

MINERALES INDUSTRIALES EN LOS ESTADOS LARA Y YARACUY

Por SIMON E. RODRIGUEZ

Ministerio de Minas e Hidrocarburos
Dirección de Geología
División de Recursos Minerales
Reducto a Miracielos No. 10-05
Caracas 101

(Recibido en noviembre de 1973)

RESUMEN

Los estados Lara y Yaracuy cuentan con considerables reservas de minerales industriales originados por procesos sedimentarios, ígneos y meteorizantes. Menas feldespáticas con un contenido de aproximadamente 90% de álcalis y 40% de sílice han sido localizadas en las áreas de San Pablo, Campo Elías, Temerla y Salom, Estado Yaracuy, relacionadas con unidades gnéicas de la Formación Las Brisas y el Complejo de Yaritagua. Lentes de yeso con reservas superiores a los dos millones de toneladas de mineral, han sido estudiadas en las zonas de Guama, Cocorote, Campo Elías, Alto El Río y Urachiche, Estado Yaracuy. Depósitos de talco están actualmente bajo estudio en toda la zona sur del Estado Yaracuy; estos yacimientos están asociados con rocas ultramáficas, las cuales intrusionan esquistos de bajo metamorfismo. Rocas silíceas, con un contenido de SiO_2 superior al 99%, han sido ubicadas en las áreas de Guarico y Anzoátegui, Estado Lara, asociadas con estratos arenosos de la Formación Villanueva; se estiman reservas superiores a los dos millones de toneladas. Depósitos de pirofilita de edad Eoceno y con una alta plasticidad afloran en toda la región de Bobare, aproximadamente a 15 Km. al norte de Barquisimeto. Arcillas blancas montmorilloníticas, pirofiliticas y caoliníticas han sido localizadas en las áreas de El Tanque, Curigua, La Laguna, Sanare, Carorita, El Yeso y Bobare, Estado Lara.

Numerosos problemas de tipo legal, técnico y de mercadeo, han sido obstáculos para el desarrollo minero de muchos de estos depósitos.

ABSTRACT

The Yaracuy and Lara States are very rich in industrial minerals originated by sedimentary, igneous and weathering processes feldspar ore with 90% alcalis, and 40% silica have been located in the San Pablo, Campo Elías, Temerla and Salom areas, Yaracuy State, associated with gneisses of the Las Brisas Formation and the Yaritagua Complex. Gypsum lenses with reserves over 2 million tons have been studied in the Guama, Cocorote, Campo Elías, Alto El Río and Urachiche areas of the Yaracuy State. Deposits of talc are currently under investigation in the southern part of Yaracuy State. These deposits are associated with ultramafic rocks which are intrusive in schists with low grade metamorphism. Silica deposits with a SiO_2 content over 99%, have been located in the Guarico and Anzoátegui areas of the Lara State. The deposits are associated with sandstone beds of the Villanueva Formation. Estimated reserves are over 2 million tons. Pyrophyllite deposits of Eocene age, and with a high plasticity, crop out in the Bobare area, about 15 Km north of the city of Barquisimeto. White clays, essentially montmorillonitic, kaolinitic and pyrophyllitic, have been outlined in the Tanque, Curigua, La Laguna, Sanare, Carorita, El Yeso and Bobare, Lara State.

Many problems specially legal, technical and marketing, constitute serious obstacle for the development of the deposits.

INTRODUCCION

Debido a sus características geológicas, los estados Lara y Yaracuy constituyen fuente de numerosos yacimientos de minerales industriales no metálicos. Feldespato, talco, sílice, yeso, pirofilita y arcillas plásticas han sido explotados o están bajo explotación. Los depósitos se relacionan con rocas ígneas ultramáficas, con unidades gnéicas y esquistos gnéicos, con rocas metamórficas de bajo grado y con sedimentos arenosos y arcillosos del Eoceno.

Aún cuando muchos depósitos han sido estudiados desde el punto de vista genético, muy poco ha sido lo hecho en lo referente a evaluación y reservas. BELLIZZIA y MARTIN BELLIZZIA (1967), hicieron un cuidadoso estudio sobre el origen del talco de Cabimba, Estado Yaracuy, y zonificaron el área de contacto. Los estudios no incluyeron trabajos evaluativos, pero las conclusiones generales fue-

ron positivas desde el punto de vista económico. Actualmente todo el Complejo Igneo Metamórfico de Cabimba-Agua Fría está bajo estudio por la División de Geología Económica y la Fundación para el Desarrollo de la Región Centro Occidental (FUDECO). Los lentes de yeso del estado Yaracuy han sido explotados en forma discontinua en numerosas localidades (Cocorote, Campo Elías, Urachiche, etc.), pero hasta ahora no se han realizado estudios detallados que indiquen reservas locales y regionales. BELLIZZIA y RODRIGUEZ (1968), incluyen los lentes yesíferos en la Formación Nirgua. RODRIGUEZ (1970-a) estudió en detalle varios de estos lentes y correlacionó en parte el Distrito yesífero de París con los yacimientos de evaporitas del Yaracuy occidental. Los depósitos de feldespato, muchos de los cuales están bajo explotación en la región oriental del Estado Yaracuy (áreas de Temerla y Salom), se asocian con los grandes cuerpos

gnéissicos de la Formación Las Brisas y el Complejo de Yaritagua. RODRIGUEZ (1970-b) realizó estudios sobre la mena feldespática del área de San Pablo, región occidental del Yaracuy, especialmente en lo referente a génesis, calidad y reservas tentativas del yacimiento. Aunque el depósito no puede ser catalogado como verdadero yacimiento de feldespato, la alta concentración de álcalis hace la mezcla residual económicamente explotable.

Con respecto a los depósitos de arcillas blancas del Estado Lara, muchas de las áreas de mayor importancia han sido estudiadas desde el punto de vista genético y estratégico. EVANOFF *et al.* (1957), estudió las relaciones estratigráficas y características de los principales depósitos de arcillas blancas y pirofilita del Estado Lara.

Los yacimientos de Curigua, El Papayo, El Tanque, Laguna, Barbacoas, Carorita, El Retén, El Copeyal y Bobare, fueron preliminarmente estudiados. VON DER OSTEN y ZOZAYA (1957), hicieron hincapié en la importancia de los muchos depósitos de arcillas blancas del Estado Lara, pero sin llegar a estudiarlos o evaluarlos. RIVERO (1967) estudió las características mineralógicas de varias arcillas blancas provenientes de las áreas de Los Gavilanes, El Pegón y Bobare del Estado Lara, y llegó a importantes conclusiones sobre tipos y porcentajes de minerales arcillosos en cada uno de los depósitos estudiados.

Los yacimientos de sílice de la región sur-occidental del Estado Lara, actualmente explotados en las áreas de Guarico y Anzoátegui, no han sido evaluados hasta el momento, aunque se estiman reservas de varios millones de toneladas. VON DER OSTEN y ZOZAYA (1957) destacaron la importancia económica de esos yacimientos durante sus estudios de la región occidental del Estado Lara. Aunque varias formaciones que afloran en las regiones de Quíbor y El Tocuyo poseen estratos arenosos, es sólo en las áreas de Guarico y Anzoátegui, donde el porcentaje de sílice en las rocas supera el 99%, constituyendo menas de excelente calidad.

El presente trabajo incluirá una síntesis de la geología de los diferentes depósitos, génesis del yacimiento, características estructurales, composición química de las diferentes menas y datos preliminares y aproximados sobre las reservas de cada depósito.

DEPOSITOS DE YESO DEL ESTADO YARACUY

Los depósitos de yeso del Estado Yaracuy constituyen una serie de grandes lentes estratigráficamente ubicados en secuencias metamórficas, y han sido localizados en las áreas de Guama, Cocorote, San Pablo, Campo Elías, Alto El Río y Urachiche, en la región occidental del Estado Yaracuy (RODRIGUEZ, 1970-a).

Geológicamente dos grandes formaciones afloran en toda la zona yesífera, la Formación (o Complejo) de Yaritagua y la Formación Nirgua. Otras dos formaciones, la Formación Las Brisas y la Formación Aroa son importantes en la región occidental del Estado Yaracuy (BELLIZZIA y RODRIGUEZ, 1968).

El término Formación Yaritagua fue introducida en la terminología geológica por BUSHMAN (1959, 1965) para designar una potente secuencia de rocas metamórficas que afloran al sur de la ciudad de Yaritagua. La Formación se caracteriza por la abundancia de gneises porfiroblásticos, gneises glandulares, cuarcitas y esquistos sericíticos-feldes-

páticos. En la zona de Campo Elías y San Pablo, la Formación Yaritagua se caracteriza por la abundancia de gneises glandulares, los cuales han constituido importantes depósitos de mena feldespática maolinitizada. En el área de Guama, la Formación Yaritagua está constituida por gneises glandulares, cuarcitas grises, metaconglomerados, esquistos sericíticos, esquistos feldespáticos y pseudopegmatitas (migmatitas).

BELLIZZIA y RODRIGUEZ (1968) cambiaron el nombre de Formación Yaritagua a Complejo de Yaritagua, correlación con la Formación Peña de Mora de Venezuela central y considerándolo como la unidad más antigua de la región occidental del Yaracuy. El Complejo de Yaritagua se encuentra en contacto transicional con la Formación Nirgua suprayacente, aunque en muchas zonas estudiadas el contacto es de falla.

La Formación Nirgua fue introducida en la literatura estratigráfica por BELLIZZIA y RODRIGUEZ (1968) para designar una secuencia de calizas cristalinas, esquistos cuarzo-micáceo-feldespáticos, esquistos grafitosos, esquistos gnéissicos, anfibolitas, anfibolitas granatíferas y eclogitas. La Formación Nirgua aflora extensamente en los estados Yaracuy, Cojedes, Carabobo y Lara, y se correlaciona con la Formación Antímano del Grupo Caracas. La Formación Nirgua, en el área comprendida entre Campo Elías y Guama, se caracteriza por la presencia de esquistos grafitosos, esquistos micáceos, calizas cristalinas y anfibolitas. En muchos casos los contactos con el Complejo de Yaritagua son transicionales, aunque zonas miloníticas han sido observadas en las cercanías de los contactos. El área ha sido afectada por profundos procesos tectónicos caracterizados por fallas longitudinales transcurrentes, desarrollo de tectónica gravitacional, plegamientos complejos caracterizados por isoclinales cerrados y una abundancia de pliegues de flujo. Las fallas, asociadas con una profunda alteración hidrotermal, han sido localizadas paralelas a la estratificación y a la foliación. Aparentemente este conjunto de estructuras está asociado con la gran falla de Boconó, que atraviesa el valle del río Yaracuy y converge con el Sistema de Fallas del Caribe.

Los lentes de yeso, de 15 a 50 m de longitud, y de 2 a 15 m de espesores aparentes, están asociados con esquistos micáceos, esquistos grafitosos y esquistos calcáreos. Aún cuando la zona se caracteriza por la abundancia de calizas grises, macizas y de gran espesor, los lentes de yeso no se asocian con estas unidades. No hay dolomitas en las secuencias metamórficas, caracterizadas por el bajo metamorfismo y el alto carácter grafitoso.

Los yacimientos yesíferos del Yaracuy Occidental, constituyen evaporitas típicas por precipitación de una solución sobresaturada de CaSO_4 . Esto es característico de cuencas cerradas con intermitente comunicación marina y un alto contenido orgánico, como queda demostrado por los esquistos grafitosos de las formaciones Nirgua y Aroa. El contacto directo entre las rocas grafitosas y micáceas con los lentes de evaporitas, sugiere ambientes penisalinos antes y después de la precipitación.

Una comparación entre los distritos yesíferos más importantes del país, la Península de Paria y la región sur-occidental del Estado Yaracuy, muestra una similitud en cuanto al tipo general de rocas metamórficas (esquistos grafitosos muy repegados). Un metamorfismo leve que no llegó al grado del almandino, caracteriza la columna geológica tanto en Yaracuy como en Paria (GAMBOA y

GONZALEZ DE JUANA, 1966; RODRIGUEZ, 1968). La siguiente tabla da una idea de las relaciones estratigráficas entre las dos columnas de los distritos yesíferos:

<i>Península de Paria</i> (Estado Sucre)		<i>Estado Yaracuy</i>	
(GAMBOA y GONZALEZ DE JUANA, 1966)		(RODRIGUEZ, 1970-a)	
<i>Solución</i>	<i>Rocas</i>	<i>Solución</i>	<i>Rocas</i>
Marina normal	Calizas fosilíferas. Areniscas	Penisalina	Esquistos grafitosos.
Penisalina	Esquistos grafitosos y lentes de calizas	Penisalina	Esquistos grafitosos, esquistos micáceos y esquistos calcáreos
Salinas (?)	Lentes de calizas	Penisalina	Yeso
Penisalina	Yeso y anhidrita	Penisalina	Esquistos grafitosos y esquistos calcáreos
Marina normal	Calizas fosilíferas dolomíticas.		

La ausencia de dolomitas y calizas dolomíticas en la región occidental del Estado Yaracuy se debe a las características de las soluciones originales en las subcuencas. Es muy posible que la concentración imperante no haya sido rica en carbonatos, y en consecuencia sólo hubo deposición de arcillas, materia orgánica y calizas impuras no fosilíferas con una incipiente deposición de sulfatos. Contrariamente a esto, el distrito yesífero de Paria (Estado Sucre), se caracteriza por la presencia de calizas dolomíticas (hasta 30% de $MgCO_3$), las cuales fueron reemplazadas en la parte distal de la cuenca por la precipitación de anhidrita, al aumentar la concentración (GAMBOA y GONZALEZ DE JUANA, 1966).

La siguiente tabla muestra los análisis químicos de las diferentes evaporitas del Yaracuy Occidental (en %).

Depósitos	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	$CaSO_4$	$R_2O_3^{(x)}$	$CaCO_3$	$SiO_2^{(xx)}$
Cocorote	67.72	3.61	0.50	15.20	12.10
San Pablo	62.80	4.45	4.00	17.18	14.50
Campo Elías	67.56	2.98	0.76	16.12	12.65
Alto El Río	65.34	3.57	0.47	15.18	15.44
Urachiche	67.70	3.58	0.54	15.15	12.16

(x) $R_2O_3 = Al_2O_3 + Fe_2O_3$ (xx) $SiO_2 +$ otras impurezas

Aún cuando no se han realizado estudios evaluativos regionales, se estiman reservas superiores a los dos millones de toneladas de yeso en toda la región occidental del Estado Yaracuy. Es bueno hacer hincapié en el hecho de que sólo los lentes de mayor importancia han sido tomados en cuenta para esta cifra, de manera que las reservas mayores si se engloban los depósitos de menos envergadura y aquellos que puedan ser localizados en un futuro próximo.

Sólo los depósitos de Urachiche, Campo Elías y Alto El Río se encuentran actualmente bajo explotación o con miras a una futura explotación. Los métodos extractivos son los típicos de cielo abierto: minería a partir de un frente de arranque que en muchos casos ha llegado hasta los veinte metros de corte vertical. El material explotado

es fracturado por dinamita y conducido por tierra a los mercados locales de consumo, por lo general Barquisimeto y Puerto Cabello. Los consumidores principales lo forman las compañías de cemento y los fabricantes de pintura. Hasta ahora no existen trituradoras ni pulverizadoras primarias en ninguno de los depósitos bajo explotación. La tabla anterior muestra las características principales de cada uno de los depósitos conocidos de evaporitas del Estado Yaracuy.

MENAS FELDESPÁTICAS DEL ESTADO YARACUY

La presencia de numerosos cuerpos gnéissicos muy feldespáticos en el Estado Yaracuy, ha traído como consecuencia la formación de importantes depósitos comerciales de mena feldespática, tanto en la zona occidental como en la región oriental del Estado.

Los yacimientos han sido originados por la concentración de material alcalino en ciertos niveles de las secuencias metamórficas. Esencialmente los depósitos se asocian con el Complejo de Yaritagua, el cual aflora en gran parte del Yaracuy occidental, o con la Formación Las Brisas, la cual se extiende a través de toda la Cordillera de la Costa, desde el Valle de Caracas, hasta los límites entre el Estado Yaracuy y el Estado Lara. En la zona oriental del Estado Yaracuy, las secuencias gnéissicas de la Formación Las Brisas constituyen los depósitos de mayor importancia. La Formación Las Brisas, descrita por WEHRMANN (1972), MORGAN (1969) y BELLIZZIA y RODRIGUEZ (1968), es una espesa secuencia de esquistos cuarzo-muscovíticos, metaconglomerados, meta-areniscas, gneises porfiroblásticos cuarzo-microclínicos, esquistos cuarzo-feldespáticos-cloríticos, esquistos feldespáticos-biotíticos-granatíferos, esquistos feldespáticos-anfibólicos y calizas cristalinas. En su parte superior predominan los esquistos cuarzo-feldespáticos y esquistos pelíticos.

En la zona oriental del Estado Yaracuy, la Formación Las Brisas cubre extensas zonas y se encuentra separada de la Formación Nirgua infrayacente por una serie de grandes fallamientos. Excelentes afloramientos pueden ser observados entre Temerla y Salom a lo largo del río Taria, y en las zonas de Cocorote, Quiñones, Las Marías y río Urama. La litología imperante en la zona es muy heterogénea pero caracterizada por esquistos cuarzo-micáceos, esquistos-cuarzo-feldespáticos y gneises porfiroblásticos. Los depósitos de mena feldespática se asocian con las últimas unidades y por lo general constituyen zonas de extensa longitud, pero de espesores bajos. Varios depósitos se encuentran actualmente en producción en la región de Temerla-Salom, todos a cielo abierto y con frentes de arranque sunamente irregulares. El material explotado, muy rico en álcalis y pobre en óxidos de hierro, es trasladado a las zonas industriales del centro, donde es utilizado por la industria de la cerámica, de implementos sanitarios y del vidrio.

En la región occidental del Estado Yaracuy, en la zona de San Pablo, aproximadamente a 20 Km de San Felipe, hay depósitos de mena feldespática. Los yacimientos están relacionados con los cuerpos gnéissicos del Complejo de Yaritagua, el cual aflora extensamente en las áreas piemontinas occidentales. En estas zonas las rocas gnéissicas se caracterizan por la alta concentración de feldespato y muscovita, y por una foliación bien marcada. La roca me-

teoriza rápidamente dando un producto final de apariencia terrosa, muy blanco, y con un contenido bajo de hierro. En las cercanías de Cocorote el Complejo de Yaritagua presenta una litología muy heterogénea, caracterizada por gneises muscovíticos, unidades migmatíticas, esquistos cuarzo-micáceos, metacuarcitas, metaconglomerados y rocas anfibolíticas, lo que hace imposible la formación de yacimientos de mena feldespática.

En la zona de los depósitos de mena feldespática, el Complejo de Yaritagua se encuentra en contacto de falla con rocas micáceas, calizas impuras y unidades yesíferas, aparentemente de la Formación Nirgua. Los derrumbes de pié de monte cubren en muchas zonas los depósitos y los afloramientos de gneises del Complejo.

Las fuentes principales del feldespato comercial son tres: pegmatitas, granitos o gneises y areniscas o arenas feldespáticas. Las pegmatitas por lo general constituyen diques de hasta 30 m de espesor y muchas veces el feldespato puede alcanzar gran tamaño en forma cristalizada. Cuarzo y muscovita siempre están presentes. Sin embargo, las pegmatitas constituyen actualmente un porcentaje bajo dentro de las fuentes de feldespato, en vista de las pocas reservas y los problemas técnicos que acarrea su explotación.

Las rocas graníticas pueden alcanzar el 60% en contenido feldespático, pero por lo general son minerales muy ricos en hierro, lo cual hace imposible la utilidad. Rocas tales como alaskita, constituida esencialmente por feldespato sin hierro, mica y cuarzo, es usada como fuente de los tres componentes en varias áreas de los Estados Unidos (WELLS, 1965). Rocas gnéissicas pueden ser usadas como fuente de feldespato, si el contenido de hierro es bajo y la roca guarda cierta homogeneidad. En cuanto a las arenas y areniscas feldespáticas, pueden ser usadas como menas del mineral, sólo si el contenido de álcalis sobrepasa el 6% y se prestan a los tratamientos de flotación y separadores magnéticos.

De todo lo anterior se deduce que los depósitos de mena feldespática del Estado Yaracuy, por estar asociados a las unidades gnéissicas del Complejo de Yaritagua, caen dentro del grupo de la clasificación general. En la zona occidental del Estado, la característica de la roca madre, la situación geomorfológica de la secuencia metamórfica y las estaciones imperantes durante el año, han originado grandes espesores de material meteorizado, aumentado las reservas y la calidad del producto rico en álcalis. Esta capa meteorizada cubre una extensión de más de un Km² y un espesor aproximado de 4 m. El yacimiento cubre en forma de manto una zona constituida por gneises y esquistos gnéissicos. A su vez, el depósito está cubierto por una capa de arenas grises, impuras con guijarros de esquistos, calizas y cuarzo. Este manto tiene espesores entre 1 y 5 m.

Tan completo es el recubrimiento debido a deslizamientos que rara vez se observa el material feldespático en la superficie de la falda montañosa, y tan sólo se hace visible en las áreas cortadas por quebradas y ríos. No hay dudas de que este material feldespático representa una de las etapas clásicas dentro de la meteorización de rocas graníticas y gnéissicas. Debido a las condiciones topográficas y climatológicas, los niveles caoliníticos de la roca no están presentes en forma relevante, como originalmente se pensó, y sólo se han observado arcillas blancas en ciertas zonas sur-occidentales de la región.

El análisis microscópico del material ha mostrado estar constituido por cuarzo, feldespato, muscovita en cantidades muy bajas y posiblemente plagioclasa. No hay minerales secundarios de hierro ni material clorítico. La composición química de la mena varía de acuerdo a las características topográficas y cercanía de la roca madre, pero por lo general los valores de sílice se mantienen constantes y lo mismo sucede con los óxidos de sodio y potasio. El porcentaje de hierro es bajo, por lo general inferior al 1%, aunque puede variar drásticamente de acuerdo al material deslizado y cercanía a la roca gnéissica.

La siguiente tabla da una idea aproximada de la composición química de varias muestras de material feldespático del área de San Pablo-La Mariposa:

Muestra	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
1	72.38	0.80	16.66	0.77	Tz.	4.19	2.00
2	64.19	1.38	18.51	2.05	2.00	3.17	3.40
3	72.65	0.99	17.54	0.80	Tz.	2.72	3.10
4	72.99	0.95	16.09	0.76	Tz.	3.74	3.18
5	60.82	3.59	19.57	1.24	2.95	3.65	2.75

Aún cuando en el área no se han realizado evaluaciones de ninguna naturaleza, a juzgar por los afloramientos, secciones revisadas y extensión superficial del depósito, se pueden estimar reservas superiores al millón de toneladas de material feldespático de composición química variable.

DEPOSITOS DE TALCO DEL YARACUY MERIDIONAL

En la región sur del Estado Yaracuy han sido localizados importantes yacimientos de talco, variedad esteatita, asociados con rocas ultrabásicas intrusivas. Aún cuando no se han realizado evaluaciones en estos depósitos, se pueden estimar reservas suficientes para explotaciones de mediana magnitud, que puedan suplir al mercado nacional de la materia prima.

Los depósitos fueron estudiados por primera vez por BUSHMAN (1959, 1965), durante los trabajos geológicos regionales efectuados en el área de Barquisimeto, Bushman llegó a la conclusión de que la magnitud de los mismos, su cercanía a excelentes vías de comunicación y la pureza de la mena, avalan al yacimiento como de rendimiento económico. Posteriormente BELLIZZIA y MARTIN BELLIZZIA (1967), realizaron un detallado estudio genético del depósito de Agua Viva, basándose en los diferentes frentes de arranque efectuados en la región. Actualmente todo el complejo ígneo metamórfico de Agua Viva-Cabimba está bajo estudio por la División de Recursos Minerales, Ministerio de Minas e Hidrocarburos.

Los depósitos se encuentran aproximadamente a unos 15 Km al SE de la ciudad de Yaritagua y a 60 Km al SW de San Felipe, capital del Estado, y constituyen una faja de unos 5 Km de longitud, por más de 100 m de anchura. Las siguientes descripciones de la litología imperante en la zona han sido tomadas de BELLIZZIA y MARTIN BELLIZZIA (1967).

Las rocas ultramáficas de Cabimba, esencialmente serpentinitas ricas en antigorita y bastita, intrusionan un conjunto de rocas metamórficas representadas por esquistos verdes, esquistos calcáreos-grafitosos, esquistos micáceos y

calizas cristalinas. Cuatro tipos esenciales de rocas afloran en la zona de interés: a) Serpentinitas de color verde, pertenecientes al tipo periotita a juzgar por las asociaciones mineralógicas y los esqueletos cristalinos de olivino (BELLIZZIA y MARTIN BELLIZZIA, 1967). b) Rocas talco-carbonatadas moteadas, macizas y en algunos casos esquistosas. Bajo el microscopio exhiben una matriz de talco con carbonatos embebidos en forma cristalizada. c) Esteatita de composición generalmente uniforme, donde la clorita puede llegar a constituir hasta el 40% de la roca. Análisis por difracción de rayos X mostraron a estas rocas como muy ricas en talco, chamosita magnésica, tremolita, y con hematita y cromita como accesorios, y d) Rocas cloríticas verdosas y con buena foliación. Bandas tremolíticas son comunes dentro de las rocas cloríticas y su transición a la zona de esteatita es abrupta.

Las relaciones geológicas de campo indican que las rocas talco-carbonatadas se forman por alteración de la serpentina, y la esteatita por la alteración de la serpentina, y en menor grado las rocas cloríticas. Debido a la pobre definición de las diferentes zonas del área de Cabimba, es necesario un estudio más detallado para llegar a definiciones más concretas sobre la génesis del yacimiento (BELLIZZIA y MARTIN BELLIZZIA, 1967).

Las zonas meridionales del Estado Yaracuy constituyen probablemente las áreas esteatíferas de mayor importancia del país. Los estudios que se llevan a cabo en todo el macizo ígneo metamórfico, han evidenciado numerosas zonas con enriquecimiento de talco, lo que hace pensar en varios lentes o fajas de esteatita a lo largo de los contactos entre la masa ultrabásica y las rocas metamórficas. Actualmente existe un yacimiento en explotación a través de un frente de arranque de más de 10 m de altura. La forma descontrolada de explotación y el estado de fracturamiento de la roca, producirán a la larga el colapso del frente y pérdida temporal de producción.

Debido al gran recubrimiento y a la existencia de áreas deslizadas, es imposible localizar con exactitud las zonas de contacto entre la serpentinita y los esquistos, por lo que será necesario realizar estudios geofísicos que delimiten las áreas claves para la ejecución de cateos y perforaciones. Es muy probable que los yacimientos de talco del Estado Yaracuy continúen en la región norte del Estado Cojedes, debido a la existencia de cuerpos de serpentinas en esas áreas, con las mismas características y dirección que las localizadas al sur de Yaracuy. Aún cuando no se han realizado evaluaciones de ningún tipo, es claro que estos yacimientos constituyen depósitos de importancia comercial que perfectamente pueden suplir al mercado nacional de materia prima de buena calidad.

Los siguientes análisis dan una idea clara del tipo de roca-caja y mena de las zonas de Agua Viva:

Muestra	H ₂ O	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P.A.R. (*)
Esteatita	0.24	58.92	1.80	7.10	Tz.	29.0	3.94
Serpentinita	0.34	39.85	5.13	0.10	Tz.	37.1	11.16
Esquisto talco-clorítico	0.25	47.67	4.50	9.42	Tz.	26.8	6.50
Esquisto clorítico tremolítico	0.34	46.16	0.61	9.91	8.35	23.45	3.58
Esquisto talcoso	0.30	55.80	2.52	3.69	Tz.	29.41	6.90

(*) P.A.R. = Pérdida al rojo.

DEPOSITOS DE SILICE DEL ESTADO LARA

Capas de areniscas cuarcíticas con un contenido de sílice que varía entre 97,90% y 99,60% afloran extensamente en las áreas de Anzoátegui y Guarico, aproximadamente a 70 Km al SW de la ciudad de Barquisimeto. La topografía se caracteriza por valles amplios, tales como los de Guarico y el propio Anzoátegui, y filas redondeadas y con alturas máximas de 1.800 m. El drenaje de la zona lo constituye el río Guarico con agua permanente todo el año, y el cual después de 30 Km de recorrido desemboca en el río Tocuyo.

Estratigrafía de la región Guarico y Anzoátegui

Las rocas cretáceas que afloran en la zona de Guarico pertenecen a la Formación Villanueva y consisten de lutitas y areniscas interestratificadas equivalentes a las formaciones Querecual y San Antonio del oriente de Venezuela. Las lutitas son de colores gris oscuro y marrón, meteorizando a colores amarillentos. Se observan claramente en la carretera El Tocuyo-Guarico a partir de la Encrucijada. En los topes de las filas estas lutitas son blancas y puras y se presentan en forma lenticular en pequeños bolsones, dando origen al meteorizarse a las arcillas blancas típicas de la Loma de Guarico. Las areniscas de la Formación Villanueva son blancas, compuestas de un 96% de cuarzo y ausentes de minerales de hierro. Se encuentran mal estratificadas y generalmente aparecen en masas lenticulares, pasando lateralmente a areniscas arcillosas y lutitas. Son muy friables y al meteorizarse forman en los topes de las filas las arenas blancas características en toda la zona desde Anzoátegui hasta Guarico.

Depósitos de sílice

A 90 Km de Barquisimeto, en las cercanías del pueblo de Guarico, se encuentran varias explotaciones de arena sílicea ocurriendo en la cima del cerro principal (1.500 m de altitud). El material aflorante en las vertientes laterales muestra una gran contaminación de hierro. El espesor aprovechable de estas capas es de unos 0,80 m, aunque puede aumentar drásticamente. La composición química de las arenas de Guarico, según análisis promedio realizado en el Laboratorio de la C.A. Venezolana de Cemento es:

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P.A.R.
97,90	1,62	0,06	0,46

El análisis granulométrico dió los resultados siguientes (YANEZ y ROMAN, 1970).

tamiz	mm	% retenido	% acumulado
8	2,38	0,17	
20	0,841	10,96	11,13
40	0,420	18,85	29,98
60	0,250	23,56	53,54
80	0,177	12,84	66,48
100	0,149	9,67	76,15
200	0,074	14,82	90,97
> 200	< 0,074	8,58	

La explotación de la mena sílicea se ejecuta en forma de simples banqueos horizontales sin grandes frentes de arranque debido a la posición estratigráfica de las capas, y a la localización geomorfológica de los principales depósitos. Por lo regular se producen alrededor de 1000 ton. mensuales de sílice, las cuales son consumidas por las compañías de cemento.

Perforaciones adicionales ejecutadas en las zonas de interés mostraron tres tipos de arenas, todos aprovechables en la fabricación de cemento blanco, fácilmente diferenciables por su color, pero con análisis químicos bastante similares, estos tipos (C.A. VENEZOLANA DE CEMENTOS, 1971):

a) Una arena blanca muy pura con un contenido de hierro entre el 0,01 y el 0,08%. Comprenden cerca del 70% de las reservas.

b) Una arena gris oscura manchada por materia orgánica y con un contenido de hierro entre 0,07 y el 0,09%. Constituyen el 10% de las reservas.

c) Una arena gris clara, con menos proporción de materia orgánica que la anterior, y con un contenido de hierro entre 0,08 y 0,10%, constituye el 20% de las reservas.

Los otros depósitos de sílice del Estado Lara, los cuales poseen las reservas mayores, se localizan en las cercanías del pueblo de Anzoátegui, aproximadamente a 118 Km de Barquisimeto. Estos depósitos proporcionan un rendimiento del 60% de arena de primera calidad, con la composición química siguiente:

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO
99,60	0,25	0,015	Tz.

El análisis granulométrico realizado en el laboratorio de suelos de FUDECO, dió el siguiente resultado (YANEZ y ROMAN, 1970):

tamiz	mm	% retenido	% acumulado
8	2,38	0,21	
20	0,841	8,87	9,08
40	0,420	17,77	26,85
60	0,250	21,51	47,36
80	0,177	11,98	59,34
100	0,149	9,55	68,89
200	0,074	16,22	85,11
> 200	< 0,074	13,55	

El depósito principal está siendo explotado a través de un frente de arranque de más de 20 m de altura y 100 m de longitud. La explotación está llegando a los límites de peligrosidad y es urgente la construcción de terrazas o banqueos que disminuyan los riesgos de deslizamientos. Actualmente se producen más de 50 toneladas métricas de mena, la cual es sometida a procesos de tamizados a través de cribas vibratorias de mallas de 8, 20, 80, 100 y 200. La producción es vendida principalmente a la industria de la cerámica y del vidrio del centro del país. La discriminación del uso de la mena es como sigue:

Arenas que pasan por el tamiz N° 80 y son retenidas por el tamiz N° 200 se destinan a la fabricación de cerámica.

Arenas que pasan por el tamiz N° 20 y son retenidas

por el tamiz N° 100 se emplean en la manufactura de vidrios.

Arenas constituidas por material inferior al tamiz N° 200 se usan para la industria de los jabones detergentes.

Arenas de partículas menores que el tamiz N° 8, pero superiores al tamiz N° 20 son adquiridas por algunas industrias, las cuales, para utilizarlas las someten a molienda.

Aún cuando no se han realizado estudios evaluativos completos en el distrito de sílice de Lara, se puede asumir que las reservas de arenas blancas pueden ser superiores al millón de toneladas a juzgar por los afloramientos, cateos realizados, calicatas, extensiones superficiales de las formaciones arenosas y por la dimensión de los principales frentes de arranque.

DEPOSITOS DE ARCILLAS BLANCAS DEL ESTADO LARA

El Estado Lara posee los depósitos más extensos y de mejor calidad de arcillas blancas en todo el país. Muchos de estos depósitos han sido explotados o están bajo explotación, en su mayoría sin métodos técnicos y sin un estricto control, lo que ha traído como consecuencia el colapso de muchos frentes de arranque, una gran contaminación de la mena y paralización de la entrega de material. Aún cuando se han localizado más de setenta depósitos o evidencias de concentraciones comerciales, sólo los más importantes, tanto por la calidad de la mena, como por las reservas probadas, serán discutidos y analizados en este trabajo.

La descripción de muchos de estos depósitos, desde el punto de vista geológico y genético, ha sido tomada de EVANOFF, *et al.*, (1957). Muchos de los análisis de rayos X y ensayos térmico-diferenciales, fueron realizados por RIVERO (1967) y por la División de Investigaciones de la Dirección de Geología, M.M.H. Algunos datos de carácter evaluativo fueron tomados de informes inéditos de la C.A. Venezolana de Cementos y de FUDECO.

La mayoría de los depósitos de arcillas blancas son de edad Eoceno, aunque algunos afloramientos del área de Bobare y Barbacoas parecen pertenecer al Cretáceo. Los estratos de formaciones eocenas están bien representados en la región norte de Barquisimeto, donde lentes de areniscas de grano grueso o conglomeráticas constituyen la litología imperante. Lutitas varicolores, blandas y arenáceas se encuentran intercaladas con las areniscas, constituyendo secuencias estratigráficas muy características. Al norte de Bobare los estratos están intensamente plegados y deformados, al igual que en la zona de Sanare y Quíbor. Existen tres grandes áreas o zonas con depósitos de arcillas blancas; la zona de Carora, la cual se caracteriza por depósitos de arcillas blancas con un alto contenido de óxidos alcalinos (RIVERO, 1967), posiblemente debido al clima y a las aguas superficiales; la zona de Quíbor-Sanare-Guarico-Barbacoas en la región meridional de material arcilloso con un porcentaje muy bajo de óxidos de hierro y de material alcalino; y por último, la zona de Bobare-Carorita-Barquisimeto caracterizada por depósitos de arcillas pirofílicas de excelente calidad.

En vista de la importancia que poseen los diferentes depósitos en las zonas orientales y meridionales del Estado Lara (Áreas de Bobare-Carorita y de Sanare-Guarico), estos yacimientos serán tratados detalladamente a continuación:

Zona Meridional

Depósitos de Curigua. Localizados al NW de Sanare a 2 Km del caserío Yay y constituidos por arcillas macizas grises o blancas, con algunas capas de lutitas rojizas y material carbonoso. EVANOFF *et al.* (1957), estima reservas de más de 8 millones de toneladas métricas.

El análisis químico de la mena es el siguiente:

	MUESTRAS			
	I	II	III	IV
Fe ₂ O ₃	0,37	0,40	0,37	0,18
CaO	1,00	1,03	1,10	—
MgO	0,66	0,48	0,58	—
P.A.R.	5,02	5,00	6,44	6,04
SiO ₂	59,92	61,10	56,28	62,75

Depósitos de El Papayo. Localizados también en la región de Curigua y a 7 Km de Yay; estos depósitos presentan una gran contaminación en la superficie, pero parece no exceder de 2 m de profundidad. Las arcillas son de colores grisáceos a blancos y se encuentran intercaladas con algunos lechos de areniscas blancas muy finas y friables. Es notable la presencia de lechos de lignitos de hasta un metro de espesor (EVANOFF *et al.*, 1957). Las reservas de material arcilloso son mayores que los depósitos anteriores (sobre los 9 millones de toneladas) y presentan recubrimientos muy pequeños.

El análisis químico de muestras de la mena es el siguiente:

	I	II
SiO ₂	81,10	72,50
Al ₂ O ₃	12,85	20,62
Fe ₂ O ₃	0,32	0,73

Depósitos de El Tanque. Los depósitos están situados aproximadamente a 12 Km al sur de Vuíbor y están constituidos por lechos de arcillas blancas con buena estratificación e intercaladas con horizontes ferruginosos. El espesor de las capas individuales varía entre 1 y 3 m (EVANOFF *et al.* 1957). En total se pueden estimar reservas de más de 8 millones de material arcilloso tipo comercial.

Depósitos de Laguna. Aflorando a lo largo de un afluente del río Los Pílancones, aproximadamente a 1 Km aguas arriba de donde la carretera de Quíbor-Cubiro abandona el mencionado río, se localizan arcillas con numerosos lentes de materiales estériles, los cuales han estado bajo una intensa explotación para la fabricación de ladrillos refractarios. El análisis químico de la mena dió la siguiente composición:

SiO₂: 62,50 Al₂O₃: 28,33 Fe₂O₃: 0,67

Depósitos de Guarico. Los depósitos de arcillas blancas de la región de Guarico, se originan por la intensa meteorización de los lentes de lutitas grises, las cuales constituyen parte importante de las secuencias sedimentarias de la región. Estudios evaluativos demostraron la existen-

cia de dos lentes de arcillas blancas en las zonas centrales y orientales de la Loma de Guarico. Las reservas totales de los depósitos arcillosos se encuentran entre 10.000 y 20.000 toneladas de material de excelente calidad. La columna estratigráfica de los yacimientos es la siguiente:

Material recuperado: de 0 a 3,5 m arcilla blanca pura.
de 3,5 a 11 m arcilla blanca fina.
de 11 a 14 m arcilla blanca pura.
de 14 a 21 m arcilla contaminada.

Los análisis químicos efectuados en arcillas de los lentes principales, dió la siguiente composición:

SiO₂: 61,40 Al₂O₃: 20,30 Fe₂O₃: 0,52

Depósitos de Barbacoas. En las cercanías de la población de Barbacoas existen por lo menos dos afloramientos de arcillas blancas, cuyo aspecto general indica que pueden ser explotables (EVANOFF *et al.*, 1957). Las arcillas son blancas con áreas contaminadas en la superficie y presentan una gran distorsión. Los espesores promedios son de 20 m visibles y se extienden por más de 150 m. El recubrimiento mide entre 1 y 2 m.

Zona Oriental

Depósitos de Carorita. Aproximadamente a 8 Km al norte de Barquisimeto y en las laderas del cerro La Laguneta, al norte del caserío de Carorita, se pueden observar varios afloramientos de arcillas blancas de buena calidad, pero con una alta contaminación local. El espesor de los horizontes de arcillas varía entre 4 y 6 m (EVANOFF *et al.*, 1957) y se calcula que existen aproximadamente 70.000 toneladas de mena arcillosa. El recubrimiento varía entre 1 y 10 m y la arcilla mostró la siguiente composición química:

SiO₂: 73,00 Al₂O₃: 7,09 Fe₂O₃: 0,41

Depósitos de El Retén. Aproximadamente a 15 Km al norte de Barquisimeto y en las colinas bajas de la zona, se han observado espesores medios de 4 m de arcillas blancas de buena calidad. Se estima una extensión superficial de los depósitos de 100.000 m². Sin embargo, al recubrimiento de capas oligógenas en toda el área requeriría remover una considerable cantidad estéril (EVANOFF *et al.*, 1957).

Depósitos de Bobare. En la zona de los "Cerritos Colorados", situados a 1 Km al oeste de la población de Bobare, existe un depósito de arcillas blancas pirofiliticas de excelente calidad. El horizonte arcilloso posee un espesor aproximado de 20 m y descansa sobre areniscas cuarcíticas y se encuentra cubierto por lutitas moteadas.

El depósito se encontraba bajo intensa explotación sin control, lo que trajo como consecuencia el colapso del frente de arranque y la paralización completa de la explotación. El material era consumido en su mayoría por las industrias de piezas sanitarias del centro del país.

El análisis químico de las arcillas pirofiliticas de Bobare, dió el siguiente resultado (RIVERO, 1967):

	MR59H	MR60
SiO ₂	64,44	62,68
Al ₂ O ₃	19,36	23,28
Fe ₂ O ₃	4,70	2,35
CaO	2,75	3,30
MgO	2,70	2,26
K ₂ O	3,20	3,70
P.A.R.	5,50	5,99

RIVERO (1967), da las siguientes características mineralógicas de las arcillas de Bobare:

- a) Bajo contenido de cuarzo.
- b) Caracteres de una alta intensidad.
- c) Son comunes las pequeñas concentraciones de feldespato.
- d) Caolinita en baja cantidad o ausente.
- e) Picas y reflexiones muy bruscas en los análisis térmico-diferenciales y en los difractogramas, respectivamente.
- f) No son plásticas.
- g) Efectos endotérmicos cercanos a los 70°C y por lo general constante.

Además de los "Cerritos Colorados", hay numerosos afloramientos de arcillas blancas por la carretera que conduce de Bobare a Churuguara. En la mayoría de los casos, la arcilla de buena calidad aparece en forma de lentes intercalados con lutitas varicolores y areniscas (EVANOFF *et al.*, 1957). Esto hace difícil cualquier explotación con fines comerciales. Sin embargo, las características geomorfológicas de las áreas vecinas sugieren la existencia de depósitos de arcillas blancas masivas y con caracteres similares a los depósitos de Bobare.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento a los profesionales y técnicos de la División de Geología Económica del Ministerio de Minas e Hidrocarburos en San Felipe, por la cooperación en el estudio de varios depósitos del Estado Yaracuy; a los profesionales de FUDECO por el suministro de muchos datos sobre yacimientos en el Estado Lara y por su cooperación en el estudio y evaluación de los depósitos de talco de la región meridional del Estado Yaracuy; y al Director de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos por permitir la publicación de este trabajo.

Este trabajo fue presentado en las II Jornadas Venezolanas de Minería y Metalurgia, Caracas, febrero 1971.

BIBLIOGRAFIA

- BELLIZZIA, A.; y D. RODRIGUEZ G. (1968) "Consideraciones sobre la Estratigrafía de los Estados Lara, Yaracuy, Cojedes y Carabobo". *Bol. Geol.* (Caracas), 9 (18): 515-564.
- ; y C. MARTIN BELLIZZIA (1967) "Peridotita serpentizada de La Bimba y Yacimientos de Talco asociados, Yaritagua, Estado Yaracuy". *Bol. Geol.* (Caracas), 13 (16): 237-273.
- BUSHMAN, J. R. (1959) "Geology of the Barquisimeto Area: A Summary report". *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol. Min. Petrol.*, 2 (4): 65-84.
- (1965) "Geología del Area de Barquisimeto". *Bol. Geol.* (Caracas), 6 (11): 3-113.
- C.A. VENEZOLANA DE CEMENTOS (1971) "Resumen del Es-

tudio Geológico Económico sobre las arenas de Anzoátegui, y arenas y arcillas de Guarico, Dto. Morán, Estado Lara". *Informe Inédito.*

- EVANOFF, J. D.; D. ZOZAYA; C. ALCANTARA; y S. C. FERNANDEZ (1971) "Arcillas Blancas en el Estado Lara". *Bol. Geol.* (Caracas), 4 (9): 83-95.
- GAMBOA, A. N.; y C. GONZALEZ DE JUANA (1966) "Depósitos de Yeso en la Península de Paria, Estado Sucre". *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol. Min. Petrol.*, 9 (5): 125-137.
- MORGAN, B. A. (1969) "Geología de la Región de Valencia, Carabobo, Venezuela". *Bol. Geol.* (Caracas), 10 (20): 3-136.
- RODRIGUEZ, S. (1968) "Estudio sobre el metamorfismo Regional en la Península de Paria, Estado Sucre". *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol. Min. Petrol.*, 11 (3): 61-89.
- (1970-a) "Estudio Preliminar sobre los Depósitos de Yeso del Estado Yaracuy". *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol. Min. Petrol.*, 13, (3): 101-109.
- (1970-b) "Geología de los Depósitos de Feldespato de la Región de San Pablo, Estado Yaracuy". *Bol. Soc. Venezolana Geol.*, 5 (2): 35-45.
- RIVERO P., M. (1967) "The Whyte Clays of Lara State (Las Arcillas Blancas del Estado Lara)". *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol. Min. Petrol.*, 10 (5): 137-141.
- VON DER OSTEN, E.; y D. ZOZAYA (1957) "Geología de la Parte Sur Oeste del Estado Lara, Región de Quibor, (Carta 2308)". *Bol. Geol.* (Caracas), 4 (9): 3-53.
- WELLS, R. (1965) "Feldespar". In *Mineral Facts and Problems, 1965 Edition. U.S. Bureau of Mines, Bull. 630: 321-327.*
- WEHRMANN, M. (1972) "Geología de la Región de Guatire-Colonia Tovar". *Bol. Geol.* (Caracas), *Public. Esp. 5, Tomo IV: 2093-2121.*
- YANEZ, E.; y J. A. ROMAN (1970) "Yacimientos de Arenas de Guarico y Anzoátegui". *FUDECO, Informe Inédito.*