

LAS ARENAS DE CUARZO DE LA REGION DE CORRALITOS, CHIHUAHUA

Jerjes Pantoja Alor^{1,2}

El estudio de las arenas de cuarzo de la región de Corralitos, Chihuahua, comprende las siguientes áreas: Santa Rosa-Ampliación Santa Rosa, Lolis-Marterola, Uribe, San Juan, Cerro Blanco-Maravillas. El cuarzo de los depósitos de arena de la formación Maravillas es el producto de la erosión de antiguas tobas y de otras rocas volcánicas. La formación Maravillas (Mioceno-Plioceno) es de origen fluvial-lacustre y durante el tiempo de su depósito hubo actividad volcánica de carácter explosivo; al final y posteriormente al periodo eruptivo, tuvo lugar en la región una intensa actividad hidrotermal que alteró en parte a la formación Maravillas y a las rocas volcánicas.

Los granos de cuarzo varían de arredondados a bien arredondados y su esfericidad es bastante elevada: el cuarzo es de alta temperatura y su probable origen está en tobas de composición riolítica. El despulimento es debido al ataque de la superficie de los granos por aguas freáticas alcalinas y otra explicación es la acción abrasiva de los agentes eólicos.

El "Coeficiente de Trask" (S_o) de las 12 muestras colectadas varía de 1.24 a 1.77 que corresponden al grupo de sedimentos bien clasificados. Se determinaron los valores del primer cuartil (Q_1) y del tercer cuartil (Q_3), el valor de la mediana (QM) y el valor del cuartil de desviación (QDA). Con los datos anteriores se prepararon curvas acumulativas de las muestras las que se usan para obtener directamente el porcentaje de grano de determinado diámetro. El contenido de arcilla (incluye fragmentos volcánicos) de las muestras varía de 14% a 51% por lo que será necesario un proceso de lavado y clasificación para su comercialización.

ABSTRACT

Study of quartz sands of the Corralitos region of Chihuahua State, comprises Santa Rosa-Ampliación Santa Rosa, Lolis-Marterola, Uribe, San Juan, Cerro Blanco and Rancho Blanco-Maravillas area. The quartz of the sand deposits of Maravillas formation (Miocene-Pliocene) is the erosion product of old tuffs and other volcanoclastic rocks. The Maravillas formation is of fluvial-lacustrine origin and during its accumulation explosive volcanic activity prevailed. At the end and after the eruptive period the region experienced intense hydrothermal activity that altered part of the Maravillas formation and part of the volcanic rocks.

The quartz grains vary from rounded to well rounded and the sphericity is considerably high. The quartz is high temperature and it probably originated in the rhyolitic tuffs. Its corrosion is due to the action of alkaline ground waters coupled with eolian processes.

The "Trask Coefficient" (S_o) of 12 samples varies from 1.24 to 1.77, that corresponds to well sorted sediments. Values of the first quartile (Q_1), the mean (QM) and the deviation quartile (QDA) were determined. With these data, cumulative diagrams of the samples were prepared and utilized for obtaining directly the percentage of the given grain diameter. The clay content of the samples (including volcanic fragments) varies from 14% to 51% which indicates the necessity of washing and classifying processes for its commercialization.

¹ Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, México 20. D. F.

² Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Insurgentes Sur 1809. México 20, D. F.

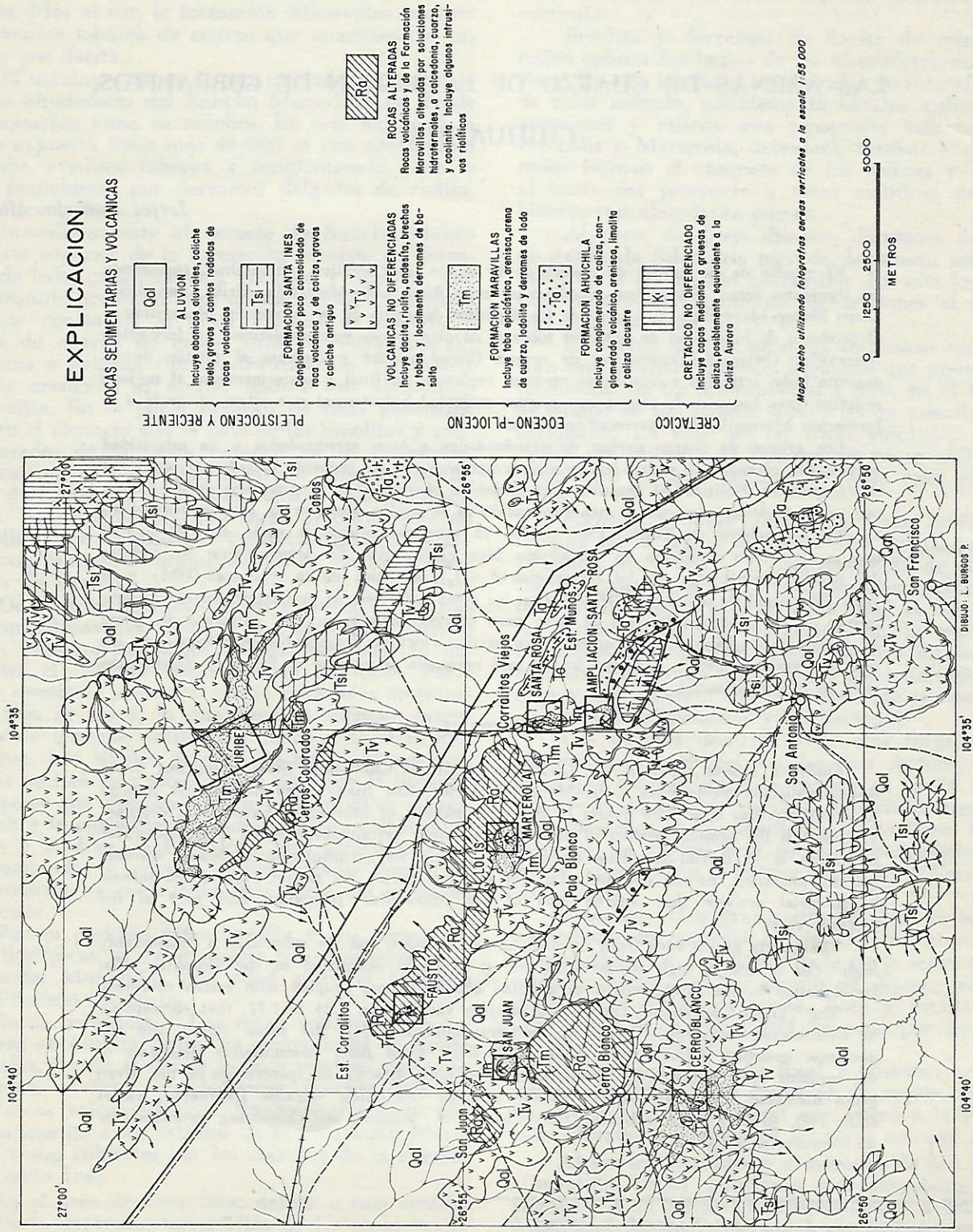


Figura 1.—Mapa geológico de reconocimiento de la región de Carralitos, Chihuahua.

INTRODUCCION

Localización y acceso.—La región del presente estudio cubre un área aproximada de 2,000 km² de la parte suroriental del Estado de Chihuahua. La ciudad de Jiménez, Chih., es el mayor y más cercano núcleo de población a esta área. El Ferrocarril Central México-Ciudad Juárez y la carretera estatal Torreón-Jiménez (carretera estatal de Chihuahua número 9) permiten el acceso a los depósitos de Corralitos, localizados en la parte meridional de la región. La estación de Corralitos, a un kilómetro del Km 37 de la carretera Torreón-Jiménez, es el principal centro de embarque del caolín que se extrae de la zona.

Una brecha de 62 km, transitable durante todo el año por vehículos de rodada alta, parte de Jiménez hacia el oriente para comunicar con el prospecto de Rancho Blanco-Maravillas. En general, todos los prospectos están bien comunicados por numerosas brechas que permiten el paso de vehículos de rodada alta o de doble tracción durante casi todo el año.

Fisiografía.—De acuerdo con la clasificación de Raisz (1959), la región estudiada se localiza en la provincia fisiográfica denominada Cuencas y Sierras. El rasgo fisiográfico más importante de la parte oriental lo constituye la Sierra de Los Remedios, con una altura promedio de 2,000 m. La porción central y occidental, que tiene una altura promedio de 1,400 m sobre el nivel del mar y un relieve no mayor de 100 m, se caracteriza por una disección medianamente intrincada y una fase de tardía juventud geomorfológica. Los elementos hidrográficos del área pertenecen a la cuenca hidrográfica del Río Florido.

Antecedentes.—Los yacimientos de arena de cuarzo de Corralitos han sido objeto de varios estudios geológico-económicos por diferentes compañías nacionales y extranjeras; sin embargo, el autor no tuvo acceso a ninguno de estos informes. Las minas de caolín, actualmente en explotación, ubicadas inmediatamente al oeste de Corralitos se conocen desde hace unos 25 años. Los depósitos de arena son conocidos desde hace varios años, pero su explotación ha sido en mínima escala, principalmente los lotes de Santa Rosa y Fausto de donde se han extraído unas cuantas decenas de toneladas. El presente trabajo tuvo sus bases en un estudio preliminar de geología-económica realizado en el año de 1964.

Reconocimientos.—El autor se muestra agradecido al Ing. Diego A Córdoba, Director del Instituto de Geología, por el apoyo a este estudio. Las pruebas de caracterización de las muestras colectadas fueron realizadas en el laboratorio de petrografía bajo la supervisión del Ing. Eduardo Schmitter, en aquel tiempo Jefe del Departamento de Minerología y Petrología del Instituto de Geología.

RECONOCIMIENTO ESTRATIGRAFICO

Caliza Aurora.—La unidad más antigua que aflora en la región, consiste de caliza en capas gruesas a medianas, de edad albiana-cenomaniana, que tentativamente se asignan a la Caliza Aurora (Burrows 1910, p. 96-97). Los afloramientos de

esta formación se observan inmediatamente al sur del lote Ampliación Santa Rosa, entre los ranchos San Rafael (Corralitos Viejo) y San Antonio (Figura 1). Esta misma unidad aflora en los terrenos del Rancho Cañas, unos 2 km al norte de la carretera Torreón-Jiménez. Es posible que la mayor parte de la Sierra de Los Remedios se encuentre formada por esta caliza y por otros clásticos de edad mesozoica.

Formación Ahuichila.—Una discordancia angular separa a las calizas mesozoicas de los clásticos de Terciario temprano llamados en el presente trabajo Formación Ahuichila (Rogers *et al.*, 1961, p. 108). Esta unidad consiste de conglomerado de caliza y roca volcánica, arenisca, limolita y lodolitas de origen continental, que rellenaron bloques fallados en continuo movimiento.

Su litología es extremadamente variable, aún dentro de corta distancia, mostrando las capas individuales una gradación en textura desde limolita hasta conglomerado de cantos rodados. La Formación Ahuichila se encuentra cubierta por la formación Maravillas y por rocas volcánicas más jóvenes. Afloramientos de esta unidad se observaron al sur del Lote Santa Rosa, y en los cortes de la carretera Torreón-Jiménez a la altura de la Estación Muñoz. A rocas similares en el distrito minero de Guanajuato se les ha asignado una edad del Eoceno tardío-Oligoceno temprano (Fries *et al.*, 1955).

Formación Maravillas.—Con este nombre se designa informalmente en este trabajo a una gruesa secuencia de derrames de lodo, conglomerados, tobas epiclásticas, tobas piroclásticas, areniscas tobáceas y arenas de cuarzo, que descansan discordantemente sobre la Formación Ahuichila o rocas más antiguas y son cubiertas por derrames volcánicos y otras rocas volcanoclásticas del Terciario medio y superior. Esta unidad cubre una extensión de más de 2,500 km² y su estudio es de vital importancia, porque en ella se formaron los depósitos de arena de cuarzo objeto del presente trabajo. El color predominante del conjunto litológico varía de crema claro a blanco, lo que permite la fácil identificación de esta unidad en las fotografías aéreas. Cerca de Corralitos y en Uribe, la formación Maravillas consiste de capas delgadas a medianas de toba y arenisca con inclusiones de cantos rodados hasta de 30 cm de largo, como se observa en el Cerrito Rojo, dentro del Lote Santa Rosa, y en la parte superior de la formación, cerca del contacto con las rocas volcánicas dentro del área de Uribe. En estas localidades las areniscas varían de ligeramente compactas a muy compactas, debiéndose esto en parte a procesos diagenéticos posteriores en los que intervino el agua freática que disolvió la sílice de ciertas capas y la depositó como calcedonia en otras.

En Santa Rosa el depósito de arena de cuarzo se encuentra unos 100 m abajo de la parte superior de la formación, mientras que en Marterola y en Fausto, aparentemente, corresponde a la parte superior, pues está directamente cubierto por rocas volcánicas más jóvenes. Es evidente que una intensa erosión tuvo lugar antes del depósito de las rocas volcánicas. Capas de conglomerados finos se obser-

varon en el Cerrito Rojo de Santa Rosa, en Fausto, y en Uribe. Los fragmentos consisten de pómez, dacita y cuarzo, en matriz arcillosa de color blanco. Al norte de Marterola, dentro del área cartografiada y en el lugar llamado el Puerto, aflora un conglomerado fino de fragmentos volcánicos, pómez y roca alterada. Más al sur, la formación Maravillas consiste de arenisca tobácea de cuarzo que se encuentra cubierta por dacita.

El máximo espesor de esta unidad fue observado en los alrededores del Rancho Maravillas de donde la formación toma su nombre. En esta localidad la parte expuesta tiene más de 200 m con predominio de toba, arenisca tobácea y conglomerado, todo lo cual es cubierto por derrames delgados de riolita. No aflora la base.

Inmediatamente al noreste de Rancho Blanco la parte superior de la formación consiste en derrames de lodo, conglomerado, arenisca y limolita, que en conjunto presentan una coloración café. La parte inferior consta de arenisca tobácea de cuarzo, y arena de cuarzo de grano fino, de estratificación mediana a delgada con diastratificación. La matriz de las areniscas es arcilla blanca con abundante magnetita. En la parte superior de estas areniscas, casi en el contacto con la base de las limolitas y conglomerados de la parte superior de la formación, se localizan los depósitos de arena fina de cuarzo, aquí denominados prospecto Rancho Blanco-Maravillas. Sobre la brecha que corre prácticamente en el valle entre Chupaderos y Rancho Blanco, se observaron numerosos afloramientos de areniscas compactas de cuarzo.

Durante el depósito de los clásticos de la formación Maravillas existían en la región una o varias cuencas con lagos o lagunas, como lo demuestra el carácter epiclástico de las tobas. Parte de las areniscas presentan claras evidencias de transportación de tobas, lo que permite suponer extensiones de terrenos positivos o cuerpos no continuos de agua. Los límites precisos de estas cuencas terciarias no han sido establecidos, pero por la litología se supone que Rancho Blanco y Maravillas corresponden a la parte más baja de aquella antigua topografía y el área de Corralitos, con abundancia de conglomerados y grandes cantos rodados dentro de la formación se encontraba más cerca del borde de la cuenca.

Por su posición extratigráfica y sus características litológicas, el autor asigna tentativamente a la formación Maravillas una edad entre el Mioceno y el Plioceno temprano.

Rocas volcánicas.—Las rocas volcánicas dentro del área en estudio varían en composición de riolita a basalto, siendo la dacita la roca predominante. Se presentan en forma de derrames, brechas, tobas y otras rocas volcánicas. En general cubren discordantemente a los estratos de la formación Maravillas y son cubiertas por los clásticos de la Formación Santa Inés.

En el área de Corralitos, debido a una erosión intensa, la expresión topográfica de las rocas volcánicas es la de lomeríos de poca elevación que antiguamente tuvieron mayor altitud y extensión. En Uribe, la topografía está relacionada con bloques

fallados de inclinación al oriente y cuyas crestas se encuentran bastante erosionadas. En los alrededores de Maravillas la expresión topográfica es la de pequeñas mesas cuya parte superior está formada por derrames de riolita que cubren rocas volcánicas más suaves, lo que causa algunos escarpados casi verticales.

Brechas y derrames de dacita de color café rojizo cubren las lomas de los alrededores de Santa Rosa. En esta localidad un derrame de roca afanítica de color morado, posiblemente basalto, cubre a las anteriores y rellena una topografía más reciente. En Lolis y Marterola, derrames, brechas y aglomerados forman el casquete de las colinas y cubren al norte del prospecto a tobas riolíticas de color blanco, con abundante pómez.

Al oeste de Cerro Blanco, derrames delgados de dacita de color gris morado descansan sobre las tobas de la Formación Maravillas. En esta localidad una falla posterior inclinó los derrames al oriente con echados entre 10 y 16°.

En virtud de que las rocas volcánicas no muestran una definida sucesión litológica que pudiera ser reconocida de un afloramiento a otro, en el trabajo de campo no fué posible separarlas en miembros individuales. La edad de las rocas volcánicas puede variar del Mioceno al Plioceno, y no se excluye la posibilidad de que algunas de ellas sean más jóvenes.

Formación Santa Inés.—Con este nombre se designa en la región de San Pedro del Gallo, Dgo. (Pantoja-Alor, 1963), a una secuencia de clásticos continentales de grava a conglomerado, cementados por arcilla, limo y caliche, cuya edad es del Plioceno tardío-Pleistoceno temprano. En la región de Corralitos, esta unidad sobreyace con discordancia angular a las rocas volcánicas y unidades más antiguas y está cubierta concordantemente por depósitos aluviales del Pleistoceno y del Reciente.

Los mejores desarrollos de esta formación se observaron al sur del rancho San Antonio, y su expresión topográfica más común es la de colinas subarredondadas con drenaje dendrítico amplio y bien disecadas. Al occidente de Santa Rosa, conglomerados de cantos volcánicos, principalmente de dacita, constituyen la mayor parte de la Formación Santa Inés.

Aluvión.—Una gran parte del área se encuentra rellena de material aluvial de una amplia variación litológica. Los bajíos de la parte septentrional están cubiertos por un manto de espesor variable de 10 m a 50 m de arena, limo y arcilla. Una gran parte de la grava está formada por fragmentos de roca volcánica.

Rocas alteradas.—Al final y posteriormente al período eruptivo, tuvo lugar en la región una intensa actividad hidrotermal que alteró a la Formación Maravillas y parte de las rocas volcánicas.

Al sur de Corralitos y al noroeste de San Rafael (Corralitos Viejo) soluciones con abundante sílice alteraron a la formación Maravillas y a las rocas volcánicas, formando crestones de cuarzo y calcedonia, que por su resistencia a la erosión constituyen las partes altas de la actual topografía. El Cerro Blanco, uno de los rasgos topográficos más notables

de la región, está formado por una roca bastante silicificada que en parte forma cuerpos de cuarzo y calcedonia, los cuales aún conservan parte de la estructura brechoide de la dacita original.

Los Cerritos Colorados, frente a Corralitos y al noreste de la carretera Torreón-Jiménez, forman una franja orientada NW-SE de rocas silicificadas, caolinizadas y alteradas, que por oxidación presentan una coloración rosada o rojiza.

Efectos de silicificación, silicatación y argilización también se observaron al sur y al oriente del prospecto Uribe, y en los terrenos del rancho Cañas.

Inmediatamente al oriente de Corralitos y también en el área de San Juan, las soluciones hidrotermales alteraron en parte a las tobas de la formación Maravillas y originaron los depósitos de caolín actualmente en explotación.

GENESIS DE LOS DEPOSITOS DE ARENA

En el presente trabajo se considera a la formación Maravillas como de origen fluvial-lacustre. Dentro de esta misma categoría se consideran las tobas epiclásticas que fueron depositadas en pequeños cuerpos de agua. La notable estratificación, de pobre a mediana clasificación y abundante diastratificación, confirma lo anterior.

El material clástico puede ser el resultado de la erosión de antiguas tobas y otras rocas volcánicas. Una gran proporción de estos sedimentos son piroclásticos, producto de alguna actividad volcánica de carácter explosivo. Parte de estas tobas fueron erosionadas y acarreadas penecontemporáneamente en los lugares más bajos durante el depósito de la formación Maravillas lo que permitió una selección de los granos de cuarzo y el lavado del material fino. Otro de los motivos de la concentración de arena de cuarzo es que el material arcilloso cementante de las areniscas fue disuelto y transportado por aguas de un antiguo nivel freático dejando áreas de arenas poco compactas.

Ciertos cuerpos de arena son el resultado de la erosión e intemperismo sobre las capas de arenisca compacta, como se observa en Uribe y en algunas localidades de Santa Rosa. Este tipo de depósitos es de poca extensión y la arenisca compacta vuelve a aparecer a un metro o 1.5 m de la superficie expuesta. Los depósitos poco compactos de arena fina de Rancho Blanco se deben en parte a la disolución y humedecimiento de la matriz arcillosa por aguas percolantes a lo largo del contacto con las limolitas y derrames de lodo.

La observación de los granos al microscopio demuestra que el cuarzo es de alta temperatura (cuarzo Beta) o volcánico y que su probable origen son tobas de composición riolítica. Los granos varían de arredondados a bien arredondados y su esfericidad es bastante elevada. Una de las razones del alto grado de redondez se debe a la transportación de los clastos en un medio fluido de baja viscosidad (agua) y alta turbulencia (Figuras 2 y 3). Sin embargo, no se descarta la posibilidad de la in-

tervención de agentes éolicos, o de un segundo ciclo antes de su depósito en la formación Maravillas.

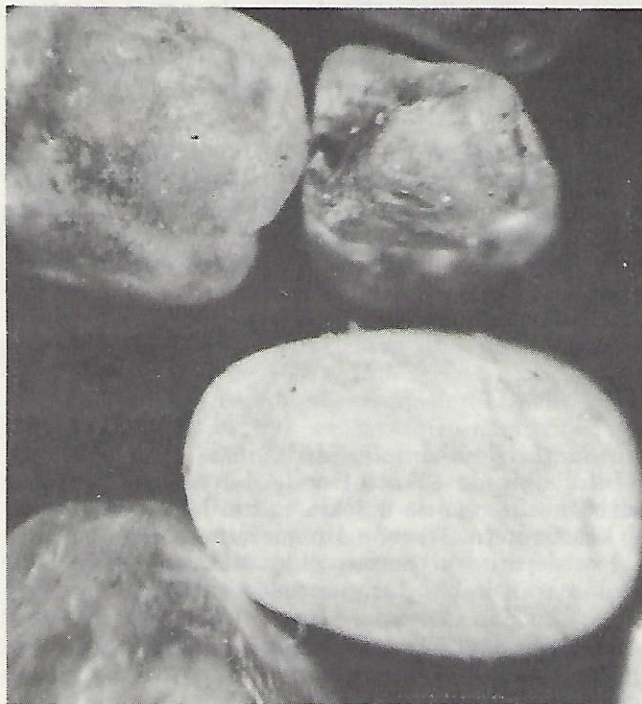


Figura 2.—Fotomicrografía que muestra la redondez y esfericidad de los granos de cuarzo y calcedonia de la muestra Pa-142, malla + 18. Nótese el despulimiento de los granos. X 60.

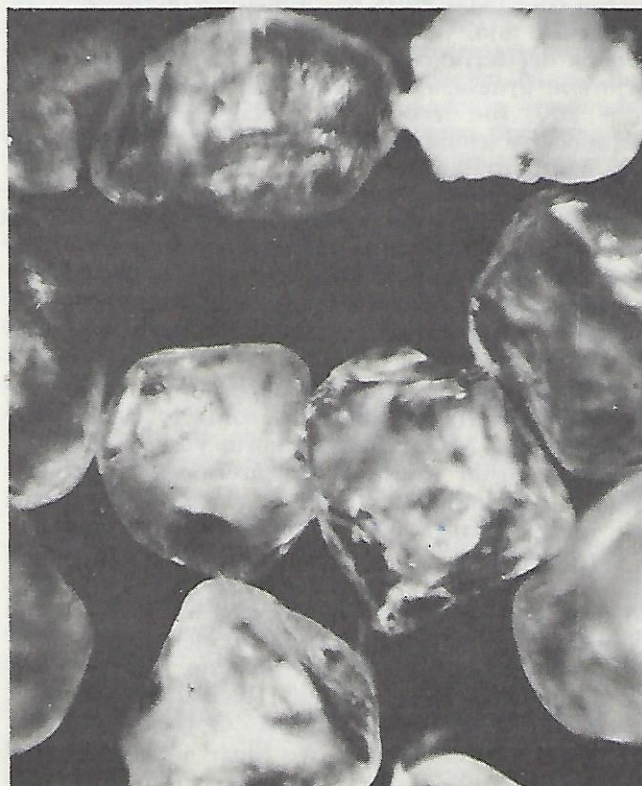


Figura 3.—Fotomicrografía que muestra una menor esfericidad y redondez del cuarzo de la muestra Pa-132, malla + 60, a medida que disminuye el tamaño X 80.

Una de las explicaciones del despulimento del cuarzo, es la activa circulación de aguas fráticas alcalinas a través de las capas y que atacaron lentamente la superficie de los granos. Otra explicación probable es la de la acción abrasiva de los agentes éolicos.

Un fenómeno común de los depósitos de arena visitados es la alternancia de capas de areniscas muy compactas, con matriz silíceas. El fenómeno se puede explicar por la disolución por aguas fráticas de la sílice de capas superiores y su depósito en forma de calcedonia en capas inferiores.

YACIMIENTOS

Santa Rosa-Ampliación Santa Rosa.—Se encuentra ubicado 1 km al oeste del Rancho San Rafael. Una brecha de 2.5 km parte del Kilómetro 47 de la carretera Torreón-Jiménez, pasa por San Rafael y permite el acceso a los afloramientos. Este camino transitable durante todo el año, termina en el Rancho San Antonio. Un tajo de 55 m de largo por 8 m de ancho y 2 m de profundidad abierto por un "bulldozer", es la principal obra minera observada. De esta obra han sido extraídas algunas decenas de toneladas de arena, las cuales han sido lavadas tanto en San Rafael como en Jiménez.

Tres muestras de canal (Pa-133 y Pa-134), fueron colectadas en la parte media y extremo meridional del tajo, y una cuarta muestra (Pa-135) fue tomada del terreno que bordea el tajo. El promedio de arena gruesa a muy fina (de la malla + 18 a la + 200) fue de un 77% y el 23% restante debe considerarse como arcilla, pómez y conglomerado fino. Un pozo de 2 m \times 2 m y 10 m de profundidad permite la observación de las capas 50 m al norte de una Mojonera de Localización. Estas consisten de arenisca tobácea y conglomerado fino con muy poco contenido de arena suelta, como se pudo comprobar en el terreno. Otra cata con las mismas características litológicas se localizó unos 25 m al este del pozo.

Estratigráficamente, el depósito de arena se localiza unos 100 m abajo del contacto superior de la formación Maravillas. Al norte y al oeste el yacimiento, queda limitado por areniscas compactas, tobas y conglomerados finos, y al oeste y suroeste, por roca volcánica que lo cubre discordantemente.

Ciertas áreas con posibilidades arenosas fueron observadas tanto al pie del Cerrito Rojo, como a unos 30 m al norte del tajo, y a unos 70 m al oriente del camino, también sobre la falda occidental del Cerrito Rojo. Unos 250 m al oeste del tajo y al otro lado de los lomeríos, sobre la falda occidental del cerro, existe otra zona con posibilidades de contener arena.

Una intensa erosión tuvo lugar antes y después de los derrames de dacita que cubren a la formación Maravillas en este lugar, pues posteriores derrames de una roca más básica cubrieron una topografía erosionada, tanto en la dacita como en la formación Maravillas, preservando al depósito de arena.

Tomando en cuenta la variación de la litología de las areniscas y la carencia de obras mineras que permitan observar la continuidad del depósito no se consideró conveniente cuantificar reservas probadas. En el presente trabajo únicamente se cuantificarán reservas posibles y probables.

Las reservas posibles de Santa Rosa tomando como base el área de un rectángulo de 2,400 m² sobre el tajo, son del orden de 20,000 toneladas. De este tonelaje aproximadamente un 25% corresponde a material arcilloso, toba, conglomerado fino y otras impurezas. El 75% restante corresponde a arena de cuarzo de un grano variable tal como se observa en las curvas granulométricas.

Una cata de 2 m \times 2 m \times 1 m de profundidad es la única obra minera que se observó en el Lote Ampliación Santa Rosa. La arena varía de fina a gruesa y contiene abundante arcilla. La arena está cubierta por aluvión y cantos de roca volcánica. Unos 50 m al oeste aflora la dacita, la cual cubre a conglomerados finos y areniscas bastante compactas.

Para tener un mejor conocimiento de las posibilidades económicas de este prospecto es necesario remover con un "bulldozer" la cubierta de aluvión o cavar varias zanjas para delimitar la extensión del yacimiento.

Lolis-Marterola.—El prospecto de arena Lolis-Marterola se encuentra ubicado unos 5 km al sureste de la estación de Corralitos. Una brecha de 6.5 km que corre paralela a la vía del ferrocarril une a la estación de Corralitos con el prospecto.

El depósito de Marterola, de norte a sur, tiene un área aproximada de 4,000 m², y es rodeado por derrames y brechas de composición dacítica con partes muy silicificadas. Una cata de 6 m \times 2 m \times 1.5 m de profundidad, es la única obra minera que se observa en el prospecto. Pequeñas zanjas de poca profundidad y en la actualidad parcialmente aterradas, fueron excavadas rodeando la cata principal para probar el material.

La parte septentrional del depósito es cubierta por derrames, brechas y tobas de composición dacítica, que sobreyacen a conglomerados finos y a tobas epiclásticas de la formación Maravillas. Esta última unidad y las rocas volcánicas fueron silicificadas y caolinizadas por soluciones hidrotermales que ascendieron a través de fracturas orientadas NE-SW y que forman los crestones de cuarzo, calcedonia y caolinita que se observaron tanto en el Puerto como en los alrededores de Marterola. Una gruesa capa de suelo cubre casi todo el yacimiento. Dos zonas con perspectivas de contener arena, fueron marcadas en el mapa, una aproximadamente a 200 m de la cata de Marterola y la otra 250 m al este de una Mojonera de Localización.

Debido a que no existen obras mineras suficientes que permitan calcular reservas probadas y, que además la arenisca contiene mucho material arcilloso, al cálculo de reservas de Marterola se considera más como probable que como posible, alcanzando las 10,000 toneladas. Para un mejor conocimiento de la capacidad de Marterola, se reco-

mienda el uso de un "bulldozer" para hacer un tajo similar al de Santa Rosa.

Rancho Blanco-Maravillas.—El prospecto de Rancho Blanco-Maravillas cubre un área de varios kilómetros de extensión que comprende terrenos de los Ranchos Pampas, Maravillas y Blanco, localizados 50 km al oriente de Jiménez. Chih. Una brecha de 62 km que pasa por Chupaderos y Rancho Blanco parte de Jiménez al oriente, para terminar en el Rancho Maravillas.

Arenisca tobácea compacta, toba y conglomerado fino afloran sobre el camino unos 5 km antes de llegar a Rancho Blanco, viniendo de Chupaderos. Unos 3 km antes de llegar a Rancho Blanco, se observan en el lado septentrional del camino buenos afloramientos de arenisca tobácea de grano fino, con cuarzo.

Un depósito de arena poco compacta fue localizado inmediatamente arriba del Arroyo de las Pampas (nombre informal dado por el autor), muy cerca o en el contacto con la parte inferior de una gruesa secuencia de lodolita, limolita y conglomerado que forman la parte superior de la formación Maravillas.

La arena varía de fina a muy fina con un alto contenido de arcilla y magnetita. La muestra Pa-140 de arena lavada por corrientes de agua, fue colectada en el lecho del arroyo, y las muestras Pa-139 y Pa-141 fueron colectadas directamente del yacimiento. La arena varía de grano muy fino a fino con abundante material arcilloso y opacos. Las areniscas inmediatamente abajo de este afloramiento presentan estratificación cruzada.

Aproximadamente 1 km al norte de Rancho Blanco otro depósito de arena muy similar al anterior, se localizó sobre la cabecera del arroyo que alimenta al presón del rancho. Se encuentra precisamente abajo del contacto con las limolitas y conglomerados de color café de la formación Maravillas. En este depósito se colectó la muestra Pa-142, que consiste de arena mediana a fina, de color blanco, ligeramente arcillosa y con fragmentos de roca volcánica y magnetita.

El contenido de arcilla (incluye pómez, magnetita y otras impurezas) de la muestra Pa-140 es de un 12% que se explica al ser lavada por las corrientes del arroyo. El contenido de arcilla de la muestra Pa-139 es de un 30%, de la Pa-141 de un 44% y de la Pa-142 de un 8%. Esta última muestra presenta un 38% de arena retenida en la malla + 18. Por su bajo contenido de arcilla y el alto porcentaje de granos medianos se considera a esta muestra como la mejor de todas las colectadas durante el presente estudio.

Una arena bastante arcillosa de grano fino poco compacta, con abundantes fragmentos de roca volcánica y en capas delgadas se observó en el tramo de la noria del Rancho Maravillas. El nivel frático se encuentra a unos 10 m lo que permite observar las capas de arenisca y la cubierta de 6 m de aluvi6n.

Debido a lo extenso de los afloramientos de arenisca es necesario una exploraci6n de m6s detalle de este prospecto y un muestreo extensivo de los dos dep6sitos de arena ya localizados.

Cerro Blanco.—Los afloramientos de la formaci6n Maravillas expuestos 1.5 km al sur del poblado de Cerro Blanco se denominan en el presente trabajo como Prospecto Cerro Blanco (Figura 1). Una brecha de 12 km que pasa por San Juan comunica al prospecto con la estaci6n de Corralitos.

Los afloramientos de la formaci6n Maravillas en esta localidad consisten de tobas epicl6sticas, conglomerados finos y areniscas tob6ceas con cuarzo, que se encuentran cubiertas por aluvi6n. La topografía es suave con relieve de 20 m. En la parte oriental del prospecto las areniscas y tobas se encuentran cubiertas por un derrame de dacita o de rocas m6s b6sicas, el cual tiene una inclinaci6n al oriente que varía de 10° a 15°.

Varias catas fueron observadas en el lado oriental del camino, las que se cavaron en aluvi6n con un espesor de 1 a 2 m. La arena es de grano medio a grueso, bastante arcillosa, con pocas posibilidades econ6micas, pero siendo el área tan grande no debe descartarse la posibilidad de encontrar por medio de una exploraci6n sistemática uno o m6s dep6sitos de arena con car6cter econ6mico. No se colectaron muestras del prospecto.

Uribe.—El prospecto de areniscas tob6ceas y de cuarzo de Uribe se encuentra ubicado unos 6 km en línea recta al noreste de Corralitos. Una brecha de 9 km que parte del Kil6metro 38 de la carretera Torre6n-Jiménez, permite el acceso a los afloramientos. Las mayores exposiciones de arenisca tob6cea cuarzosa afloran sobre el Arroyo de Uribe. Las capas varían de delgadas (3 a 15 cm) a medianas, son de grano fino a medio y presentan un color blanco a crema, típico de la formaci6n Maravillas. Los granos varían de subarredondados a arredondados con alta esfericidad. Algunas capas presentan estratificación cruzada sobre todo aquéllas de grano medio a grueso y de espesor de 15 a 30 cm. Las areniscas de grano fino tienen un mayor contenido de arcilla.

El grado de compactaci6n de las areniscas es alto y únicamente hay arena en aquellos lugares en donde el intemperismo y la erosi6n han actuado intensamente, como se observ6 en el Arroyo de Uribe. La muestra Pa-143 de este tipo de arena fue colectada en el margen septentrional del arroyo. Su contenido de arcilla es de 34% y la porci6n arenosa est6 representada por abundantes finos. No se obtuvo muestra de las mallas + 18 y + 20 (Tabla 1). Afloramientos de arena, similares a los de Santa Rosa no se observaron dentro de los límites del prospecto.

En esta localidad la formaci6n Maravillas es cubierta por derrames de dacita la que por intemperismo presenta una coloraci6n rojiza. El espesor de la formaci6n Maravillas, del fondo del Arroyo de Uribe al contacto con la dacita es de aproximadamente 100 m. El rumbo general de las capas es N 40° W, con echado de 10-15° NE. En la parte septentrional del denuncia aflora una toba blanca con abundante pómez, biotita y cuarzo subarredondado y que constituye la parte superior de la formaci6n. La formaci6n Maravillas se extiende al este por varios kil6metros, lo que amerita una ex-

ploración en detalle dentro de los terrenos de Rancho Cañas.

No existe ninguna obra minera dentro del área de Uribe.

San Juan.—Se denomina con este nombre a un afloramiento de arena de cuarzo ubicado a 1 km al sureste del Rancho San Juan. Una cata de 2 m × 2 m × 0.5 m en arena bastante arcillosa es el único afloramiento en esta área de la formación Maravillas, la cual se encuentra cubierta por tobas y derrames de dacita y en parte por aluvión. Una muestra de canal (Pa-144) fue colectada de la cata antes descrita. Su contenido de arcilla es de un 12%, lo que resulta extraño, pues megascópicamente contiene abundante material arcilloso. Aproximadamente un 5% corresponde al material atrapado en las mallas + 18 y + 20.

GRANULOMETRIA

Las 12 muestras colectadas durante el trabajo de campo fueron estudiadas granulométricamente en el Laboratorio de Mineralogía y Petrografía del Instituto de Geología. Para un mejor entendimiento del proceso seguido a cada una de las muestras, a continuación se detallan las operaciones realizadas en el laboratorio: a) Cuarteo con muestreador de Jones; b) Desintegración de grumos y terrones de arcilla y caliche que cementan débilmente granos redondeados de arena de cuarzo, mediante la agitación de 500 gr de muestra, en 600 ml de agua, en licuadora Birtman, a su máxima velocidad y durante 15 segundos; c) Lavado por decantación y secado en estufa de focos infrarrojos; d) Tamizado en seco de la porción arenosa, durante 10 minutos en las mallas +18, +20, +30, +40, +50, +60, +70, +80, +100, +150, +200, en máquina Ro-Tap de la marca W. S. Tyler, Co; e) Registros de los resultados en la Tabla 1.

En esta tabla se representan los valores en peso de la arena retenida en cada uno de los tamices. En la columna de "cuarzo" se dan los valores en gramos del material total arenoso usado en la prueba, y en la columna de "arcilla" los valores de material arcilloso, grumos e impurezas, que fue desechado al lavarse y decantarse la muestra. El peso de "cuarzo" más el de "arcilla" deben sumar 500 gr.

Con los datos anteriores se han preparado curvas acumulativas de cada una de las muestras (Figuras 4, 5 y 6). En la abscisa se representa logarítmicamente la abertura de las mallas en milímetros y en la ordenada el porcentaje acumulativo en peso de la arena retenida en cada una de las mallas.

La curva acumulativa se puede usar para determinar directamente el porcentaje de grano de determinado diámetro. Irregularidades en el levantamiento suave de la curva indican variaciones extrañas en el diámetro de los granos. De la misma manera el grado aproximado de clasificación (*sorting*) de los sedimentos se puede leer de la caída general de la curva, así como la variación de tamaño incluida dentro de ella.

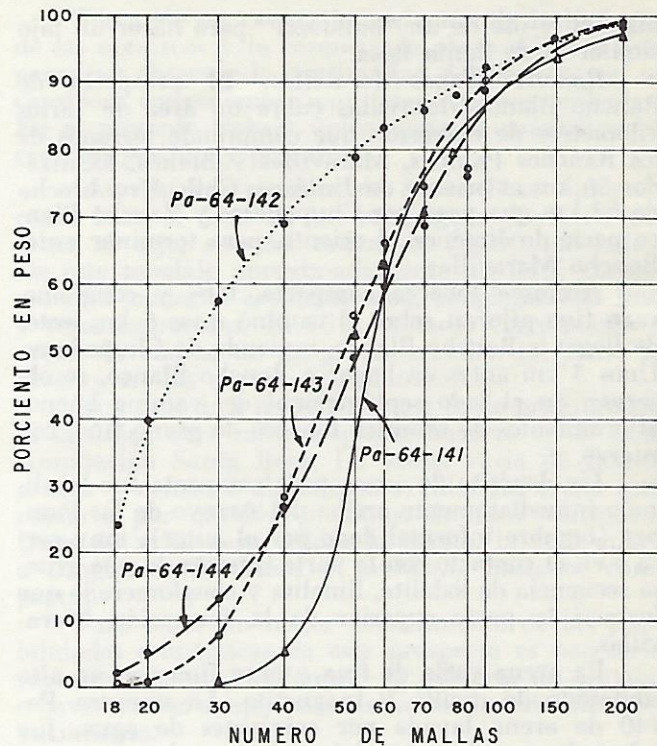


Figura 4.—Gráfica que muestra las curvas acumulativas de las arenas de cuarzo del área de Santa Rosa.

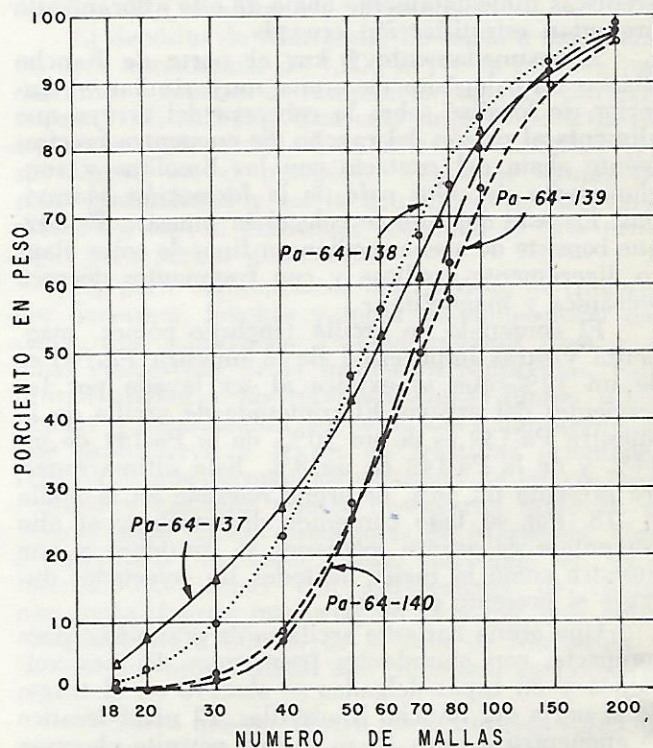


Figura 5.—Gráfica que muestra las curvas acumulativas de las arenas de cuarzo de las áreas de Cerro Rojo, Ampliación de Santa Rosa y Arroyo Pampas (una natural, otra lavada).

Tabla 1.—Números de las mallas y sus correspondientes aperturas en milímetros.

Muestra Núm.	Procedencia	+18 0.991	+20 0.840	+30 0.589	+40 0.420	+50 0.297	+60 0.250	+70 0.208	+80 0.177	+100 0.149	+150 0.105	+200 0.074	-200 0.074	Cuarzo	Arcilla	% Arcilla
Pa-132	Santa Rosa	10.7	14.4	60.0	82.3	57.9	20.3	16.2	12.9	27.0	30.4	13.5	5.0	350.6	149.4	42%
Pa-133	Santa Rosa	1.0	1.1	5.2	24.8	113.0	55.7	51.6	35.9	47.2	32.8	13.4	5.8	387.5	112.5	29%
Pa-134	Santa Rosa	18.4	29.2	74.0	76.1	72.1	20.9	22.0	16.3	35.0	39.5	23.6	11.0	438.1	61.9	14%
Pa-135	Santa Rosa	10.1	13.8	42.6	57.6	61.4	27.5	24.1	18.9	39.4	34.8	17.1	7.1	354.4	145.6	41%
Pa-137	Santa Rosa, C. Rojo	14.2	16.0	35.0	40.3	61.3	35.3	34.8	29.1	52.5	39.7	17.8	8.8	382.8	117.2	30%
Pa-138	Ampliación Sta. Rosa	6.7	8.6	27.2	56.7	104.1	44.4	45.5	33.3	43.7	34.1	18.1	12.6	435.0	65.0	14%
Pa-139	Arroyo Pampas	0.0	1.2	5.9	22.6	68.3	32.9	41.4	32.3	57.5	54.3	25.1	11.5	353.0	147.0	41%
Pa-140	Arroyo Pampas	0.8	0.9	5.7	24.8	80.8	48.7	74.1	44.1	71.8	53.1	23.7	10.0	438.5	61.5	14%
Pa-141	Arroyo Pampas	0.0	0.4	2.7	19.5	200.5	45.1	33.5	37.4	32.4	28.9	15.6	10.5	426.5	73.5	17%
Pa-142	Rancho Blanco	109.2	68.7	85.7	52.5	44.2	17.9	15.5	11.0	18.5	18.6	9.4	6.6	457.8	42.2	9%
Pa-143	Uribe	0.0	2.5	22.2	68.5	88.5	35.1	27.9	20.0	32.1	20.3	7.6	4.6	329.3	170.7	51%
Pa-144	San Juan	10.3	12.0	35.4	61.1	96.8	46.8	40.0	31.5	55.0	34.7	9.7	2.9	436.2	63.8	14%

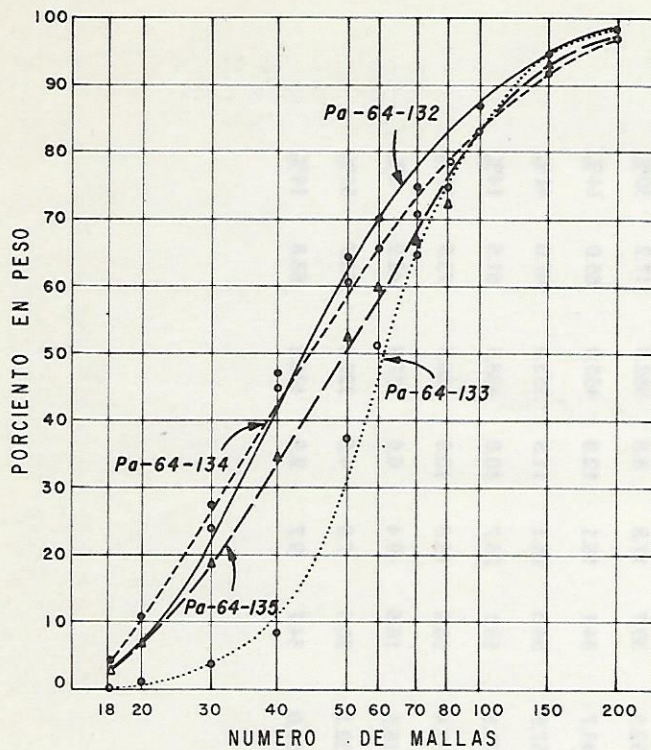


Figura 6.—Gráfica que muestra las curvas acumulativas de las arenas de cuarzo de Rancho Pampas, Rancho Blanco, Uribe y San Juan.

Se define como mediana (QM) al tamaño intermedio de la distribución, cuyo diámetro es mayor que el 50% de los diámetros en la curva de distribución, y menor que el otro 50%. Se da el nombre de cuartiles a los diámetros de uno y otro lado de la mediana que corresponden al 25% y 75% de la frecuencia de la curva de distribución. Por conveniencia al diámetro menor se le asigna el nombre del Primer Cuartil (Q_1), y se obtiene leyendo

de la curva acumulativa el valor del diámetro que corresponde al punto donde la línea del 75% interseca a la curva acumulativa. El diámetro mayor o Tercer Cuartil (Q_3) se obtiene leyendo de la curva acumulativa el valor del diámetro que corresponde al punto donde la línea del 25% corta a la curva acumulativa.

La medida de la mitad de la distribución entre los dos cuartiles se le llama "cuartil de desviación" y se representa por la letra QDA cuya expresión matemática es la siguiente:

$$QDA = (Q_3 - Q_1)/2$$

Estos valores son usados para obtener el "coeficiente de Trask" o "coeficiente de clasificación" (*sorting coefficient*) que se expresa por la siguiente fórmula

$$So = \sqrt{Q_3/Q_1} = \text{coeficiente de Trask}$$

Tomando como base alrededor de 200 análisis, Trask (1932) encontró que un valor de $So = 2.5$ indica un sedimento bien clasificado; un valor de $So = 3$ corresponde a un sedimento normalmente clasificado y un valor de $So = 4.5$ corresponde a un sedimento mal clasificado.

El "coeficiente de Trask" (So) o "coeficiente de clasificación", el valor del primer cuartil (Q_1) y tercer cuartil (Q_3), el valor de la mediana (QM) y el valor del cuartil de desviación (QDA) aparecen en la Tabla 2.

El valor del "coeficiente de Trask" (So) de las 12 muestras estudiadas varían de 1.24 a 1.77, por lo que caen entre sedimentos bien clasificados (Tabla 2). Se aclara que en los cálculos no intervino la porción arcillosa.

Tabla 2.—Características granulométricas.

Procedencia	Muestra	Q_3	Q_1	QM	QDA	So
Santa Rosa	Pa-132	0.550	0.224	0.365	.163	1.56
Santa Rosa	Pa-133	0.315	0.175	0.245	.070	1.35
Santa Rosa	Pa-134	0.610	0.195	0.357	.207	1.77
Santa Rosa	Pa-135	0.510	0.182	0.295	.164	1.68
Cerro Rojo	Pa-137	0.450	0.169	0.258	.140	1.63
Ampl. Santa Rosa	Pa-138	0.408	0.186	0.275	.111	1.48
Arroyo Pampas	Pa-139	0.305	0.145	0.206	.080	1.45
Arroyo Pampas (lavada)	Pa-140	0.295	0.156	0.212	.069	1.37
Arroyo Pampas	Pa-141	0.324	0.208	0.268	.058	1.24
Rancho Blanco	Pa-142	0.970	0.358	0.685	.306	1.64
Uribe	Pa-143	0.435	0.212	0.305	.111	1.43
San Juan	Pa-144	0.430	0.190	0.285	.120	1.50

CONCLUSIONES

Las reservas de los yacimientos de arena de cuarzo constituidas por material suave, delesnable y friable, producto del intemperismo y lavado de las capas de areniscas pre-existentes, alcanzan el orden de varias decenas de miles de toneladas y se pueden considerar como de pequeña magnitud. Sin embargo, las areniscas consolidadas y fuertemente cementadas, origen de los cuerpos anteriores, forman depósitos de gran magnitud.

Del estudio microscópico del material tamizado de las 12 muestras colectadas durante el trabajo de campo, se llegó a los siguientes resultados: a) A mayor tamaño de grano (arena gruesa), mayor grado de redondez y esfericidad (material de la malla + 18; Figura 2); el material de la malla + 200 varía de subangular a subarredondado. b) A menor tamaño de grano (arena fina a muy fina), menor cantidad de cuarzo y mayor porcentaje de feldespatos, mica, magnetita y otras impurezas.

Algunos granos de cuarzo muestran un crecimiento secundario y en otros es común observar ligeras huellas de corrosión. El contenido de arcilla (incluye fragmentos volcánicos) de las muestras varía de 14% a 51% (Tabla 1), lo que implica un proceso de lavado y clasificación para su comercialización. Para la explotación de las capas de arenisca de cuarzo compactas y consolidadas que dan origen a los pequeños cuerpos de arena objeto de este estudio, será necesario utilizar técnicas más sofisticadas para su beneficio.

Por sus características físicas (esfericidad y granulometría) la fracción gruesa de las arenas

de cuarzo de Corralitos, es adecuada para su utilización en los pozos petroleros en donde es necesaria una alta porosidad y permeabilidad. En general toda la arena es adecuada para la preparación de moldes de fundición.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Burrows, R. H., 1910, Geology of the northern Mexico: Bol. Soc. Mexicana, v. 7, p. 85-103.
- Fries, Carl, Jr., Hibbard, C. W. y Dunkle, D. H., 1955, Early Cenozoic vertebrates in the red conglomerate at Guanajuato, Mexico: Smithsonian Misc. Coll., v. 123, núm. 7, 25 p.
- Krumbein, W. C. y Pettijohn, F. J., 1938, Manual of sedimentary petrography: New York, Appleton - Century - Crofts.
- Pantoja-Alor, Jerjes, 1963, Hoja San Pedro del Gallo 13R - (3) con Resumen de la geología de la Hoja San Pedro del Gallo, Estado de Durango: Univ. Nal. Autón. México, Inst. de Geología, Carta Geol. México, Serie de 1:100,000, mapa con texto.
- Rogers, C. L., Cserna, Zoltan de, Vloten, Rogelio van, Tavera-Amezcuea Eugenio, y Ojeda-Rivera, Jesús, 1961, Reconocimiento geológico y depósitos de fosfatos del norte de Zacatecas y áreas adyacentes en Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí: Cons. Recursos Nat. No Renovables (México), Bol. 56, 322 p.
- Trask, P. D., 1932, Origin and environment of source sediments of petroleum: Econ. Geology, v. 25, p. 65-79.