales observados durante el trabajo de campo; hasta ahora, dentro del área, no se han hecho perforaciones profundas y las que existen son hechas a mano. En general, el agua que obtienen de estos pozos solo la utilizan para fines domésticos y para abrevaderos, lo cual da idea de sus reducidos gastos.

En cuanto a la permeabilidad de las rocas y sedimentos sueltos que afloran

en el área, el aluvión tiene una permeabilidad variable dependiendo del contenido de grava y arena, siendo por tanto localmente alta. La Formación Los Llanos es altamente porosa y permeable, por lo cual el autor considera que en el frente de la Sierra de Gamón, donde dicha formación presenta espesores considerables, puede formar acuíferos. La Formación Gamón se presenta sumamente fracturada; estas rocas constituyen la principal zona de alimentación de los manantiales que se localizan en el frente de la Sierra de Gamón. La Formación San Pablo puede considerarse prácticamente impermeable. Esto se comprueba por la presencia de manantiales en el contacto entre ambas formaciones como los que se presentan en los alrededores de Peñón Blanco y otros. La Formación Ahuichila es completamente impermeable. Las Formaciones Indidura y Caracol pueden considerarse impermeables, debido a que litológicamente consisten principalmente de capas de lutita y caliza impermeables con capas delgadas de arenisca intercaladas. Las Formaciones La Peña y Cuesta del Cura son dignas de tomarse en cuenta; La Peña es impermeable, pero la Formación Cuesta del Cura es importante por el hecho de que en la Sierra de Yerbanís existen grutas, al nororiente de El Ranchito y al norponiente de Cerro Blanco. En este último lugar, explotaron durante algún tiempo guano, lo que demuestra que esta gruta es de regulares dimensiones. La Formación Cuesta del Cura presenta porosidad secundaria, ésto y el hecho de presentarse entre dos formaciones impermeables, da a estas rocas en el subsuelo, las características necesarias para constituir muy buenos acuíferos. En realidad estas rocas sí contienen agua, pues en la Sierra de Yerbanís (ladera occidental) se encontraron algunos manantiales y en pequeñas obras mineras en estas rocas han tenido problemas con el agua.

Dentro del área estudiada existen dos manantiales de importancia, uno en las cercanías del poblado de Jacales, en la porción norte de la hoja, el segundo en el poblado de La Concha, al sur de Peñón Blanco (fuera del mapa).

El primero está formado por una serie de pequeños manantiales de aguas termales sulfurosas. El agua es incolora o rojiza con marcado olor a H_2S , depositando residuos de color blanco (carbonatos). Estos manantiales tienen una temperatura elevada ya que el agua sale hirviendo. Se presentan en rocas fracturadas de la Formación Ahuichila.

Los manantiales de La Concha están precisamente en el poblado del mismo nombre, situado 8 km al surponiente de Peñón Blanco. Éstos no presentan una temperatura tan elevada como los de Jacales, pero su gasto es muy importante. En La Concha el agua es potable y no se presentan a simple vista sólidos en solución. Prácticamente en época de estiaje toda el agua que lleva el Río Peñón Blanco procede de estos manantiales y debe ser la descarga de los acuíferos que se localizan en las riolitas, de la Formación Gamón y en parte de las gravas Los Llanos. Estos manantiales se localizan en una zona fracturada de la Formación Gamón, muy cerca del contacto con la Formación Los Llanos.

El Río Peñón Blanco es permanente lo que indica que los acuíferos de esa zona están saturados. En los alrededores de Peñón Blanco existen numerosos manantiales y aparentemente están relacionados con los manantiales de La Concha.

LITERATURA CITADA

- BLÁSQUEZ-LÓPEZ, LUIS, 1959. *Hidrogeología de las regiones desérticas de México*: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Anales, t. 15, 172 p.
- CSERNA, ZOLTAN DE, 1956. *Tectónica de la Sierra Madre Oriental de México entre Torreón y Monterrey*: Cong. Geol. Internat., 20, México, Monogr., 87 p.
- 1960, *Orogenesis in time and space in Mexico*: Geol. Rundschau, v. 50, p. 595-605.
- EDWARDS, J. D., 1955, *Studies of some early Tertiary red conglomerates of central Mexico*: U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 264-H, 32 p.
- ENCISO DE LA VEGA, SALVADOR, 1963, *Hoja Nazas 13R-k(6) con Resumen de la geología de la Hoja Nazas, Estado de Durango*: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Carta Geológica de México, Serie de 1:100,000.
- 1968, *Hoja Cuencamé 13R-1(7) con Resumen de la geología de la Hoja Cuencamé, Estado de Durango*: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Carta Geológica de México, Serie de 1:100,000.
- GARCÍA, J. A., 1926, *Monografía del estaño*: Bol. Minero (México), v. 22, p. 6-29.
- HUMPHREY, W. E., 1949, *Geology of the Sierra de Los Muertos area and paleontology of the La Peña Formation, Mexico*: Bull. Geol. Soc. America, v. 60, p. 89-176.
- IMLAY, R. W., 1936, *Geology of the western part of the Sierra de Parras, Coahuila, Mexico*: Bull. Geol. Soc., America, v. 47, p. 1009-1038.
- 1937, *Geology of the middle part of the Sierra de Parras, Coahuila, Mexico*: Bull. Geol. Soc. America, v. 48, p. 587-630.
- PANTOJA-ALOR, JERJES, 1963, *Hoja San Pedro del Gallo 13R-k(3) con Resumen de la geología de la Hoja San Pedro del Gallo, Estado de Durango*: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Carta Geológica de México, Serie de 1:100,000.
- RAISZ, ERWIN, 1959. *Landforms of Mexico*: Cambridge, Mass., mapa con texto, escala 1:3,000,000.
- ROGERS, C. L., CSERNA, ZOLTAN DE, VAN VLOTEN, ROGELIO, TAVERA-A, EUGENIO, Y OJEDA-R., JESÚS, 1961, *Reconocimiento geológico y depósitos de fosfatos del norte de Zacatecas y áreas adyacentes en Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí*: Cons. Rec. Nat. no Renovables (México), Bol. 56, 322 p.
- SMITH, W. G., GUIZA, REINALDO, JR., Y SEGERSTROM, KENNETH, 1957, *Los yacimientos de estaño en el Estado de Durango*: Inst. Nal. Invest. Recursos Minerales (México), Bol. 36, 63 p.