

BUNDESANSTALT FÜR BODENFORSCHUNG
- Misión Geológica Alemana
en El Salvador -

Minerales no Metálicos, Rocas y Suelos de Uso
Industrial en la República de El Salvador

Reporte Final
(1971 - 1973)
en 10 Partes

Hannover 1973

Indice del Reporte Final sobre Minerales no Metálicos, Rocas y Suelos de Uso Industrial en la República de El Salvador:

Primera Parte:	La Industria de Minerales no Metálicos y de Rocas y Suelos de Uso Industrial en El Salvador
Segunda Parte:	Materias Primas para Cemento, Cal Cáustica y Puzolanas en El Salvador
Tercera Parte:	Yacimientos de Rocas para Piedras Talladas en El Salvador
Cuarta Parte:	Agregados para Hormigón en El Salvador
Quinta Parte:	Materias Primas para Cerámica Fina en El Salvador
Sexta Parte:	Materias Primas para la Fabricación de Vidrio en El Salvador
Séptima Parte:	Materiales para la Construcción de Carreteras en El Salvador
Octava Parte:	Yacimientos de Perlita en El Salvador
Novena Parte:	Materias Primas para Cerámica de Tejas y Ladrillos en El Salvador
Décima Parte:	Yacimientos de Diatomita y Azufre en El Salvador

BUNDESANSTALT FÜR BODENFORSCHUNG -
Misión Geológica Alemana
en El Salvador

Hannover, Marzo 1974

Minerales no Metálicos
Rocas y Suelos de Uso Industrial
en la República de El Salvador

Sexta Parte
Materias Primas para la Fabricación de Vidrio
en El Salvador

Autores:

Dr. Volker Stein

Indice

VI Parte	página
Materias Primas de Vidrio	1
1. Introducción	1
2. Descripción de los Yacimientos de Materias Primas	3
2.1. Cuarzos de Vetas de Cuarzo	3
2.1.1. Veta de Cuarzo cerca de Gramal	3
2.1.2. Veta de Cuarzo cerca de Los Menjivares	4
2.1.3. Veta de Cuarzo Loma de Calichal	4
2.1.4. Veta de Cuarzo El Gallardo	5
2.1.5. Indicaciones para la Explotación y la Elaboración de los Cuarzos	6
2.1.6. Vaciadores de la Explotación Minera de Oro	7
2.2. Arenas de Cuarzo-Feldespatos	7
2.3. Calizas	9
2.4. Piedra de Dolomía, Fluorita	10
3. Valorización Económico-Geológica de los Yacimientos de Materias Primas	11
4. Mapa General de los Yacimientos de Materias Primas para la Fabricación de Vidrio en El Salvador	

Materias Primas de Vidrio

1. Introducción

La fábrica de vidrios de El Salvador, San Marco/San Salvador, del Estado (o a medias del Estado?), que está parada hace años, necesita para entrar otra vez en producción no solo de un asesoramiento técnico correspondiente y de ser equipada parcialmente con máquinas nuevas, pero sobre todo de materias primas nacionales económicas para que una producción de recipientes de vidrio rentable a largo plazo quede asegurada. En la medida de lo posible se debería substituir la dependencia de importación de la materia prima principal arena de cuarzo - por el aprovechamiento de materias primas del país. A partir de estos deseos, la Misión Geológica Alemana en El Salvador visitó y tomó muestras, entre otros, de una serie de yacimientos de cuarzo, respectivamente de cuarzo-feldespatho. Las investigaciones geológicas fueron limitadas a una estima general de las posibilidades de explotación y de las reservas inferidas explotables. Así, antes de un plano concreto de explotación serían necesarias muchas veces investigaciones detalladas minero-geológicas, pero, según nuestra opinión, estas no presentarán gran dificultad.

Se añadieron a este reporte resultados obtenidos en otras investigaciones. Presentamos así un resumen bastante completo de las materias primas de vidrio existentes en El Salvador.

En la descripción de los diversos grupos de materias primas son tratados los problemas de orden técnica de la preparación que son de esperar.

Las investigaciones fueron ejecutadas - a menos que expresamente quede indicado lo contrario - en los laboratorios de Bundesanstalt für Bodenforschung (analizadores: Dr. Eckhardt, Dr. Mattiat, Dr. P. Müller, Dr. Raschka); a la descripción de los diversos yacimientos fueron añadidos los resultados presentados en reportes singulares.

Según información la fábrica de vidrios necesita en los próximos 20 años aproximadamente las siguientes cantidades de materias primas:

arena de cuarzo, resp. cuarzo	: aprox. 250 000 t
caliza, resp. mármol	: aprox. 50 000 t
piedra de dolomía	: aprox. 25 000 t
feldespato	: aprox. 20 000 t
fluorita	: aprox. 10 000 t

Son posibles divergencias de estas demandas si se altera un poco la mezcla, pero estos datos deben ser suficientes como punto de referencia. Solamente el abastecimiento de la materia prima principal, cuarzo, tiene un interés especial.

2. Descripción de los Yacimientos de Materias Primas

2.1. Cuarzos de Vetas de Cuarzo

En los departamentos Chalatenango e Ilobasco fueron observadas frecuentemente zonas de cuarzificación de las cuales se desarrollaron localmente vetas puras de cuarzo. Investigamos en conjunto y muestreamos cuatro de esos yacimientos que nos parecieron interesantes a causa de su localización en la infraestructura y de sus dimensiones. Las muestras eran pequeños pedazos quebrados de bloques grandes, habiéndose tenido en cuenta una distribución aproximadamente uniforme de los locales de muestreo. Por eso estas muestras deben reproducir bastante bien la calidad de los diversos yacimientos.

2.1.1. Veta de Cuarzo cerca de Gramal

Junto a la carretera en dirección a Potonico, al sur de El Gramal, junto a la quebrada Sihumpero = Río Gualenza (hoja Ilobasco, coordenadas: 5 08 920, 3 17 920) se pueden observar grandes bloques de cuarzo por un largo de más o menos 200 m. Los bloques que alcanzan el metro cubico se presentan en una cinta de aproximadamente 10 m de ancho con una dirección de $\pm 25^\circ$. No encontramos material in situ. Habría que tomar muestras de zanja para comprobar la distribución calitativa del filón antes de empezar la explotación. Por el curso del afloramiento estimamos la profundidad en unos 15 m.

El cuarzo compacto, amorfo hasta microcristalino tiene un color gris, gris claro, blanco, amarillo o violeta claro en los diversos bloques. Bloques singulares sobresalen por una crosta fina de hidróxido de hierro (substancia estorbante!).

La muestra B 1445 contenía aprox. 1,3% Fe_2O_3 (=Fe-total como Fe_2O_3). Según esto, incluso las partes más puras son apropiadas en el mejor de los casos para la producción de vidrio verde.

En el lecho seco del río de la quebrada Sihumpero existe también gran cantidad de bloques de cuarzo. Los pedazos con un diámetro de 20 - 30 cm distribuidos por la pendiente occidental del valle proceden posiblemente de vetas menores. Este material suelto, cuya

cantidad no puede ser estimada, puede ser utilizado, por lo menos en parte, como materia prima de vidrio. Sin embargo presentemente no aconsejamos más investigaciones de este yacimiento.

2.1.2. Veta de Cuarzo cerca de Los Menjivares

Junto al camino de Cantón Los Menjivares al noroeste de la quebrada Muerto (hoja Chalatenango, coordenadas: 5 16 430, 3 20 940) se puede observar, con una extensión superficial de aproximadamente 200 m, una veta de cuarzo con una dirección de 140° . Estimamos el espesor explotable del filón en aproximadamente 5 m, la profundidad alcanzable en explotación a cielo abierto en unos 20 m y las reservas explotables en la orden de las 40 000 t. Son necesarias zanjas para asegurar estas avaliaciones.

El cuarzo $\pm$ puro, cristalino fino, tiene un color gris blanco. Pequeños pedazos recogidos y pedazos quebrados de bloques mayores están reunidos en la muestra B 1447.

La muestra contenía 0,07% Fe_2O_3 (= Fe total como Fe_2O_3); después de seleccionados los pedazos impurificados, es apropiada por lo tanto también para la producción de vidrio blanco.

2.1.3. Veta de Cuarzo Loma de Calichal

Al sureste de la loma de Calichal, aproximadamente 200 m al este de la carretera, aflora una veta de cuarzo con una dirección de 140° (hoja Cojutepeque, coordenadas: 5 18 800, 2 95 920) que puede ser observada por más de 150 m de largo con un espesor de filón supuesto de 5 - 10 m. En el noroeste, la veta conviértese en una zona de silificación, no se conoce exactamente su extremidad sureste. La profundidad explotable no pudo ser estimada a causa de las condiciones desfavorables de afloramiento. Se aconsejan zanjas transversales a la dirección de la veta para investigaciones más detalladas, solo entonces será posible calcular las reservas.

El cuarzo macroscópico, puro, contiene relativamente pocas impurezas. Sin embargo debe ser difícil de triturar, pues parece ser cristalino fino hasta amorfo. La muestra B 1450 se compone de material suelto,

parcialmente de color marrón, de la zona de afloramiento. Según primeros análisis la calidad del cuarzo ($0,44\% \text{Fe}_2\text{O}_3$) es solamente suficiente hasta mala. Solo después de más investigaciones se podrá decidir si el material es apropiado para la fábrica de vidrios, después de seleccionadas las partes impuras.

El Sr. Amerigo Gonzalez de la finca San Francisco es el propietario del terreno. El acceso es posible por la carretera asfaltada de San Rafael Cedros hasta la bifurcación Ilobasco (Sensuntepegue), después aproximadamente 2,5 km en dirección a Sensuntepeque hasta Molina, desde allá 5,5 km por la carretera de empalme hasta el lomo de Calichal. Según nuestra opinión se puede empezar en seguida con una explotación de escogido en el abanico de escombros del filón. Parece posible la extracción diaria de varias toneladas de cuarzo.

En las cercanías observamos otras vetas de cuarzo (p.ej.: en las coordenadas 5 19 360, 2 95 400), pero que por falta de tiempo no pudimos investigar.

2.1.4. Veta de Cuarzo El Gallardo

Cerca de El Gallardo y al oeste del Río Isidro (hoja Río Titihuapa, coordenadas 5 31 480, 2 98 260) se halla un yacimiento de cuarzo en forma de plancha, que aparece por grandes áreas a la superficie. Estimamos su extensión en por lo menos aprox. 200 m x 100 m, y el espesor mínimo aprovechable en aprox. 1,5 m. A esto hay que añadir un yacimiento pequeño aislado en la vecindad (restos de erosión) y numerosos bloques con hasta un metro cúbico de tamaño en la cuesta y en el lecho del río San Isidro. Avaliamos la cantidad mínima explotable - no teniendo en cuenta la distribución calitativa - en 60 000 - 70 000 t de cuarzo.

Predomina un cuarzo microcristalino, que se debe haber formado por recristalización de ácido silícico. Los cuarzos impuros existentes tendrán que ser escogidos a mano cuidadosamente al ser explotado el yacimiento. La muestra B 1452 fué extraída de bloques en el valle del Río San Isidro, habiéndose abarcado en la muestra también material impurificado. Del análisis ($0,11\% \text{Fe}_2\text{O}_3$) resultó que un material extraído en explotación de escogido manual debe ser bien apropiado

para la fabricación de vidrios. Por lo demás la composición heterogénea de este yacimiento queda confirmada por los siguientes análisis obtenidos en El Salvador: SiO_2 : 96,7%; 98,7%; 96,7%; 96,4%; 97,8%; 95,6%; 98,9%; Fe_2O_3 : 0,24%; 0,008%; 1,69%; 1,80%; 0,20%; 2,15%; 0,10%. No se conoce la forma de muestreo y de ensayo; sin embargo los resultados corresponden suficientemente con los obtenidos con nuestras muestras.

El yacimiento puede ser alcanzado por la carretera San Rafael Cedros en dirección a Sensuntepeque hasta San Isidro, y desde allí por la carretera de aproximadamente 5,5 km de largo en dirección al Río Titihuapa. La Sra. Martha Felicita López es la propietaria. Nos parece difícil el transporte de los cuarzos extraídos a través del lecho del Río San Isidro hasta la carretera que se halla a varias decenas de metros más arriba. Aquí sería de aconsejar la instalación de un montacargas inclinado accionado por un motor diesel. Según nuestra opinión se podría empezar con la explotación en la cuesta y en el lecho del río. Durante ese tiempo se podría empezar con la instalación del local de explotación en la cumbre de la montaña. Es indispensable un control de calidad del material extraído, debiendo ser suficiente un dictamen cuidadoso según el color. Estimamos los costes puros de explotación en el orden de los 5- 6 ¢ por cada tonelada de cuarzo triturado en grueso. (pedazo < 100 mm de diámetro).

2.1.5. Indicaciones para la Explotación y la Elaboración de los Cuarzos

Para finalizar damos algunas indicaciones generales cuanto a la valorización técnico-económica de los yacimientos para que se pueda avaliar mejor su importancia para el abastecimiento de la fábrica de vidrios en San Salvador.

La explotación y la trituración previa de las piedras en bruto no deben ser sencillas porque es difícil separar los cuarzos de la composición estructural de la veta y triturarlos manualmente. Creemos que las cantidades necesarias solo podrán ser extraídas por dinamitación, siendo de aconsejar que los tiros sean colocados en perforaciones a lo largo de fisuras. En vista de la mano de obra barata la trituración posterior hasta un diámetro de granos de

aprox. 100 mm y la selección calitativa debería ser a toda costa manual.

La trituración siguiente mecánica, debe ser efectuada, según nuestra opinión, en la fábrica de vidrios o en sus cercanías más próximas para asegurar la inspección de la calidad de producción por el laboratorio de la fábrica. La trituración y la molienda de los cuarzos de cristales finos presentará según nuestras experiencias dificultades y probablemente un desgaste considerable de los revestimientos especiales de las máquinas. Antes de la compra y la instalación de las máquinas se deberían ejecutar ensayos semi-técnicos con cuarzos salvadoreños. En las arenas de molienda de cuarzo se deben verificar sobre todo si existen impurezas (hierro de abrasión de las máquinas!).

2.1.6. Vaciaderos de la Explotación Minera de Oro

El material de vaciadero, rico en cuarzo, de la explotación minera de oro fué también muestreado (B 1487) en un local relativamente favorable. El contenido de Fe_2O_3 de la muestra, 2,8%, era tan alto que otra investigación nos pareció inútil.

2.2. Arenas de Cuarzo-Feldespatos

En el Departamento de Chalatenango se efectuó el recorrido y el muestreo de granitos, respectivamente granodioritas, parcialmente descolorados, meteorizados en menudo y aflorando por una gran superficie. Además de muestras de afloramientos naturales se pudieron analizar también muestras de pozos de sondeo con una profundidad aproximada de 7 metros.

Estas materias primas fueron estudiadas más detalladamente, porque contienen además del componente principal cuarzo también el componente necesario feldespato.

Con una muestra (B 1467) se verificaron también en detalle cuestiones técnico-preparatorias. En esto se verificó que las fracciones más gruesas, por lo general, son más ricas en cuarzo y más pobres en hierro, y que así son más apropiadas para la producción de vidrio.

En las investigaciones nos limitamos a una separación completa según la granulometría del material natural. Suponemos que un lavado posterior intenso podrá aportar un mejoramiento de la calidad. No se efectuaron ensayos correspondientes en vista de la situación económica incierta de la fábrica de vidrios y a causa de los esfuerzos de laboratorio considerablemente mayores.

a) muestra B 1467 (muestra de sección de la carretera 1 km al norte de San Francisco Morazán, hoja Tejutla, coordenadas: 4 94 600, 3 40 200).

Composición química:

muestra total: 75,8% SiO_2 ; 13,2% Al_2O_3 ; 1,2% Fe_2O_3 ;

fracción <0,63 mm : 68,5% SiO_2 ; 16,9% Al_2O_3 ; 2,81% Fe_2O_3

fracción >0,63 mm : 81,9% SiO_2 ; 10,2% Al_2O_3 ; 0,44% Fe_2O_3

fracción >1,12 mm : 84,2% SiO_2 ; 8,7% Al_2O_3 ; 0,33% Fe_2O_3

Composición mineral: muestra total: 60% - 65% cuarzo, más de 30% feldespato, menos de 10% muscovita/caolinita;

fracción 1,12 mm: aprox. 80% cuarzo, aprox. 20% feldespato.

Según los análisis presentes el contenido estorbante de Fe_2O_3 está ligado predominantemente a los porcentajes más ricos en feldespato. Así las fracciones más gruesas tienen los contenidos más bajos de hierro.

b) muestras B 1909 - 1912 (hoja El Paraíso,

B 1909 coordenadas: 2 79 350, 15 65 080;

B 1910 coordenadas: 2 79 370, 15 65 020;

B 1911 coordenadas: 2 79 400, 15 64 970;

B 1912 coordenadas: 2 79 520, 15 64 960;

todo muestras de canal de afloramientos)

distribución granulométrica:> 2,0 mm : 26,5% - 44,3%;

0,63 - 2,0 mm : 22,1% - 25,0%; 0,2 - 0,63 mm : 14,8% - 22,0%

0,063 - 0,2 mm : 8,2% - 13,4%; 0,002 - 0,063 mm : 9,2% - 12,2%

<0,002 mm 1,4% - 2,2%.

composición química: SiO_2 : 71,25% - 74,13%; Al_2O_3 : 13,25% - 14,66%;

K_2O : 3,78% - 4,05%; Na_2O : 3,90% - 4,19%; Fe_2O_3 : 1,54% - 2,09%;

CaO : 0,66% - 0,74%; MgO : 0,25% - 0,40%.

Composición mineral: componentes principales: cuarzo, feldespato;

con en conjunto 5%: clorita, caolinita, mica horneblenda. La muestra más rica en hierro, B 1909, contiene horneblenda y clorita. La muestra más pobre en hierro, B 1912, no contiene otros minerales comprobables a rayos-X más que cuarzo y feldespato; es a la vez la muestra de granos más gruesos (66,4% 0,63 mm de diámetro).

- c) muestras B 1916 - 1919 (hoja El Paraíso,
B 1916 coordenadas : 2 79 430, 15 65 100;
B 1917 coordenadas : 2 79 520, 15 65 120;
B 1918 coordenadas : 2 79 530, 15 65 030;
B 1919 coordenadas : 2 79 460, 15 65 020;
muestras solo de pozos de sondeo

distribución granulométrica: > 2 mm : 23,4% - 35,7%;
0,63 - 2,0 mm : 24,8 - 27,2%; 0,2 - 0,63 mm 17,1% - 22,8%;
0,063 - 0,2 mm : 10,0% - 12,7%; 0,002 - 0,063 mm : 10,6% - 13,1%;
<0,002 mm : 1,6%- 3,2%.

Composición química: SiO_2 : 73,24% - 74,75%; Al_2O_3 : 12,83% - 14,28%;
 K_2O : 3,81% - 4,28%; Na_2O : 3,65% - 4,16%; Fe_2O_3 : 1,38% - 1,83%;
 CaO : 0,55% - 0,76%; MgO : 0,26% - 0,42%.

Composición mineral: componentes principales: cuarzo, feldespato; con en conjunto <5% están presentes: clorita, montmorillonita, caolinita, mica. La muestra más rica en hierro, B 1918, es a la vez la más rica en feldespato. La muestra más pobre en hierro, B 1917, contiene el mayor porcentaje de la fracción > 0,63 mm (60,5%).

2.3. Calizas

Mármoles blancos, pobres en hierro, pueden ser importados de Guatemala, dado el caso, juntamente con una fábrica de terrazzo. Los precios de esta materia prima son relativamente altos.

Por nuestras investigaciones se pudo comprobar que también en El Salvador pueden ser explotadas calizas apropiadas. El yacimiento de caliza de Cerro El Calichal, situado a 9 km al sureste de Metapán, cerca de Aldea El Zapote (Hoja Masahuat), que fué muestreado por nosotros, contiene partes muy pobres en hierro. El contenido de

Fe_2O_3 de la muestra grande We 540 era de solamente 0,17% con un contenido de CaCO_3 de 96,6% (análisis: laboratorio de la fábrica de cemento CESSA, Metapán). Con una explotación selectiva se podrán extraer probablemente secciones todavía más pobres en hierro.

2.4. Piedra de Dolomía, Fluorita

Hasta el presente no se conocen yacimientos de piedra de dolomía y de fluorita en El Salvador. Las probabilidades de hallar esos yacimientos en el país no son muy favorables. Pero no debe ser difícil importar esas materias primas de Guatemala y/o Méjico.

3. Valorización Económico-Geológica de los Yacimientos de Materias Primas

Según las experiencias en el laboratorio de preparación del Bundesanstalt für Bodenforschung la trituración de los cuarzos de las vetas de cuarzo muestreadas debe ser muy difícil y el desgaste de las trituradoras y de los molinos debe ser muy alto. Es grande el peligro de impurificar el material de molienda por abrasión de hierro. Teniendo en cuenta las dificultades de explotación esperadas, por de pronto tenemos que desaconsejar más investigaciones de las vetas de cuarzo. Solamente si la producción en un futuro se especializará en la fabricación de vidrio blanco se podrían aconsejar más trabajos, especialmente en la veta de cuarzo de Los Menjivares.

De las posibilidades de explotación y de trituración más favorables las arenas de cuarzo-feldespatos se ofrecen para más investigaciones. Aunque la composición química del material en bruto sin preparación no sea favorable para la fabricación de vidrios, las fracciones más gruesas > 2 mm de diámetro separadas tienen generalmente la relación deseada de cuarzo : feldespato. Además los contenidos de Fe_2O_3 de este material son tan bajos, que no hacen esperar dificultades dignas de mención en la producción de vidrio verde. Si se lava, el material en bruto debe ser apropiado incluso para la fabricación de vidrio marrón, pero no para la de vidrio blanco.

La trituración del material grueso > 2 mm Ø para el tamaño de grano necesario para la producción de vidrio entre 0,1 mm y 0,5 mm Ø no presentará dificultades dignas de mención. La separación del material fino < 0,1 mm podrá efectuarse por separación por aire. El material fino con los contenidos esperados altos de feldespato podría ser utilizado en la industria de cerámica fina, sin embargo tenemos que observar que el color de cochura del material fino será amarillo hasta marrón claro.

Las calizas necesarias pueden ser extraídas en la región de Aldea El Zapote. Piedras de dolomía y fluorita tienen que ser importadas de Guatemala y/o de México.

En resumen hay que observar que El Salvador dispone de reservas de materias primas suficientemente grandes para la fabricación de vidrio de color. Las materias primas para la producción de vidrio blanco son raras en El Salvador, deberían aportar dificultades considerables de explotación y de preparación. Aconsejamos por eso que los planeamientos futuros de la fábrica de vidrios sean basados en la fabricación de vidrios de envase de color. Habría que aumentar la fábrica con instalaciones de secado, y de trituración, molinos y separadores por aire y silos de reservas correspondientes. En los silos deberían caber aproximadamente 800 t de materia prima suministrada y aproximadamente 400 t de materia prima preparada. Los molinos, las instalaciones de secado y de separación deberían render por lo menos 5 t/h y por lo máximo 8 t/h.

fdo. Stein

(Dr. Volker Stein)