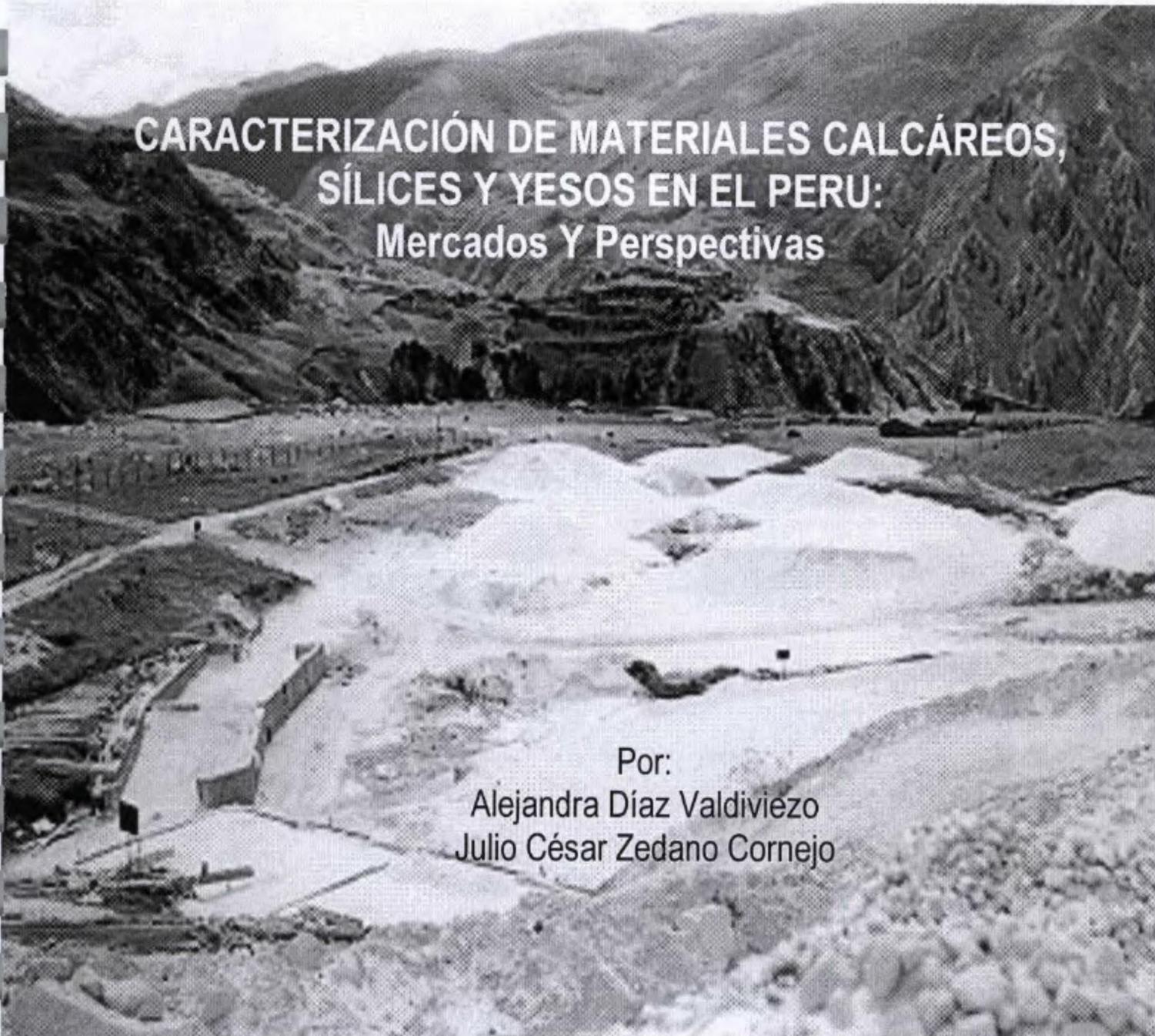


A5743

REPÚBLICA DEL PERÚ  
SECTOR DE ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

---



**CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES CALCÁREOS,  
SÍLICES Y YESOS EN EL PERÚ:  
Mercados Y Perspectivas**

Por:  
Alejandra Díaz Valdiviezo  
Julio César Zedano Cornejo

Proceso de lavado de la Sílice en Llocllapampa, Jauja - Junín

 **INGEMMET**  
Abril 2005

## Contenido

	Pag.
INTRODUCCIÓN .....	1
RESUMEN .....	2
Capítulo I .....	4
<b>CARACTERIZACIÓN Y MERCADO MATERIALES CALCÁREOS .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Geología Económica .....</b>	<b>4</b>
1.1.1 Formación y Características Geológicas .....	4
1.1.2 Rocas carbonatadas .....	5
1.1.2.1 Clasificación.....	6
1.1.2.2 Materiales carbonatados .....	9
1.1.2.3 Descripción de algunos minerales carbonatados .....	9
1.1.2.3.1 Diversos análisis y ensayos para rocas carbonatadas .....	10
1.1.2.3.2 Clasificación de los carbonatos a base de su composición química .....	13
1.1.2.3.3 Análisis y ensayos básicos según la utilidad de los carbonatos .....	14
1.1.3 Áreas potenciales .....	14
1.1.4 Principales canteras en el Perú .....	15
1.1.4.1 Canteras visitadas durante las comisiones de campo en 2004 .....	27
1.1.5 Proceso de explotación de los materiales calcáreos .....	33
<b>1.2 Mercado .....</b>	<b>37</b>
1.2.1 Panorama mundial .....	38
1.2.1.1 Producción mundial .....	39
1.2.1.2 Comercio mundial .....	41
1.2.2 Panorama nacional .....	42
1.2.3 Potencial de las calizas .....	43
1.2.4 Reservas por regiones .....	45
1.2.5 Producción por regiones .....	46
1.2.5.1 Principales productores .....	48
1.2.6 Usos .....	49
1.2.6.1 Sub - sectores económicos de consumo .....	52
1.2.6.1.1 Sub - sector construcción .....	53
1.2.6.1.2 Sub - sector químico .....	57
1.2.6.1.3 Sub - sector minero metalúrgico .....	65
1.2.6.1.4 Agro industria .....	67
1.2.6.1.5 Medio Ambiente .....	69
1.2.7 Consumo Aparente .....	72
1.2.7.1 Consumo Aparente de carbonato de calcio .....	74
1.2.7.2 Consumo Aparente de la cal viva y apagada en el Perú .....	75
1.2.7.3 Principales industrias consumidoras de caliza, cal y carbonato de	
1.2.7.4 Calcio en el Perú por Regiones .....	77
1.2.8 Comercio .....	79
1.2.8.1 Principales canales de comercialización .....	79
1.2.8.2 Comercio Exterior de los principales derivados de la caliza .....	80
1.2.8.2.1 Importación de cales por Países de Origen .....	80

2.2.8.3	Principales importadoras de arenas silíceas y cuarzo en el Perú .....	157
2.2.8.4	Exportación de arenas silíceas y cuarzosas por Países de Destino .....	158
2.2.8.5	Principales exportadores de arenas silíceas y cuarzosas en el Perú .....	158
2.2.8.6	Importaciones de cuarzo por Países de Origen .....	161
2.2.8.7	Principales importadores de cuarzo en el Perú .....	161
2.2.8.8	Exportaciones de cuarzo por Países de Destino .....	163
2.2.8.9	Principales exportadores de cuarzo en el Perú .....	163
2.2.9	Precios .....	165
2.2.10	Balanza comercial peruana de las arenas silíceas – cuarzosas y el Cuarzo .....	165
<b>Capítulo III .....</b>		<b>168</b>
<b>CARACTERIZACIÓN y MERCADOS del YESO .....</b>		<b>168</b>
<b>3.1</b>	<b>Geología Económica .....</b>	<b>168</b>
3.1.1	Formación y características geológicas .....	168
3.1.2	Yacimiento y origen .....	168
3.1.3	Clasificación .....	169
3.1.4	Variedades comerciales .....	169
3.1.5	Propiedades y características .....	170
3.1.5.1	Propiedades físicas .....	170
3.1.5.2	Propiedades ópticas .....	171
3.1.5.3	Propiedades químicas .....	171
3.1.6	Áreas potenciales .....	171
3.1.6.1	Principales canteras en el Perú .....	172
3.1.6.2	Canteras visitadas durante las comisiones de campo en 2004 .....	179
3.1.7	Extracción del yeso .....	193
3.1.8	Caracterización de algunos tipos de yesos del Perú .....	196
<b>3.2</b>	<b>Mercados .....</b>	<b>202</b>
3.2.1	Panorama mundial .....	202
3.2.1.1	Producción mundial .....	202
3.2.1.2	Comercio .....	203
3.2.2	Panorama nacional .....	205
3.2.3	Potencial del yeso por regiones .....	206
3.2.4	Reservas por regiones .....	207
3.2.5	Producción de yeso por regiones .....	208
3.2.6	Principales productores .....	210
3.2.7	Usos .....	211
3.2.7.1	Sub – sectores económicos de consumo .....	211
3.2.7.1.1	Sub – sector construcción .....	213
3.2.7.1.2	Sub – sector químico .....	216
3.2.7.1.3	Sub – sector metalúrgico .....	218
3.2.7.1.4	Sub – sector agroindustrial .....	219
3.2.7.1.5	Medio Ambiente .....	220
3.2.7.1.6	Otras industrias .....	221
3.2.8	Consumo aparente .....	225
3.2.8.1	Principales industrias consumidoras de yeso en el Perú por regiones .....	226
3.2.9	Comercio .....	229
3.2.9.1	Principales canales de comercialización .....	229
3.2.9.2	Comercio exterior .....	229
3.2.9.3	Exportación de yeso calcinado peruano por países de destino .....	230

# CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES CALCÁREOS, SÍLICES Y YESOS: MERCADOS Y PERSPECTIVAS

## INTRODUCCIÓN

El Perú es un país privilegiado por la abundancia y variedad de sustancias no metálicas, debido a que la geología de nuestra patria tiene gran variedad de eventos y edades geológicas, en ellos se pueden encontrar muchos yacimientos de recursos no metálicos. Pero falta mucha investigación científica sobre ellos, apenas han sido reconocidos y su aprovechamiento no es muy difundido. El potencial minero de estas sustancias también es enorme, se puede decir que salvo valiosos estudios puntuales o sistemáticos, no se han realizado estudios con la profundidad que se da a los minerales metálicos; generalmente en los estudios de las sustancias no metálicas no se emplea equipos de tecnología de punta, como por ejemplo realizar pruebas de laboratorio de propiedades físicas, químicas e industriales.

El presente estudio "**Caracterización de Materiales Calcáreos, Sílices y Yesos del Perú: Mercado y Perspectivas**", tiene como objetivos analizar y sistematizar la información existente en la Institución, y en las fuentes oficiales del Estado (Ministerio de Energía y Minas, Instituto Nacional de Concesiones y Catastro Minero, Ministerio de la Producción, Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, Dirección General de Aduanas y otros datos de investigaciones realizadas por otras entidades públicas y privadas, así como la información recopilada en el campo de algunas canteras a fin de caracterizarlas para su aplicación industrial y tener un conocimiento actual del mercado y las posibilidades de su desarrollo.

Dicho estudio, tiene como propósito incentivar investigaciones mas detalladas en el campo de los materiales calcáreos, sílices y yesos, por su variedad y amplia distribución en el territorio nacional, así como por la diversidad de sus usos, en actividades industriales relacionadas con el aprovechamiento de estos recursos no metálicos existentes en cada una de las regiones del país.

Se trata de conjugar los intereses estatales con los del sector privado a través del presente estudio a fin de incentivar la inversión, mostrar la importancia relativa como elementos fundamentales en la aplicación industrial de los sub-sectores de construcción, químico minero metalúrgico, agroindustrial y medio ambiente de la economía peruana, teniendo en cuenta la tendencia en el mediano y largo plazo que representa la descentralización del país, esto debe traducirse en la realización de estudios geológicos que detallen la ubicación y propiedades físico - mecánicas de estos importantes no metálicos para cubrir la demanda y exigencias de las futuras industrias a lo largo y ancho del territorio, sustituir las importaciones e incrementar las exportaciones.

## Capítulo I

### Caracterización y Mercado de Los Materiales Calcáreos

#### 1.1. Geología Económica

Con el término de carbonatos de calcio incluimos a rocas carbonatadas (calizas, margas, creta, travertinos, etc.) y minerales que contienen carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$  (calcita, dolomita, siderita).

Las rocas carbonatadas en el Perú tienen una gran dispersión de edades geológicas; que van desde el Paleozoico (grupos Tarma y Copacabana), hasta el Cuaternario (depósitos de coquina), siendo en el Mesozoico y el Cenozoico donde se encuentran potentes afloramientos tales como los grupos Copacabana, Pucará, Pulluicana y formaciones Pariatambo, Chulec, Atocongo, Pamplona, Jumasha, Celendín, Ayavacas, entre otras.

También ha existido actividad hidrotermal a lo largo de varios tiempos geológicos donde se han emplazado filones con calcita y otros minerales carbonatados.

Los materiales naturales carbonatados en el Perú, prácticamente se encuentran en la mayoría de nuestras regiones y son los más explotados en la minería no metálica

##### 1.1.1 Formación y Características Geológicas

Los carbonatos son compuestos químicos, son sustancias formadas por dos o más elementos, en una proporción fija por peso; el carbonato es un compuesto químico que contiene los elementos carbono (C) y oxígeno (O) en forma del grupo  $\text{CO}_3$ , conteniendo un átomo de carbono y tres átomos de oxígeno; por ejemplo el carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$ . De los carbonatos el más importante, en abundancia y uso es la calcita  $\text{CaCO}_3$ , que forman varias rocas y minerales.

Los carbonatos de calcio tienen como característica la presencia del ión carbonato  $\text{CO}_3$ , cuyos tres átomos de oxígeno, dispuestos en los extremos de un triángulo equilátero, están ligados a un átomo de carbono situado en el centro. Según la clasificación elaborada por Struz, los carbonatos se dividen en anhidros, hidratados, y con o sin aniones extraños. Las especies minerales forman tres grupos principales: el de la calcita, el de la dolomita y el del aragonito.

Entre las rocas carbonatadas más importantes, tenemos a las rocas calizas, las cuales han sido depositadas a través del tiempo geológico desde el Precámbrico al reciente, aún cuando muchas de ellas han sufrido cambios post-deposicional, los cuales han modificado los sedimentos originales. Las calizas son rocas sedimentarias, esto es que han sido depositadas como sedimentos sobre el terreno o riberas, lagos y océanos.

En la roca dolomita, la fracción carbonato contiene 90 por ciento o más del mineral dolomita, lo cual representa un poco más del 50% de la roca. En general las dolomitas presentan mejor uniformidad de granos que las calizas.

El mármol es una roca metamórfica de carbonato compuesta en forma dominante de calcita o dolomita o ambos, con impurezas tales como cuarzo, grafito, tremolita, wollastonita y otros minerales de silicatos. Los mármoles se producen por

recristalización de calizas y dolomitas sedimentarias a temperaturas y presiones elevadas.

En términos comerciales, el mármol tiene una connotación más amplia y se aplica a cualquier roca de carbonato susceptible de pulimento. En este sentido se incluyen a ciertos travertinos y depósitos de caverna conocidos como ónix. Algunas rocas de silicatos de magnesio o serpentinas también han sido clasificadas comercialmente como mármol.

Conchas de ostras conocidas como conchuela o coquina, se encuentran en aguas poco profundas en grandes cantidades y están conformadas de carbonato de calcio muy puro. Las conchuelas son usadas en la manufactura de cal y cemento.

### Génesis de las Calizas

Origen		Tipo de Caliza
Magmático		Carbonatita calcita(en parte)
Sedimentario	Autoctono(1)(no redepositado)	Precipitado químicamente Caliza espeleotemática Travertino Calcita Calcrete (caliche(6), tosca) Calcilutita (en parte)(3)
		Biogénico Caliza coralina Caliza de arrecife Caliza foraminífera Creta (chalk) Caliza de algas Caliza fosilífera Calcilutita (en parte)(3) Creta lacustre (caliza de pradera)
	Alóctono(1) (redepositado)	(Distinción entre origen por precipitación y biogénico difícil) Arena calcárea o calcarenita(4) Caliza oolítica(2) Calcirudita(5) Conglomerado de caliza Brecha de caliza Caliza conchífera Lumaquelas

Caliza metamorfoseada en mármol

(1)para muchas calizas no se puede distinguir claramente entre caliza autóctona y alóctona; fundamentalmente, todas las calizas autóctonas pueden ser redepositadas (2)una proporción biogénica no puede excluirse (3)tamaño < 0,062mm (4)tamaño 0,062-1mm (5)tamaño > 1mm (6)esta palabra tiene en los diferentes países un significado distinto (en parte Fuente: Walter Lorenz & Gwosdz, 2004, Manual para la Evaluación geológica - técnica de recursos minerales de construcción

#### 1.1.2 Rocas carbonatadas

Las rocas de carbonatos en las que un solo mineral es el principal constituyente, son la caliza, formadas por el mineral calcita y la roca dolomita por el mineral dolomía.

Se hace una descripción de las rocas carbonatadas más comunes

sustancias, constituyen la materia prima para la fabricación del cemento Portland.

- Dolomita

Es una roca calcárea formado por mineral de dolomía (carbonato de calcio y magnesio). Esta roca se presenta estrechamente asociado a la caliza pudiendo estar interestratificada, puede pasar gradualmente a caliza.

La mayor parte de estas rocas son calizas reemplazadas debido a la contaminación de aguas cargadas de sales magnesianas.

- Otras rocas carbonatadas

- Rocas carbonatadas detríticas

Se originan por erosión y transporte de calizas anteriores. Son semejantes a los conglomerados, areniscas o arcillas, pero compuestas por clastos y cemento calcáreo. Las calizas oolíticas (son esféricas) están formadas por pequeñas concreciones de carbonato denominados oolitos y están cementadas por el mismo carbonato. Cuando las concreciones son mayores (pisolitos), se tienen las calizas pisolíticas. Entre las calizas detríticas de tamaño de grano arcilloso están las calizas litográficas, muy compactas. En ellas se han conservado impresiones de fósiles, como la del *Archaeopteryx lithographica*, primera ave fósil conocida.

- Rocas carbonatadas químicas

Se forman por precipitación del carbonato insoluble, al desprenderse el  $\text{CO}_2$ . Son los travertinos y las tobas calizas. La coquina que son fragmentos calcáreos poco consolidados formado por caparazones de moluscos que están unidas por arena y carbonatos. Los caliches son costras calizas formadas sobre el suelo, en las regiones secas, al ascender el agua por capilaridad y precipitar el carbonato en la superficie.

- Calizas bioquímicas

Se forman por precipitación del carbonato de calcio, debido a la actividad de algas y bacterias. En conjunto son poco importantes los esqueletos u otras partes duras de diversos grupos de animales: moluscos, corales, esponjas, equinodermos, etc.

Se tiene a la creta, que es variedad de caliza no consolidada, formada fundamentalmente por microorganismos.

En rocas sedimentarias, la característica estructural más importante es la formación misma del estrato, siendo a la vez la más prominente desde el punto de vista comercial. En el negocio de canteras, la siguiente característica estructural de importancia es el tipo de contacto; es decir la rotura o discontinuidad de la masa rocosa. Las manchas existentes a lo largo del contacto pueden ser al mismo tiempo de beneficio y perjudiciales. Las fallas como disturbación estructural influye sobre la distribución general del estrato y sobre la totalidad de la formación. El plegamiento es otra

terminología de las carbonatitas es difícil y compleja, depende de su composición química, y no-solo del carbonato predominante, sino de los elementos accesorios que contenga y de sus asociaciones. Algunas carbonatitas son ricas en magnetita, apatito, otras en tierras raras, flúor y bario. También se les clasifica en alcalinas y ricas en hierro, ricas en circonio, calcio y magnesio. Pero se les divide en cuatro grupos principales:

1. Complejos de diques anulares alcalinos
2. Complejos alcalinos no anulares
3. No asociados a rocas alcalinas
4. Corrientes y rocas piroclásticas. Las carbonatitas son explotadas para la obtención de minerales metálicos y no metálicos, incluyendo a las valiosas tierras raras, niobio, tantalio, circonio, apatito, hafnio, fierro, titanio, vanadio, uranio, torio, vermiculita y barita. En algunas ocasiones las concentraciones de cobre encontradas en las carbonatitas son gigantescas, considerándose casi como pórfidos cupríferos, algunas carbonatitas se asocian a sienitas, y rocas alcalinas. Las mas jóvenes se relacionas a rifts en el interior de zonas cratónicas, lo que sugiere procesos corticales profundos o del manto superior.

#### 1.1.2.2 Minerales carbonatados

Se pueden clasificar de la siguiente manera:

##### Grupo de la calcita

Calcita	$\text{Ca CO}_3$
Dolomita	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
Magnesita	$\text{Mg CO}_3$
Siderita	$\text{Fe CO}_3$
Rodocrosita	$\text{Mn CO}_3$
Smithsonita	$\text{Zn CO}_3$

##### Grupo del aragonito

Aragonito	$\text{Ca CO}_3$
Witherita	$\text{Ba CO}_3$
Estroncianita	$\text{Sr CO}_3$
Cerusita	$\text{Pb CO}_3$

Malaquita	$\text{Cu}_2(\text{OH})_2 \text{CO}_3$
Azurita	$\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$

#### 1.1.2.3 Descripción de algunos minerales carbonatados

##### Calcita

Carbonato cálcico  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , con cristalografía hexagonal, tiene tres hábitos muy variados, el romboédrico, el prismático y el escalenoédrico. También la calcita se presenta en masas granuladas finas a compacto de aspecto terroso. Brillo vítreo de colores blancos mayormente, pero puede tener diversos tonos (grises, verdosos, rojizos).

### Porosidad

La porosidad aparente se define como la relación del volumen de los huecos o poros, abiertos de una roca y el volumen aparente total expresado en tanto por ciento de este último.

La porosidad absoluta es cuando se considera la totalidad de los poros abiertos y cerrados, y se determina hallando la relación entre la diferencia de las densidades real y aparente y la densidad real y multiplicando por 100.

### Capilaridad

Se define en las rocas como la propiedad de ascender el agua que está en contacto con sus caras. En las rocas homogéneas la elevación es proporcional al cuadrado de los tiempos, siendo la línea de separación, de la parte seca y mojada, horizontal. La capilaridad es proporcional al peso de agua absorbida en un tiempo dado.

### Permeabilidad

Esta propiedad se refiere a los cuerpos a dejarse atravesar por los fluidos. En las rocas el fluido generalmente es el agua, y se define como la cantidad de agua, en litros, que la atraviesan en una hora y a una presión dada. Generalmente en las rocas de construcción, la permeabilidad no llega a un litro en 24 horas y no pasa de 1 m de altura, pues a mayores presiones se pierde agua por las juntas.

La permeabilidad a los gases se determina haciendo atravesar la probeta por un volumen de aire practicando un vacío.

### Dureza

Se define como la resistencia que oponen los cuerpos, en virtud de la cohesión a dejarse penetrar o rayar por otros. La escala de Mohs consta de 10 minerales (de talco a diamante). En mineralogía se aprecia la dureza por los **esclerómetros**, los cuales consisten en una palanca de primer género, en uno de cuyos extremos lleva un diamante tallado formando un diedro de 90° y en el otro brazo un peso móvil.

En construcción se denomina rocas blandas las que se cortan con sierras de dientes, por ejemplos las areniscas. Rocas duras las que requieren láminas de acero y arena, por ejemplo los mármoles. Rocas muy duras las que precisan discos de carborundo o diamante, por ejemplo los pórfidos, basalto.

### Resistencia al calor

Las probetas se calientan en un horno de mufla a elevadas temperaturas, que se aprecian mediante los conos de Seger o por pirómetros, y después de enfriarlos ligeramente se introducen en agua fría, observando su aspecto, si se agrietan, desprenden trozos o estallan, como el cuarzo.

### Resistencia al frío (heladicidad)

El agua al helarse aumenta de volumen aproximadamente en un 10 %, y las rocas cuya cohesión no es capaz de resistir estas dilataciones producidas al helarse el agua contenida en los poros, se agrietan, desprenden escamas, se redondean las aristas y disminuyen las resistencias mecánicas.

- Resistencia al choque

Este ensayo se hace sometiendo la probeta a una serie de golpes, dejando caer un peso generalmente de 1 a 2 kilogramos sobre la probeta, desde alturas crecientes desde 1 cm hasta que se produce la fractura. El resultado se expresa en Kgm, para lo cual se toma nota del número de golpes, altura y peso que produce la rotura.

- Adherencia a los morteros

Con la balanza del Dr. Michaelis se practica preparando una probeta en forma de semiocho, colocándola en un molde y rellenando la otra mitad con el mortero a ensayar. Se deja endurecer el tiempo que se crea conveniente, y rompe como las probetas de cemento.

Otra forma de hacer este ensayo es adosando las probetas prismáticas mediante una junta de 1 cm del mortero a ensayar, y despegándolas a los siete días con una prensa hidráulica.

- Resistencia a los agentes atmosféricos

Las probetas en forma de placas de 7 x 5 x 3 cm se someten en atmósfera húmeda a una corriente de gases, oxígeno y anhídrido carbónico y sulfuroso a una presión y temperatura constante. Se pesan antes y después del tratamiento, viendo la pérdida de peso y comparándola con los efectos que se obtienen, repitiendo en iguales condiciones con una probeta de mármol de Carrara.

#### 1.1.2.3.2 Clasificación de los carbonatos a base de su composición química

Tomando como base la composición química, las rocas de carbonatos pueden dividirse en cinco grupos principales:

- Caliza con alto calcio; que puede portar sobre el 95% de  $\text{CaCO}_3$  y es adecuada para la producción de cal.
- Roca cementera. Existen cinco tipos diferentes de cemento Pórtland, designados como Tipo I a V. El ingrediente alúmina se puede ajustar mediante la adición de arcilla; y si el contenido de carbonato de calcio es bastante bajo, se puede agregar algo de caliza con alto calcio.
- Dolomita para fundente. Teniendo en cuenta que las impurezas críticas perjudiciales son silica, azufre y fósforo, para las cuales las tolerancias son bastantes bajas, la selección de piedras para su uso como fundente metalúrgico deberá ser muy cuidadosa.
- Piedras para concreto, agregado, piedra dimensionada y propósitos químicos diversos. Aún cuando los requerimientos para agregados y piedra dimensionada son más de orden físico que químico, es importante considerar la ausencia de nódulos de chert y de pirita.
- Piedras para empedrado metálico (road metal), balasto de línea de ferrocarril y uso general. Las especificaciones para tales piedras son más de orden físico que químico.

de mejores características, se utilizan para la fabricación de cemento. En cambio, las calizas cretáceas se emplean para la obtención de cal.

En el departamento de Puno, el cemento se elabora de las calizas cretáceas de la formación Ayabacas. La ciudad de Arequipa se abastece de calizas procedentes de varias formaciones. En la Cordillera Oriental, las calizas del Grupo Pucará, especialmente de la Formación Condorsinga, son las más promisorias. También se debe mencionar a las calizas paleozoicas Copacabana.

La gran mayoría de los travertinos peruanos se encuentran en la Franja Interandina o en su inmediata vecindad. También se conocen travertinos en la Franja del Vulcanismo Activo. Las explotaciones más importantes se encuentran en el valle del Mantaro del departamento de Junín y en los alrededores de Arequipa.

En el área Cuculi/Moro – Chimbote, afloran las formaciones Santa y Carhuaz conformados por limo - arcillitas y calizas y por areniscas, cuarcitas y poca caliza, respectivamente. El metamorfismo, debido a la invasión de un magma granodiorítico, marmolizó a los mantos de caliza circundante. La zona de influencia es de 50 - 350 m donde se encuentra el mármol. La dolomita se presenta en poca proporción, al parecer se ha generado por procesos hidrotermales – metasomáticos.

El yacimiento de China Linda se encuentra emplazado en las calizas del Grupo Puillucana del cretáceo medio, en la parte central de la cuenca Cajamarca, al NE del distrito minero de Yanacocha.

#### 1.1.4 Principales canteras en el Perú

##### Atocongo (caliza)

Ubicación: Se localiza en el paraje denominado Atocongo, distrito de Villa María del Triunfo, provincia y departamento de Lima.

Coordenadas UTM: 8 651 579 N 293 144 E, Altitud: 260 m.

Acceso: Es accesible por la carretera Panamericana Sur hasta el Kilómetro 10 (Puente Atocongo), desde este punto se toma la avenida Pachacutec, pasando por Villa Esperanza, realizando un recorrido de 11 Km por vía asfaltada hasta llegar a la cantera.

Marco Geológico: Las calizas que se extraen en esta cantera pertenecen a la Formación Atocongo del Barremiano - Aptiano inferior, que consiste de calizas de color gris en capas gruesas que alcanzan aproximadamente 200 metros de espesor. Gran parte está constituida por caliza gris negruzca. En la parte superior la formación consiste de calizas marmolizadas de color gris claro a blanco rosado.

Esta cantera de Propiedad de Cementos Lima S.A., se explota a tajo abierto en bancos de 14 m de alto, llegando a una producción diaria de 18 mil TM de calizas apta para el proceso.

Los resultados químicos (Ingemmet) de una muestra de canaleta son:

Para Clinker Tipo I (marcado nacional)	Para Clinker Tipo II (mercado Internacional)
CaO 42.5% a 45.0%	44.0% a 48.0%
SiO <sub>2</sub> < 1.2%	< 0.5%
MgO < 3.0%	< 3.0%

margas, limolitas, areniscas y muy localmente tufos y derrames volcánicos. Las calizas generalmente detríticas y a veces oolíticas de colores gris claro a muy oscuro con estratificación delgada a mediana y característicamente con abundante chert en forma de nódulos, lentes y bandas), también afloran rocas intrusivas del Cenozoico representadas por afloramientos del stock granodiorítico-diorítico localizados en el Cerro Santa Ana al norte de la Cantera de Cerro Palo, correspondiente al Terciario medio a superior.

Reservas Económicas	TM	CaCO <sub>3</sub>	MgO	SiO <sub>2</sub>
Probado	39 127 375.40	93.55	0.74	3.70
Probable	9 434 135.23	94.05	0.76	3.36
Marginales	16 514 110.12	79.84	9.73	8.30
<b>TOTAL</b>	<b>65 075 620.75</b>	<b>90.17</b>	<b>3.03</b>	<b>4.80</b>

Análisis químico realizados en los laboratorios del INGEMMET da los resultados siguientes:

Código Muestra	De	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
4004305		5.20	0.93	0.05	0.38	0.03	51.00	0.39	0.032	0.16	0.12	40.01

#### **Albertino /Chacapalpa (travertino)**

Ubicación.- Pertenece al distrito de Curicaca – El Rosario, provincia de Jauja, departamento de Junín. Se encuentra entre las coordenadas UTM 8 704 641 N y 418 304 E, a una altitud de 3 800 m. en el Cerro Chulec Pampa y Yarus.

Acceso.- Al depósito se llega desde Lima por la carretera central hasta la Oroya 170 Km y se sigue 37 Km. con dirección a Huancayo, se encuentra en la margen izquierda del río Mantaro.

Marco Geológico.- El yacimiento calcáreo Albertino, se encuentra extensos macizos calcáreos y particularmente en la potente serie de calizas estratificadas del Grupo Pucará (Triásico, Liásico) dando formas bien definidas de relieve.

La presencia del travertino de este yacimiento es una roca de origen compacta, producto de la evaporación de fuentes termales o influenciada por cierta temperatura ambiental; por su gran riqueza de cal se le denomina travertino calcáreo.

Reservas.- Cuenta en la actualidad con 175 000 m<sup>3</sup>, siendo su producción mensual de 350 m<sup>3</sup> y con una vida probable de la cantera que alcanza a 41 años.

#### **Socros / La Mona (travertino)**

Ubicación.- Pertenece al distrito de Carhuacayán, provincia de Yauli, departamento de Junín. Se encuentra entre las coordenadas U.T.M. 8 756 644 N y 371 152 E a una altitud de 4 065 m., en el cerro Socros; en la confluencia de la quebrada Pampahuayín con el río Mantaro.

Acceso.- Es accesible por la Carretera Central desde Lima – La Oroya – San Pedro de Cajas 210 Km y con dirección de Carhuacayán 35 Km., carretera afirmada.

Marco Geológico.- En la región afloran rocas sedimentarias representadas por areniscas y cuarcitas del Grupo Goyllarisquiza, calizas del Grupo Pucará y lutitas con conglomerados de la Formación Casapalca.

una secuencia de flysh de la Formación Concepción de edad Devónico inferior. La extensión de la ocurrencia es aproximadamente de 200 m de largo, 100 m de ancho y 80 m de altura. Su explotación es a tajo abierto en bancos de 20 metros de altura, obteniéndose bloques de 2.5 m x 1.60 m x 1.60 m.

El análisis químico de la muestra 405010 realizado en INGEMMET reporta valores de 55.27 % CaO y 0.05 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Propietario: Compañía Minera Mármoles y Granitos

#### **Alapuquio (travertino)**

Ubicación.- Políticamente pertenece al distrito de Ingenio, provincia de Huancayo, departamento de Junín, en el paraje Alapuquio. Se encuentra entre las coordenadas UTM: 8 687 090 N y 470 670 E, con una altitud de 3 580 m.

Acceso.- Desde la ciudad de Lima hasta la ciudad de Jauja 252 km carretera asfaltada (ruta a Huancayo), luego Jauja - Concepción 20 km carretera asfaltada, luego hacia Quichuay por carretera afirmada de 8 km, desde esta localidad se realiza un recorrido de 4.4 km por trocha carrozable hasta llegar a la ocurrencia.

Marco Geológico.- El depósito tiene las mismas características que el depósito El Milagro. También se presenta masivo y compacto de color amarillento, dentro de una secuencia de flysh de la Formación Concepción de edad Devónico inferior.

Propietario: Compañía Minera Centro

La extensión de la ocurrencia es aproximadamente de 200 m de largo, 50 m de ancho y 5 m de altura. Su explotación es a tajo abierto en bancos de 5 metros de altura, logrando obtener bloques de 2.5 m x 1.60 m x 1.60 m.

En la actualidad viene siendo explotado como roca ornamental.

#### **Punapanca (travertino)**

Ubicación.- Políticamente pertenece al distrito de Molinos, provincia de Jauja, departamento de Junín, en el paraje Punapanca. Se encuentra entre las coordenadas UTM: 8 706 946 N y 459 585 E, con una altitud de 4 069 m.

Acceso.- Desde la ciudad de Lima hasta la ciudad de Jauja 252 km carretera asfaltada (ruta a Huancayo), luego Jauja - Comunidad Quero - paraje Punapanca 20 km por carretera afirmada. La ocurrencia se ubica en la margen izquierda de la carretera Quero - Corimarca.

Marco Geológico.- Este depósito de travertino se presenta masivo y compacto de color beige amarillento, dentro de una secuencia de calizas de la Formación Chambara de edad Triásico superior.

La extensión de la ocurrencia es aproximadamente de 100 m de largo, 50 m de ancho y 100 m de altura. Su explotación ha sido a tajo abierto en un área de 5,000 m<sup>2</sup> (100 m x 50 m), los bloques extraídos tienen dimensiones de 2 m x 2 m x 1.50 m.

El análisis químico de la muestra 405026 realizado en INGEMMET reporta valores de 54.29 % CaO y 0.28 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

En la actualidad no se explota pero se ha extraído travertino para uso como roca ornamental.

### **San Juan de Compe (travertino)**

Políticamente pertenece al distrito de Pusi, provincia de Huancané, departamento de Puno. Las coordenadas UTM de su punto central son:

8 297 412 N y 398 224 E a una altitud de 3 868 m.

Se ubica en la Comunidad de Jatun Ayllu, 10.8 km al SE del pueblo de Taraco y el acceso es por trocha carrozable.

Depósito de travertino formado por las precipitaciones de carbonatos de calcio, cuya fuente de origen fueron las calizas de la Formación Sipín de edad Cretácea. Se estima una reserva probable de 600,000 m<sup>3</sup>.

Una muestra tomada y analizada en INGEMMET reporta valores de 54% de CaO.

En la actualidad viene siendo explotado por los pobladores de la zona para la producción de cal.

### **Tembladera (caliza)**

De esta cantera la empresa Cementos Norte Pacasmayo obtiene la materia prima para su fábrica de cemento. El yacimiento de Tembladera políticamente pertenece al distrito de Yonán, provincia de Contumazá, departamento de Cajamarca. Se encuentra a 65 km de la planta (Pacasmayo)

Sus coordenadas UTM centrales son: 9 198 674 N y 707 948 E 540 – 640 msnm

La roca caliza pertenece a la Formación Cajamarca de edad del Cretáceo superior, la cantera se halla en un gran sinclinal formado por el espesor completo de calizas extensamente plegadas. Las calizas sobreyacen a las lutitas de la Formación Quilquiñán (estas lutitas se utilizan también en la fabricación del cemento). En la cantera se extraen calizas de grano fino y color gris oscuro, entre bancos gruesos y masivos. Las calizas se ubican en un área de 2 km<sup>2</sup>.

En 1993 se cubió reservas minables de 90 millones de toneladas con ley promedio de 90.5 % CaCO<sub>3</sub>.

### **China Linda (caliza)**

Este yacimiento de caliza se encuentra en el distrito de La Encañada, provincia y departamento de Cajamarca. Se encuentra entre las siguientes coordenadas UTM:

9 234 000 N 760 500 E  
9 235 000 N 781 000 E

Su altitud varía de 3 900 a 4 100 msnm

Geológicamente se encuentra emplazado en las calizas del Grupo Puillucana (Cretáceo medio), estas están cortadas por diques andesíticos con rumbo N – S, con grosores de 5 a 10 m. Las calizas son de tonalidades gris pardas, tienen un afloramiento de 2,500 m con rumbo E – O y buzamiento de 50° S, y grosores de 50 a 190 m como promedio.

Se explota esta caliza para abastecer de cal a la Empresa Minera Yanacocha; aparte de la cantera se cuenta con una planta que tiene un horno tipo vertical de doble cuba

La potencia de los estratos es variable de 0.40 m a 4 m, conteniendo 92% de  $\text{CaCO}_3$ . Sus afloramientos son sub horizontales, pertenecientes a la Formación Pisco del Terciario superior.

Se obtuvo una muestra y su análisis químico en INGEMMET reportó 42.78% de CaO.

#### **Playa Resbaladero (coquina)**

Políticamente pertenece al distrito de Lomas, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa. Las coordenadas UTM de su punto central son:

8 285 992 N y 509 659 E a una altitud de 85 m .

El acceso se realiza por la carretera Panamericana Sur hasta la repartición del Puerto de Lomas, seguidamente es accesible por un tramo de 4.5 km. (carretera asfaltada repartición - Puerto Lomas), para luego llegar por una trocha carrozable de 13 km. aproximadamente.

El depósito tiene un metro de potencia y consiste de dos horizontes de conchuelas (coquina) de variable granulometría y pertenecen a la Formación Pisco del Terciario Superior.

El primer horizonte tiene una potencia de 0.30 m de material grueso con conchuelas que alcanzan hasta los 0.03 m de diámetro, mezclado con arena, se aprecian esporádicos y variables cantos rodados.

El segundo horizonte es de una potencia de 0.70 m con material más fino compuesto por restos de conchuelas mayormente partidas de aproximadamente 0.01 m de diámetro mezclados con arena y material heterogéneo, tiene un color pardo amarillento anaranjado.

La explotación se realiza en forma artesanal, habiéndose excavado pozos y trincheras a pulso, el depósito presenta una cobertura delgada de arena de 0.10 m El zarandeo del material se realiza en el mismo lugar. Según comunicación verbal de un lugareño se explota de 1 a 2 TM por día, dependiendo de la dureza del terreno, pudiendo acumular semanalmente hasta 15 TM

Se obtuvo dos muestras y sus análisis químicos en INGEMMET reportaron 45.8% y 32.7% de CaO.

#### **Huancomayo (caliza)**

Políticamente pertenece al distrito de Yanahuara, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa. Las coordenadas UTM de su punto central son:

8 235 020 N y 244 825 E a una altitud de 4 544 m.

Se ubica 2 km al Oeste del cruce a Sumbay.

Las calizas pertenecen al Grupo Yura, son de color gris con presencia de fósiles.

La cantera es trabajada en forma artesanal e intermitente a través de campañas

De explotación de poca duración, en la zona se presentan labores subterráneas para producción a pequeña escala, su mercado principal es la ciudad de Arequipa.

Una muestra tomada en el depósito reportó un valor de 52.4% de CaO.

#### **Mulapampa (travertino)**

Políticamente pertenece al distrito de Huambo, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa. Las coordenadas UTM de su punto central son:

**Santo Tomás (travertino)**

Ubicación: Departamento y provincia de Huancavelica.

Coordenadas UTM. :8 587 192 N 504 991 E Altitud: 3,700 m.

Acceso: Es accesible desde Huancayo empleando la carretera asfaltada a Huancayo (Km 25), desvío de 1 Km por carretera afirmada por el río Ichu, hasta la cantera Sto. Tomás.

Marco Geológico: El depósito es de travertino en forma de estratos con un banco de 15 m de altura visible aproximadamente con evidencias de que profundiza más ya que se observa en el corte del río en la parte baja.

Este material es utilizado como materia prima para la obtención de cal, la extracción se realiza de forma artesanal con el empleo de herramientas manuales. El horno, molinos y demás instalaciones se hallan instalados muy próximo al talud del banco de extracción; actualmente se encuentra en operación y en producción de cal.

Análisis químico realizado por Ingemmet, muestra de canaleta: Cantera Santo Tomás:

Muestra N°	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	PxC
302079	<0.02	0.25	0.04	1.08	0.01	60.24	0.01	0.03	0.04	0.34	22.56

**Murrero Suyuccaca (travertino)**

Ubicación: Departamento de Ayacucho, Provincia de Huanta distrito de Luricocha. La cantera esta ubicada a 2 Km en línea recta al Norte de la ciudad de Huanta.

Coordenadas UTM. :8 572 522 N 581 789 E Altitud de 2,800 m

Acceso: Es de fácil acceso desde la ciudad de Huanta. Se encuentra a 2 Km al Norte.

Marco geológico: La roca muestra bandeamiento de colores blanquecinos con abundante presencia de óxidos de hierro de rumbo N 36° O y buzamiento de 35° al NE La cantera ha sido trabajada por travertino al parecer como piedra ornamental, ya que en una de sus plataformas aun se encuentran bloques cúbicos de 2 x 1 m. x 0.80 m al pie de un banco de 7 m de altura.

El travertino aflora en un farallón de 100 m de largo por 25 a 30 m de ancho visibles con un alineamiento de N 45° E.

Análisis químico realizado por Ingemmet, muestra de canaleta: Murrero Suyuccaca

Muestra N°	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	BaO	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	PxC
302150	1.66	0.09	0.01	0.06	0.002	31.30	0.31	0.04	0.06	----	44.8	16.4	5.76

**Depósito II (dolomita)**

Políticamente pertenece al distrito de San Juan de Marcona, provincia de Nazca, departamento de Ica. Las coordenadas UTM de su punto central son:

8 301 794 N y 484 316 E a una altitud de 25 m.

Las calizas presentan fósiles en regular cantidad con indicios de sílice coloidal (cherts). Se encuentran emplazadas en la Formación Río Grande del Jurásico superior. Se obtuvo una muestra y su análisis químico en INGEMMET reportó 46.17% de CaO.

#### 1.1.4.1 Canteras visitadas durante las comisiones de campo en 2004

Durante el año 2004, se visitó varias regiones donde se visitó algunas canteras de sustancias carbonatadas, de preferencia las que estaban en actividad donde se tomó muestras representativa, para ser analizadas en los laboratorios del INGEMMET. Así tenemos:

##### Romacha

Ubicación: Se localiza en el distrito de Coricaca Rosario, provincia de Jauja y departamento de Junín.

Coordenadas UTM: 8 700 462 N 421 876 E 3,554 msnm

Por el área aflora el Grupo Pucará, con sus formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga, de edad Mesozoica. La Formación Condorsinga es potente (154 m), las calizas que se explotan por el lugar mayormente pertenecen a este grupo, que tiene una extensión regional.

El propietario es la Sociedad de Responsabilidad Limitada Romacha. Anteriormente se vendía la caliza a la empresa Quimper para ser utilizado en alimentos balanceados para aves. La cantera trabaja actualmente solo cuando hay pedidos. La explotación se inició en los años 70 con los mismos dueños.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
AD - 5	<0.01	0.08	<0.01	0.01	<0.005	54.70	0.47	0.04	0.03	0.44	42.92

Calcita = 93.18 %  
Yeso = 6.82 %

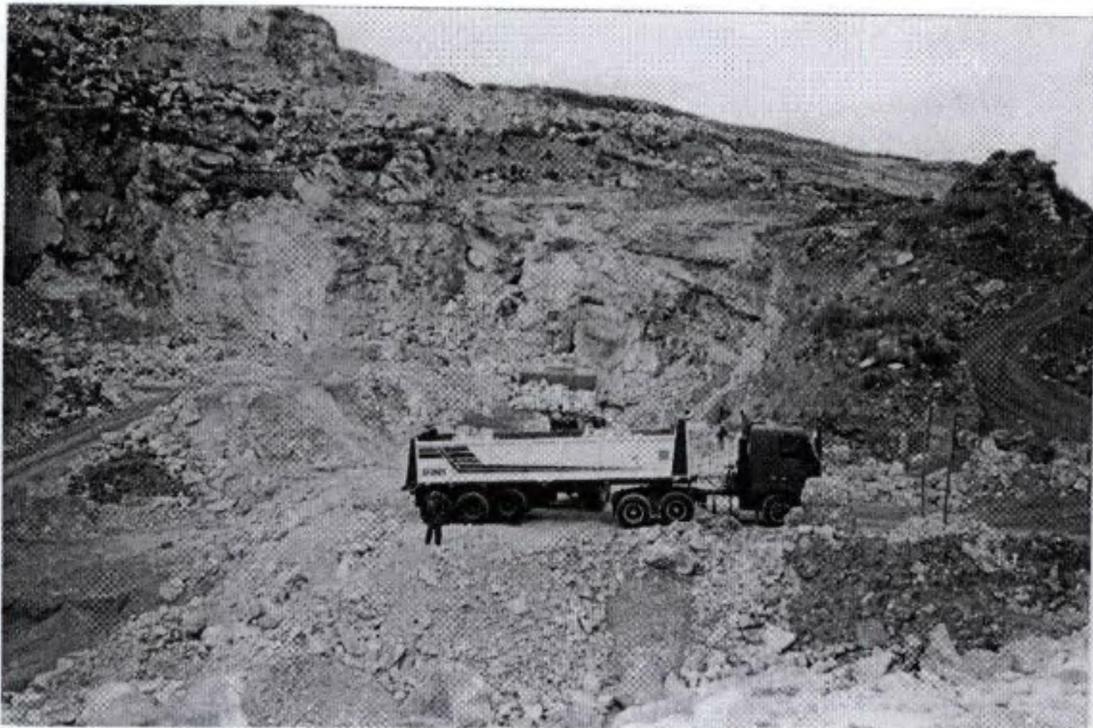


Foto 3: Cantera de Calizas Chacapalca Jauja - Junín  
 Coordenadas UTM: 8 701 176 N 421 313 E 3,588 msnm

### Nueva Nora Sofía

Ubicación: Se localiza en la margen derecha del río Ichu (frente a la ciudad de Huancavelica), en la provincia y departamento de Huancavelica.

Coordenadas UTM: 8 587 648 N 505 596 E 3,754 msnm

En el área afloran calizas del Grupo Pucará, que tiene edad geológica que va del Triásico superior al Jurásico inferior. Este grupo puede tener un grosor de 1,200m, siendo la Formación Condorsinga la que tiene horizontes calcáreos de espesores mayores.

Se explota piedra caliza, parte de ella se quema para cal y parte se utiliza como árido de construcción. El dueño de esta cantera es la empresa No Metálicos Nacionales S. A. Perteneciente a la familia Cenzano Breña; es la actividad minera no metálica mas grande por los alrededores de Huancavelica.

La caliza la queman en hornos a base de carbón mineral, la roca caliza se emplea también cortándose como bloquetas.

En las mismas instalaciones se prepara ripio extrayéndolo de unos bancos con arena (posible intrusivo bien intemperizado) o de roca caliza, este material es molido y zarandeado.

CÓDIGO MUESTRA	DE	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
AD - 12		<0.01	0.05	<0.01	0.03	<0.005	54.50	0.26	0.06	0.02	0.51	42.82

Calcita = 96.38 %  
 Yeso = 2.61 %  
 Anhidrita = 0.63 %



Foto 5: Afloramiento de calcita – Pucapampa - Huancavelica  
 Coordenadas UTM: 8 590 672 N 523 342 E 4,264 msnm

### Pallac

Ubicación: Se localiza en el distrito de Pallac, provincia de Celendin y departamento de Cajamarca.

Coordenadas UTM: 9 243 760 N 814 199 E 2,557 msnm

Las formaciones Inca y Chulec pertenecientes al Cretáceo medio, contienen rocas carbonatadas intercaladas con lutitas, margas. Las calizas son nodulares de tonos crema y gris amarillento, en ciertos lugares se encuentra bastante friables debido al intemperismo físico, que es donde se extrae un material pulverulento bien disgregado.

Los lugareños extraen este material pulverulento de tonos amarillo blanquecinos, cerca del poblado de Pallac, ellos le denominan "tierra blanca", posiblemente provengan también de las margas, sólo lo utilizan para pintar paredes.

El resultado de laboratorio da 53.41 % de CaO, pudiendo tratarse de un material carbonatada.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
JC - 17	2.65	0.7	0.02	0.20	0.013	53.41	0.12	0.03	0.07	0.43	41.95

Calcita = 95.59 %  
 Albita = 3.23 %  
 Cuarzo = 1.18 %

Actualmente en uno de los denuncios del área de Otuzco, se encuentra una cantera y un horno con equipos mecanizados. Además en este lugar existen otros hornos, como el de la Rinconada.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
JC - 21	3.31	0.8	0.05	0.44	0.046	52.37	0.73	0.05	0.08	0.26	41.78

Calcita = 98.28 %  
Cuarzo = 1.72 %

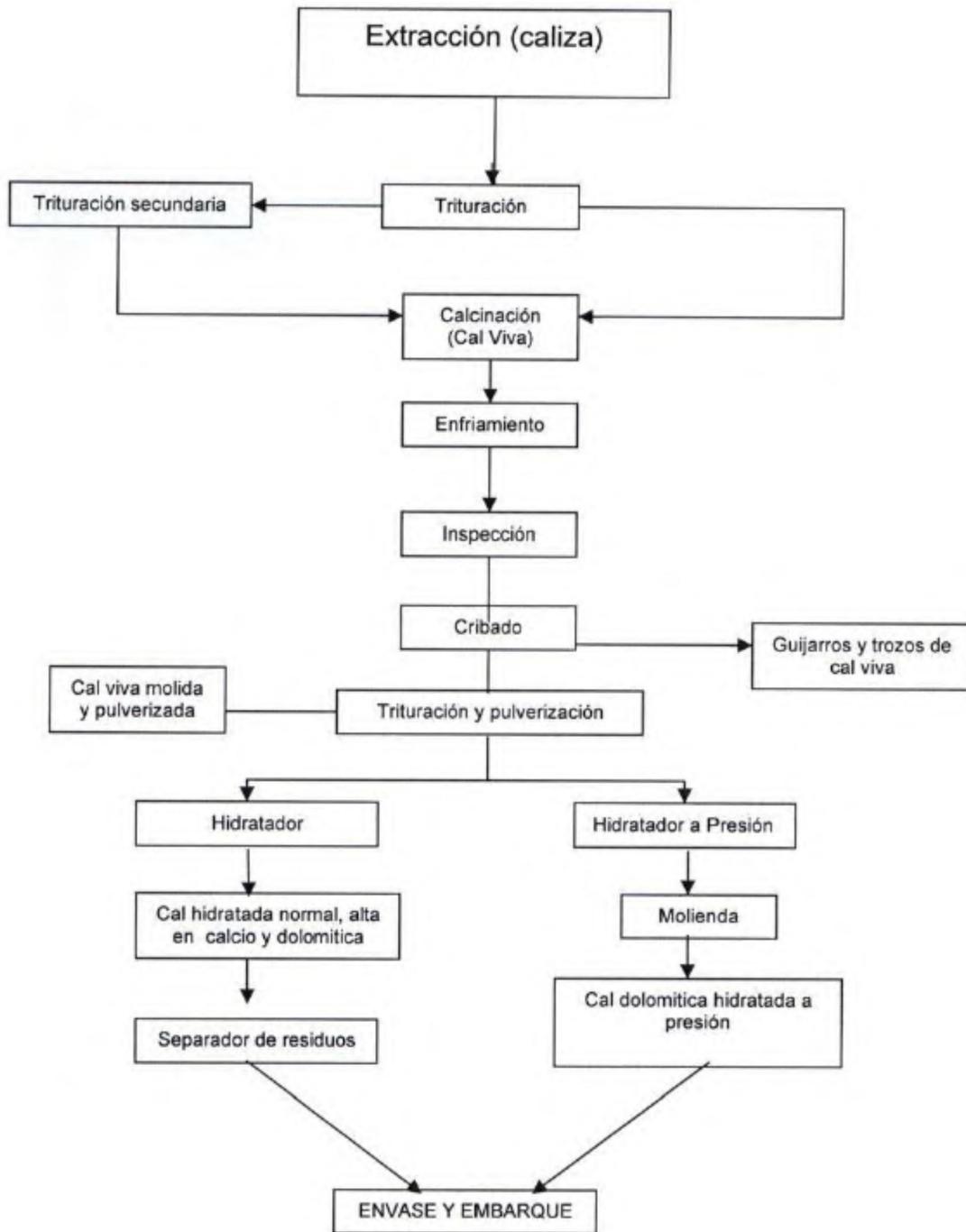


Cantera Otusco- Planta de calcinación - Cajamarca  
Coordenadas UTM: 9 211 208 N 781 745 E 2,748 a 3,050 msnm

### 1.1.5 Proceso de explotación de los materiales calcáreos

La extracción de materiales calcáreos se realizan mayormente por medio de canteras y muy poco por medio de extracción subterránea. Las canteras son trabajos mineros cuya característica principal en la explotación de materiales es a cielo abierto. La mayoría de canteras observadas son trabajadas de forma informal, por pequeños mineros formales e informales, mayormente no tienen dirección técnica de profesionales; emplean herramientas básicas (palas, picos, barretas, carretillas). Otras canteras (menor proporción), están a cargo por medianos productores, que emplean equipos mecanizadas o semi mecanizadas con utilización de explosivos. Las canteras

## Los Procesos para la Obtención de Cal



## 1.2 Mercado

Desde los principios de la humanidad el ser humano ha utilizado los materiales calcáreos para construir sus templos y edificaciones. Los ejemplos más espectaculares son, sin duda, las grandes pirámides de Egipto, de las cuales las más importantes pirámides son las de la llanura de Gizeh, cerca de Menfis, al otro lado del Nilo, fueron edificadas por los faraones Keops, Kefrén y Mikerinos, y sus inmensas proporciones causan asombro, son pirámides perfectas, construidas con grandes bloques de piedra caliza, que primitivamente estuvieron ocultas por un revestimiento del que quedan algunos trozos, la de Keops tiene 150 metros de altura, también los maravillosos templos y palacios griegos se construyeron con materiales calcáreos.

Los romanos también usaron las calizas en sus construcciones, en el Perú en las ciudades andinas, usaron las calizas en las construcciones de templos, viviendas que a pesar del tiempo lucen hermosas con estas rocas, como se puede citar las existentes en Huancavelica y otras ciudades del Perú.

Actualmente se sigue usando como material de construcción, ya sea como roca ornamental o para la fabricación de cemento. Importantes cantidades se utilizan como agregado para concretos, en la construcción de carreteras, en la industria química; como relleno de asfalto, fertilizantes, en la industria del vidrio, como fundente en la metalurgia, en la refinación del azúcar y como material de carga en la industria de la goma, pintura barnices, y en lo relacionado al medio ambiente (descontaminante) etc..

La cal principal derivado de la caliza se usa para estabilizar suelos arcillosos, para dar calidad durable, cohesión, dureza y resistencia a los caminos con el cemento y concreto, para producir acero, vidrio, plástico, hierro, aluminio, cristal, cables, de fibra óptica, papel, ladrillo, recubrimiento para techo, fibra de vidrio, pintura, espuma, alfombras; para la purificación del cobre, oro, plata, etc.; se usa también para curtir pieles, para hacer dulces, bebidas de soya, refrescos, leche, nieve, yogurt, queso, crema, chicles, tortilla, tabletas, antiácidos, medicinas, azúcar, cerveza, alimento para aves y ganado. También se usa como desinfectante para evitar el sarro de las tuberías, corrige la acidez del agua residual, como tratamiento de la materia orgánica y fertilizante.

La evolución de las diferentes variedades de materiales calcáreos que se consume en el mercado mundial, por su importancia industrial son mayormente las calizas de las que se obtiene 3 importantes derivados: cal, carbonato de calcio, Cemento.

La cal se obtiene de rocas calcáreas calcinadas en hornos hasta 903°C, de forma que expulsa el CO<sub>2</sub> y queda la cal viva (CaO). Ésta se apaga con agua, y pasa por un proceso de molienda, la cal se prepara en forma de cal hidratada (Ca(OH<sub>2</sub>)), añadiendo el agua necesaria. Cien kilos de caliza pura producen 56 kilos de cal.

En el mercado internacional de los minerales industriales, se conoce por **carbonato cálcico** al producto obtenido por molienda fina o micronización de calizas extremadamente puras, por lo general con más del **98,5%** de contenido en CaCO<sub>3</sub>. La Asociación de Productores de Caliza Pulverizada de Estados Unidos (PLA), lo define como un producto procedente de la molienda de caliza o dolomita con una pureza mínima del 97% y un tamaño de grano inferior a 45 mm.

Los carbonatos cálcicos micronizados se conocen en la industria como carbonatos de calcio técnicos.

desarrolladas, por abrir nuevos mercados; se ha ampliado la brecha entre el desarrollo y el subdesarrollo y ha aumentado la pobreza en gran parte del mundo.

A pesar que hoy la información se ha globalizado, la obtención de datos estadísticos de producción mundial de caliza es relativamente difícil obtenerla, salvo en los países industrializados, los datos que presenta por ejemplo el Mineral Commodity Summaries, para los años 1996 al 2003, registran la producción de cal que es un derivado de la caliza. Existe diversidad de calidades y tipos de cales, tecnologías de producción y de industrias que fabrican cales, y a veces se da una habitual confusión con la producción de calizas y dolomitas, de allí, las cifras que se dispone de la producción de cal mundial se debe tomar como referencia.

Las canteras más grandes de materiales calcáreos están en Italia, España, Francia, Portugal, Alemania y Países Escandinavos. En Asia, China e India son grandes productores de mármol. En el Mediterráneo Grecia y Turquía, y en el Medio Oriente Israel, Irán, Egipto y Arabia Saudita son los que se distinguen en la producción de diversas variedades de mármol. En América sobresalen Estados Unidos, Canadá, México y Brasil.

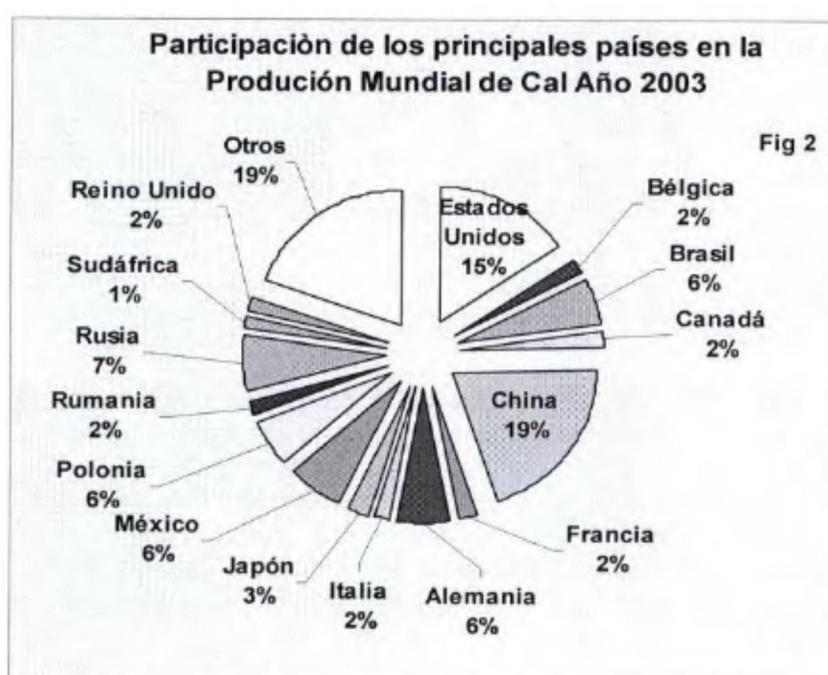
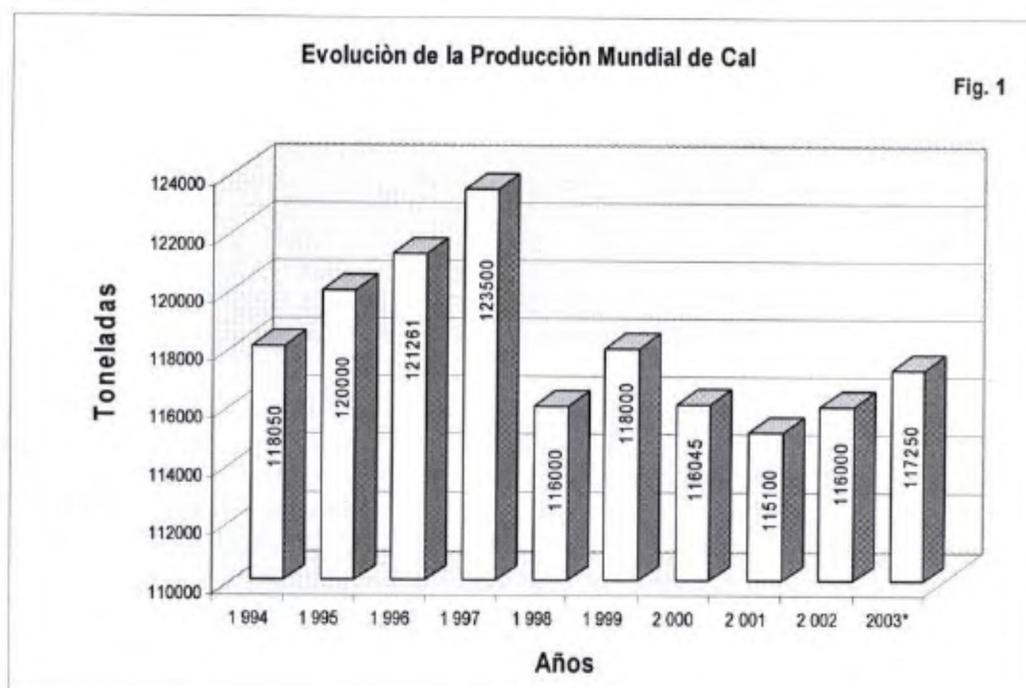
La producción europea de carbonato cálcico está representada por dos grupos principales: Plüss Stauffer, y ECC International, empresas que operan a nivel multinacional. Plüss Stauffer ha adquirido recientemente la empresa Columbia River Carbonates en el estado de Washington y dispone de plantas en México, la ECC Internacional, ha entrado recientemente en el sector del carbonato cálcico papelerero, en paralelo a la reducción del consumo de caolín para este uso. Esta empresa tiene instalaciones en el Reino Unido, Italia, Francia y Suecia, así como tres plantas en Estados Unidos y una nueva planta en Corea del Sur.

Otros productores importantes son la Danesa Faxe Kalk, que actualmente esta introduciéndose en el mercado de PCC; SA Reverté; Mineraria Sacilese SA, empresa italiana ubicada al norte de Venecia, en la frontera con Yugoslavia; AGS-BMP, filial del grupo francés Imetal; Provencale SA, también francesa; Comital, empresa portuguesa también perteneciente al Grupo Imetal y SA Carneuse, empresa belga que produce carbonato cálcico a partir de una creta muy oscura y se comercializa para cementos, alfombras y moquetas. En Norteamérica, el mercado es gigantesco. Unas 30 compañías cubren dicho mercado, algunas de ellas con más de un millón de toneladas anuales de producción (superior a toda la producción española).

Las más importantes son ECCI (la filial norteamericana de ECC International), Georgia Marble Co., J. M. Hubber Corp., Genestar Carbonates (filial de la empresa británica de áridos REDLAND), y las compañías dependientes de Plüss Stauffer, Steep Rock Resources, Industrial Fillers, OMYA Inc. y Columbia River Carbonates. Este grupo ha adquirido recientemente intereses en México, mediante un "joint venture" con Técnica Mineral.

#### 1.2.1.1 Producción mundial

Actualmente no se cuenta con estadísticas mundiales de producción de caliza, y otros materiales calcáreos, por otra parte estos recursos no metálicos son



### 1.2.1.2 Comercio Mundial

En el mercado mundial se comercializa los principales derivados de la caliza como:

- Material para la construcción y fabricación de cemento
- Para la fabricación de cal, la cual es utilizada en diversos sectores industriales, como producto necesario para el proceso industrial correspondiente, (caso de la siderurgia), o bien como componente del

El mármol y el travertino que son rocas carbonatadas, por sus características especiales se utiliza como roca ornamental mayormente en la industria de la construcción, estas rocas han sido estudiadas ampliamente <sup>1</sup>

Así mismo el Perú, importa algunas variedades de cal y especialmente carbonatos de calcio dirigido especialmente para la industria química y farmacéutica, se trata de productos especiales de mejor calidad, debido a que las exigencias del mercado son altas.

Por su durabilidad, gran variedad de colores, formas y texturas que, en combinación con la luz incidente y otros materiales, la caliza es utilizada en la construcción de casas, exteriores: zócalos, escaleras, muros, adoquines. La piedra caliza natural es cortada en forma de ladrillos y es así usada para la construcción, su procesamiento prescinde de productos químicos y requiere poca energía, y además es reciclable

Indudablemente el mayor volumen de producción de caliza corresponde a las canteras de las fábricas de cemento y el resto es producido por la mediana, pequeña y la minería artesanal, estas extraen en un año una cantidad aproximada a la que se extrae en dos días en las canteras para la industria del cemento

Por otro lado se trata de un negocio rentable debido a que se utilizan todos los residuos del procesamiento para producir cal viva, así mismo estos residuos también son empleados para renaturalizar las canteras explotadas, para dar cumplimiento a la normativa que obliga el cierre de las canteras económicamente sostenibles, es decir que se restaure o conviertan en zonas de aplicación económica por ejemplo viveros, agricultura, centros de recreación, etc.

### 1.2.3 Potencial de las calizas

Hablar sobre el potencial minero de un país es una tarea fácil, cuando las informaciones disponibles son de tal naturaleza que permitan la cuantificación de las reservas, dentro de las categorías de inferidas o potenciales, probables, positivas o probadas, y de reservas a la vista cuando el depósito lo permita; este no es el caso de nuestro país, ya que, aunque hemos encontrado muchas informaciones geológico-mineras durante los meses en que se efectuó el presente estudio, muchas de las mismas son a nivel de reconocimiento, o de informes incompletos; y aún más, pocos son los informes confiables con una buena base geológica que hayan permitido la determinación de las reservas.

Sin embargo se tiene un registro de 298 canteras de caliza ubicadas en el territorio peruano, como podemos apreciar en el cuadro N° 2, distribuidas en cada una de las diversas regiones del país de las cuales corresponden a: Junín el 24%, Ancash 14%, Lima, 8%, Ica 8%, Cajamarca 7%, y la diferencia pertenecen a otras 15 regiones como se puede apreciar en la Fig. 3

---

<sup>1</sup> Rocas Ornamentales en el Perú Mercado y Perspectivas Boleín N° 13 serie "B" INGEMMET

### 1.2.4 Reservas por regiones

Las reservas de calizas son abundantes, a pesar de los altos niveles de consumo de las mismas en sus principales usos como cemento, cal, correctivos de suelos, etc., no se prevé escasez de este material en Perú. Hasta el momento, el descubrimiento de las rocas ornamentales en nuestro país ha sido, en su mayoría, obra de la casualidad; así como la investigación básica que contiene la Carta Geológica Nacional, en la cual se señala indicios no muy detallados, esto por el énfasis que se le viene dando a las ocurrencias metálicas.

El Perú posee abundantes recursos de roca caliza en su territorio, según la información existente y disponible en las entidades públicas y privadas, las cuales son incompletas para posibilitar una estimación consistente del total de las reservas. Las cifras de que se presentan en el cuadro N° 4 se deben tomar como referenciales, puesto que la gran parte de los pequeños productores no cuentan con información convincente de reservas.

Según estos datos se ha registrado reservas probadas, probables y posibles para 18 Regiones del país como se puede apreciar en las Figs. 5 y 6 correspondiendo a la Región Lima más del 34% de reservas probadas debido a que posee la fábrica de cemento más grande principal consumidor de estas rocas calcáreas, a la Región Arequipa le corresponde alrededor de 23% también tiene una fábrica de cemento, la Región Cajamarca tiene alrededor del 19% debido a que en su territorio se ubican las canteras de cemento Pacasmayo, la Región Junín tiene alrededor del 6% y posee una fábrica de cemento, la Región Puno a pesar de contar con una fábrica de cemento la información de reservas probadas es poco significativa

**Reservas de Calizas en el Perú por Regiones**  
( En toneladas métricas )  
Cuadro N° 4

Regiones	Probadas	Probable	Posible
Amazonas	2 500 000	2 000 000	
Ancash	42 325 299	4 744 900	10 760 100
Arequipa	151 510 756	426 886 975	119 562 223
Ayacucho	100	100	
Cajamarca	124 695 392	306 758 547	100 126 000
Cusco	4 973 000	2 530 000	10 000
Huancavelica	8 000 715	18 002 630	
Huánuco	2 005 220	900 000	
Ica	9 453 370	9 691 100	2 000
Junín	38 938 711	19 790 437	18 473 110
La Libertad	637 378	463 318	93 791
Lima	230 308 805	2 740 700	5 709 800
Moquegua	3 149 861	20 160 000	
Pasco	1 472 000	613 000	
Piura	42 444 997	14 400 000	48 000 000
Puno	20 000	9 910 000	
San Martín	5 891 163		
Tacna	80 000	100 000	
<b>Total</b>	<b>668 406 768</b>	<b>839 691 707</b>	<b>302 737 024</b>

Fuente: Elaboración a partir de la información de la Dirección General de Minería/DJC-DE/ del Ministerio de Energía y Minas



Región Arequipa tiene el 8% de la producción total del Perú y lo destina a la fabricación de cemento, así también para la producción de cal y carbonato de calcio, productos que son utilizados en diversas industrias.

Región Tacna produce el 6.44% de la producción total del país y lo destina a la producción de cal y carbonato de calcio, productos utilizados en la industria minera metalúrgica, y otras aplicaciones.

Región Puno con el 4.54% de la producción destinada a la industria del cemento y a la producción de cal

Región San Martín produce alrededor del 2% de la producción y es utilizada en la fabricación de cemento y agricultura.

El resto se divide en las demás regiones, quienes lo emplean en la industria de la construcción, la fabricación de cal y carbonato de calcio utilizado en diversas industrias como: pinturas, curtiembres, plásticos, etc.

La región Moquegua según información para el año 2003 produce alrededor de 220,000 toneladas de carbonato de calcio a partir de las conchuelas y coquinas que se emplean en la industria de fundición de cobre en Ilo

En resumen, la producción de caliza, incluyendo calizas, carbonato de calcio blanco y coquinas, ha crecido en más del 100% entre 1994 y 2003. Esta producción se desarrolló en trece regiones del país por grandes, medianos, pequeñas empresas y productores artesanales, que producen cemento, cal y carbonato de calcio, siendo la industria del cemento el mercado más importante, consume más del 70% del total de calizas producidas durante 1994 -2004. El segundo gran mercado en Perú esta dado por la actividad minera-metalúrgica y siderúrgica, que consume cal y carbonatos de calcio para la fundición de hierro y cobre, consumiendo entre el 20 y 25% del total producido en este período.

El futuro de las calizas se ve prometedor puesto que son utilizados para la construcción, tomando en cuenta los nuevos programas del gobierno en lo relativo a planes de viviendas y obras publicas.

#### Producción Peruana de Caliza por Regiones (En T.M.)

Cuadro N° 5

Caliza	1 994	1 995	1 996	1 997	1 998	1 999	2 000	2 001	2 002	2 003	2004(e)
Ancash	72 735	45 121	171 012	58 708	65 804	71 615	158 331	157 409	158 151	150 380	148 285
Arequipa	458 696	0	702 543	746 819	744 708	567 178	388 725	384 880	661 748	690 500	884 663
Cajamarca	820 487	956 667	1 004 617	1 100 729	1 194 038	1 283 651	1 428 751	668 771	1 403 471	1 212 410	1 638 522
Cusco	46 546	46 317	44 522	44 513	15 000	43 744	24 000	49 824	56 148	62 472	68 796
Huanuco	500	1 000	1 020	1 000	6 800	5 000	3 200	1 400	2 500	2 500	3 233
Ica	40 390	31 766	28 800	61 493	65 257	59 507	127 754	126 988	56 899	66 506	22 982
Junin	978 047	1 084 235	1 053 543	1 271 280	1 086 864	1 175 604	1 167 128	978 047	978 047	1 229 753	1 313 655
La Libertad	8 600	4 197	6 804	4 950	1 082 687	719 181	814 011	908 842	1 003 672	1 098 503	1 193 333
Lima	1 774 713	2 724 742	1 790 618	1 723 348	2 875 023	2 468 867	3 106 241	2 029 673	2 745 627	2 981 730	3 537 733
Piura		550	600	750	900	1 000	1 133	1 258	1 383	1 508	1 633
Puno	202 637	227 390	253 188	105 545	273 968	250 279	296 297	176 255	282 735	389 215	495 695
San Martín						79 020	75 000	76 000	131 460	133 960	171 767
Tacna				7 422	43 498	570 723	103 358	253 000	402 642	552 284	701 926
<b>Total</b>	<b>4 403 351</b>	<b>5 121 985</b>	<b>5 057 267</b>	<b>5 126 555</b>	<b>7 454 546</b>	<b>7 295 369</b>	<b>7 693 930</b>	<b>5 812 347</b>	<b>7 884 484</b>	<b>8 571 721</b>	<b>10 182 224</b>

Fuente: Elaboración a partir de la información de la Dirección General de Minería/DJC-DE/ del Ministerio de Energía y Minas

Principales Productores de Calizas por Regiones																
Cuadro N° 6																
Nº	Nombre	Ancoash	Arequipa	Cajamarca	Cusco	Huánuco	Ica	Junín	La Libertad	Lima	Moquegua	Pasco	Piura	Puno	San Martín	Tarma
1	Acevedo Carranza, Sergio								X							
2	Aguilar Reishmoller, Giberto Y Aguilar R.Hermes								X							
3	Baldon Gutarra, Angelioa							X								
4	Calera Cui-Off S.A.C.							X								
5	Casapino Del Castillo, Victor				X											
6	Cemento Andino S.A.							X								
7	Cementos Lima S.A.									X						
8	Cementos Norte Pacasmayo S.A.			X												
9	Cementos Pacasmayo S.A.A.			X												
10	Cementos Selva S.A.														X	
11	Cemento Sur S.A.													X		
12	Cia. Minera Bungac S.A.							X								
13	Compañía Minera Agregados Calcáreos S.A.	X					X	X		X						
14	Cia. Mra. Luren S.A.							X		X						
15	Cia. Mra. San Juan S.R.L.											X				
16	Cia. Nac. De Marmoles S.A.(Cnm)			X			X	X								
17	Cia. Minera Lafayette S.A.							X								
18	Cia. de Inversiones Mineras Y Agrícolas Lurin S.A.									X						
19	Cia. Inv. Mras. Agrícolas Lurin S.A.									X						
20	Compañía Minera Bungac S.A.							X								
21	Compañía Minera Lafayette S.A.							X								
22	Distribuciones Y Promociones Srl.(Dipr.)	X														
23	Enriquez Mercado, Wilfredo C.				X											
24	Flores Torres De Arguedas, Alpia				X											
25	Inducal Srl.	X														
26	Industrial Cachimayo S.A.				X											
27	Marmex S.A.							X								
28	Marmoleña Gallos S.A.							X								
29	Minera Centro S.A.C.							X								
30	Minsur S.A.						X									
31	Ore Casachagua, Hector							X								
32	Quiroz Alva, Victor Manuel					X										
33	Rodriguez Lichtenheldt, Jose H.												X			
34	Sml. Esperanza De Huaraz	X								X						
35	Sml. Falcon De Gorgor N 20 De Lima															
36	Sml. Morayma De Huaraz	X														
37	Suc. Conroy Mena, Jorge Luis									X						
38	Suc. Torres Mendez, Arturo	X														
39	Sml. Los Dos Paisanos De Lima									X						
40	Sominbor S.A.							X								
41	Southern Peru Copper Corporation Suursal del Perú										X					
42	Torres Angeles, Alejandro E.	X														
43	Torres Flores, Sergio Alberto	X														
44	Vergara Araoz, Wilber															X
45	Vergara Araoz, Wilber Augusto															X
46	Yura S.A.		X													
	<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

Fuente: Elaboración a partir de la información de la Dirección General de Minería/OJC-DE/ del Ministerio de Energía y Minas

### 1.2.6 Usos

Desde que el hombre se hizo sedentario comenzó a utilizar la caliza para construir sus casas, a medida que ha transcurrido el tiempo y hasta nuestros días es utilizada para tal fin, siendo de gran importancia en este ramo de la construcción, en las provincias andinas del Perú fue utilizada y sigue siendo hasta la actualidad como se puede apreciar en las fotos

### Clasificación de Calizas según el contenido de Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ )

Categoría	Porcentaje $\text{CaCO}_3$
Muy alta pureza	> 98,5
Alta pureza	97,0 - 98,5
Media pureza	93,5 - 97,0
Baja pureza	85,0 - 93,5
Impura	< 85,0

Fuente: Mineralogy and Petrology Group, British Geological Survey

Según los análisis efectuados de algunas muestras de calizas del territorio peruano como se indica en la primera parte del presente estudio, es importante resaltar contamos con materiales calcáreos de alta calidad, se tiene por ejemplo:

- ❖ Cantera Romacha, contenido de calcita  $\text{CaO}$  = 93.18% (Región Junín)
- ❖ Cantera Chacapalca, contenido de calcita  $\text{CaO}_3$  = 96.19% (Región Junín)
- ❖ Cantera Nueva Nora Sofia, contenido de calcita  $\text{CaO}_3$  = 96.38% (Región Huancavelica)
- ❖ Afloramiento Pucapampa, contenido de calcita  $\text{CaO}_3$  = 95.38 (Región Huancavelica)
- ❖ Cantera Otuzco, contenido de calcita  $\text{CaO}_3$  = 98.28 (Región Cajamarca)
- ❖ Cantera Palloc, contenido de calcita  $\text{CaO}_3$  = 95.59% (Región Cajamarca)

Estos resultados revelan que en el Perú, existen calizas de rango, entre media alta y alta, las cuales por sus propiedades físicas, mineralógicas y químicas son muy utilizadas en los diversos sectores industriales de la economía, siendo sus principales derivados por su importancia comercial: la roca triturada, usada como agregado en la construcción o en la producción de cal, cemento, y el carbonato de calcio usado en una gama de industrias.

#### Las calizas

Son rocas carbonatadas, compuestas por lo general de calcita; aunque la dolomita las cuales son trituradas y directamente utilizadas en las industrias, construcción, cemento, cal y carbonato de calcio

#### Cal

Es el producto de la caliza u otras rocas calcáreas que se calientan en hornos hasta  $903^\circ\text{C}$ , de forma que expulsa el  $\text{CO}_2$  y queda la cal viva ( $\text{CaO}$ ). Ésta se apaga con agua, y mezclada con arena forma el mortero. Comúnmente, la cal se prepara en forma de cal hidratada ( $\text{Ca}(\text{OH}_2)$ ), añadiendo el agua necesaria. Cien kilos de caliza pura producen 56 kilos de cal, en el mercado se comercializa mayormente 3 tipos de cal:

**Cal Viva**, material obtenido de la calcinación de la caliza que al desprender anhídrido carbónico, se transforma en óxido de calcio. La cal viva debe ser capaz de combinarse con el agua, para transformarse de óxido a hidróxido y una vez apagada (hidratada), se aplique en la construcción, principalmente en la elaboración del mortero de albañilería.

CONSUMO DE CAL - CALIZA - CARBONATO DE CALCIO POR SUB SECTORES ECONÓMICO Y PRINCIPALES GRUPOS INDUSTRIALES EN EL PERÚ

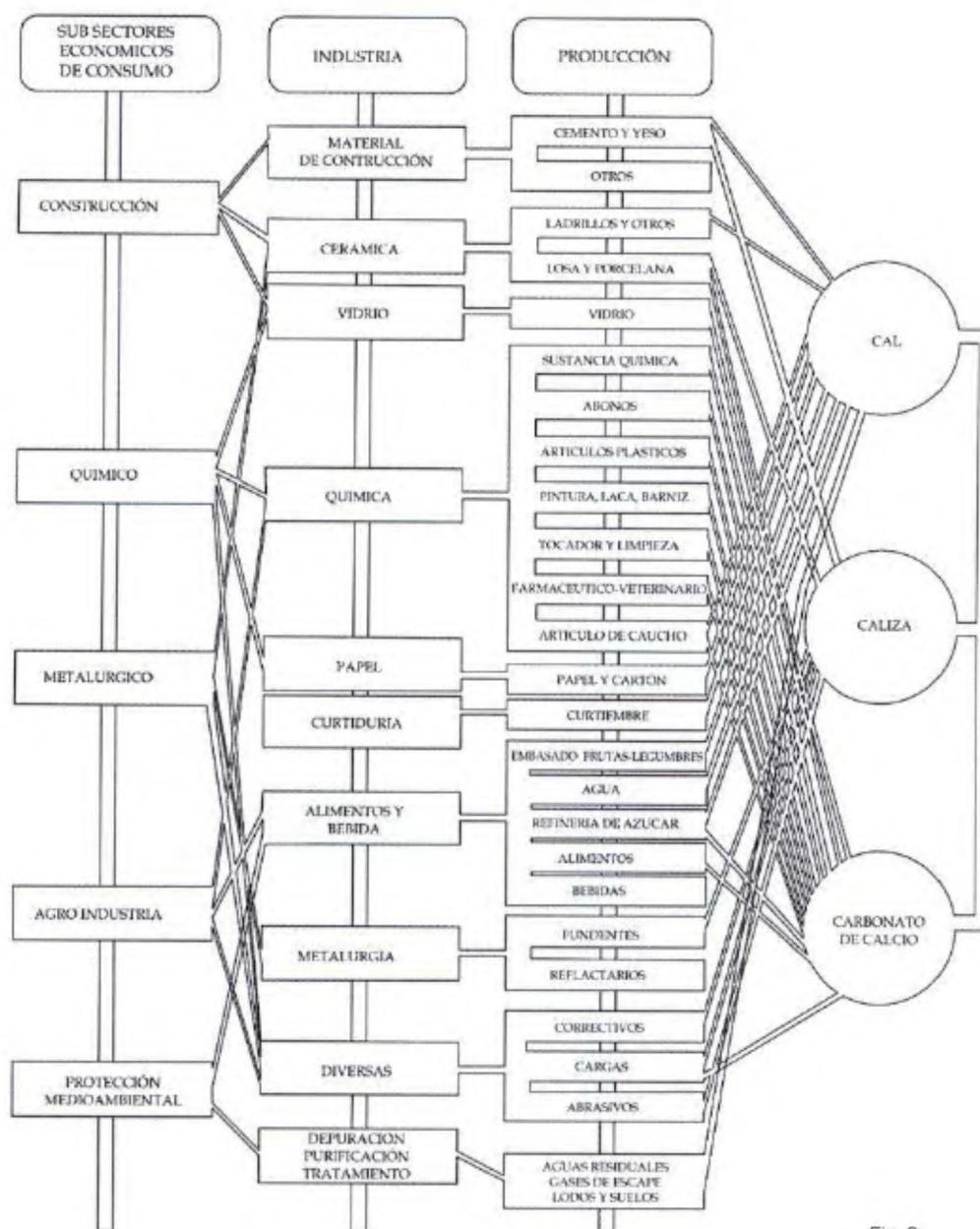


Fig. 9.

### 1.2.6.1.1 Sub - Sector Construcción

La caliza en este importante subsector es usada como:

❖ En la fabricación del **cemento** es la materia prima elemental; el cual se elabora mediante la calcinación de una mezcla de alrededor 75% de caliza y 25% de arcilla para formar un clinker de silicato de calcio que luego es molido y mezclado con una pequeña cantidad de yeso que actúa como retardante de fraguado, siendo las especificaciones ára el cemento Pórtland:

grandes bloques de calizas se emplean para defensas del mar y revestimientos en represas.

Las calizas duras y los mármoles son rocas consideradas en construcción como ornamentales. Ellas son principalmente usadas como revestimiento de estructuras fachadas y como material para pisos, esculturas, figuras, etc, de las cuales no entraremos en detalle ya que fueron estudiadas, podemos encontrar amplia información en el Boletín N° 13 Serie B Geología Económica de INGEMMET)

### La cal se usa como:

#### ❖ **Como materiales de construcción**

La **cal** es muy usada en la industria de la construcción en la manufactura de ladrillos de silicato de calcio, bloques livianos de concreto, morteros, estuco y cal hidratada. Los ladrillos de silicato de calcio son manufacturados a partir de la mezcla de cal y arena junto con pigmentos. Los ladrillos son moldeados al mismo tamaño como los ladrillos de arcillas y endurecidos bajo presión de vapor. La cal también es usada en la producción de bloques de concreto aireados por la reacción de lechada de cal y arena con aluminio o zinc pulverizado. Esto resulta en la producción de gas hidrógeno y una estructura celular dentro del bloque curado. El mortero es usualmente hecho a partir de una mezcla de cemento, cal y arena. La cal también es usada en el estuco de cemento - cal - arena o como un aditivo de los estucos de yeso. Las cales hidratadas, producidas a través de agregados de agua a la cal viva, son usadas para la decoración de paredes y estabilización de superficies.

#### ❖ **En la Estabilización de suelos y carreteras**

En suelos con materiales de base arcillosos ayuda en la estabilización de pavimentación de calles, avenidas, bulevares, áreas de estacionamiento, patios, centros comerciales, aeropuertos.

En suelos sumergidos en agua como presas y canales de riego, desarrolla suficiente resistencia y estabilidad para prevenir reblandecimientos, reducir filtraciones y resistir la erosión del agua.

En carreteras permite que grandes masas de lodo y terreno saturados, desperdiciados y sin ningún valor en el diseño de pavimentos, sean mejorados y utilizados como sub-bases de gran firmeza e impermeabilidad.

En pavimentos da resistencia al rellenado y reduce el cambio de volumen en las arcillas del suelo tratado.

Estabiliza terrecerías, sub-bases o terraplenes para las vías de ferrocarril, sella las grietas y aumenta la resistencia de los suelos en los planos debilitados

y valores altos de brillantez, y baja absorción de aceite. Los valores típicos de brillantez para las cargas para papel o plásticos son de 80% a 82%, los valores para revestimientos de papel están típicamente entre el rango de 85 a 93% (ISO estándar).

#### ❖ **Industria del Papel**

La industria del papel es el mercado más importante para el Carbonato de Calcio Precipitado (CCP). El mismo es utilizado como carga y como cobertura o revestimiento, si bien la mayor demanda es para carga, durante la última década la tendencia a la instalación de plantas de manufactura de papel alcalinas/neutras en Norteamérica llevó a un gran incremento del consumo de carbonatos como carga. En Europa, por el contrario, muchos fabricantes de papel utilizaron la tecnología alcalina para la manufactura del mismo empleando Carbonato de Calcio Natural Molido (CCM) de menor costo

Los minerales son utilizados en la manufactura de papel debido a que una hoja fabricada enteramente a partir de la pulpa de celulosa tiene una superficie irregular y es, algunas veces, demasiado transparente para muchos propósitos de escritura e impresión. Para muchos tipos de papeles destinados a la escritura e impresión se requiere una hoja suave y opaca. Esto se puede lograr rellenando o cargando la hoja con minerales no metálicos los cuales llenan los espacios vacíos o huecos de la red de fibras, o cubriendo la hoja con materiales similares.

Los minerales para carga y los pigmentos de cobertura son utilizados para mejorar la impresión e incrementar el brillo y opacidad del papel. Una de las principales limitaciones del uso de pigmentos para carga es que sufre la resistencia del papel. Los minerales para carga no sólo poseen ventajas técnicas sino que también ayudan a bajar el costo de producción, dado que los pigmentos para carga y cobertura de papel son generalmente menos costosos que las fibras.

Los carbonatos de calcio pueden sustituir al caolín tanto como carga o cobertura y lograr una significativa penetración en el mercado. El grupo de minerales del talco fue usado más ampliamente como mineral para carga, particularmente donde hubo fuentes locales del mineral o donde hubo requerimientos técnicos particulares en las plantas locales. Esto se ha convertido en algo mucho menos común en los últimos años. Para esta industria se requiere > 93% de  $\text{CaCO}_3$  o > 52.1% de CaO

#### ❖ **Manufactura de Cartón**

Las principales materias primas en la fabricación de cartón, son la cal y la paja. La paja es cocida a vapor en una lechada de cal en grandes digestores, donde la cal disuelve los materiales no celulósicos y desintegra las fibras de paja para la elaboración de cartón.

aceite como un extensor para reducir la cantidad de dióxido de titanio requerido. Los ahorros denunciados de  $TiO_2$  se encuentran en un rango del 10 % al 35 %. El CCP es también utilizado para impartir un acabado mate a las pinturas al agua y al aceite.

Requerimiento de  $CaCO_3 >98\%$  0  $>55.2\%$  de  $CaO$

#### Cantidades típicas de cargas en pintura (kg/galón)

Producto	Cantidad
Carbonato de calcio natural molido	225 – 275
Carbonato de calcio precipitado	100 – 135

También se usa en las pinturas a base de cal dan belleza e higiene a las casas, además de ser muy económicas, pues se pintan fachadas e interiores con un ahorro, y con la ventaja de que la cal es un material ecológico.

Además existen pinturas de agua que son usadas como agente protector, pigmento, impermeabilizante, reactivo químico, aglomerante y desinfectante. La cal puede convertirse en una pintura para exteriores.

#### ❖ Barnices

En la manufactura de barnices de óleo-resinas en varios procesos, la cal sirve para neutralizar el ácido en la resina y para clarificar y endurecer el barniz

#### Especificaciones técnicas para pinturas

Descripción	Pintura
Granulometría	ISO 787/7
$Ca CO_3$	$>98,4\%$
$MgCO_3$	$<0,40\%$
$SiO_2$	$<0,35\%$
$Fe_2O_3$	$<0,07\%$
Color	--
PPC a $100^\circ C$	--
PPC a $1000^\circ C$	--
Peso específico	2,70g/cm <sup>3</sup>
Superficie específica	1,34 m <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>
Humedad	

#### ❖ Extracción de magnesio del agua de mar

La cal hidratada (o dolomía calcinada apagada) es usada para precipitar el magnesio disponible en el agua de mar como hidróxido de magnesio. Este es luego calcinado para obtener magnesio ( $MgO$ ) que es utilizada en la fabricación de refractarios. Un amplio rango de tipos de magnesio es usualmente obtenido, los productos de más alta ley

Sin embargo, en muchas aplicaciones un alto grado de interacción carga / polímero es requerido para obtener las mejores propiedades. Por lo tanto, un tipo diferente de modificador superficial, basado en polímeros de carboxilatos no saturados, fue desarrollado para utilizar con CCP. Estos modificadores pueden ser utilizados para el recubrimiento del CCP o como ingredientes compuestos, para esta industria se requiere  $> 98.5\%$  de  $\text{CaCO}_3$  o  $> 55.2\%$  de  $\text{CaO}$

#### ❖ Adhesivos y Selladores

Los adhesivos y selladores son una aplicación relativamente importante para el CCP, estimándose que este sector consumirá en el futuro un volumen apreciable de este producto, debido a sus características y propiedades pues los selladores proveen una pasta elástica de unión entre dos superficies, que también puede actuar como una barrera para el polvo, basura, humedad y químicos. Asimismo se utilizan como relleno de espacio, y pueden disminuir ruidos, vibraciones.

Los adhesivos, por el otro lado, unen superficies. Hay por lo tanto una considerable superposición entre las categorías de adhesivos y selladores, y generalmente son clasificados juntos. También existe una considerable superposición entre los materiales que son utilizados para la fabricación de adhesivos y selladores, y aquellos empleados en el proceso de producción de plásticos, pinturas y caucho o goma sintética.

En los adhesivos y selladores, los componentes de una formulación son usualmente determinados por la necesidad de satisfacer ciertas propiedades de fabricación o las propiedades requeridas para el uso final. El componente básico es ligar sustancias que proveen las fuerzas de adhesión y cohesión de los ligantes. Usualmente una resina orgánica lo es, pero puede ser una goma, un compuesto inorgánico, o un producto natural.

Las cargas son generalmente materiales no adhesivos que mejoran las propiedades de trabajo, permanencia, o resistencia de los adhesivos y selladores, y también pueden ser usados para modificar la expansión térmica y la conductividad. El extensor, por otro lado, tiende a ser agregado para reducir la cantidad de ligante requerido, bajando el costo final del producto.

El carbonato de calcio precipitado no es suficientemente duro para ser usado como carga en la fabricación de cubierta para automotores, que es el mercado más grande del caucho o goma. Los principales usos para el carbonato de calcio precipitado

#### ❖ Industria Farmacéutica y cosméticos

En la industria farmacéutica, la pureza química de CCP es el principal requerimiento y las cargas deben cumplir con los estándares establecidos por las autoridades. Estos estándares establecen niveles máximos de contaminantes que intercalan con ingredientes activos o tóxicos, tales como el hierro, plomo y arsénico.

a 30 %, y por otra parte, el hipoclorito de calcio (70 % disponible de cloro) de alta prueba. Ambos tipos de productos se hacen mediante la intervención de cloro gaseoso y cal hidratada de alto contenido de calcio, a través de varios procesos diferentes. En todos ellos, la cal juega el papel de un absorbente y un portador de cloro.

- El carburo de calcio se forma por una mezcla de cal viva y coque.
- Se aplica en la manufactura de cloruro de cal e hipoclorito de calcio (blanqueadores) fungiendo como absorbente y portador de cloro.
- En la producción de colorantes azoados y para acelerar la reacción, removiendo el cloruro hidrogenizado.
- En la producción del naftol Alfa y Beta.
- Sirve como un agente hidrolizador en la elaboración de benzaldehído.
- En subproductos de coque elimina el amoníaco y libera sus gases para convertirlos en fertilizantes de nitrógeno.
- En la manufactura del pigmento para el satinado blanco, de pigmentos rojos y amarillos de fierro y pigmentos para pulpa o para curtir.
- En la preparación de pigmento de óxido de antimonio, la cal es usada para neutralizar la acidez derivada del sulfuro en el mineral de antimonio crudo.
- Para la elaboración de sosa cáustica
- En el proceso Solvay es usada para recuperar el amoníaco.
- Tintas y Colorantes Intermedios, la cal es usada en la producción de tintes y colorantes para proveer de un medio alcalino para los reactantes y para acelerar la proporción de la reacción

#### 1.2.6.1.3 Sub - Sector Minero Metalúrgico

En este importante sub-sector se emplea caliza, sus principales derivados, en cuyas especificaciones técnicas están  $>90\%$  de  $\text{CaCO}_3$  o  $> 50.2\%$  de  $\text{CaO}$

##### ❖ **Industria Minera metalúrgica**

Las cales son muy usadas en la flotación, o para la recuperación de muchos metales no - ferrosos, en especial la flotación de minerales de cobre, donde la cal actúa como sedimentador (activo asentador), manteniendo una apropiada alcalinidad.

En la recuperación del mercurio proveniente de la mezcla de zinc natural cristalizado, la cal es usada para remover el sulfuro. Asimismo, en la flotación de zinc, níquel y metales antifriccionantes de mineral de plomo. Así también, frecuentemente es usada como un agente

En la flotación de zinc, níquel y metales antifriccionantes de mineral de plomo.

En la concentración de fosfato rocoso en procesos de flotación precipita fluoruros.

En la concentración de fosfato rocoso en procesos de flotación precipita fluoruros.

#### 1.2.6.1.4 Agro-industrial

La cal es de los pocos productos que ha resistido con éxito la prueba del tiempo, ya que por siglos no sólo se sigue usando en la construcción, la agricultura, la alimentación, etc., sino que conforme ha ido avanzando la ciencia y la tecnología, se han descubierto nuevas aplicaciones químicas y físicas, es decir hoy en día contribuye a la protección del medio ambiente.

##### ❖ **Neutralizador de tierras ácidas (Agroquímicos)**

Proporciona calcio y magnesio a las plantas y reduce y neutraliza la acidez de la tierra, es decir al abonar la tierra con Cal se produce una serie de procesos químicos, físicos y biológicos, tales como descomposición de organismos, transformación de sustancias venenosas y dañinas en inocuas; proporcionando el calcio y magnesio a las plantas, la reducción y neutralización de acidez de la tierra, todo ello con el beneficio de una mayor productividad del campo, los requerimientos de cales es de  $> 70\%$  de  $\text{CaCO}_3$  o  $> 39\%$  de  $\text{CaO}$ .

##### ❖ **En la preparación de alimentos balanceados para animales**

Como agregado en partículas finas para alimento de aves de corral, y ganado vacuno. el calcio, es utilizado como "transportador" de metabolitos en el organismo, de ahí que sea un elemento de tanta importancia, especialmente para dar consistencia a la cáscara de los huevos haciéndose extremadamente necesario en su metabolismo y crecimiento, los requerimientos de carbonatos es de  $>95\%$   $> 98\%$  de  $\text{CaCO}_3$  o  $< 53\%$   $> 54.9\%$  de  $\text{CaO}$

##### ❖ **Tratamiento en plantas empacadoras de alimentos**

Los desechos del enlatado de vegetales y frutas pueden ser clarificados con cal.

En el enlatado de cítricos ayuda a clarificar las aguas residuales y en el proceso de sub-productos de pulpa de cítricos, también usados para alimento de ganado, mediante la neutralización de la acidez y reduciendo la corrosión en los equipos del proceso.

Eliminación de azufre de los gases de combustión

### ❖ **Desinfectante de Verduras**

La cal es un desinfectante de verduras y legumbres de uso casero, por ejemplo, en un litro de agua de vierte una cuchara cafetera de cal hidratada, se lavan las verduras o frutas, poniendo a remojarlas de 5 a 10 minutos dentro de la solución alcalina, lo que es suficiente para quedar perfectamente desinfectadas.

#### 1.2.6.1.5 Medio Ambiente

### ❖ **Purificación de agua y tratamiento de efluentes**

La cal hidratada es usada en el tratamiento de agua potable para ajustar el PH y remover las impurezas. Asimismo, es empleada para acondicionar las aguas servidas y neutralizar efluentes industriales. Las restricciones químicas y físicas sobre el tipo de calizas usadas para producir la cal usualmente no son especificadas.

### ❖ **Tratamiento de agua**

En el tratamiento de agua potable y aguas industriales para mejorar su calidad.

En aguas desinfecta contra bacterias y algunos tipos de virus (elimina virus de camarón y mata el cólera).

Remueve la mayoría de metales pesados.

Puede aplicarse para controlar el lirio acuático.

Es usada, conjuntamente con sales de fierro o aluminio para la coagulación de sólidos suspendidos con el fin de remover la turbiedad de las aguas duras.

En algunas plantas de tratamiento de aguas, el sedimento de aluminio es tratado con cal para facilitar el grosor del sedimento sobre los filtros de presión.

Neutralizando ácidos en el agua impidiendo una futura corrosión de conductos y tuberías

### ❖ **Tratamiento de aguas de desecho**

Para mantener el apropiado PH para una eficiente oxidación biológica de las aguas de desecho.

En estabilización de lodos de aguas de desecho quita malos olores y con el cloro férrico es usado como filtro auxiliar en el acondicionamiento del lodo y para la clarificación final del efluente.

En Perú existe calizas que puede ser utilizadas en todos los sectores económicos y con un mayor tratamiento sustituir la importación del carbonato de calcio importado

Por ejemplo:

Cantera	Región	provincia	CaCO <sub>3</sub> +Yeso	CaO
Romacha	Junín	Jauja	99.98%	54.7%
Chacapalca	Junín	Jauja	99.99%	54.63
Nueva Nora	Huancavelica	Huancavelica	99.62%	54.50%
Sofía Pucapampa	Huancavelica	Huancavelica	99.79%	54.61%
Palloc	Cajamarca	Celendín	95.59%	53.41%
Otuzco	Cajamarca	Cajamarca	98.28%	52.27%



Foto 15: Cantera Nueva Nora Sofía Huancavelica : planta de calcinación y molienda de cal

prima, por lo que permite estimar un consumo aparente, cifras que se deben tomar en cuenta como indicativas del consumo de caliza.

La caliza es la materia prima elemental; para la fabricación del cemento y en la construcción en general se consume como: roca fragmentada; roca para coraza; en relleno de asfalto; como agregado incluyendo concreto, balasto en el ferrocarril, lastre, techo, gránulos, terrazo y estuco; en mezcla de materiales para bases, sub-bases y carpetas en la construcción de caminos; en morteros y puzolanas; en forma de lecho de roca para filtro y como roca dimensionable (medida y cortada)

El cuadro N° 7 y Fig. 10, permiten apreciar la evolución que ha tenido el consumo de calizas durante la última década, mostrando un tendencia cíclica, la cual esta en estrecha relación a la caída o alza del consumo en la industria de la construcción y cemento, principales consumidores de este importante mineral, que a partir del año 2002 tiene una tendencia creciente, estimándose que la cifra de consumo en el año 2004 sobre pasará los de 10 millones de toneladas.

### Consumo Aparente de Caliza en el Perú por Principales Derivados ( En Toneladas Métricas)

Cuadro N° 7

Años	Calizas para: Cemen- to y Construcción	Calizas para: Carbo nato de calcio	Calizas para Cal	Total
1 994	3 082 346	792 603	533 686	4 408 635
1 995	3 585 390	921 957	620 785	5 128 131
1 996	3 540 087	910 308	612 941	5 063 335
1 997	3 588 588	922 780	621 338	5 132 707
1 998	5 218 182	1 341 818	903 491	7 463 492
1 999	5 106 758	1 313 166	884 199	7 304 123
2 000	5 385 751	1 384 907	932 504	7 703 162
2 001	4 068 643	1 046 222	704 456	5 819 322
2 002	5 519 139	1 419 207	955 599	7 893 945
2 003	6 000 205	1 542 910	1 038 893	8 582 007
2 004	7 127 557	1 832 800	1 234 086	10 194 443

Fuente: Estimado a partir de la información de la Dirección General de Minería y Información del mercado de consumo



**Consumo Aparente de Carbonato de Calcio en el Perú**  
(En Toneladas Métricas)

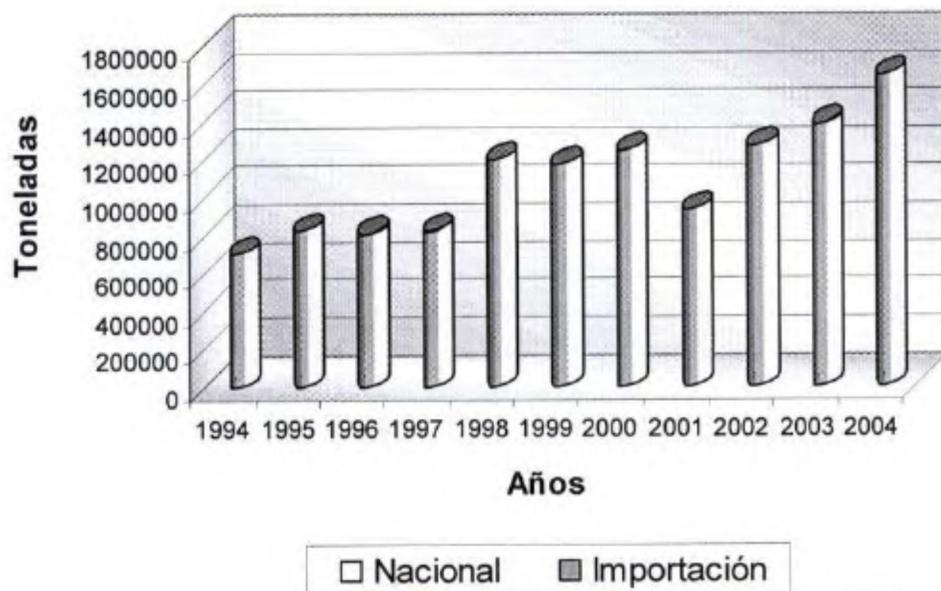
Cuadro N° 8

Años	Nacional	Importación	Total
1994	705 556	323	707 550
1995	821 653	227	823 648
1996	807 771	209	809 767
1997	820 382	439	822 379
1998	1 199 424	394	1 201 422
1999	1 176 174	372	1 178 173
2000	1 244 125	386	1 246 125
2001	938 208	454	940 209
2002	1 272 638	872	1 274 640
2003	1 384 327	1 067	1 386 330
2004	1 644 747	726	1 646 751

Fuente: Estimado a partir de la información del mercado de consumo y ADUANET - Peru (1994- 2004)

**Consumo Aparente de Carbonato de Calcio en el Perú**

Fig. 11



1.2.7.2 Consumo Aparente de la Cal Viva y Apagada en el Perú

Estos importantes productos derivados de las calizas, tienen múltiples usos en las diversas industrias tales como: minera, metalurgia y del acero, flotado de metales, fundición de metales no ferrosos, construcción, en la estabilización de suelos y carreteras, productos químicos, papel, productos de cerámica, vidrio, refractarios, recubrimientos protectores, pigmentos, pinturas de agua, barnices, en la industria de alimentos y productos

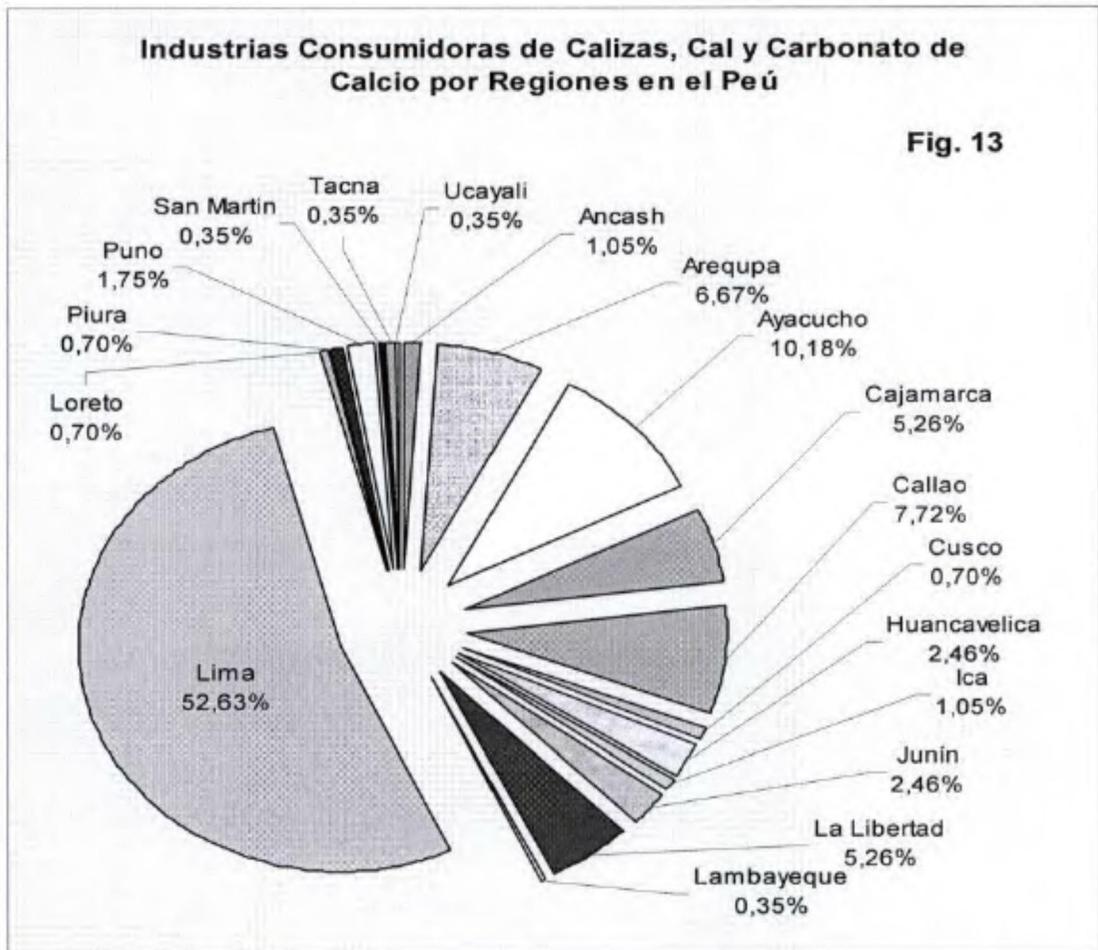
### 1.2.7.3 Principales Industrias Consumidoras de Caliza, Cal y Carbonato de Calcio en el Perú por Regiones

De acuerdo a la información disponible, (muestral) en las Direcciones de Producción del Ministerio del mismo nombre tanto en Lima como en las regiones de Cajamarca, Ayacucho, Huancavelica, Junín etc., se ha elaborado el cuadro N° 10 y Fig. 13, los cuales son referenciales e indicativos de industrias que requieren estas importantes materias primas e insumos para su producción respectiva.

Como se puede apreciar la región Lima, tiene más del 50% de las industrias con relación al resto del país, siendo importantes por el número de establecimientos, Ayacucho, Callao, Arequipa, Cajamarca, La Libertad.

La caliza producida es empleada en la producción de cemento, cales y carbonato de calcio los que a su vez se utilizan en diversos sectores industriales, bien como producto necesario para el proceso industrial correspondiente, (caso de la siderurgia), o bien como componente del producto final fabricado (caso de la construcción).

En este sentido, estos productos son utilizados especialmente por las siguientes industrias: industria siderúrgica y metalúrgica no férrea, industria química, para la construcción., en el tratamiento de aguas, gases, y depuración de aguas y suelos, para tratamiento de suelos en agricultura, y para exportación



### 1.2.8 Comercio

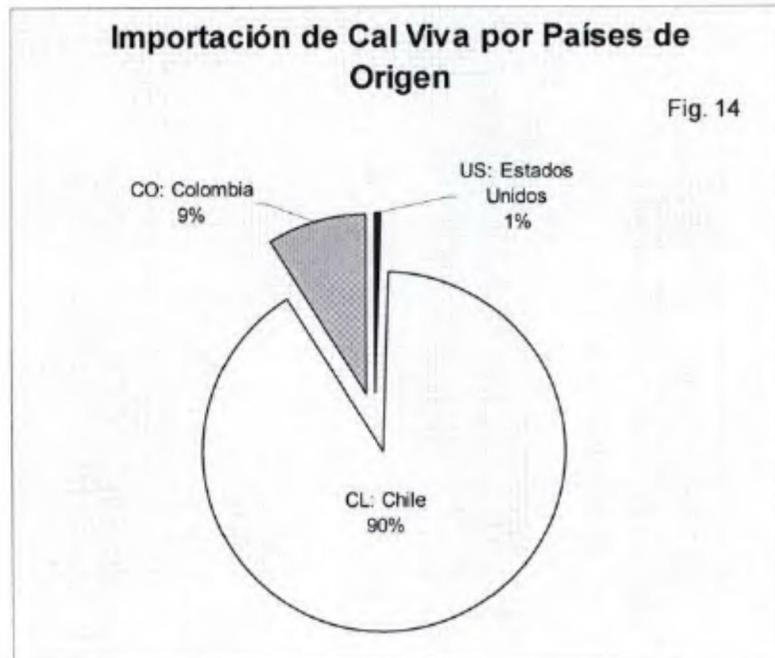
Aparentemente no se llevan a cabo intercambios comerciales de caliza en bruto, debido a que es extraída para la producción de cemento y para la producción de cal y carbonato de calcio por los mismos productores de caliza, por tanto se puede afirmar que la caliza producida es 100% consumida en el mercado interno, y lo que se comercializa son sus principales derivados como es la cal, el carbonato de calcio y el cemento productos que revelan la tendencia de la producción y comercio de esta importante materia prima.

#### 1.2.8.1 Principales Canales de Comercialización

Una vez extraído y beneficiado el material carbonatado, pasa la etapa de comercialización llegando el producto terminado al consumidor final a través de los distribuidores mayoristas y/o minoritarios. El encadenamiento extracción-beneficio, se realiza cuando el propietario del yacimiento cuenta con su planta de tratamiento o beneficio del mineral, la distribución y comercialización en la mayoría de los casos se realiza por medio de distribuidores los que llevan el producto al consumidor final.

### 1.2.8.2.2 Exportación de Cales por Países de Destino

En lo que respecta a las exportaciones de cales, durante el periodo de estudio solo se ha registrado una pequeña cantidad exportada de cal apagada a partir de 1999, tornándose importante por su tendencia a incursionar en varios mercados como podemos ver en el cuadro N° 13 y Fig. 14, en donde se puede apreciar que para el año 2004 se exportó a Chile 90%, Colombia 9% y Estados Unidos 1%

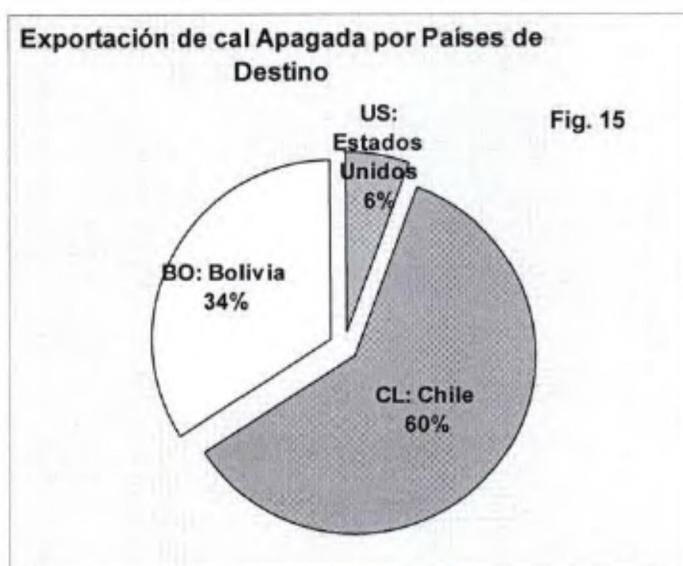


## Exportación de Cal Apagada por Países de Destino

Cuadro N° 13

País Destino	1 999		2 000		2004 (1)	
	Peso Neto (Kilos)	Valor FOB (Dólares)	Peso Neto (Kilos)	Valor FOB (Dólares)	Peso Neto (Kilos)	Valor FOB (Dólares)
US: Estados Unidos	4 160	1 059			500	100
CL: Chile			2 500	800	2 800	1 050
BO: Bolivia					650	600
<b>TOTAL</b>	<b>4 160</b>	<b>1 059</b>	<b>2 500</b>	<b>800</b>	<b>3 950</b>	<b>1 750</b>

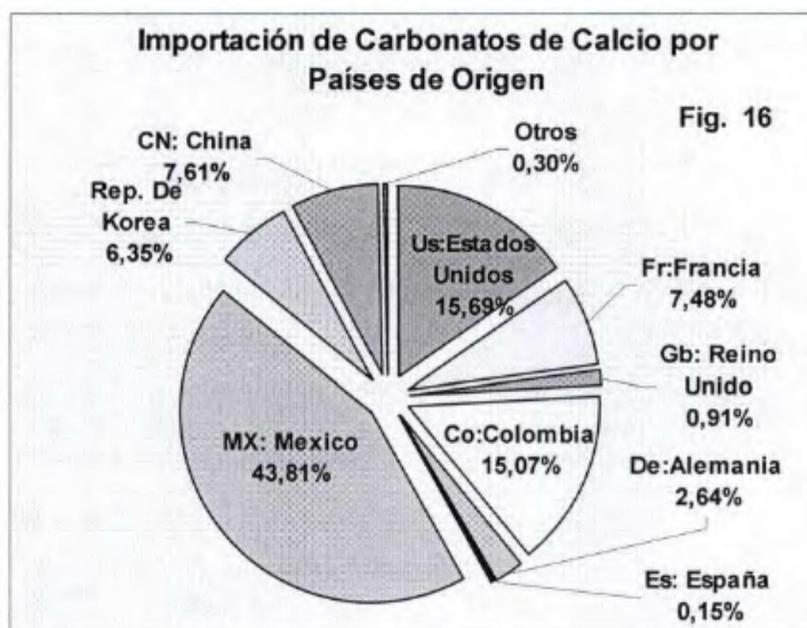
Fuente: Elaborado a partir de reportes de INETyP - Oficina de Estadística de ADUANET-PERÚ  
(1) al 30 de agosto 2004



### 1.2.8.2.3 Importación de Carbonatos de Calcio por Países de Origen

En el cuadro N° 14 se recoge el movimiento de las importaciones de carbonato de calcio durante el periodo 1993 – 2003, cuya tendencia ha venido incrementándose en forma ascendente, este importante insumo se importó de varios países del mundo entre ellos. México 44%, Colombia 15%, China, 8% , Francia 7% y el resto corresponde a otros países como podemos apreciar en la Fig. 16

El volumen de las importaciones creció en la última década vertiginosamente, experimentando una tasa promedio anual de mas del 50%, de 161 toneladas importadas en 1993 paso a 1 067 toneladas para el año 2003. El precio es elevado en comparación con nuestros carbonatos de exportación, estos fluctúan entre US\$ 547 a US\$ 932 por tonelada, los cuales varían de acuerdo a la calidad o grado de pureza del carbonato de calcio y a las aplicaciones industriales en el país generalmente estos carbonatos importados se dirigen a las industrias que requieren carbonatos de alta pureza y que garanticen su producción industrial como: químicas, farmacéuticas, papel, alimentos, etc.



#### 1.2.8.2.4 Principales Empresas Importadoras de Carbonato de Calcio

Entre las principales empresas importadores se encuentran las siguientes:

##### Importadores de Carbonato de Calcio en el Perú

- 1 Agrovet Market S.A
- 2 Cetco S.A.
- 3 Corporación Medco S.A.C.
- 4 Corporación Tropical Del Perú S.A.
- 5 Exsa S A
- 6 Farmacéutica del Pacifico S.A.C.
- 7 Farminindustria S.A.
- 8 H.W.Kessel S.A.C.
- 9 Hersil S A Laboratorios Industriales F
- 10 Indeco S.A.
- 11 Innova Andina S.A.
- 12 Intradevco Industrial S.A.
- 13 Intradevco Industrial S.A.
- 14 M Overseas Limited Sucursal del Pe
- 15 Mathiesen Perú S.A.C.
- 16 Merck Perúana S A
- 17 Negociar S.A.C.
- 18 Occidental Petrolera del Perú Inc Suc Perú
- 19 Productos Avon S A
- 20 Química Suiza S A
- 21 Razon\_Soci
- 22 Sacos del Sur S A
- 23 Sacos Pisco S.A.C.
- 24 Yobel Supply Chain Management S.A.

- 13 Industrias Vencedor Sa Ivsa
- 14 Ins. No Metalic. y Quimic. de Exp. e Imp. Sa
- 15 Nicoll Perú S.A.
- 16 Productos Avon S A
- 17 Productos Cerámicos S A
- 18 Productos Mineros S.A.
- 19 Ptc S.A.C
- 20 Transformaciones Química S.A.
- 21 Tuboplast S A
- 22 Urco García Dolores Felicia

### 1.2.8.2.7 Exportación de Cementos en el Perú por Países de Destino

El cemento constituye el derivado más importante de la caliza, de allí que es importante tener en cuenta la tendencia de su comercio exterior, el cual durante los últimos cinco años ha mostrado una mayor dinámica comercial.

En el caso de las exportaciones de cemento de 27 801 toneladas exportadas con un valor de US\$ 1 999 977 en el año 2000 paso a 727 997 toneladas con un valor de US\$ 19 546 081 para el año 2004, como podemos ver en el cuadro N° 16 creció vertiginosamente en especial los tipos Pórtland y clinker, estos encontraron su destino final en Estados Unidos 74%, Republica Dominicana 18%, Chile 6%, Ecuador 1.4% y el 6.6% restante corresponde a Bolivia, Ecuador, España y Brasil.

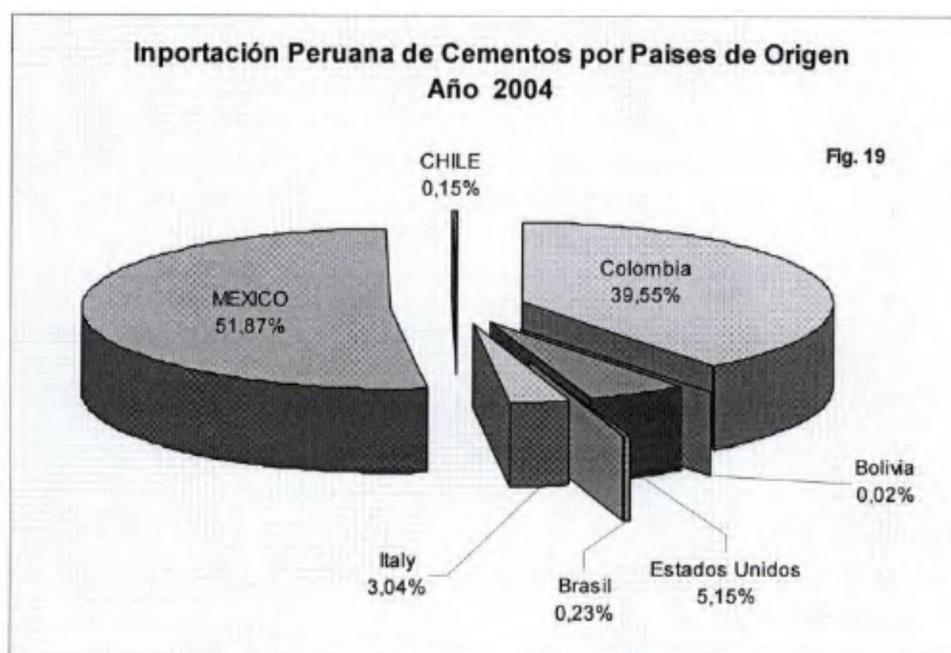
Evolución de la Exportación Peruana de Cemento por Países de Destino (Cantidad en T.M. y Valor en US \$)										
Cemento Portland Blanco y de Color <span style="float: right;">Cuadro N° 16</span>										
País	2 000		2 001		2 002		2 003		2004 (e)	
	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Bolivia	4 830	72 095	5 000	295 000	2 879	227 441	3 000	261 000	210	25 891
Chile	1 952	255 252	2 520	320 432	2 110	262 116	2 600	217 500	5 035	809 800
Ecuador	3 674	290 730	3 072	118 556	3 788	357 904	3 750	326 250	2 233	275 240
Republica Dominicana			6 859	212 618					0	
Colombia					196	22 393	200	17 400	580	87 200
Estados Unidos			776	25 864	1	160	150	13 050	143	20 372
<b>Sub - Total</b>	<b>10 456</b>	<b>618 077</b>	<b>18 226</b>	<b>972 470</b>	<b>8 974</b>	<b>870 013</b>	<b>9 600</b>	<b>835 200</b>	<b>8 181</b>	<b>999 503</b>
Cemento Portland										
País	2 000		2 001		2 002		2 003		2004 (e)	
	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Chile	14 955	1 357 456	15 000	1 365 000	17 850	8 727 481	19 000	1 501 000	573	7 100
Colombia	6	636	4	364	149	15 129	150	11 850	40	10 000
Ecuador					165	46 796	200	10 000	210	10 500
Brasil	25	2 414							48	5 455
España	2 359	21 395							1	1 000
Perú			40	5 813	30	3 209	40	3 500	50	3 600
Estados Unidos			191 252	5 623 270	306 916	8 741 776	350 000	9 800 000	412 735	12 268 255
Republica Dominicana					32 729	940 957	30 000	870 000	29 000	870 000
<b>Sub - Total</b>	<b>17 345</b>	<b>1 381 900</b>	<b>206 296</b>	<b>6 994 446</b>	<b>357 839</b>	<b>16 475 326</b>	<b>399 390</b>	<b>12 196 350</b>	<b>442 658</b>	<b>13 175 910</b>
Cemento Clinker										
País	2 000		2 001		2 002		2 003		2004 (e)	
	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Chile			55 058	1 318 581	32 740	703 843	35 000	875 000	27 188	591 582
Francia			73 485							
Honduras			32 707	1 756 531						
Estados Unidos				883 102	32 707	866 742	33 000	825 000	89 958	2 199 086
Republica Dominicana					105 661	2 408 678	100 000	2 500 000	150 000	2 580 000
<b>Sub - Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>161 260</b>	<b>3 958 194</b>	<b>171 109</b>	<b>3 979 362</b>	<b>168 000</b>	<b>4 200 000</b>	<b>277 158</b>	<b>5 370 668</b>
<b>Total</b>	<b>27 801</b>	<b>1 999 977</b>	<b>385 782</b>	<b>11 925 111</b>	<b>537 922</b>	<b>21 324 702</b>	<b>576 990</b>	<b>17 231 550</b>	<b>727 997</b>	<b>19 546 081</b>

Fuente: Elaboración Propia a partir de información Estadística Anual de ADUANET - PERU

- 28 Empresa Maderera Sullana S A
- 29 Empresa Siderurgica del Perú S.A.A.
- 30 Energía del Sur S.A.
- 31 Eximpcer S.A.
- 32 Exportador
- 33 Fantasy Club del Perú S.A.
- 34 Gaby S.A.
- 35 García Sayan Larrabure Avaro

#### 1.2.8.2.9 Importación Peruana de Cementos por Países de Origen

La importación de cemento en el Perú, presenta variaciones que están en relación al uso que se le da, especialmente en la construcción de obras especiales. En el cuadro N° 17 se presenta la evolución del volumen y valor de importación de cemento en el Perú de los principales tipos de cementos como portland blanco, Portland y clinker que provienen de diversos países del mundo, siendo mayormente nuestros principales proveedores: México 52%, Colombia 49%, Estados Unidos 5% Italia 3% y el resto de otros países como se puede ver en la fig. 9., así también se importa cementos especiales como: cemento hidráulico que proviene el 98% de Colombia, y el cemento aluminoso que viene el 87% de España.



## 1.2.8.2.10 Principales Empresas Importadoras de Cementos en el Perú

**Principales importadores de Cemento en el Perú**

- 1 A R P L Tecnologia Industrial S A
- 2 Academia de Tenis Alfredo Acuna S.A
- 3 Agro Industrial Paramonga S.A.A.
- 4 Andre Trading S.A.
- 5 Aquafil Eirl
- 6 Arenera La Molina S A
- 7 Arraya Pacheco Guillermo
- 8 Asociación Club Los Cocos
- 9 Aurora Fca Prod Quimicos E Ind S A
- 10 Bj Services Company Sa Sucursal Del Perú
- 11 Bj Services International S A Suc Perú
- 12 Camco Reda S.A.
- 13 Cauchos Sinteticos S R L
- 14 Cemento Andino S.A.
- 15 Cemento Sur S.A.
- 16 Cemento Yura S.A
- 17 Cementos Lima S A
- 18 Cementos Pacasmayo S.A.A.
- 19 Cementos Selva S.A.
- 20 Cerveceria Backus & Johston
- 21 Cia Minera Yanacocha
- 22 Cimatec SAC
- 23 Coastal Perú Ltd Sucursal Del Perú En Li
- 24 Coatings Srl
- 25 Consorcio Metalurgico S A
- 26 Consorcio Unipetro S.A.C.
- 27 Corporacion Mara S.A.
- 28 Corporación Turística Peruana S.A.C
- 29 Danper Trujillo S A
- 30 Detroit Diesel - Mtu Perú S.A.C.
- 31 Dowell Schlumberger Perú S.A.
- 32 Dyno Nobel - Samex S.A.
- 33 Empresa Electrica de Piura S.A
- 34 Empresa Minera del Centro Del Perú Sa
- 35 Energy Services S.A
- 36 Exploraciones Amazonicas S.A.
- 37 Exsa S A
- 38 Exxonmobil Exploration Investments Limit
- 39 Fidenza Disegno S.A
- 40 Flota del Perú S.A.
- 41 Freundt Bosio Alvaro
- 42 Fundicion Callao S A
- 43 Gloria S A
- 44 Guillermo Li S.A.C.
- 45 H.W.Kessel S.A.C.

- 97 Spena Fish Acuicultura S.R.L.
- 98 Star Exports S.A.C. En Liquidacion
- 99 Tecnin Del Perú S.A.
- 100 Teknoquimica S.A.
- 101 Tiendas Por Departamento Ripley S.A.
- 102 Top Sport International S.A.
- 103 Topsa Productos Opticos S.A.
- 104 Unimaq S.A.
- 105 Unión De Concreteras S.A
- 106 Valdez Castro Carlos Dion
- 107 Vegsa C.G.
- 108 Versus S A
- 109 Vial S A
- 110 Vivendi Water Systems Perú S.A.
- 111 Zicrom Perú S. A.

### 1.2.9 Precios

En el caso de la caliza no se tiene precios debido a que los productores convierten esta materia prima en cal, carbonato de calcio y cemento. En cuanto a la cal, generalmente el precio se determina por la calidad del producto, es decir, a mayor pureza mayor precio, así como a las diferentes marcas comerciales las que especifican o reflejan el grado de pureza, marcando por tanto la diferencia de precios entre una marca y otra.

La cal es un producto de bajo costo y de amplia disponibilidad en el país, por lo que se mueve en mercados regionales provocando que el precio varíe de región a región y de productor a productor, el precio oscila entre US\$ 30 a US\$ 45 por tonelada

En el cuadro N° 18 podemos ver el precio tanto para la cal viva como para la cal apagada correspondiente al mercado de los Estados Unidos de Norte América, los cuales durante los últimos 12 años se incrementaron lentamente a un ritmo promedio anual de 0.7%

#### **Precios Promedio de Cal Mercado de Estados Unidos en Planta ( En US\$/Tonelada)**

Cuadro N° 18

<b>Año</b>	<b>Cal viva</b>	<b>Cal apagada</b>
1993	55,02	67,84
1994	56,43	67,71
1995	56,77	72,71
1996	57,00	72,00
1997	57,80	80,20
1998	57,60	78,90
1999	57,30	80,20
2000	57,50	85,00
2001	59,00	76,00
2002	58,58	79,05
2003	58,83	78,66
2004 *	59,08	79,50

Fuentes: Industrial Minerals \* Min. Comm. Summaries 2003, USGS

\* Estimado

términos de cantidad, pero debido a los ajustados requerimientos de especificaciones en cuanto a calidad y pureza, el mercado es significativo en términos de valor.

En el cuadro N° 21 se presenta la evolución de los precios promedio de los cementos que el Perú importó y exportó durante 1994 – 2004, en el caso de las exportaciones tuvieron una tendencia a disminuir, factor ha permitido ser mas atractivos en el mercado e incrementar el volumen exportado.

**Precios promedio de los Cementos**  
Comercio Exterior Peruano ( En US\$/Tonelda)  
Cuadro N° 21

Año	Exportación (FOB)	Importación (CIF)
1994	42,33	71,00
1995	23,44	50,81
1996	64,11	61,37
1997	80,51	50,00
1998	76,06	112,52
1999	56,46	84,24
2000	71,94	85,98
2001	30,91	76,44
2002	39,64	81,23
2003	29,86	71,60
2004	26,85	83,73

Fuente: Elaborado a partir de reportes de INETyP -  
Oficina de Estadística de ADUANET-PERÚ

#### 1.2.10 **Balanza Comercial Peruana de los principales Derivados de la caliza**

En cuanto al comercio de cales (cuadro N° 22 y Fig. 20) según la información consultada de la Dirección General de Aduanas del Perú, no se han registrado cifras de exportación durante el periodo 1998 al 2004, para los casos de cal viva, cal apagada, asumiéndose por tanto que la producción nacional fue consumida el 100% en el Perú, existiendo además una demanda insatisfecha, que fue cubierta por la importación de estos productos, requeridos por ciertas industrias como Occidental Petrolera del Perú Inc Suc Perú, Fiberglass System S. A., y otras.

Si bien es cierto las cifras de importación registradas son pequeñas, no deja de ser importante por su significado que ellas tienen en la Balanza Comercial de Cal Viva y Apagada en nuestro país, siendo esta negativa por la salida de divisas que dichas importaciones representan como se puede apreciar en la Fig. 21

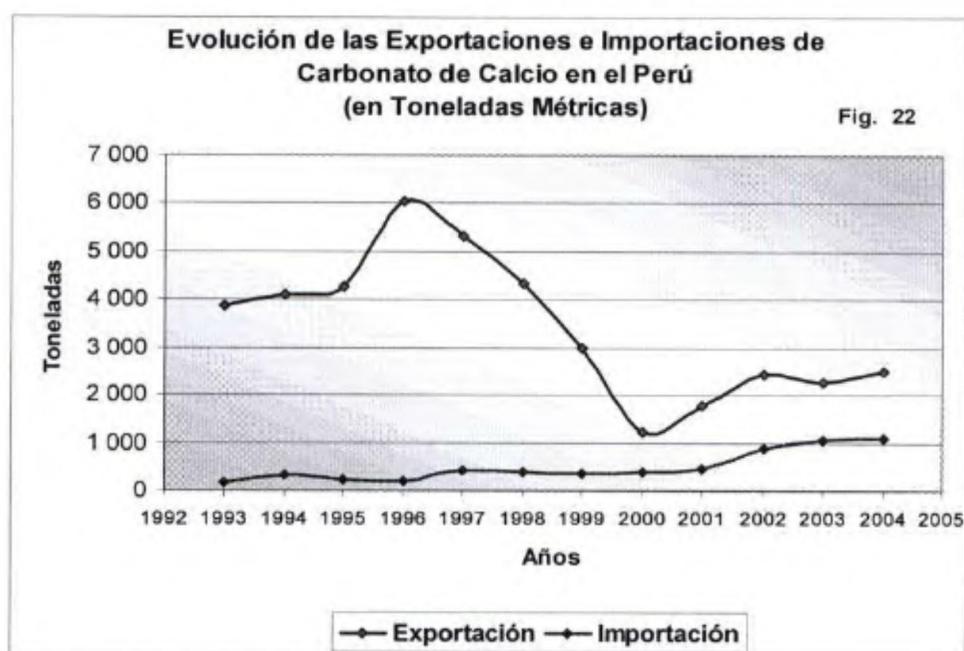
En cuanto al carbonato de calcio, la Balanza Comercial durante el periodo 1993 – 2004, como podemos apreciar en el cuadro N° 23 , en los 7 primeros años arrojó un saldo positivo, gracias al volumen que fluctuaron entre las 3 000 a 6 000 toneladas anuales contra un pequeño volumen de 10 a menos de 400 toneladas anuales como se puede ver en la Fig. 22, sin embargo esta cantidad va en crecimiento versus las exportaciones que decrecieron con una ligera tendencia de recuperación en el último año, haciendo que nuestra Balanza Comercial en este rubro entre 2000 al 2004 sea negativa (Ver Fig. 23). Debido al alto precio promedio el cual oscila entre US\$ 430 a mas de US\$ 900 por la importación de una tonelada de carbonato de calcio comprendida en la misma partida arancelaria, que seguramente se diferencia por sus características específicas como para el uso en la medicina, alimentación y en otras industrias que exigen características muy específicas. Estos precios promedio difieren largamente con los precios del carbonato de calcio peruano los que oscilan entre US\$ 87 a US\$ 105 por tonelada exporta

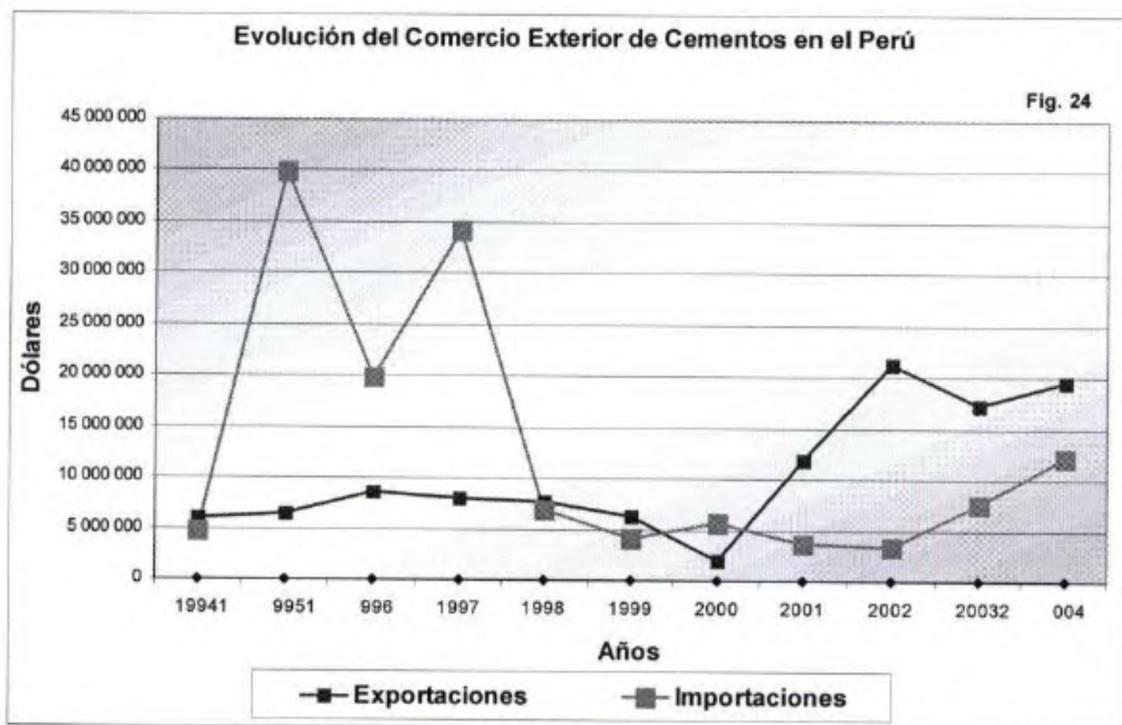
### Balace del Comercio Exterior de Carbonato de Calcio

Cuadro N° 23

Años	Exportación		Importación		Saldo de Balanza Comercial en US\$
	Cantidad (T.M)	En Dólares	Cantidad (T.M)	En Dólares	
1993	3 892	380 167	161	150 153	230 014
1994	4 098	395 617	323	145 520	250 097
1995	4 267	448 409	224	175 957	272 452
1996	6 055	613 072	209	117 833	495 239
1997	5 326	531 285	439	228 351	302 934
1998	4 322	411 828	394	207 825	204 004
1999	2 987	275 573	372	145 046	130 527
2000	1 206	105 552	386	299 111	-193 559
2001	1 786	159 480	454	195 255	-35 774
2002	2 446	221 083	872	330 706	-109 623
2003	2 259	205 162	1 067	560 043	-354 881
2004	2 512	229 676	1 090	498 424	-268 748

Fuente: Elaborado a partir de reporte de INETyP - Oficina de Estadística de ADUANET-PERO





## Capítulo II

### Caracterización y Mercados de Sílice, Cuarzo y Cuarzita

#### 2.1 Geología Económica

En este trabajo se referirá como recursos silíceos a materiales que preferentemente tengan contenidos de  $\text{SiO}_2$  mayores de 90%. Los recursos silíceos que se considerarán serán cuarzo, arena silícea, grava silícea, cuarzita, Trípoli, creta silícea y pedernal (sílex).

Esta importante familia de materiales no metálicos, tiene muchos usos industriales, entre los que destacan la fabricación de vidrios, abrasivos, fundentes y ópticos, entre los principales.

No se consideraran como recursos silíceos, las arenas y gravas de construcción, tampoco las rocas con altos contenidos de feldespatos o ricas en cuarzo, que generalmente se emplean como sillares naturales, estos materiales silíceos se han tratado aparte en otras publicaciones referidas a materiales de construcción, (grava, arena y roca natural chancada), y de rocas ornamentales como sillares y materiales cerámicos. (Díaz, A.2003)

##### 2.1.1 Formación y características geológicas

Los silicatos son minerales muy abundantes e importantes en la Tierra, son formadores de la mayoría de las rocas, principalmente las rocas ígneas. El óxido de silicio se combina con otros elementos dando como resultado a los silicatos.

Las rocas ígneas están formadas por silicatos, estas rocas representan el 90 % de la constitución de la Tierra.

##### 2.1.2 Clasificación

Como manera de comprensión de los silicatos, se expone la clasificación de los minerales silicatados.

Clase: Nesosilicatos

Tiene los tetraedros  $\text{SiO}_4$  común en todas las estructuras. La proporción de Si y O es de 1 a 4. Esta clase de minerales se sub divide en varios grupos:

Fenaquita:	fenequita, willemita
Olivino:	forsterita, fayalita
Granates:	grosularia, piropo, almandino, uvarovita, zircón:
Grupo $\text{SiO}_5\text{Al}_2$ :	andalucita, sillimanita, topacio, estaurolita
Condrodita:	condrodita, esfena, datolita
Clase:	Sorosilicatos

Los minerales más importantes de esta clase son del grupo de las epidotas. La proporción Si y O es 2 a 7. Se sub divide en:

Clorita  
Sepiolita

Clase: Tectosilicatos

El armazón de  $\text{SiO}_2$  presenta al menos nueve formas de distribución geométrica correspondientes a nueve polimorfos, cada uno de los cuales tiene su propio grupo espacial, sus dimensiones de celda, su morfología característica y su energía reticular en condiciones de estabilidad propias para cada una de ellas. Tres cuartas partes de la corteza terrestre están constituidas por estos minerales. La relación Si y O es 1 a 2.

Las clases de tectosilicatos son:

Grupo  $\text{SiO}_2$  cuarzo, tridimita, cristobalita, ópalo

Grupo de los feldespatos potásicos: microclina, ortosa

Grupo de los feldespatos calco-alcálinos: albita, anortita, anburita

Familia de los feldespatoides: leucita, nefelina, sodalita, lazurita, petalita

Grupo de las escapolitas: marialita, meionita

Familia de las zeolitas: analcima, natrolita, estilbita, chabazita,

Por la importancia de los tectosilicatos, se va a ampliar más los conceptos sobre estos minerales, tenemos así, que generalmente las formas de temperatura de formación más elevada y con mayor energía reticular poseen estructuras más dilatadas, luego un menor peso específico y menor índice de refracción.

Además existen dos sustancias no cristalinas, amorfas relacionadas con estas sustancias, la lechatelierita, un vidrio silíceo y el **ópalo** con una estructura localmente ordenada de esferas silíceas y un contenido variable en agua.

### 1.2.6.1.2 Sub-Sector Químico

La caliza es utilizada en diversas industrias del sub-sector químico, donde las propiedades químicas (óxido básico, agente neutralizante, contenido de calcio, fundente, etc.), son importantes. La mayoría de los procesos requieren cal o cal hidratada, carbonato de calcio, solo la producción de vidrio y desulfuración de tubos de gas emplean directamente caliza en bruto. Entre los usos más resaltantes en éste tenemos:

#### ❖ **Manufactura de soda ash o sosa cáustica**

El carbonato de sodio (soda ash) es una importante materia prima para la industria química y está relacionada con la reacción de dióxido de carbono con una solución de salmuera y amoníaco para producir cloruro de amonio y un bicarbonato sódico precipitado. El precipitado es recuperado y calentado para producir carbonato de sodio y la solución es tratada con cal para liberar el amoníaco para reciclaje. La cal y el dióxido de carbono consumidos en el proceso son obtenidos a través de calcinación de caliza, que debería ser de alta pureza  $> 90(98,5\% \text{ CaCO}_3)$ ,  $> 50.4(-55.2) \text{ CaO}$

#### ❖ **Industria Peletera o Curtiembre**

Desde tiempos inmemorables la cal ha sido empleada en suspensión para remover el vello, las vísceras e inflado de las pieles, para prepararlas antes del teñido, lo que la hace un producto indispensable para el proceso industrial de las pieles.

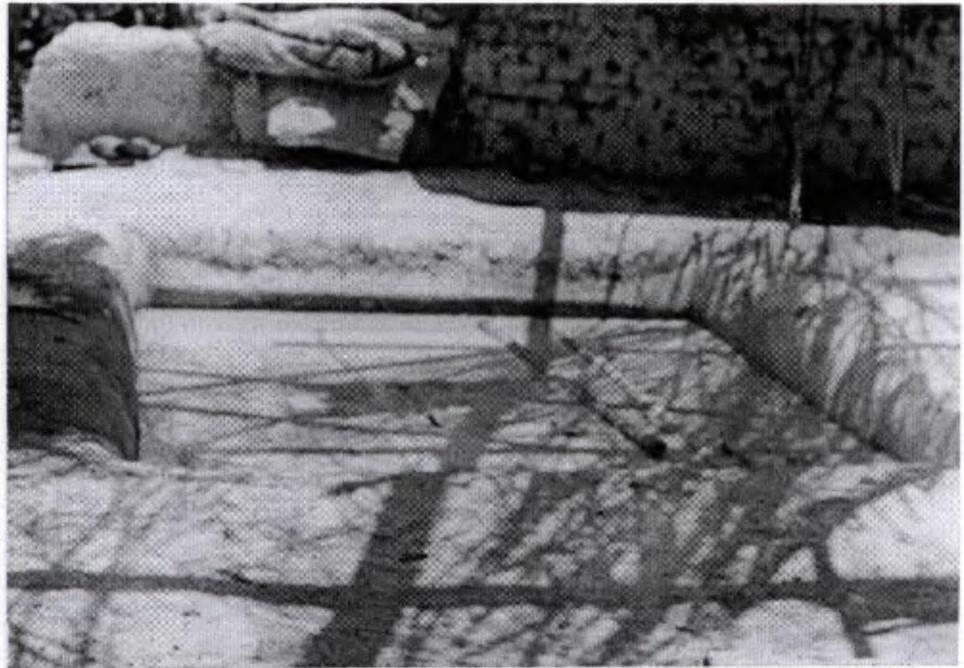


Foto 13: Pozo artesanal de encalado – Chepen la Libertad 1991 Cortesía A. Díaz

Es  $\text{SiO}_2$  pura con 46.7% de Si y 53.3% de O. El cuarzo presenta dos formas, cuarzo  $\alpha$  estable hasta  $573^\circ$  y cuarzo  $\beta$  por encima de la misma. Solamente es atacable por el bórax fundido y ácido clorhídrico.

#### Propiedades físicas:

Atendiendo a la diferencia de color se dan las siguientes variedades de cuarzo:

##### Variedades macrocristalinas

###### Color

- Cristal de roca transparente
- Cuarzo lechoso blanco opaco
- Amatista transparente violeta
- Cuarzo rosado rosa, rojo o rosáceo
- Citrino o falso topacio amarillo transparente
- Cuarzo ahumado gris o negro
- Cuarzo falso zafiro azul
- Jacinto de Compostela rojo opaco

##### Variedades criptocristalinas o calcedonias

- Ágata con bandas paralelas a los bordes de colores vistosos
- Ónice con las bandas alternantes de colores claros y oscuros
- Jaspe opaco de colores vistosos
- Silex opaco de colores claros y oscuros
- Xilópalo madera silicificada
- Heliotropo verde con manchas amarillas también llamado Jaspe sanguíneo

Raya:	Incolora
Brillo:	Vítreo intenso especialmente en cristal de roca, mate en calcedonias
Dureza:	7
Densidad:	$2.65\text{g/cm}^3$ cuarzo (a) y $2.53\text{g/cm}^3$ cuarzo (b)
Óptica:	Débil birrefringencia, polarización rotatoria, uniáxico positivo
Otras:	Fuertemente piezoeléctrico

#### Génesis:

El cuarzo es el componente fundamental de muchos tipos de rocas, especialmente de las rocas ígneas ácidas, de ahí que sea tan frecuente y abundante, pero también en rocas sedimentarias y metamórficas por ser al mismo tiempo muy resistente.

La calcedonia es hidrotermal de baja temperatura, alrededor de los  $120^\circ\text{C}$ , formándose cerca de la superficie.

#### Forma de presentarse:

Cristal de roca: Constituye la forma más pura de cuarzo, con un contenido de sílice de 99.99 %. En cristales incoloros y transparentes, a veces de tamaños considerables, hexagonales, coronados por una pirámide trigonal. Estos

### 2.1.3 Propiedades y características de la materia prima silícea

#### Cristal de roca

Los requisitos del cristal de roca, como materia prima para vidrio de cuarzo de calidad superior, el cuarzo debe removerles las impurezas superficiales de los cristales, ya sea mecánicamente o químicamente mediante ácidos. En términos generales, se plantean las siguientes exigencias en cuanto a calidad de la materia prima:

Volumen de la masa en %	
SiO <sub>2</sub>	99.99
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.001
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01

Para que sea apropiado para fines eléctricos. No deben presentar formaciones gemelas o dobles y debe ser de máxima pureza.

#### Cuarzo filoniano y cuarzo pegmatítico

Cuando son de máxima pureza pueden utilizarse como vidrio óptico. La materia prima debe alcanzar los siguientes valores:

Volumen de la masa en %	
SiO <sub>2</sub>	99.7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.001 – 0.0025
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.2
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0.02

Para la fabricación de metal de silíceo debe contener el material original mas del 99 % de óxido de silíceo en la masa.

El cuarzo como materia prima para la fabricación de ferrosilicato, que se utiliza en la industria del acero como desoxidantes, debe tener los siguientes requerimientos:

Volumen de la masa en %	
SiO <sub>2</sub>	> 99
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.4 – 0.6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.2 – 0.6
TiO <sub>2</sub>	< 0.1

#### Cuarzo cristalizado

En los depósitos metálicos y algunos no metálicos del Perú, abundan cristales de cuarzo que podrían ser utilizados en telecomunicaciones, electrónica, instrumentos y aditamentos ópticos, etc. Sin embargo, para estos usos, los cristales no deben tener defectos como burbujas, inclusiones, maclas y hasta imperfecciones en la red cristalina, ni contener impurezas.

Cristales que cumplen con todos estos requisitos indicados, es muy difícil de encontrar en la naturaleza y, la determinación de sus partes utilizables es una tarea difícil y morosa. Por esto, se pasó a la preparación sintética de los cristales, utilizando como materia prima cristales naturales fundidos. Como de primera calidad se considera la sílice de las caras de pirámide, siendo menos

### 2.1.4 Áreas potenciales

Siendo los silicatos minerales muy abundantes, se puede deducir que en todo nuestro país, se encuentran diferentes tipos de rocas y minerales de esta importante familia de minerales.

El cuarzo se encuentra preferentemente en vetas de procedencia hidrotermal, o en rocas con abundante cuarzo. La mayoría de yacimientos metálicos preferentemente los filoneanos tienen presencia de cuarzo, encontrándose buenos cristales en las geodas.

Las arenas cuarzosa son abundantes en el Perú, preferentemente provienen de rocas areniscas friables, así durante el Cretáceo Inferior se produjo una depositación masiva de arenas cuarzosas en su mayor parte puras. Dichas arenas abundan en la cubeta oriental del Geosinclinal Andino, pero no pueden aprovecharse industrialmente por lo apartado de su ubicación geográfica. La mayor parte de las arenas cuarzosas en la cubeta occidental recibieron durante la diagénesis, el cemento cuarzoso y se convirtieron en cuarcitas.

La conversión a cuarcitas, a pesar de ser predominante, no fue total y algunas formaciones contienen localmente areniscas con cemento calcáreo. Este cemento, fue lixiviado cuando las areniscas fueron expuestas en la superficie y de su descomposición se formaron arenas cuarzosas puras que eventualmente se están explotando. Tales arenas se encuentran al pie de los cerros con areniscas descompuestas, como por ejemplo las de Callacpoma y Chamish, en los departamentos de Cajamarca y La Libertad respectivamente.

Las arenas cuarzosas derivadas de la descomposición de areniscas cretácicas, fueron removilizadas durante el Mioceno y Plioceno, y depositadas en las lagunas de la depresión interandina, donde pueden alcanzar gran pureza. Durante el transporte, estas arenas mejoraron la clasificación y aumentaron la redondez de los granos, llegando sólo al lago, los de menor tamaño. Tales arenas muy puras y bien clasificadas, se explotan en Guacamayo cerca de Cajamarca (Dunin, Estanislao).

#### 2.1.5.1 Principales canteras en el Perú

##### Huarco (sílice)

Ubicación.- Pertenece al distrito de Cajacay, provincia de Bolognesi, departamento de Ancash. Se encuentra entre las coordenadas UTM 8 868 198 N y 248 126 E, a una altitud de 4 450 m.

Acceso.- Se accede desde Lima por la Panamericana Norte Km. 200, Pativilca, se sigue con dirección a Huaraz, hasta Conococha 110 Km. carretera asfaltada, al desvío de Ocros por la carretera asfaltada 4 Km, se toma un desvío hasta la cantera 14 Km.

Marco Geológico.- El ambiente geológico donde se ubican las arcillas y la sílice son los volcánicos Calipuy (P-ca1) y el intrusivo monzonítico del Paleógeno – Neógeno. Tiene tres labores pequeñas, una de ellas tiene 20 m. de largo por 5 m. de ancho y 2 m. de profundidad. El propietario es la Compañía Agregados Calcáreos SA UEA Huarco. Se trabaja en forma

Este prospecto está ubicado a 6 Km. en línea recta al este del pueblo de Palca, es accesible desde Tacna, mediante la carretera parcialmente asfaltada, Tacna-Palca-Cruce (66 Km.) y Cruce-Depósito (camino de herradura).

Las coordenadas UTM son: 8 037 152 N y 404 469 E.

Se trata de un depósito de cuarcita con estratificación en bancos potentes (4 m) de rumbo NS y buzamiento 50° E, estas cuarcitas pertenecen al Grupo Yura ( Fm. Chachacumane ).

### Señor de los Milagros (silice)

Se encuentra ubicado a 22 Km. en línea recta y al NE de la ciudad de Tacna, es accesible desde Tacna mediante el siguiente itinerario: Tacna-Pachía-Calientes 22 Km. (carretera asfaltada) y Calientes-Depósito 2,2 km (trocha carrozable )

Sus coordenadas UTM son: 8 025 242 N y 384 335 E.

Es un yacimiento de sedimentos silíceos con estratificación delgada (0,50-0,80m) interestratificados con lutitas arenosas, fuertemente fracturadas, el rumbo y buzamiento de los estratos cambia de un sector a otro.

Se explota actualmente aprovechando el fracturamiento de las rocas, no se usan explosivos, luego de extraído el material se efectúa una selección manual, el transporte se hace en camiones de 30 TM. La potencia de los estratos es de 10 m; el área aprovechable estimada es de 400 m<sup>2</sup>, siendo el volumen del orden de 4 000 m<sup>3</sup>.

### El Gavilán

Ubicación.- Pertenece al distrito, provincia y departamento de Cajamarca. Se encuentra entre las coordenadas UTM 9 199 162 N y 778 591 E.

Se trata de arenas cuarzosas del Cerro Gavilán, que se encuentran encima de bancos de cuarcitas y lutitas de la Formación Chimú.

Las arenas cuarzosas presentan muchas impurezas, por lo que son apropiadas para usos simples, como para arena de construcción y como aditivos de ladrillos.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
JC - 18	95.2	1.7	0.41	0.8	0.009	0.46	0.02	0.09	0.08	0.22	0.83

Cuarzo	=	95.05 %
Caolinita	=	4.68 %
Anatasa	=	0.15 %
Hematita	=	0.12 %

### El Guitarrero

Ubicación.- Pertenece al distrito, provincia y departamento de Cajamarca. Se encuentra entre las coordenadas UTM 9 203 646 N y 775 076 E

representativas para ser analizadas en los laboratorios del INGEMMET. Así tenemos:

**Santa Rosa de Llocllapampa (arenas silíceas)**

Se ubica en el paraje de Ajocucho, distrito de Llocllapampa, provincia de Jauja, departamento de Junín, tiene como coordenadas UTM 8 696 678 N y 432 452 E, con una altitud promedio de 3,600 msnm; consiste en un yacimiento no metálico con mineralización de sílice.

Se accede desde Lima, por la Carretera Central hasta el Km 240, a la altura del puente de Llocllapampa, de ahí se toma una trocha carrozable de 5 Km., quedando el pueblo en la margen derecha del Río Mantaro. También se accede por medio del ferrocarril central hasta el Km. 274, Llocllapampa (desvío Cónдор – Tolva).

La cantera consta de areniscas friables pertenecientes al Grupo Goyllarisquizga, también en las cercanías existen mármol del tipo travertino, roca perteneciente al Grupo Pucará (actualmente se está explotando este material).

Este yacimiento de sílice ha sido explotado desde hace muchos años atrás, desde sus inicios se explotó por medio de una cantera a tajo abierto en forma de bancos por corte y derribo. La actividad minera no cuenta con una planta de beneficio, solo se lava la sílice en forma manual, para ello se cuenta con cuatro pozas de lavado, con una capacidad promedio de 202 TM cada una. Se aprovecha la fuerza hidráulica del agua para la caída, transporte, clasificación y transporte de la arena silícea desde la cantera hasta las pozas de lavado.

La producción diaria aproximada es de 400 TM/día de arena silícea con una ley promedio de 99 % de SiO<sub>2</sub>.

La sílice se comercializa tanto en el mercado nacional como en el internacional, por la calidad y volumen del producto.

Reservas: (información proporcionada en Diciembre de 1999)

Reserva probada: 6 133 006 TM

Reserva probable: 2 216 814 TM

Reserva prospectiva: 2 702 342 TM

Ley promedio: 99 % SiO<sub>2</sub>

Una muestra representativa analizada en el INGEMMET, dio como resultado:

CÓDIGO MUESTRA	DE	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
AD - 1		98.10	0.33	0.01	0.33	<0.005	0.15	0.03	0.01	0.09	0.18	0.26

Cuarzo = 99.50 %

Caolinita = 0.27 %

Yeso = 0.23 %

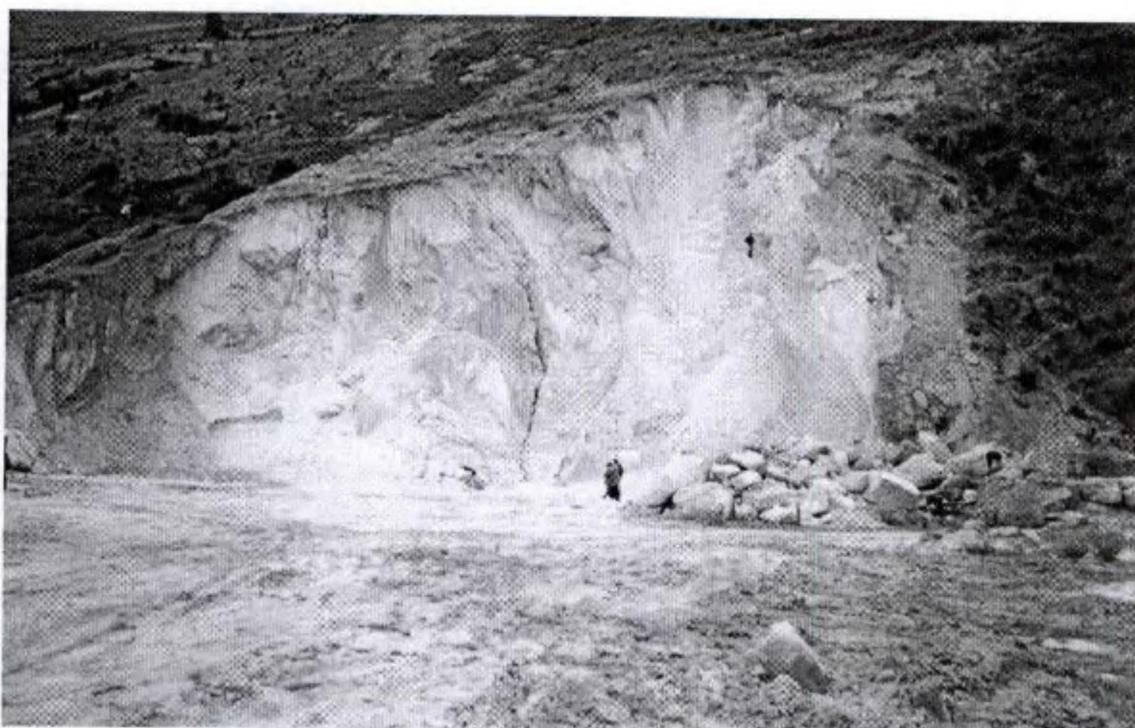


Foto 17: Cantera Churampi - Jauja - Junín coordenadas UTM 8 696 812 N y 440 259 E

#### Señor de Muruhuay

Ubicación.- Pertenece al distrito de Curicaca, provincia de Jauja, departamento de Junín, entre las coordenadas UTM 8 696 440 N, 428 247 E 3,523 m.s.n.m.

Consta de areniscas friables pertenecientes al Grupo Goyllarisquizga, este grupo esta formado por las Formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat. En la Formación Chimú se encuentran areniscas y ortocuarzitas de grano medio a grueso, asimismo la Formación Farrat, esta conformada por bancos de areniscas y cuarcitas grises blanquecinas; también de estas formaciones provienen las arenas silíceas.

Se trata de arenas silíceas que se explotan solo por campañas, siendo su principal comprador la empresa Cementos Lima. Se vende la arena tal como se extrae, o sea, sin lavar.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
AD - 3	97.20	0.69	0.07	0.53	<0.005	0.31	0.04	0.02	0.01	0.17	0.53

Cuarzo	=	97.41 %
Caolinita	=	1.47 %
Yeso	=	0.87 %
Calcita	=	0.25 %

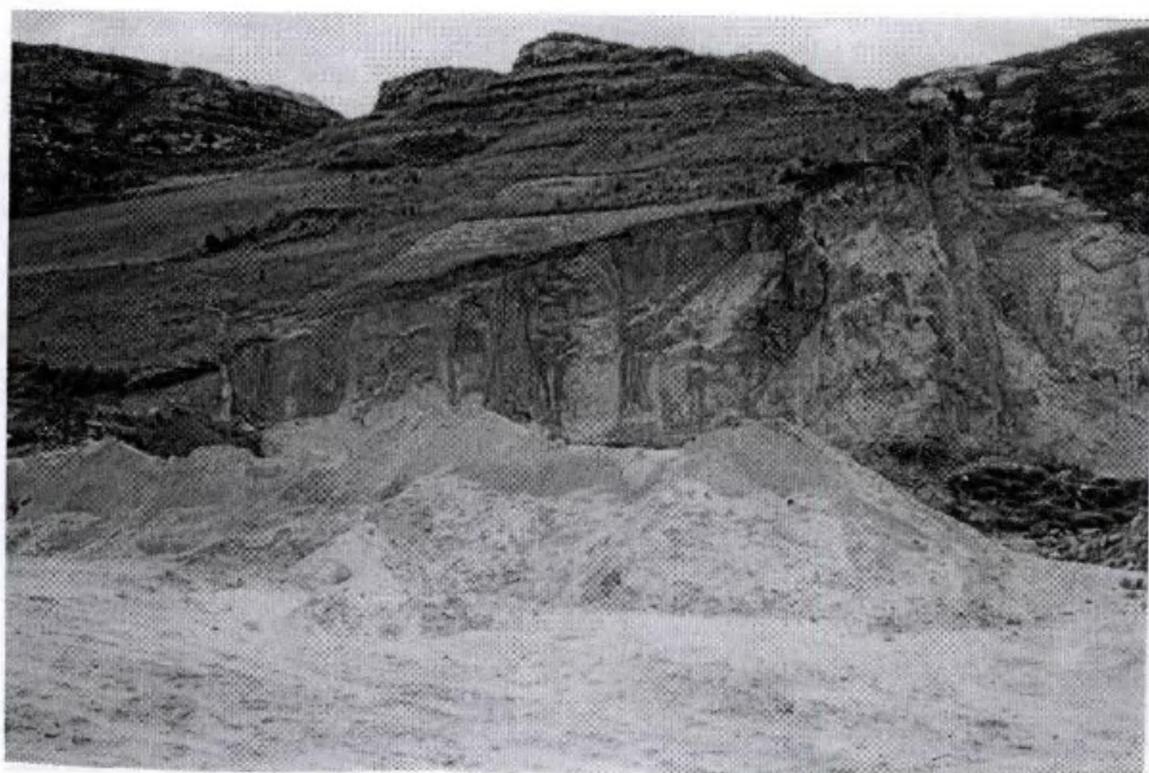


Foto 19: Cantera de arenas silíceas Sierra Blanca Jauja Junín  
 coordenadas UTM 8 696 440 N, 428 247 E 3,523 m.s.n.m.

### Indocha

Ubicación.- Pertenece a la provincia de Moyobamba, departamento de San Martín. Sus coordenadas UTM son : 9 331 266 N 274 046 E 832 m.s.n.m.

El yacimiento está conformado por arenas silíceas no de buena calidad, que posiblemente provienen de la Formación Ipururo (Plioceno – Pleistoceno), esta consta de areniscas grises a marrones con intercalaciones de lodolitas.

La arena se extrae para fabricar ladrillos de cemento; la arenisca no es muy friable, por ello al arrancarla, se tiene que disgregarla con una comba, para luego ser tamizada. La cantera tiene 40 m de largo por 12 m de alto. Existe un horizonte de arenisca de granulometría muy fina que podría extraerse como abrasivo fino de uso doméstico tipo de la marca sapolio.

Se trabaja esporádicamente cuando hay pedidos.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
JC - 6	97.00	1.2	0.56	0.06	<0.002	0.13	0.01	0.14	0.15	0.19	0.49

Cuarzo = 97.63 %  
 Caolinita = 1.95 %  
 Anatasa = 0.42 %

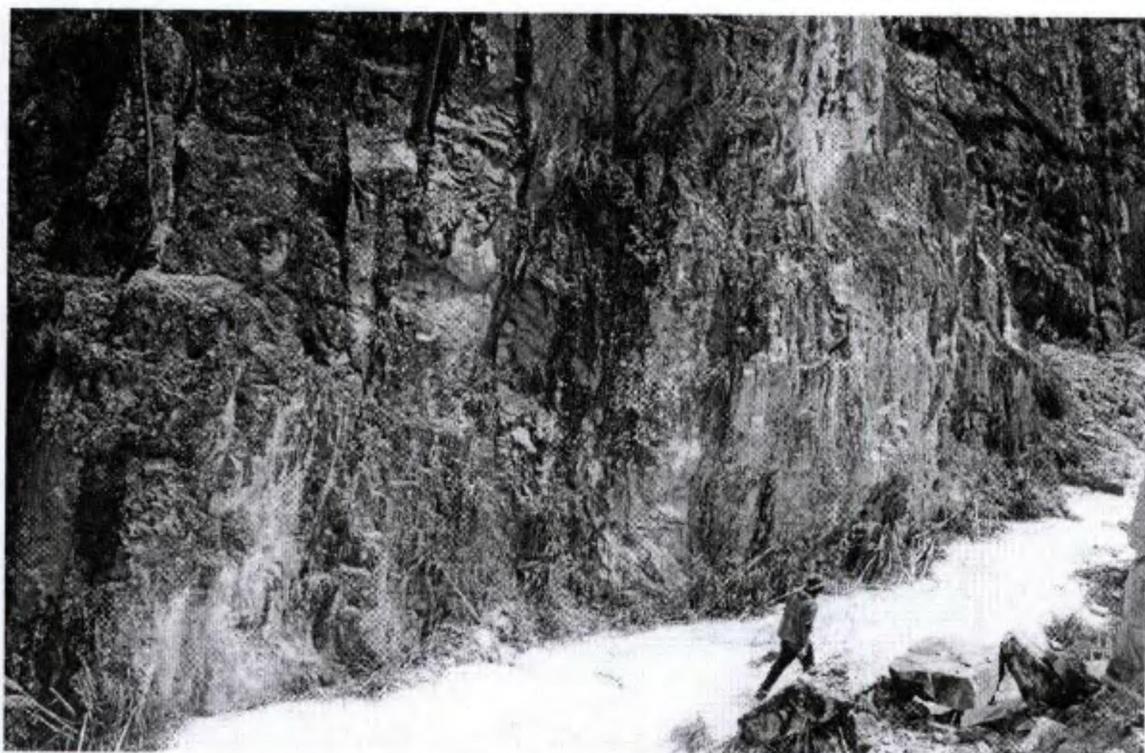


Foto 21: Cantera de arenas silíceas Llacanora (Virgen de la Puerta) – Cajamarca  
 coordenadas UTM 9 204 758 N y 783 486 E 2,637 m.s.n.m.

#### 2.1.6 Proceso de explotación de sílice

##### Extracción de materiales silíceos

Salvo el cuarzo filoneo que generalmente se explota por minería subterránea, la mayor parte de material silíceo se explota por medio de canteras, siendo los materiales más explotados las arenas silíceas y las cuarcitas.

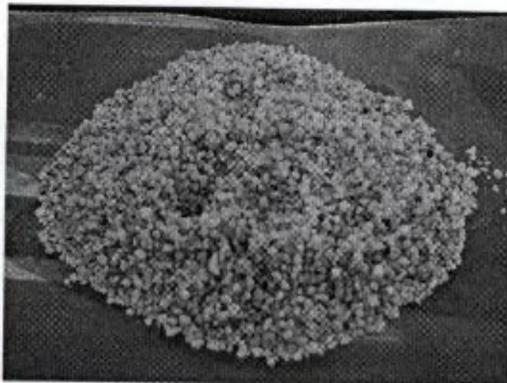
Una de las canteras de mayor actividad extractiva es la de Llocllapampa (Junín), que explota desde tiempo atrás arenas silíceas. En Llocllapampa, se trabaja semi mecanizadamente y con dirección profesional; el material explotado es una arenisca friable que es removida aprovechando la fuerza hidráulica. El material removido se lava en pozas de lavado que tienen una capacidad de 200 TM cada una. Luego esas arenas se secan y posteriormente se tamizan, a tamaños granulométricos, según el pedido de sus compradores.

También existen canteras que son trabajadas semi mecánicamente como en Cajamarca, se tiene las canteras de El Gavilán y El Guitarrero, donde se explota arenas silíceas, parte de ese material se emplea para ser mezclado con cemento como mortero. Normalmente no se emplea explosivos debido a la friabilidad del material.

De la explotación subterránea se extrae cuarzo filoneo, encontrándose cristales de este mineral con gran pureza.

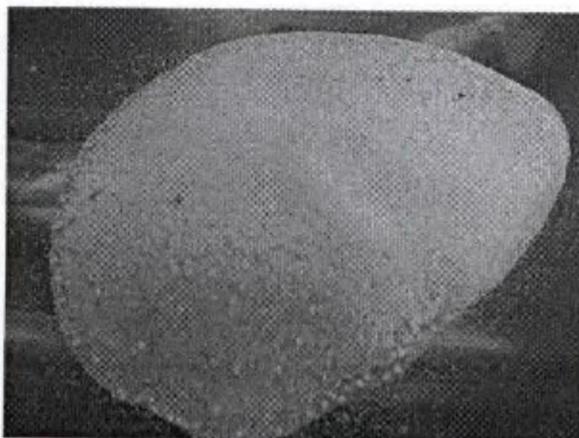
### 2.1.6.1 Caracterización de algunas muestras de silices

#### Llocllapampa

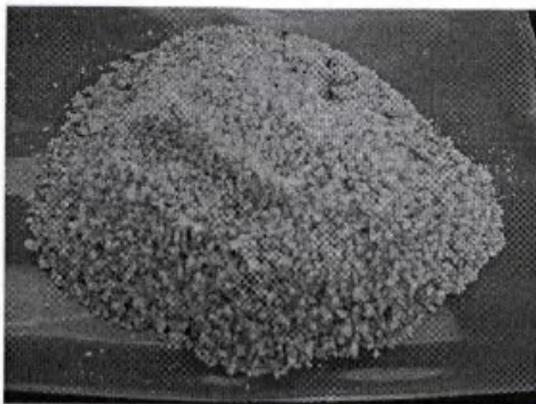


Provincia de Jauja – departamento de Junín  
 Coordinadas UTM 8 692 678 N y 432 452 E  
 Color gris blanquecino  
 Origen sedimentario  
 Brillo vítreo  
 Presencia disgregada  
 Compuesto por arenas gruesas que han sido tamizadas  
 Material suelto compuesto por arenas de cuarzo  
 Cuarzo = 99.50 %  
 Caolinita = 0.27 %  
 Yeso = 0.23 %

#### Llocllapampa



Provincia de Jauja – departamento de Junín  
 Coordinadas UTM 8 692 678 N y 432 452 E  
 Color gris blanquecino  
 Origen sedimentario  
 Brillo vítreo  
 Presencia disgregada  
 Compuesto por arenas finas que han sido tamizadas  
 Material suelto compuesto por arenas de cuarzo

**Indocha**

Provincia de Moyobamba – departamento de San Martín

Coordenadas UTM 9 331 266 N y 274 046 E

Color gris blanquecino con tonos pardo amarillentos tenues

Origen sedimentario

Brillo vítreo

Presencia disgregada

Compuesto por arenas de tamaños variables, predominando la granulometría media

Material suelto compuesto por arenas de cuarzo

Cuarzo	=	97.63 %
Caolinita	=	1.95 %
Anatasa	=	0.42 %

**Producción Mundial de Silíce por Principales Países**  
(Volumen en miles de toneladas)

Cuadro N° 25

País	Años									
	1 995	1 996	1 997	1 998	1 999	2 000	2 001	2 002	2 003	
Estados Unidos	396 000	414 000	430 000	433 000	423 000	374 000	282 000	261 000	250 000	
Australia	30 000	30 000	29 000	29 000	29 000	29 000				
Brasil	270 000	270 000	271 000	28 000	205 000	215 000	213 000	217 000	230 000	
Canadá	60 000	60 000	58 000	58 000	66 000	65 000	66 000	66 000	70 000	
China	715 000	720 000	826 000	880 000	910 000	870 000	1 073 000	1 270 000	1 600 000	
Egipto	30 000	30 000	26 000	26 000	29 000	26 000				
Francia	130 000	130 000	157 000	160 000	145 000	145 000	139 000	140 000	100 000	
Alemania	15 000	15 000	15 000	15 000	20 000	25 000				
Islandia	45 000	45 000	46 000	46 000	49 000	59 000	46 000	73 000	73 000	
India	55 000	55 000	58 000	55 000	36 000	33 000	33 000	34 000	34 000	
Kazakstan	230 000	230 000	65 000	81 000	78 000	91 000	95 000	83 000	83 000	
Macedonia			37 000	33 000	33 000	27 000				
Noruega	375 000	375 000	413 000	420 000	404 000	410 000	391 000	390 000	350 000	
Polonia	35 000	35 000	47 000	47 000	47 000	47 000	47 000	39 000	31 000	
Rumania	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000				
Rusia	270 000	270 000	362 000	380 000	430 000	460 000	499 000	490 000	480 000	
Sudáfrica	90 000	90 000	115 000	120 000	95 000	97 000	110 000	110 000	110 000	
España	25 000	25 000	34 000	34 000	34 000	55 000	55 000	57 000	60 000	
Suiza	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000				
Ucrania	195 000	195 000	195 000	195 000	158 000	195 000	211 000	210 000	230 000	
Venezuela	25 000	25 000	39 000	39 000	37 000	42 000	39 000	58 000	58 000	
Eslovaquia			20 000	20 000	20 000	20 000	33 000	33 000	33 000	
Otros	90 000	100 000	127 000	273 000	103 000	115 000	208 000	230 000	210 000	
<b>Total mundial</b>	<b>3 111 000</b>	<b>3 144 000</b>	<b>3 400 000</b>	<b>3 400 000</b>	<b>3 402 000</b>	<b>3 427 000</b>	<b>3 540 000</b>	<b>3 761 000</b>	<b>4 002 000</b>	

Fuente: Mineral Commodity Summaries, January 2003.



En cuanto al cuarzo, en el Perú no existe estadísticas referente de la producción de esta materia prima, sin embargo hay un registro de importación y exportación, por lo que se asume que la producción este incluida en la sílice o simplemente no se ha declarado

### 2.2.3 Potencial de la Sílice por Regiones

El potencial minero de la sílice, arenas silíceas y cuarzos en el Perú es abundante, sin embargo de acuerdo a la información existente y disponible, solo tenemos registrado 96 canteras localizadas en 13 regiones del país, siendo las más representativas Tacna (32%), Junín (23%) y el resto en las demás regiones, como se puede apreciar en el cuadro N° 26 y Fig. 27, algunas de estas canteras se encuentran a nivel de reconocimiento, debido a que falta estudios de mayor detalle, otros tienen información incompleta; y aún más, pocos son los informes confiables con una buena base geológica que permitan una mejor cuantificación de las reservas.

Así mismo, se tienen identificadas, 17 áreas potenciales, como se puede observar en el cuadro N° 27 y Fig. 28, estas áreas requieren de un mayor estudio de investigación para determinar su interés económico.

Canteras de Sílice en el Perú  
por Regiones  
2003

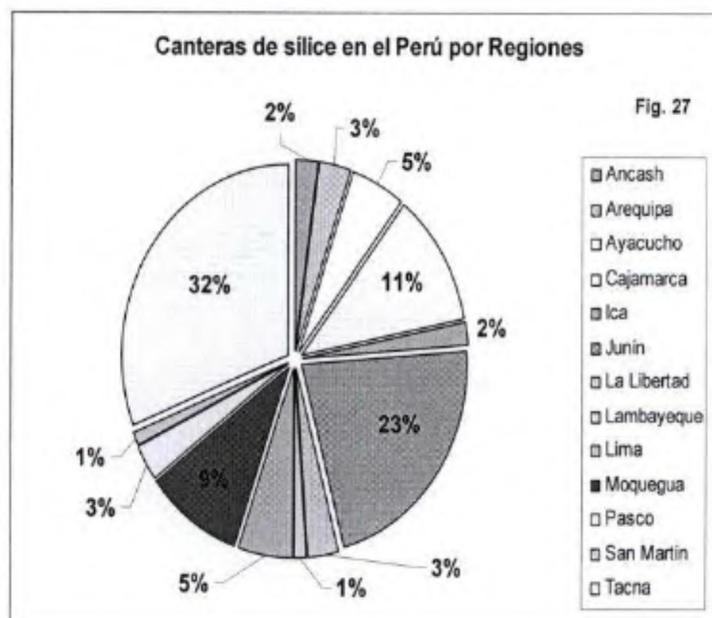
Cuadro N° 26

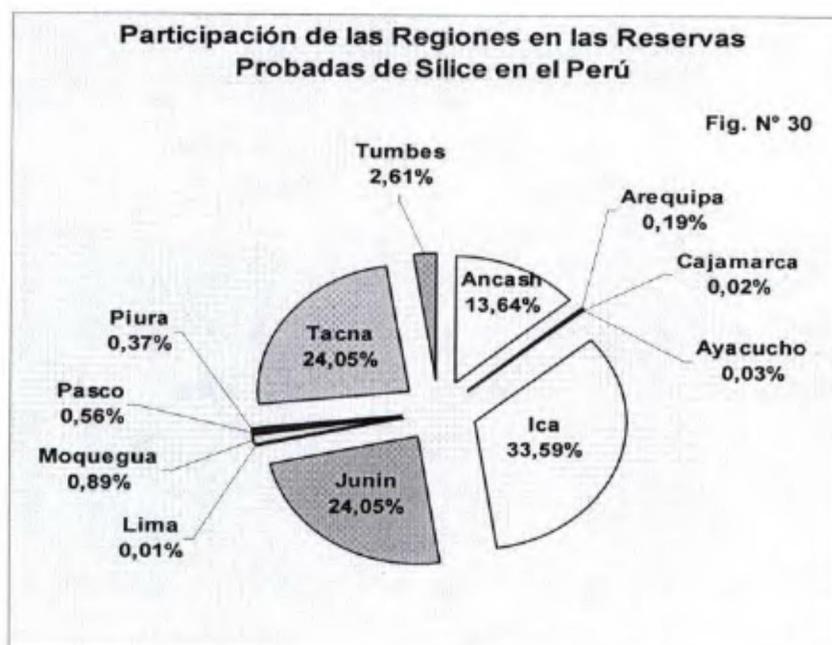
REGION	N° de Canteras
Ancash	2
Arequipa	3
Ayacucho	5
Cajamarca	11
Ica	2
Junín	21
La Libertad	3
Lambayeque	1
Lima	5
Moquegua	9
Pasco	3
San Martín	1
Tacna	30
<b>TOTAL</b>	<b>96</b>

Fuente: Elaboración a partir de la información de la Dirección General de Minería (DUC-DE) del Ministerio de Energía y Minas.

Canteras de sílice en el Perú por Regiones

Fig. 27





### 2.2.5 Producción por Regiones

La producción de sílice, arenas silíceas, cuarzos y cuarcitas, han experimentado un gran incremento del 7% del promedio anual de los últimos 10 años, como se puede apreciar en el cuadro N° 29 y Fig. 31. La producción fue determinada principalmente por 3 regiones, Tacna (45%) por tener un mercado asegurando la fundición de cobre; Junín (27%), especialmente las sílice la Llocllapampa, tiene como principal mercado la industria del vidrio en Lima y en las industrias del cemento, cerámica y otras; Ica (23%) tiene su mercado en la industria del hierro y acero de la región. Como podemos ver en la Fig. 32, estas 3 regiones suman el 95% de la producción en el Perú.

### Producción Peruana de Sílice por Regiones

(En T.M.)

Cuadro N° 29

Región	1 994	1 995	1 996	1 997	1 998	1 999	2 000	2 001	2 002	2 003	2004(e)
Ancash	5 501	15 230	2 500	3 248	2 920	728	1 549	2 050	2 551	3 053	3 554
Arequipa	5 604	4 144	4 300	10 275	4 456	4 611	2 656	4 767	4 923	5 078	5 234
Ayacucho	100	200	497	390	100	150	139	81	55	100	60
Cajamarca	70	50	120	40	400	350	100	100	120	140	160
Ica	98 060	93 250	101 000	115 702	125 770	136 996	99 120	89 200	95 320	101 440	107 560
Junin	76 531	81 656	82 112	12 726	95 176	94 221	102 707	92 376	105 128	117 880	130 632
Lima	1 511	1 110	12 000		401	233	1 600	1 020	1 500	1 980	2 460
Moquegua	1 827	7 312	12 563	12 731	8 349	5 664	5 962	6 260	6 558	6 856	7 154
Pasco	3 970	3 992	4 821	4 650	4 527	4 969	11 331	431	1 936	2 063	2 190
Tacna	75 264	72 950	129 589	99 169	171 534	158 382	182 426	189 811	192 029	194 247	196 466
<b>Total</b>	<b>268 437</b>	<b>279 895</b>	<b>349 501</b>	<b>258 931</b>	<b>413 633</b>	<b>406 305</b>	<b>407 589</b>	<b>386 096</b>	<b>410 120</b>	<b>432 838</b>	<b>455 470</b>

Fuente: Elaboración a partir de la información de la Dirección General de Minería/DJC-DE/ del Ministerio de Energía y Minas

Principales productores de silices por regiones											
	Nombre	Ancash	Arequipa	Ayacucho	Cajamarca	Ica	Junin	Lima	Moquegua	Pasco	Tacna
1	Albarracin Reyes,Luis F.	X	X				X	X		X	
2	Antonio De Col S.A.C.	X									
3	Artica Gutierrez,Santiago			X			X				
4	Briones Cabrera,Facundo				X						
5	Cacho Rojas,Jorge						X				
6	Cia.Minera Micalaco S.R.Ltda.						X				
7	Cia.Mra.Agregados Celcareos S.A						X				
8	Cia.Mra.Las Camelias S.A.							X			
9	Cia.Mra.Sacaco S.A.-Saminco								X		
10	Cia.Mra.Sierra Central S.A.										X
11	Colca Barrera,Marcelo.										X
12	Compañia Minera Sierra Central S.A.										X
13	Comunid.Campes. De Llocllapampa										X
14	Comunidad Campesina De Llocllapampa										X
15	Cornejo Chacon, Jorge Alberto Hector										X
16	Churampi Espiritu,Arturo										X
17	Emp.Mra.Emilio Miguel S.C.R.Ltda.										X
18	Empresa Minera Emilio Miguel S.C.R.L.					X					
19	Llanqui Cori, Mariano		X				X				
20	Llanqui Cori,Mariano						X				
21	Minera San Cristobal E.I.R.L.						X				
22	Minerales Andinos S.A.										X
23	Miranda Zevallos,Elard										X
24	Mra.San Cristobal Eiri.										X
25	Nieto Becerra, Federico Felix										X
26	Nieto Becerra,Javier Carlos				X						
27	Nina Conde, Fortunato Demetrio						X		X		
28	Refractarios Peruanos S.A.						X				
29	Revoredo Garcia-Calderon,Raul										X
30	S.M.R.L. Asunta De Tacna						X				
31	S.M.R.L. Fatima I De Tacna										X
32	S.M.R.L. Lourdes De Tacna			X							
33	S.M.R.L. Maria Cristina De Tacna										X
34	S.M.R.L. Virgen De Las Peñas De Tacna										X
35	Salas Rios, Zolon Alberto										X
36	Saldaña Chavez,Ronald (Santa Delfina E.I.R.L.)							X			
37	Shougang Hierro Peru S.A.A.										X
38	Silice Industrial Comercial S.A.						X				
39	Smri.Asunta De Tacna						X				
40	Smri.Fatima I De Tacna										X
41	Smri.Lourdes De Tacna										X
42	Smri.Maria Alejandra De Tacna										X
43	Smri.Maria Cristina De Tacna										X
44	Smri.Mercedes										X
45	Smri.Mussa De Lima										X
46	Smri.San Jose I De Tacna										X
47	Smri.Santa Fortunata Tres										X
48	Smri.Virgen De Las Peñas De Tacna										X
49	Soc.Mra.Miguel Alonso S.C.R.Ltda.										X
50	Soc.Mra.Tacna S.R.L.										X
51	Sociedad Minera Maria Cristina De Tacna S.R.L.										X
52	Sociedad Minera Miguel Alonso S.R.L.										X
53	Suc.Miranda Salas,Evaristo										X
54	Yanqui Curis, Mario										X

Fuente: Elaboración a partir de la información de la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas

Cuando el cuarzo se calienta a temperaturas de más de 1 700°C, se forma vidrio en el enfriamiento del fundido. El producto fundido a partir de cristal de roca, respectivamente cuarzo filoniano o pegmatítico, se llama vidrio de cuarzo; cuando se usa arena de cuarzo, en cambio, el producto fundido se llama sílice fundido. Por el tratamiento térmico lento, la temperatura de cerca de 1 500°C, se produce, con la adición de catalizadores (compuestos alcalinos), a partir de arenas de cuarzo procesadas

Cuarcitas, son recursos naturales silíceos con contenidos de SiO<sub>2</sub> de >96 %, extraordinariamente abundante en la naturaleza, también en el Perú. Aparecen utilizados desde la Prehistoria. Se usan ampliamente en la construcción de caminos con excelentes resultados, también para suelos, muros y revestimiento de superficies. Aplicaciones constructivas y decorativas.

**Arenas cuarzosas y sílice**, bajo el concepto de recursos silíceos se entiende generalmente recursos minerales naturales con contenidos de SiO<sub>2</sub> de >95 %. Arenas y gravas cuarcíferas que se emplean, sin o con tratamiento, como arenas y gravas de construcción no pertenecen a los recursos silíceos, y tampoco aquellas rocas consolidadas y ricas en cuarzo que se aplican como sillares naturales.

Las arenas consisten principalmente de cuarzo que es un mineral compuesto de óxido de siliceo, duro con alto punto de fusión, transparente e incoloro cuando es puro. Debido a su alto contenido de cuarzo, las arenas son la fuente principal de sílice para varios productos industriales como: cemento o vidrio, refractarios, abrasivo o para elaborar carburo de siliceo que es un abrasivo de más alta calidad. Para otras industrias se requieren contar con sílice de alto contenido de pureza, capaz de elaborar el silicato de sodio que se utiliza en la industria del jabón y química. etc.

Para algunos usos, no se necesita arenas cuarzosas puras. Así por ejemplo, en la industria del cemento las arenas pueden contener aluminio, hierro y álcalis siempre y cuando puedan ser incorporados en el clinker, respetando las proporciones químicas convenientes. La industria de la construcción, es el mayor usuario de las arenas impuras y exige solo su clasificación previa.

#### 2.2.6.1 Sub- Sectores económicos de consumo

En la Fig. 33 podemos apreciar como participan los diversos sub-sectores económicos y grupos industriales en el consumo de sílice, arenas silíceas y cuarzosas, cuarzos y cuarcitas respectivamente, siendo impresionante el uso, puesto que interviene desde la fabricación del cemento, vidrio cerámica hasta la electrónica, que a continuación describimos:

lograr una resistencia significativamente mayor del ladrillo de construcción convencional de 120 Kg/cm<sup>2</sup> a 350 Kg/cm<sup>2</sup> del silicocalcáreo.

La especificación del producto se basa en la forma y grado de selección de la arena, la cual debe corresponder al grano de preferencia redondeado y granulometría de 1/16 de mm a 2 mm. Las arenas bien seleccionadas producen un mayor aglutinamiento con la cal, ya que los diferentes tamaños de grano reducen considerablemente la porosidad del ladrillo y permiten asimismo la sinterización textural entre los agregados.

Las fotos 24 y 25 ilustran, como en la Región San Martín en la localidad de Indocha, se viene aplicando esta técnica en forma artesanal para la fabricación de ladrillos con excelentes resultados, cuya producción abastece la ciudad de Moyobamba y alrededores.



Foto 24: Cantera de arenas silíceas Indocha -  
Moyobamba  
San Martín UTM9 331 233 N 274046E

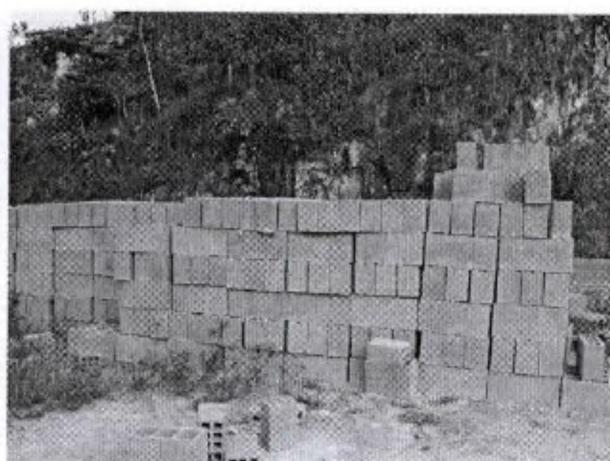


Foto 25: Fabricación de ladrillos a partir de las arenas silíceas de  
Indocha Moyobamba San Martín

#### ❖ Industria del Vidrio

El principal constituyente del vidrio es la arena silícea, y constituyentes menores son la sosa y la cal. Las arenas hace más de 5,000 años que vienen usándose para fabricar vidrio.

Las arenas para vidrio deben tener un contenido en sílice del 95% al 99.8 % de SiO<sub>2</sub>. Las impurezas tienen importancia, pues la clase de vidrio que se produce depende de ellas. La alúmina no es nociva para el vidrio común, pero debe estar en una proporción inferior al 4 %, para el vidrio óptico debe ser inferior al 0.1 %; en pequeña cantidad contribuye a impedir la desvitrificación. El óxido de hierro da tintes verdes y amarillo, sólo para el cristal ambarino puede llegar a ser el 1 %; en pequeñas cantidades se puede neutralizar mediante agentes decolorantes. El manganeso después de una larga exposición al sol, proporciona delicados

láminas y placas, y se utiliza magnesita para dar opacidad a los cristales.

- **El vidrio tipo Pirex** para laboratorio es resistente al fuego, contiene 80 % de  $\text{SiO}_2$ , 12 % de  $\text{B}_2\text{O}_3$  y 8 % de  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .
- **El vidrio tipo Flint** contiene óxido de plomo que le da brillo y se usa para cristal tallado.
- **El vidrio de cuarzo** es utilizado para crisoles, tubos, discos, lámparas de cuarzo y ventanillas para rayos ultravioletas.
- **El cristal óptico** es la mejor calidad de cristal que se fabrica; en él, el contenido en potasa es doble del contenido en sosa.
- **El vidrio de cristal** de mejor calidad, que posee un elevado brillo y excelente tono musical, es un cristal de plomo, sílice y potasa. La potasa proporciona durabilidad química y resistencia y se emplean asimismo en vidrios de bombillas eléctricas.
- **En los cristales al plomo** para rayos X y cristales para ventanales de iglesias, virtualmente todo el álcalis es potasa.
- **Los vidrios coloreados** contienen agentes colorantes; el oro metálico produce cristales de un color rubí dorado; el selenio de cristales rojos; el cromo y el cobre los dan verdes; el cobalto produce vidrios azules; el cadmio y el uranio da amarillo; el manganeso, violeta; el óxido de hierro proporciona colores pardos; y el fluoruro de calcio y el óxido de estaño dan vidrios de color ópalo.

#### Especificaciones de materia prima silica para fabricación de vidrio (en %)

Ejemplo según del país de Brasil:

##### Norma ATBIAV Brasil

Componentes	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
ATBIAV Brasil				
$\text{SiO}_2$ (mín)	99,50	99,50	99,40	99,0
$\text{Al}_2\text{O}_3$ (máx)	0,20	0,20	0,30	0,50
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ (máx)	0,002	0,015	0,03	0,15
$\text{TiO}_2$ (máx)	0,02	0,02	0,03	0,05
$\text{Cr}_2\text{O}_3$ (máx)	0,0002	0,0003	0,0005	0,0005
PPC (máx)	0,10	0,20	0,20	0,30

Fuente: [www.Segemar.gov.ar/par/\\_oferta-regiones/cuarzo](http://www.Segemar.gov.ar/par/_oferta-regiones/cuarzo)

Tipo A: Vidrios especiales (por ejemplo ópticos, oftálmicos y otros)

Tipo B: Vidrios incoloros de alta calidad (por ejemplo cristales, frascos y artículos de mesa).

Tipo C: Vidrios incoloros comunes (por ejemplo envases en general y vidrio plano)

Tipo D: Vidrios de color (por ejemplo frascos, envases en general y vidrio plano).

Ejemplos de fabricación de vidrio artesanal artístico existen en muchos lugares en el mundo, entre ellos se pueden citar la fabricación artística del vidrio del Pueblo Español, Isla de Mallorca en España, Isla de Murano en Italia, Potrerito en Venezuela, etc.

Fabricación artesanal de vidrio del Pueblo Español – Barcelona – España



Foto 27

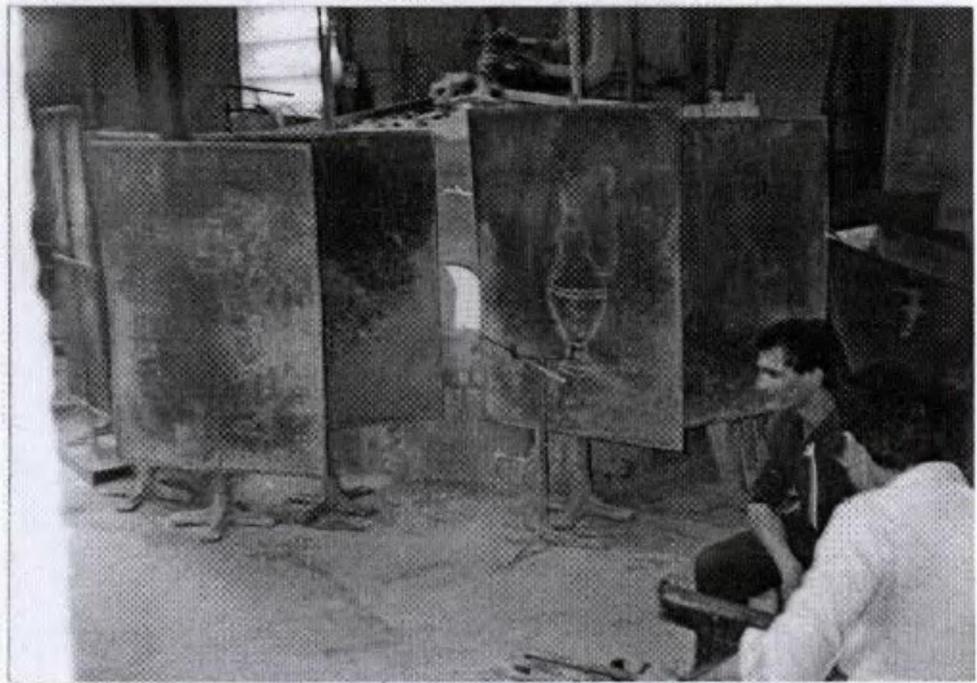


Foto 28



Foto 31

Horno artesanal de producción de vidrio en la Isla Murano, Venecia, 1995  
Fotos 30 y 31 cortesía Aleiandra Díaz V.

En Venecia, a unos 5 kilómetros de la isla principal, se sitúa la más pequeña, Murano. Aquí son concentradas todas las fábricas de cristal después de ser expulsados del centro de la ciudad por el riesgo de fuego. A partir del siglo XIV, Venecia es uno de los centros más importantes en el mundo en cuanto a la producción de vidrio artístico. En primera instancia produjeron perlas con la intención de imitar a las piedras preciosas, pero a lo largo del tiempo se convirtieron en una forma de arte en sí.

Las perlas de Murano todavía están hechas a mano, por lo cual muestran entre sí pequeñas diferencias de color y forma. Pueden contener hoja de plata, platino u oro (24 quilates)..

#### Otro ejemplo

En 1957, llegó a Venezuela un grupo de pobladores de la Isla Murano, y se instalaron en Potrerito, Estado Miranda. Este grupo de maestros provenientes de esta Isla fundaron los primeros hornos fuera de la isla, donde hasta ahora se había guardado tan celosamente el secreto de estas artes del fuego. En la actualidad Potrerito es reconocido internacionalmente por la creación de obras en cristal, y los otrora modestos hornos se han convertido en una fábrica moderna que no pierde su carácter artesanal, y día tras día infinidad de personas visitan este centro artesanal para observar como los maestros de las artes del fuego crean sin moldes y en hornos a temperaturas hasta de 1200° obras únicas que llevan el sello personal de quienes la realizan y que son para los venezolanos orgullo nacional.

de los cuerpos de cerámica de barro es 25% caolín, 25% arcillas, 35% sílice y 15% de fundente. El feldespato es el principal fundente usado

La porcelana es un término general usado para algunas cerámicas blancas, como cerámicas para mesa, que pueden ser divididas en porcelana, porcelana de hueso, y porcelana vítrea. Las porcelanas contienen hasta 60% de caolín, 10% de arcilla plástica, 15% de sílice y 15% de fundente.

La porcelana vítrea puede contener entre 20 y 30% de caolín, con 20 a 30% de arcillas plásticas, 30 a 40% de sílice, 15 a 25% de fundente y hasta 3% de talco. La porcelana vítrea es una cerámica fuerte no porosa usada en sanitarios y hotelería. Como en las cerámicas rojas para sanitarios.

### 2.2.6.3 Sub-Sector Químico

La arena sílicea se utiliza en este sub - sector para la elaboración de productos silicosos intermedios, como el silicato de sodio, cloruro de silicio, compuestos organosilicosos y en particular los silicones y sílica gel. El silicato de sodio se produce fundiendo arena sílica con carbonato de sodio a  $1\ 200^{\circ}$  -  $1\ 400^{\circ}\text{C}$ . Se puede variar la concentración de  $\text{Na}_2\text{O}$  a  $\text{SiO}_2$  para obtener una amplia gama de productos. La mayor parte de los demás **productos químicos a base de sílice** se fabrican con sílice  $> \text{SiO}_2\ 99.3\%$ ,  $< 0.05$  de  $\text{F}_2\text{O}_3$   $< 0.5$  de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Actúa como agente modificador y como agente deshidratador **en pinturas** y es el punto de partida en la producción de compuestos como las fritas que se usan en la limpieza de molinos, fabricación de esmaltes, etc,

En la elaboración de **pulimentos, cosméticos, lubricantes de alta temperatura y recubrimientos antiadherentes para aislantes térmicos**. La sílice activada se fabrica agitando una solución muy diluida de silicato de sodio neutro con un **precipitador**, como ácido sulfúrico, cloro o bióxido de carbono y que se usa para ayudar en la coagulación de procesos de tratamiento de aguas. El sílica gel se utiliza como absorbente de humedad o desecador, en particular en plantas para el secado de gases.

- **Industria del Petróleo**

La industria petrolera es la principal consumidora de arena sílicea para sus procesos de cementación y fracturación de pozos se usa sílice  $\text{SiO}_2 > 98\%$   $\text{F}_2\text{O}_3, < 0.15$ . El proceso consiste en inyectar arena sílica de grano redondo y uniforme. La especificación para esta industria requiere granulometría comprendida de la malla 12 a la 20 (1.397 - 0.833 mm) y de la 20 a la 42 (0.833 - 0.351 mm) cuando el pozo ha bajado su producción y de esta forma pueda estimular su producción normal.

volcánica. La piedra pómez en terrón se emplea para pulir muebles e instrumentos musicales, preparar superficies metálicas para el chapeado de plata, pulimentar herramientas e instrumentos de precisión. La piedra pómez y la pumita molidas son excelentes detergentes, debido a las finas aristas de los cristales contenidos en ellas. Gran parte de estos materiales entran en la formación de jabones de limpiar.

#### 2.2.6.4 Sub – Sector Minero – Metalúrgico

La sílice utilizada en esta industria es como grava de cuarzo, con diámetros de 2 a 4 mm, para la fabricación de ferró aleaciones; arena sílica para elaborar moldes y corazones de diferentes piezas fundidas y también arena sílica como materia prima en la fabricación de refractarios.

El mineral que se utiliza en la carga para la fabricación de ferrosilicio son gravas de cuarzo con contenido no menor del 95% de  $\text{SiO}_2$ , no mayor de 0.02% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Pentóxido de fósforo) y una menor cantidad posible de impurezas escorificantes de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (Alúmina), debiendo cumplir además especificaciones del tamaño de la partícula entre  $+\frac{1}{2}$ " y  $-2$ ". El ferrosilicio se emplea para desoxidar y alear del acero y en calidad de reductor al fabricar algunas ferroaleaciones.

- **En la industria de fundición**

Son las arenas silíceas empleadas para colar los metales, y las arenas de moldeo son las utilizadas para hacer los moldes y los hoyos de los moldes.

Las arenas para hoyos se ligan con petróleo, resina u otras sustancias. Las especificaciones necesarias para las arenas de fundición son muy rígidas; siendo estas: finura, adherencia, permeabilidad, punto de sinterización y duración. Los granos son parcialmente angulares y su tamaño oscila entre 20 micrones y 3 mm.

La finura de las arenas afecta a la permeabilidad, resistencia y perfección del vaciado. La permeabilidad es necesaria para permitir el escape de los gases. Si el punto de sinterización es bajo, la arena se "quemará" en el vaciado.

Especificaciones técnicas que se debe tener en cuenta en la metalúrgica

Impurezas	Contenido %
$\text{SiO}_2$	> 99,15
$\text{Al}_2\text{O}_3$	< 0,15
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	< 0,10
Oca	< 0,10
Alcalis	< 0,20

grados por debajo de su punto de fusión de cono, esto es, de 1 710° a 1 730°C (3100° - 3 146°F) y puede utilizarse en condiciones de seguridad en estructuras hasta los 1 650°C (3 002°F). No sufre contracción alguna a temperaturas que llegan hasta su punto de fusión y presenta una elevada resistencia al choque térmico en el intervalo de 600° - 1 700°C (1 112° - 3 092°F).

Las especificaciones técnicas que se debe tener presente en refractarios son de > 95 % de  $\text{SiO}_2$  < 0.5 de  $\text{F}_2\text{O}_3$

Las arenas cuarzosas para la elaboración del ladrillo refractario de sílice requieren una granulometría de 45% de agregados gruesos, 10% de tamaños medios y 45% de finos. Los retenidos de partícula en tamices corresponden a los siguientes: La especificación comparativa de ladrillos refractarios de semisílice y sílice con su equivalente en arcilla. En la foto 33 ase puede apreciar el uso de los ladrillos refractarios que son utilizados en las funciones

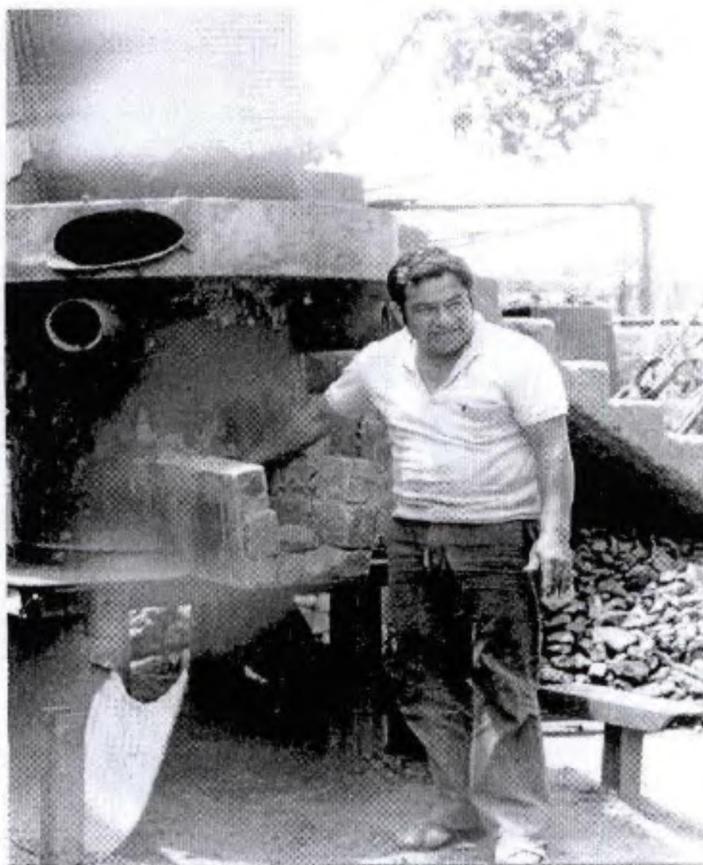


Foto 33: Horno para fundir metales revestido de ladrillos refractarios- Trujillo, 1991  
cortesía A. Díaz

- **En la horticultura**, se utiliza para nivelar el PH de los suelos. Otro uso es como ornamento en pastas de alta resistencia para revocar muros y fabricación de resinas de protección al desgaste.

A continuación presentamos los cuadros del Manual para la Evaluación geológica - técnica de recursos minerales de construcción por Walter Lorenz & Gwosdz, Ed. 2004, correspondiente a las variedades silíceas, Por su importancia que tienen desde la óptica de aplicación o uso de estos recursos tanto como mineral o como piedra preciosa, así mismo se presenta las especificaciones técnicas de cuarzo e impurezas para la aplicación en la industria.

Modificaciones y variedades silíceas importantes y su aplicación, modificado, según ULLMANN'S

Modificación	Variedad	Uso		
		Mineral industrial	Piedra preciosa	Ninguno
Cuarzo cristalino	Cristal de roca	x	x	
	Cuarzo ahumado, citrino, amatista, cuarzo rosado		x	
	Cuarzo zafiro, cuarzo morión, ojo de agata, ojo de tigre, cuarzo hematideo, cuarzo lechoso, ojo de halcón		x	
	Cuarzo en fibra, cuarzo en cetru, cuarzo encapuchado, cuarzo babilónico, cuarzo porfídico, cuarzo de cristales		x	
	Orto y paracuarcita	x		
	Arenisca	x		
	Arena silícea, grava silícea	x		
Cuarzo criptocristalino	Pedernal, piedra de chispa, chert, silex	x		
	Carneolo, crisoprasa, plasma, heliótropo, jaspe, sardo		x	
	Agata, ónice, sardónice, ágata musgosa		x	
	Calcedonia		x	
	Cuarcina			x
	Lydita	(x)		x
	"Tufa" silícea (geiserita), "tufa" perlero, "toba" silícea, diatomita, trípoli	x		
SiO <sub>2</sub> , amorfo natural	Opalo noble, ópalo de fuego, hidrofana (ópalo lechoso), hialita, ópalo hialino, ópalo prasio (prasópalo), ópalo jaspico (jaspópalo), ópalo leñoso (xilópalo) lechatelierita (sílice fundida natural)		x	
	Vidrio de cuarzo, sílice fundido(1)	x		
SiO <sub>2</sub> , amorfo sintético	sol de sílice, gel de sílice, sílice precipitada y pirógena	x		
	Cristobalita	x		
Cristobalita				x
Tridimita				x
Coesita(2)				x
Stishovita				x
Keatita				x
Melanophlogita				x
Moganita				x

(1) productos industriales (2) originado por impacto meteorítico

Encyklopadie(1982). X=tiene efecto, (x)=tiene efecto restringido

Fuente: Walter Lorenz & Gwosdz, 2004, Manual para la Evaluación geológica - técnica de recursos minerales de construcción

## 2.2.6 Consumo Aparente

Según la información revisada tanto en las entidades públicas como privadas, no se tiene estadísticas de consumo de sílice, arenas silíceas, cuarzosas, etc., por lo que se asume un consumo aparente, que no es otra cosa que la producción nacional, menos las exportaciones más las importaciones registradas para la sílice o arenas silíceas durante el periodo 1994 – 2004, como podemos ver claramente en el cuadro N° 31 y Fig. 34

El consumo aparente experimentó un crecimiento del 6% promedio anual de 268 940 toneladas consumidas el año 1994, incrementándose a 447 614 toneladas en el año 2004.

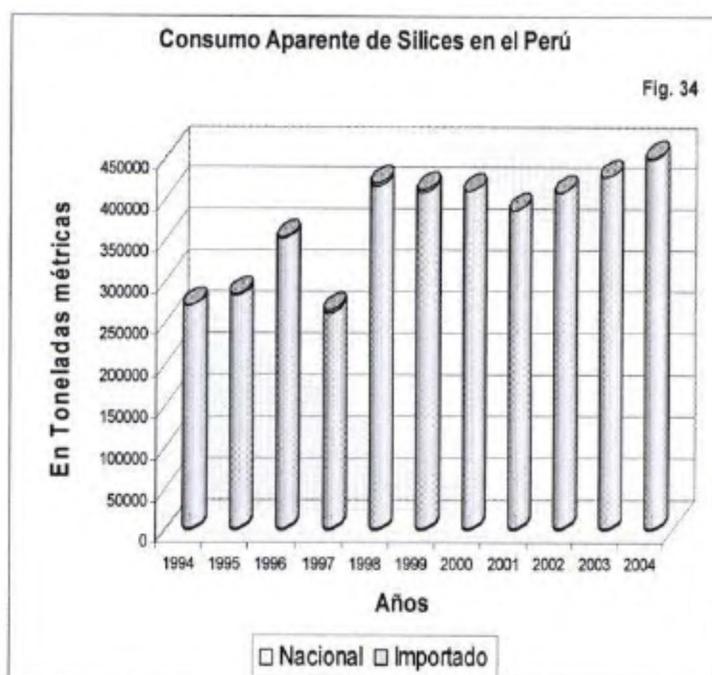
La industria transformadora nacional se abastece con mineral propio, sin embargo, se registra una pequeña cantidad (1%) de mineral importado con características específicas requeridas por algunas industrias como la industria electrónica, como lo evidencia el alto valor de las importaciones con un precio promedio de US\$ 311 / tonelada, frente al precio medio de las exportaciones US\$ 85 / tonelada.

### Consumo aparente de Sílice en el Perú (Volumen en toneladas métricas)

Cuadro N° 31

Años	Nacional	Importado	Total
1994	267 937	1 004	268 940
1995	279 880	2 794	282 674
1996	349 283	1 848	351 131
1997	258 883	4 508	263 391
1998	413 619	3 849	417 467
1999	406 168	2 509	408 677
2000	406 846	234	407 080
2001	384 044	429	384 474
2002	405 400	528	405 928
2003	424 879	397	425 275
2004	446 743	872	447 614

Fuente: Estimado a partir de la información de la Dirección General de Minería y Información del mercado de consumo



### 2.2.7.1 Principales Industrias Consumidoras de Sílice en el Perú por Regiones

De acuerdo a la información disponible, (muestral) en las Direcciones de Producción del Ministerio de la Producción en Lima como en las Regiones de Cajamarca, Ayacucho, Huancavelica, Junín etc., se ha elaborado el cuadro N° 32 y Fig. 35, que nos indica la existencia de industrias que requieren estas importantes materias primas, ubicándose

Industrias Consumidoras de Arenas Silíceas, Silíce y Cuarzos por Regiones en el Perú

Cuadro N° 32

N°	Región	CIIU	Actividad	Razon Social
1	Ancash	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto ácidos y compuestos de nitrógeno	Masera Gases S.A. (Sudacas Gaseosa)
2	Ancash	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto ácidos y compuestos de nitrógeno	Masera Gases del Perú Sac
3	Ancash	2710	Industrias Básicas de Hierro y de Acero	Empresa Siderurgica del Perú Sca. (Sider Perú Sca.)
1	Arequipa	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto ácidos y compuestos de nitrógeno	Indaco S.A.C.
2	Arequipa	2422	Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas	Leposa y Conexa S.A. (Sur Química S.A.)
3	Arequipa	2620	Fundición de metales no ferrosos	Sarco del Sur S.A.
4	Arequipa	2624	Fab. Cemento, cal y yeso	Yura S.A.
5	Arequipa	2624	Fab. Cemento, cal y yeso	Concretas S.A. (P-12/80)
6	Arequipa	2624	Fab. Prod. Hormigón, yeso y cemento	Preferencias de Concreto Arequipa S.A. (P-08/80)
7	Arequipa	2624	Fab. Prod. Hormigón, yeso y cemento	Aceroas Industrias S.A.
8	Arequipa	2710	Industrias Básicas de Hierro y de Acero	Corporación Aceroas Arequipa S.A.
9	Arequipa	2720	Fundición de metales preciosos y metales no ferrosos	Sociedad Minera Cerro Verde S.A. (Cvprus)
10	Arequipa	2731	Fundición de hierro y acero	Indy-Cac Abastur S.A.A.
11	Arequipa	2732	Fundición de metales no ferrosos	Gloza S.A.
1	Ayacucho	2621	Cerámica no refractaria No estructural	Ricardo Tinedo José Carlos
2	Ayacucho	2622	Fab. Productos de cerámica refractaria	Moscoso Santa Rosa SUI
3	Ayacucho	2622	Fab. Productos de cerámica refractaria	Ora Chaves Virgilio
4	Ayacucho	2624	Fab. Cemento, cal y yeso	Patrono Benavides Víctor
5	Ayacucho	2624	Fab. Cemento, cal y yeso	Gloria Ayala Faustino Víctor
6	Ayacucho	2624	Fab. Cemento, cal y yeso	Tello Ruiz Jorge
7	Ayacucho	2624	Fab. Prod. Hormigón, yeso y cemento	Yessera Surtis Viera SUI
8	Ayacucho	2624	Fab. Prod. Hormigón, yeso y cemento	Avila Galarza Tercio
9	Ayacucho	2624	Fab. Prod. Hormigón, yeso y cemento	Estanacosot Qui
10	Ayacucho	2710	Industrias Básicas de Hierro y de Acero	Indy-Cac Abastur Víctor
11	Ayacucho	2710	Industrias Básicas de Hierro y de Acero	Huayta Choque Eduardo Valentín
12	Ayacucho	2720	Fab. Prod. Metales preciosos y metales no ferrosos	Ora Navarro Juan Antonio
13	Ayacucho	2732	Fundición de metales no ferrosos	Badalon Pausar Víctor Esteban
14	Ayacucho	2732	Fundición de metales no ferrosos	Vilacachi Tero León
1	Cajamarca	1810	Fabricación de Vidrio y Otros Productos de Vidrio	Minera Cerrocora S.R.L.
2	Cajamarca	2621	Fabricación de Productos de Cerámica Refractaria Para Uso No Estructural	Colaboro El Sistema S.M.L.
3	Cajamarca	2622	Fabricación de Productos de Cerámica Refractaria	Caltra El Pedregal S.R.L.
4	Cajamarca	2624	Fabricación de Cemento, Cal y Yeso	Compañía Industrial LITISA S.R.L.
5	Cajamarca	2624	Fabricación de Artículos de Hormigón, Cemento Y Yeso	Casare Gavilán
6	Cajamarca	2624	Fabricación de Artículos de Hormigón, Cemento Y Yeso	Villaverde Mario Sagrado Genero
7	Cajamarca	2710	Industrias Básicas de Hierro y Acero	Minera San Juan E.I.R.L.
8	Cajamarca	2720	Fundición de metales preciosos y metales no ferrosos	Calera El Zorro E.I.R.L.
9	Cajamarca	2731	Fundición de hierro y acero	Calcaras Cajamarca E.I.R.L.
10	Cajamarca	2732	Fundición de metales no ferrosos	Minera Nueva Unión
11	Cajamarca	2732	Fundición de metales no ferrosos	CALCOBAC S.R.L.
12	Cajamarca	2732	Fundición de metales no ferrosos	Gr. Multicor Cajamarca S.A.C.
1	Callao	2320	Fabricación de productos de refinación del petróleo	MOBIL del Callao S.R.L.
2	Callao	2320	Fabricación de productos de refinación del petróleo	Refinería La Amarga S.A.
3	Callao	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto ácidos y compuestos de nitrógeno	Fraser Perú S.A.
4	Callao	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto ácidos y compuestos de nitrógeno	Compañía Química S.A.
5	Callao	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto ácidos y compuestos de nitrógeno	Age S.A.
6	Callao	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto ácidos y compuestos de nitrógeno	Quimaco S.A.
7	Callao	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto ácidos y compuestos de nitrógeno	Reactivos Nacionales S.A. (Renasca)
8	Callao	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto ácidos y compuestos de nitrógeno	Becon del Perú S.A.C.
9	Callao	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto ácidos y compuestos de nitrógeno	Sud-Chem Perú S.A.
10	Callao	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto ácidos y compuestos de nitrógeno	Indeco S.A.
11	Callao	2413	Fabricación de plásticos en formas primarias y de caucho sintético	Indco Perú S.A.
12	Callao	2621	Fabricación de cerámica no refractaria No estructural	Compañía Industrial Polux S.A. (P-10/87)
13	Callao	2621	Fabricación de cerámica no refractaria No estructural	Compañía Industrial del Perú S.A.
14	Callao	2620	Fundición de metales no ferrosos	Industrias del Envase S.A.
15	Callao	2620	Fundición de metales no ferrosos	Interquímica S.A. (P-11/80)
16	Callao	2620	Fundición de metales no ferrosos	Industrias Peruto del Perú S.A.C.
17	Callao	2620	Fundición de metales no ferrosos	Aguada Perú S.A.
18	Callao	2620	Fundición de metales no ferrosos	Vidrios Industriales S.A.
19	Callao	2620	Fundición de metales no ferrosos	Zinc Industrias Nacionales S.A. (Zinas)
20	Callao	2731	Fundición de hierro y acero	Fundición Caltra Sa.
21	Callao	2732	Fundición de metales no ferrosos	Industrias Electro-Químicas S.A. (Equis)
22	Callao	2732	Fundición de metales no ferrosos	Metales y Servicos Sa. (Ex-Fund. Metales del Perú)
1	Cusco	1854	Elaboración de botellas no técnicas, embotellado de aguas minerales	Embotelladora Frontera S.A.(Frontera Cusca)
2	Cusco	2412	Fabricación de ácidos y compuestos de nitrógeno	Yura S.A. División Cachimayo
1	Huancavelica	2624	Fab. de Cemento Cal y Yeso	Callera Argueros S.R.Ltda
2	Huancavelica	2624	Fab. de Cemento Cal y Yeso	Sánchez Huamani
3	Huancavelica	2624	Fab. de Cemento Cal y Yeso	Buena De La Cruz Mercedino
4	Huancavelica	2624	Fab. de Cemento Cal y Yeso	Virgen Del Carmen E.I.R.Ltd
5	Huancavelica	2624	Fab. de Cemento Cal y Yeso	Milán Rivera Hincapi
6	Huancavelica	2624	Fab. de Cemento Cal y Yeso	Leleama Cuzco Pedro Forastio
7	Huancavelica	2624	Fab. de Cemento Cal y Yeso	Agro Industria Huancavelica
1	Ica	2620	Fundición de metales no ferrosos	American Hacking Perú S.A. (P-01/89)
2	Ica	2721	Fundición de metales no ferrosos	Aceroas Arequipa S.A.
1	Junín	2624	Fab. Cemento, cal y yeso	Callera Cui Off S.A.C
2	Junín	2624	Fab. Cemento, cal y yeso	Callera O&J S.A.
3	Junín	2624	Fab. Cemento, cal y yeso	Compañía Minera Huayta S.A.
4	Junín	2624	Fab. Cemento, cal y yeso	Minera Cerro S.A.C.
5	Junín	2624	Fab. Cemento, cal y yeso	Minera Sinayoccha S.A.C.
6	Junín	2624	Fab. Cemento, cal y yeso	GUERRA IND. DEL PACIFICO E.I.R.L.
7	Junín	2624	Fab. Cemento, cal y yeso	Quemsa Minero S.A.C.
1	La Libertad	2620	Fundición de metales no ferrosos	Norsac S.A.
2	La Libertad	2624	Fab. Cemento, cal y yeso	Compañía Paccasmayo S.A.
1	Lima	1811	Preparación, procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos	Lima S.A.
2	Lima	1512	Elaboración y conservación de pescado y productos de pescado	Vice Alimentos de Pescados
3	Lima	2320	Fabricación de productos de refinación del petróleo	Texas Petroleum Company Sui. Perú
4	Lima	2320	Fabricación de productos de refinación del petróleo	Petropet S.A.
5	Lima	2320	Fabricación de productos de refinación del petróleo	Compañía Refinaria Shell del Perú S.A.
6	Lima	2412	Fabricación de ácidos y compuestos de nitrógeno	Fertilizantes Siroco S.A. (Perisa) (P-10/86)
7	Lima	2412	Fabricación de ácidos y compuestos de nitrógeno	Indeco S.A.
8	Lima	2413	Fabricación de plásticos en formas primarias y de caucho sintético	Industrias Vencedor S.A.
9	Lima	2413	Fabricación de plásticos y otros productos químicos de uso agropecuario	Bayser S.A.
10	Lima	2421	Fabricación de pigmentos y otros productos químicos de uso agropecuario	Permagra S.A.
11	Lima	2421	Fabricación de pigmentos y otros productos químicos de uso agropecuario	Lina Caucho S.A.
12	Lima	2621	Fabricación de cerámica no refractaria No estructural	Productos Pastosos S.A.
13	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Corporación de Industrias Plásticas S.A.
14	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Peruplast S.A.
15	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Vipaco Perú S.A.
16	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Plásticos Top S.A. (P-08/80)
17	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Revolvo Perú S.A.
18	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Minera Artículos Pastosos S.A.
19	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Norsac Perú S.A.C.
20	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Industrias Incorporadas S.A. (P-07/87)
21	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Polcol del Perú S.A.
22	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Tech Pol. S.A.
23	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Industrias Santa María S.A.
24	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Kurepa S.A.
25	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Luzplásticos S.A.
26	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Perinsa S.A. (P-03/89)
27	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Compañía Peruana de Envases S.A. (P-11/80)
28	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Industria Y. Anaco S.A. (P-05/2002)
29	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Sarco Perú S.A.C.
30	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Artesco S.A.
31	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Jata S.A.
32	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Plástica S.A.
33	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Polecoso S.A.C.
34	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Perco Plast S.A.
35	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Corporación Inca Sur S.A.C.
36	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Indy Hyspac S.A.
37	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Saripaci S.A.
38	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Per. Productos Internacionales del Perú S.A.
39	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Amico Pak Packaging del Perú S.A.
40	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Amico del Perú S.A.
41	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Envases Coleccionales del Perú S.A.
42	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Productos Plásticos Industriales Inca S.A.
43	Lima	2620	Fundición de metales no ferrosos	Compañía Manufacturera de Vidrio del Perú Ltda. S.A.
44	Lima	2610	Fabricación de vidrio y de productos de vidrio	Fleusa Glass S.A.
45	Lima	2610	Fabricación de vidrio y de productos de vidrio	Corporación Miyawaki S.A.C.
46	Lima	2610	Fabricación de vidrio y de productos de vidrio	A.Q.P. Industrias S.A.
47	Lima	2610	Fabricación de vidrio y de productos de vidrio	Vidriera del Sur S.A.C.
48	Lima	2610	Fabricación de vidrio y de productos de vidrio	V. Tecno S.A.
49	Lima	2610	Fabricación de vidrio y de productos de vidrio	Vidriera y Cristales S.A. (Vidriera)
50	Lima	2624	Fabricación de Artículos de Hormigón, Cemento Y Yeso	Fabrica Peruana Cerón S.A.
51	Lima	2624	Fabricación de Artículos de Hormigón, Cemento Y Yeso	Pastora del Altiplano S.A.
52	Lima	2624	Fabricación de Artículos de Hormigón, Cemento Y Yeso	Callera S.A.C.
53	Lima	2624	Fabricación de Artículos de Hormigón, Cemento Y Yeso	Unión de Concretas S.A. (Unicon)
54	Lima	2624	Fabricación de Artículos de Hormigón, Cemento Y Yeso	FTH Industrias Perú Sa. (Fischer Challenge Group)
55	Lima	2624	Fabricación de Artículos de Hormigón, Cemento Y Yeso	Aceroas S.A.
56	Lima	2624	Fabricación de Artículos de Hormigón, Cemento Y Yeso	Aceroas S.A. (P-07/89)
57	Lima	2710	Industrias Básicas de Hierro y de Acero	Ferrom Perú S.A. (P-07/89)
58	Lima	2710	Industrias Básicas de Hierro y de Acero	Industria Tubos de Acero S.A. (Anerac)
59	Lima	2720	Fundición de metales preciosos y metales no ferrosos	Colobras S.A.
60	Lima	2720	Fundición de metales preciosos y metales no ferrosos	Southern Perú Copper Corporation Sui. Perú
61	Lima	2731	Fundición de hierro y acero	Metalurgia Peruana S.A.
62	Lima	2732	Fundición de metales no ferrosos	Fábrica de Aluminio Y Metales del Perú S.A.(P-01/80)
63	Lima	2732	Fundición de metales no ferrosos	Cobres Limitados S.A. (Cobrasa)
64	Lima	2732	Fundición de metales no ferrosos	Tecmota S.A.
1	Moquegua	2732	Fundición de metales no ferrosos	Sider Perú
1	Puno	2624	Fab. Cemento, cal y yeso	Cemento Sur S.A.
1	San Martín	2624	Fab. Cemento, cal y yeso	Cemento Selva S.A.
1	Tarma	2710	Industrias Básicas de Hierro y de Acero	Duán Cuzco Y Ca. S.C.R.Ltda.

Fuente: Elaborado a partir de la información recopilada en el campo de las Direcciones Regionales de Producción (Cajamarca, Ayacucho, Huancavelica, Junín) y del Ministerio de la Producción Lima - 2004



Foto 34: Cancha de almacenamiento de sílice lavada y lista para ser comercializada. cantera Llocllapampa Jauja - Junín

#### 2.2.8.2 Importación de Arenas Silíceas por Países de Origen

La importación registrada de arenas sílices y cuarzos durante el periodo 1993 - 2004 en el Perú, ha experimentado altos y bajos, que guarda relación con el desarrollo industrial que en la década de los 90 sufrió en el sector industrial una marcada recesión. Los productos que se importan generalmente son de un alto contenido de pureza y con características específicas para cubrir las necesidades industriales, siendo el año 1996 de mayor importación de estos insumos, luego decrecen hasta 1999, y a partir del 2000 las importaciones vienen experimentando un moderado crecimiento como se puede ver en el cuadro N° 33.

El Perú durante este periodo ha importado arenas sílices y cuarzosas a más de 14 países, la participación de algunos de ellos en forma discontinua, siendo el más representativo Estados Unidos, el cual participa en el año 2004 con el 87.32% de las importaciones, así también Colombia 4.72%, Bolivia 3.91% y el resto de otros 7 países como se puede apreciar en la Fig. 36.

Importación Peruana de Arenas Silíceas y Arenas Cuarzosas por Países de Origen

Cuadro N° 33

País de Origen	1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000		2002		2003		2004(1)		
	Peso Neto (Miles)	Valor CF (Dólares)																					
DE Alemania	3 656	3 597					300	456	337	337	670	1 770	2 352	9 914	7 804	4 736	8 000	2 361	3 959	5 941	6 275	2 022	4 411
Ar Argentina																	10 980	3 425	30 871	13 873	3 214	2 149	
AT Austria																						100	603
BR Brasil											9 600	19 005											
BE Bélgica																							
BO Bolivia																							
CO Colombia																							
CL Chile							610	755															
EC Ecuador																							
ES España													105 000	8 358									
US Estados Unidos	983 906	226 975	2 710 073	658 435	1 947 314	488 548	4 507 150	1 542 241	3 947 758	1 204 022	2 485 483	674 930	47 844	47 844	329 455	141 624	507 446	245 472	155 302	739 193	161 975	1 418 465	340 037
IT Italia					800	770			745	261	1 250	380	49 628	6 676	100 000	2 919							
SE Suecia	15 900	9 207																					
DK Dinamarca	700	251																					
ZA Sur Africa			84 000	18 483																			
Otros									100	742	2 000	303	5 000	4 942			2 030	405	2 548	25	115	20	95
TOTAL	1 003 872	240 050	2 794 073	676 918	1 948 114	487 318	4 508 080	1 543 462	3 948 727	1 205 462	2 586 013	684 433	233 035	79 533	429 289	148 931	528 356	251 683	155 896	871 917	220 594	1 611 898	389 401

Fuente: Elaborado a partir de reportes de INCIPE - Inicia de Estadística de ADOJANET - PEZO (1993 - 2004)

(1) al 31 de agosto 2004

#### 2.2.8.4 Exportación de Arenas Silíceas y Cuarzosas por Países de Destino

La evolución de las exportaciones de arenas sílices y cuarzosas en el Perú durante el periodo 1993 – 2004, la podemos observar en el cuadro N° 35, se exportó a mas de 5 países en forma discontinua. Como se sabe estos materiales abundan en muchas partes del mundo, por lo que nuestras exportaciones son mayormente a países de la región.

En la Fig. N° 37 se puede ver que para el año 2004, la estructura de la exportación por países de destino, en el caso de las arenas sílices y cuarzosas fue 82% al Ecuador, 17.6% a Chile y el resto a Bolivia.



#### 2.2.8.5 Principales Exportadores de Arenas Silíceas y Cuarzosas en el Perú

Durante el periodo 1993 – 2004, mas de 20 empresas y personas individuales participaron en las exportaciones de estos productos, cuya relación se puede encontrar en el cuadro N° 36.

<b>Principales Exportadores de Arenas Silíceas y Cuarzosas en el Perú</b>	
Cuadro N° 36	
1	Arnao Cordova Julio Cesar
2	Bayer S.A.
3	Bj Services International S A Suc Peru
4	Cementos Norte Pacasmayo S.A.A
5	Cia Minera Agregados Calcáreos S A
6	Cia. Minera Sierra Central S.A.C.
7	Coastal Peru Ltd Sucursal Del Perú En Liquidacion
8	Compañía Minera Santa Chanita E.I.R.L
9	Cordova Ojeda De Herrera Beatriz Rosario
10	Exxonmobil Exploration Investments Limited Sucursal Peruana
11	Fca Peruana Eternit S.A.
12	Halliburton Del Peru S.A.
13	Industria Química Y De Servicios S.A.C.
14	Insumos Y Servicios Químicos
15	Mercurio Industria Y Comercio Sac
16	Minera Rio Grande S.A.C
17	Oliva Cubillas Rolando Raul
18	Productos Ceramicos S A
19	Químicos Asociados S R Ltda.
20	Silice Indl. Comr. S A



### Importación Peruana de Cuarzo por Países de Origen

Cuadro N° 37

País de Origen	1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000		2001		2002		2003		2004(1)				
	Peso Neto (Kilos)	Valor CF (Dólares)																									
DE, Alemania			300	572																		4000	2918				
BE, Bélgica					1500	556			1500	556	650	365			935	616							9000	6161			
CL, Chile			16000	4346	40000	16305	4320	1363																			
ES, España							1000	467			200	32	450	86													
US, Estados Unidos	1950	1887	6887	2361	79813	35485			2782	9488	1000	3813										31950	50770	11865	6075	60000	36265
T, Taiwán															2019	4262						4950	10863	12351	25021	16319	42380
Otros									100	205				35	442							193	1026	520	181		
<b>TOTAL</b>	<b>1996</b>	<b>1887</b>	<b>22687</b>	<b>6987</b>	<b>128313</b>	<b>62372</b>	<b>5590</b>	<b>1650</b>	<b>4382</b>	<b>10354</b>	<b>2060</b>	<b>4270</b>	<b>485</b>	<b>528</b>	<b>2864</b>	<b>4478</b>	<b>7894</b>	<b>11249</b>	<b>37853</b>	<b>62463</b>	<b>24867</b>	<b>31289</b>	<b>89319</b>	<b>98723</b>			

Fuente: Elaborado a partir de reportes de UNCTAD - Inicia de Estadística de ADUANET - PSEU (1993 - 2004)

(1) al 31 de agosto 2004

## Exportación Peruana de Cuarzo por Países de Destino

Cuadro N° 39

País Destino	1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000		2001		2002		2003		2004(1)		
	Peso Neto (Kilos)	Valor FOB (Dólares)																							
De Alemania	6 671	4 530	3 622	3 078	2 536	2 435	842	712	610	558	890	761	1 732	1 528	722	590	2 095	2 000	671	712	668	680	2 423	2 191	
De Bélgica	435	300	361	280	200	100	400	350	10	10	10	10	24	20											
Ch. Chile							2 002	2 000			2 005	2 000	25 209	25 089	24 212	24 128	85 522	82 040	15 520	15 220	221 053	216 340	37 780	37 380	
En Ecuador	200 200	200 000											246 246	246 000	707 707	707 000	263 235	262 560	560 246	556 020	1 28 449	120 000	400 000	400 000	
En España	523	336	950	950	3 550	3 409	3 481	2 773							1 762	1 540					1 900	1 300	1 045	1 000	
FL. Finlandia									3	2					38 866	38 850									
Francia	34 440	27 301	30 725	28 365	108 701	101 136	112 351	111 275	194 000	186 000	700 000	680 000	446 046	336 000			256 000	224 350					283 000	188 200	
Los Estados Unidos	3 710	2 614	2 222	2 143	650	5 551	1 114	1 072	868	781	1 547	1 369	1 377	1 722	9 291	8 638	4 641	4 145	7 364	6 878	7 393	6 786	2 167	1 868	
Italia	915	145	554	536	634	625			1 180	1 170	7 374	7 235	3 102	3 250	2 571	2 355	6 025	6 925	2 530	2 040	2 500	2 123	2 630	2 300	
Japón	2 409	17 019	323 165	313 635	10 569	10 569	14 625	12 000	48 600	45 000					20 000	10 000	20 000	10 000	600 420	50 012	111	100	862	691	
Ch. Perú Unido	685	540	297	293	4 620	4 528	1 28	950	105	100			133	1 310	3 662	3 150	27	27	67	60	97	84	190	164	
Taiwán	883	172	900	877	796	678			1 300	1 200							60	52	1 563	1 142	32 402	31 653	29 700	30 000	
Rep. Corea, Rep.																									
China																									
Otros	15 145	2 295	1 709	1 400	1 667	1 596	1 606	1 341	781	725	96	62	2 539	2 301	29	25	1 142	977	1 142	1 032	305	288	185	165	
Total	267 227	255 502	364 834	352 472	1 341 115	1 300 878	1 36 530	132 475	247 447	237 536	711 922	701 457	727 068	649 252	788 053	786 688	660 747	613 077	1 189 744	633 416	405 178	391 735	726 624	719 402	

Fuente: Elaborado a partir de reportes de INETSP - Oficina de Estadística de ADOJANET - PERO (1993 - 2004)

(1) al 31 de agosto 2004

**Evolución de la Balanza Comercial de Arenas Silíceas y Cuarzosas  
en el Perú 1993 - 2004**

Cuadro N° 44

Año	Exp. de Arenas Silíceas		Imp. De Arenas Silíceas		Saldo de la Balanza Comarecial en US\$
	Peso Neto (Kilos)	Valor FOB (Dólares)	Peso Neto (Kilos)	Valor CIF (Dólares)	
1993	500 314	35 310	1 003 872	240 050	-204 740
1994	14 900	2 967	2 794 073	676 918	-673 951
1995	218 379	34 653	1 848 114	487 318	-452 666
1996	48 000	2 300	4 508 060	1 543 462	-1 541 162
1997	14 280	2 715	3 848 727	1 205 462	-1 202 747
1998	136 812	7 669	2 509 013	696 433	-688 764
1999	742 513	54 391	233 835	79 533	-25 142
2000	2 051 726	125 918	429 269	148 931	-23 013
2001	4 719 938	205 350	528 356	251 683	-46 332
2002	7 959 000	299 435	396 815	155 896	143 539
2003	8 727 500	351 765	871 917	220 594	131 170
2004	8 056 816	312 471	1 611 898	389 401	-76 930

Fuente: Elaborado a partir de reportes de INETyP - oficina de Estadística de ADUANET - PERÚ (1993 - 2004)  
(1) al 31 de agosto 2004



En cuanto al comercio exterior del cuarzo, durante 1993 – 2004, se pudo ver que el cuadro N° 42 y Fig. 41, arrojan un saldo de balanza positiva, siendo muy importante su tendencia a continuar con ritmo vertiginoso en los próximos años.

## Capítulo III

### Caracterización y Mercados del Yeso

#### 3.1. Geología Económica

El yeso es un material que se ha conocido desde épocas muy antiguas en varias culturas antiguas, preferentemente en aquella que tenían clima seco (como Egipto), en otros países se le denomina algez.

La mayor parte del yeso en el Perú es de origen evaporítico, asociado principalmente a la anhidrita ( esta se encuentra en la naturaleza en menor proporción) y halita, también frecuentemente asociado a las calizas.. Se presenta en capas regulares de diferentes espesores y estados de pureza. Se puede encontrar también debido a procesos hidrotermales como en vetas por ejemplo.

##### 3.1.1 Formación y características geológica

El yeso es un sulfato de calcio hidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), se presenta en cristales tabulares exfoliables en láminas, generalmente incoloros. Tiene una dureza de 2 en la escala de Mohs y una gravedad específica de 2.32. Su color generalmente varía de blanco a blanco grisáceo, sin embargo, puede tener diversas tonalidades de amarillo, rojizo, castaño, azul grisáceo, rosa o amarillo como consecuencia de impurezas; es suave y plástico; a altas temperaturas de calcinación pierde toda el agua.

- El yeso natural y anhidrita que se usan ampliamente en la actividad industrial
- Selenita, es la variedad incolora y transparente que se presenta con brillo o lustrosidad perla. La palabra selenita proviene de la palabra griega luna y significa roca de luna.
- Espato satinado, es un agregado de fibras compactas, tiene una apariencia muy satinada que por sus cristales fibrosos proyecta juegos de luces.
- Alabastro, es un fino material masivo granuloso, es una piedra ornamental usada desde la antigüedad en finas esculturas.

##### 3.1.2 Yacimiento y origen

El yeso se presenta en forma de evaporitas, en capas regulares o lentejones, en distintos estados de pureza y en una gran variedad de espesores, que oscilan entre pocos cm y varios metros. El yeso puede encontrarse solo o con anhidrita en forma de depósito primario, o bien como producto de hidratación superficial de la anhidrita.

Origen sedimentario: Formado en ambiente evaporítico por precipitación directa de soluciones en conexión con rocas calcáreas y arcillas en depósitos evaporíticos asociados a antiguos mares o lagos salados. Por hidratación directa de la anhidrita También se puede formar en filones de yeso cuando en áreas volcánicas, cuando por acción fumarólica de aguas sulfurosas, los vapores de ácido sulfúrico reaccionan con las capas de caliza de las rocas encajantes

Obras mineros  
Tratamiento de aguas  
Otros

### Yeso Calcinado

Es el sulfato de calcio, hemihidratado, obtenido del yeso natural a través de deshidratación parcial por calentamiento.

Aplicaciones y usos:

Productos  
Cerámica  
Ortopedia  
Dental  
Otros

### 3.1.5 Propiedades y características

El yeso presenta las siguientes propiedades y características

#### 3.1.5.1 Propiedades físicas

##### **Brillo**

Vítreo y sedoso en los cristales. Nacarado o perlado en las superficies de exfoliación.

##### **Color:**

Incoloro, blanco, gris, diversas tonalidades de amarillo a rojo castaño por causa de impurezas. De transparente a translúcido.

##### **Densidad:**

2.32 g/cm<sup>3</sup>

##### **Transparencia:**

Desde transparente a traslúcido.

##### **Dureza:**

Dureza 2, (puede ser rayado con la uña).

##### **Fractura:**

Fibrosa o en láminas coincidiendo con los planos de exfoliación y las formas del cristal.

##### **Exfoliación:**

Perfecta en una dirección y regular en las otras dos.

##### **Luminiscencia:**

No, (aunque raramente algunas muestras pueden ser fluorescentes).

Yacimientos cuaternarios importantes se encuentran en la llanura preandinas en las regiones de Piura, Lambayeque, La Libertad, Lima, Ica, Tacna. Tanto en las cordilleras Occidental y Oriental, existen varias formaciones geológicas que contienen horizontes yesíferos, como por ejemplo las formaciones Simbal, Santa, Socos, los grupos Mitu, Pucará, Goyllarisquizga.

En vista de esta al hablar de áreas potenciales, al existir yeso en la mayoría de regiones Peruanas, se debe tener presente el aspecto económico, como es lugares donde pueda haber mayor consumo y si se piensa en exportar, se debe buscar calidades de yeso que cumplan con las exigencias del mercado internacional; eso podría llevar a cabo proponer una investigación geo económica para apreciar las diferentes calidades de yeso que hay en el Perú, debido a que este mineral varía mucho su composición.

### 3.1.6.1 Principales canteras en el Perú

#### **Lucmash (yeso)**

**Ubicación.-** Pertenece al distrito de Checras, provincia de Huaura, departamento de Lima. Se encuentra entre las coordenadas UTM 8 791 223 N y 304 683 E, a una altitud de 2 910 m.

**Acceso.-** Es accesible desde Lima hasta Huacho 152 Km. Panamericana Norte, se sigue por el desvío a Sayan 45 Km. carretera asfaltada y hasta Churín 62 Km. por una carretera afirmada, y se sigue hasta Chuichin 24 Km por carretera afirmada y a la cantera 1.5 Km. trocha carrozable.

**Marco Geológico.-** Se encuentra emplazado en la Formación Carhuaz del Grupo Goyllarisquizga, que consta de areniscas cuarzosas, lutitas y limoarcillitas de edad Cretácica Inferior, además delgadas capas de yeso en la parte inferior de la formación. Se trabaja en forma intermitente y artesanalmente (uso doméstico), tienen un horno artesanal donde queman el yeso según su necesidad. Toda la zona posee un fuerte fracturamiento. El estrato de yeso tiene aproximadamente 0.80 m. de potencia. El propietario actual, es la comunidad de Canin.

#### **Las Hienas (Yeso)**

**Ubicación:** Distrito de San Antonio, provincia de Cañete, departamento de Lima.

**Coordenadas UTM:** 8 600 880 N 319 146 E, Altitud: 32 m.

**Acceso:** Es accesible por la Panamericana Sur hasta el kilómetro 83, y a 2 km de la localidad de Mala.

**Marco geológico:** Es un depósito de precipitaciones químicas, de aguas estancadas lagunares cargadas de soluciones de sulfato de calcio, es decir es un típico modelo de cuenca evaporítica desértico costera, de dimensiones 100m x 100m

La explotación es hecha por Cementos Lima y la producción es usada en la fabricación de cementos como retardador del fraguado.

Este depósito es propiedad de Cementos Lima S. A.

Análisis químico realizado por Ingemmet, muestra de canaleta: Las Hienas.

Análisis químico realizados por Ingemmet, muestra rock chip: Depósito Colca.

Muestra No.	Coordenada UTM		SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	SO <sub>3</sub> %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
	Este	Norte												
303182	605369	8482974	0.83	0.12	< 0.02	0.04	0.002	31.83	0.16	0.03	0.08	45.90	8.44	12.50
303183	604874	8483274	0.74	0.07	0.02	0.12	0.009	31.78	0.51	0.02	0.03	45.80	12.87	8.00

### Luyanya (yeso)

Ubicación: El depósito pertenece al distrito de Socos, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

Coordenadas UTM: 8 543 502 N. 575 480 E Altitud de 3214 msnm.

Acceso: La ocurrencia es accesible desde la ciudad de Ayacucho, por carretera asfaltada de 22 km hasta el desvío al distrito, de allí hasta la ocurrencia son 14.5 km recorrido en trocha carrozable.

Marco Geológico: El depósito de yeso esta emplazado en la Formación Socos del Paleógeno- Eoceno. Se trata de una secuencia de Capas Rojas, con intercalación de estratos de yeso con areniscas y limoarcillitas ferruginosas. Los estratos de yeso son bancos de 7 m de potencia con Rumbo N 35° E, 55° NO, se ve unos 10 m de afloramiento, por fallamiento se pierde la exposición de los estratos.

La propiedad está en abandono, los propietarios del depósito son los comuneros.

Análisis químicos realizado por Ingemmet, muestra de canaleta: Luyanta Depósito.

Muestra No.	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	SO <sub>3</sub> %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
303005	3.24	0.57	< 0.05	0.09	0.010	30.2	1.44	< 0.05	0.29	43.19	16.23	3.14
303006	1.58	0.15	< 0.05	0.02	0.002	31.1	0.66	0.30	0.11	44.44	18.46	2.12

### Cerro Barranco (yeso)

Políticamente pertenece al distrito de Puquio, provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho. Las coordenadas UTM de su punto central son:

8 372 421N y 591 968 E a una altitud de 2 978 m.

Se ubica 2.5 km en línea recta al Suroeste de la ciudad de Puquio, su acceso es Nazca – Puquio aproximadamente 160 km.

El depósito es evaporítico-marino y se encuentra dentro de una secuencia de areniscas cuarzosas gris blanquecinas en delgadas capas de aproximadamente 0.10

Se ubica en la comunidad de Checapupuja, su acceso es al Noroeste de Juliaca aproximadamente 63 km por carretera asfaltada hasta la estación Puca, 3.5 km al SE con dirección a Santiago de Pupuja y 1.8 km al Este del pueblo de José Domingo Choquehuanca.

Se trata de un depósito de yeso en manto masivo, que yace formando morfologías de colinas bajas, se encuentra dentro de una secuencia de calizas de la Formación Ayabacas de edad Cretáceo superior. El depósito de yeso aflora en tres colinas en un área de 1 km<sup>2</sup>. con una reserva probable de 2'600,000 m<sup>3</sup>

En la actualidad viene siendo explotado para la fabricación de cemento por la Compañía de Cementos Sur S.A de la ciudad de Juliaca.

### **Culta (yeso)**

En el cuadrángulo de llave, departamento de Puno, se reporta una ocurrencia de yeso masivo, cerca de la comunidad de Culata. El acceso es desde Ácora hasta la comunidad de Culata, con 10 km de recorrido por carretera afirmada. Las rocas encajonantes son calizas de la Formación Ayavacas del Cretáceo medio.

Sus coordenadas UTM son 8 225 300 N y 419 110 E.

El yeso es explotado y utilizado localmente como material de construcción por los pobladores de la zona.

El análisis químico efectuado a una muestra del depósito de Culata dio el siguiente resultado:

Según los resultados del análisis químico la muestra tomada supera el 66% de SO<sub>4</sub>Ca, límite inferior que define el yeso de primera categoría.

Código de muestra	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	K <sub>2</sub> O %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	CaO %	H <sub>2</sub> O %	SO <sub>3</sub> %	PxC %
104022	2,52	0,38	0,13	0,17	1,45	0,07	29,6	18,3	42,34	21,5

\* Pérdidas por calcinación

### **La Esmeralda 2 (yeso)**

Políticamente pertenece al distrito de Huambo, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa. Las coordenadas UTM de su punto central son:

8 249 600 N y 811 120 E a una altitud de 4 025 m.

Se ubica 8.5 km al SE del pueblo de Huambo, en la margen izquierda de la quebrada San Sen, su acceso es desde Arequipa-Chivay-Cañón del Colca aproximadamente 280 km hasta la localidad de Huambo.

El depósito se encuentra emplazado en la Formación Seraj, la misma que está constituida por intercalaciones de lutitas y limolitas intercaladas con bancos de yeso.

En la actualidad este yacimiento se trabaja en forma esporádica, labor que es realizada por mineros artesanales.

### Río Mimilaque (yeso)

Las ocurrencias de yeso, se ubican al suroeste del cuadrángulo de Omate, en el cerro Terrones, en la margen izquierda del río Mimilaque. En el departamento de Moquegua.

Sus coordenadas UTM son: 8 129 236 N y 296 708 E, con una altitud de 2 650 msnm.

Aspecto geoeconómico.- El yeso se presenta intercalado entre las areniscas y lutitas de tonalidades gris-verduscas. También se le encuentra discordante a los estratos como filones. Se presenta en vetas con un promedio de 0,10 a 0,30 m de potencia, es de color blanco lechoso de aspecto ceroso. Las rocas sedimentarias donde se encuentra el yeso, están plegadas y fracturadas, lo que dificulta tomar lecturas de rumbos y buzamientos apropiados, pero se puede generalizar que la tendencia de la dirección es E-O, con inclinación al sur.

Este paquete sedimentario donde se emplaza el yeso se le puede atribuir al Volcánico Matalaque, que tiene en su base areniscas verdes en capas delgadas.

Aspecto minero.- Este yeso ha sido explotado en forma artesanal. Se encuentra una cantera de 40 m de largo por 4 m de ancho, actualmente está derrumbada, además cuenta con una trocha carrozable en buenas condiciones de operatividad.

Análisis de la muestra: 103062

Yeso	98,18%
Anhidrita	1,82%

### Santa Isabel I

Políticamente pertenece al distrito de Huariaca, departamento de Pasco. Las Coordenadas UTM de su punto central son:

8 846 406 N y 369 652 E

En esta área afloran una secuencia constituida por areniscas conglomerádicas y arcóscicas, limonitas y lutitas, donde localmente se encuentran evaporizas como el yeso. Estas rocas pertenecen al techo del Grupo Mitu del Pérmico superior y al piso de la Formación Chambará. En ciertos sectores se encuentra horizontes yesíferos de buena calidad que son explotados como en este caso.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SO <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
JC - 1	0.57	0.03	<0.01	<0.01	45.71	31.54	0.60	0.03	<0.02	12.08	9.34

Yeso	=	99.65 %
Albita	=	0.35 %

### Santa Isabel II

Políticamente pertenece al distrito de Huariaca, departamento de Pasco. Las Coordenadas UTM de su punto central son:

Microclina = 0.35 %  
Goetita = 0.12 %

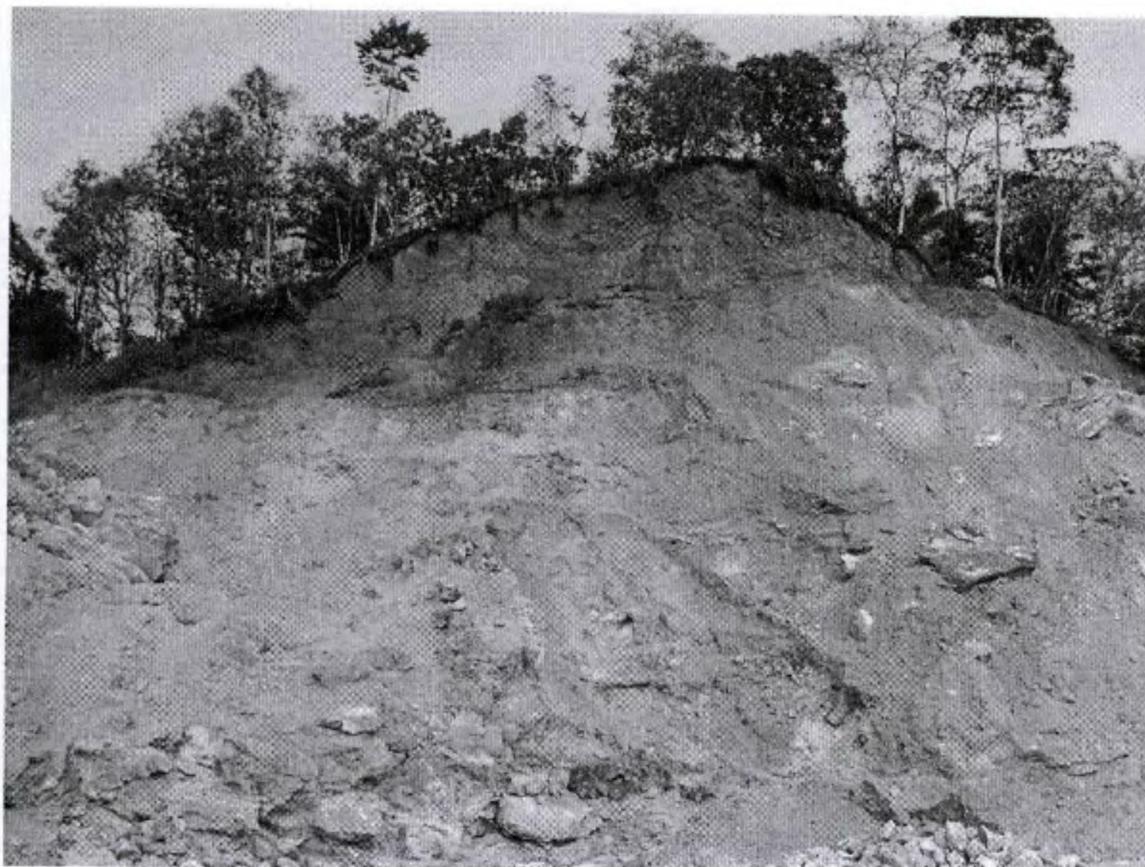


Foto 35: Cantera de Yeso Huañuna Moyobamba – San Martín  
Coordenadas UTM 9 329 388 N y 276 848 E

### Santa Rosa

Políticamente pertenece al distrito de Chambará, provincia de Concepción, departamento de Junín. Las Coordenadas UTM de su punto central son:

8 670 960 N y 454 454 E

En el departamento de Junín, se encuentra el Grupo Mitu del Pérmico superior, constituido por una secuencia de conglomerados, areniscas conglomerádicas y arcósicas, limonitas y lutitas, donde localmente se encuentran evaporitas como el yeso y la anhidrita.

En varios sectores se encuentra yacimientos con anhidrita y yeso, de buena calidad que son explotados de forma artesanal y esporádicamente.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SO <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
AD - 7	0.02	0.007	<0.01	0.04	45.40	31.20	0.90	0.01	0.02	12.76	9.47

Baritina = 0.15 %



Foto 37: Cantera de yeso San Cristóbal Concepción - Junín  
Coordenadas UTM 8 671 458 N y 447 481 E

### Victor 76

Políticamente pertenece al distrito de San José de Quero, provincia de Concepción, departamento de Junín. Las Coordenadas UTM de su punto central son:

8 671 636 N y 448 024 E

En yacimiento Victor 76, consta de horizontes yesíferos posiblemente pertenecientes al Grupo Mito del Pérmico superior, las rocas están constituidas por una secuencia de conglomerados, areniscas conglomerádicas y arcósicas, limonitas y lutitas, donde localmente se encuentran evaporitas como el yeso y la anhidrita.

El yeso es de buena calidad según los análisis abajo referenciados, se explota artesanalmente y esporádicamente.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SO <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	Px C %
AD - 9	1.61	0.36	0.03	0.20	44.02	31.48	0.36	0.02	0.11	13.03	8.76

Yeso = 99.08 %  
Wollastonita = 0.92 %



Foto 39: Cantera de yeso Fray Martín Huando - Huancavelica  
 Coordenadas UTM 8 671 636 N y 448 024 E

### Ishko

Políticamente pertenece al distrito de Huando, provincia de Huancavelica, departamento de Huancavelica. Las Coordenadas UTM de su punto central son:

8 617 178 N y 501 334 E

Al igual al caso de arriba mencionado, los yesos pertenecen a los grupos Tarma (Pensylvaniano) y Mitu (Pérmico superior). El Grupo Tarma es de facie marina clástica carbonatada, con areniscas verdes y lutitas oscuras; el Grupo Mitu son conglomerados, areniscas y lutitas.

En esas rocas se encuentran horizontes yesíferos de calidad variada. Actualmente la explotación está paralizada, cuando tienen pedidos queman el yeso en hornos artesanales activados con leña, cuentan también con un molino.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SO <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	Px C %
AD - 11	<0.01	0.03	<0.01	0.02	46.21	32.31	0.15	0.01	0.02	13.83	7.33

Yeso = 100.00 %

Anhidrita = 0.77 %  
 Metavariscita = 0.18 %

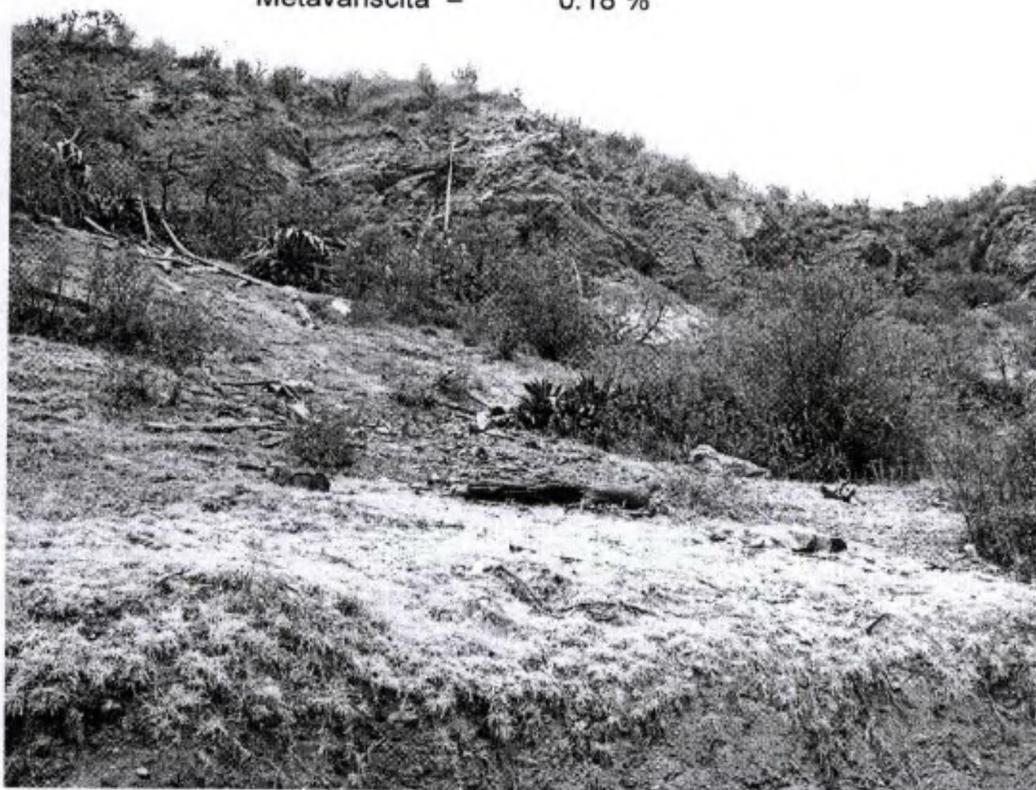


Foto 41: Afloramiento de yeso Protectora Santa Catalina Huando -  
 Huancavelica Coordenadas UTM 8 617 138 N y 503 339 E

### Pucaloma

Políticamente pertenece al distrito de Socos, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho. Las Coordenadas UTM de su punto central son:

8 540 946 N y 575 807 E                      3,381 msnm

El yeso de esta región es del tipo alabastro mayormente, podría pertenecer a las formaciones eocenas de Socos, Casapalca, Sacsaquero. Son secuencias volcano sedimentarias intercaladas con piroclastos, arenas, lutitas y calizas. De preferencia en la Formación Socos Paleógeno – Eoceno), que son capas rojas constituidas por areniscas y limoarcillitas con estratos de yeso; se aprecian mantos de yeso de buena calidad de alabastro.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SO <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
AD - 14	0.76	0.14	<0.01	0.08	44.83	31.34	0.63	0.01	0.07	13.12	8.13

Yeso = 99.19 %  
 Cuarzo = 0.81 %

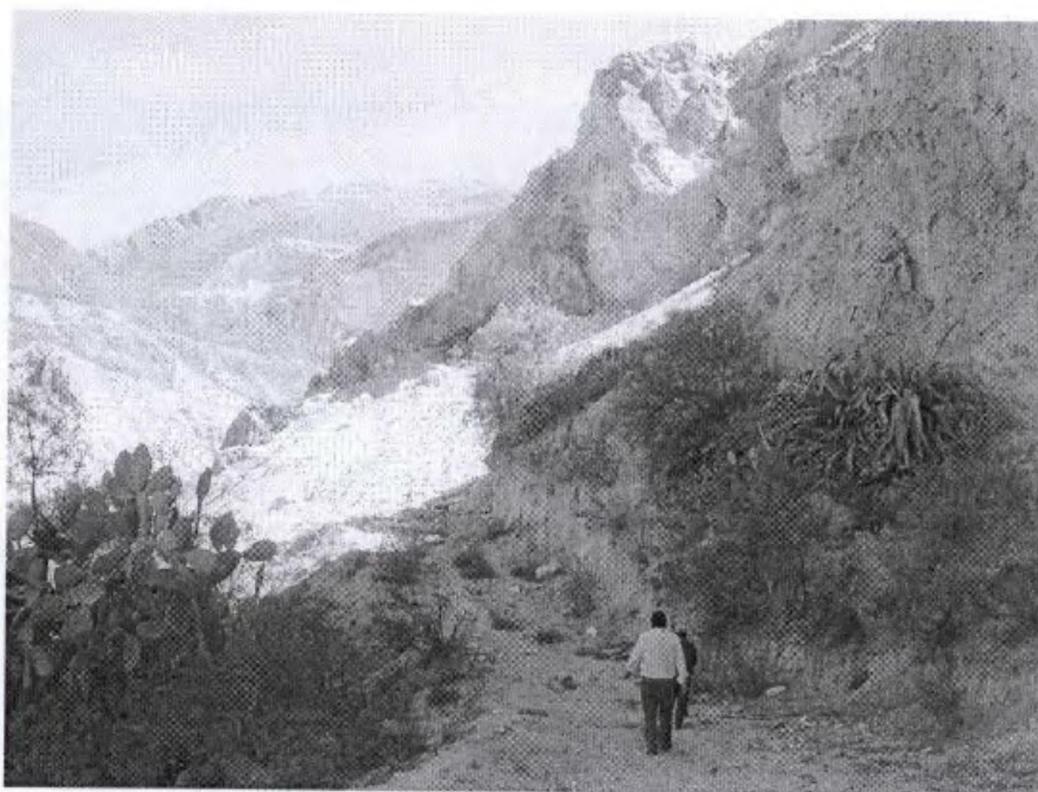


Foto 43: Afloramiento de yeso alabastro Tasco Orco 2 Cangallo – Ayacucho  
 Coordenadas UTM 8 494 960 N y 581 033 E 3,219 msnm

### Tasco Orcco 2

Políticamente pertenece al distrito de María Parado de Bellido, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho. Las Coordenadas UTM de su punto central son:

8 495 014 N y 581 369 E

El yeso de esta región es del tipo alabastro mayormente, podría pertenecer a las formaciones eocenas de Socos, Casapalca, Sacsaquero. Son secuencias volcano sedimentarias intercaladas con piroclastos, arenas, lutitas y calizas. De preferencia en la Formación Socos, se aprecian mantos de yeso de calidad alabastro.

Aflora un manto de unos 10 m de espesor, con rumbo N 80° E y un buzamiento aleatorio. Se encuentra en el Cuadrángulo de Huancapi.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SO <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
AD - 16	<0.01	0.07	<0.01	0.03	44.80	31.40	0.08	0.01	0.04	12.48	10.95

Yeso = 99.69 %  
 Metavariscita = 0.31 %

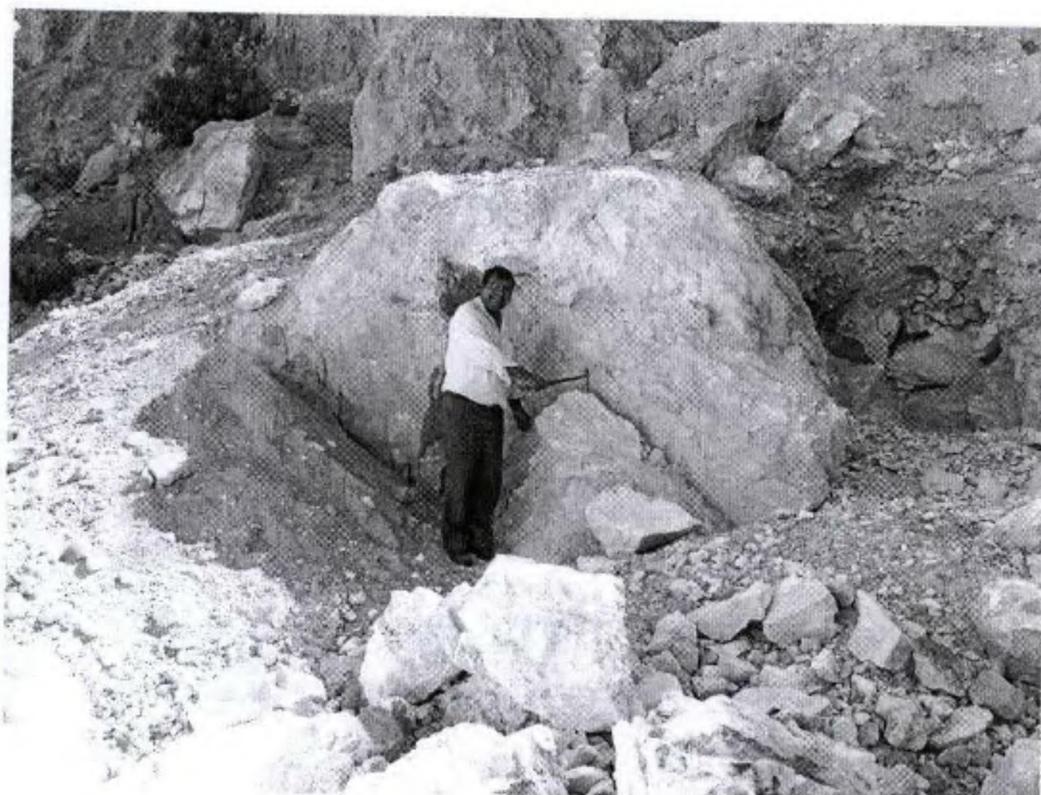


Foto 45: Afloramiento de Yeso Chacollo Cangallo – Ayacucho  
 Coordenadas UTM 8 493 226 N y 577 992 E 2,679 msnm

### Cangallo

Políticamente pertenece al distrito de Cangallo, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho. Las Coordenadas UTM de su punto central son:

8 492 642 N y 593 562 E 2,567 msnm

Este yacimiento de yeso se encuentra en el Grupo Mitu (Permiano medio), en el se encuentran principalmente areniscas rojizas de grano fino a medio, horizontes con lutitas rojas con proporciones menores de conglomerados, calizas y areniscas estos asociados a horizontes yesíferos.

Se trata de un yeso de buena calidad, ubicado en el Cuadrángulo de Huancapi. La cantera se encuentra en la margen derecha del río Pampas, a la altura del puente que cruza el río y que esta carretera continúa a Huancapi. Se encontró u horno artesanal a base de leña, en el momento la explotación esta paralizada.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SO <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
AD - 18	0.20	0.08	<0.01	0.04	45.57	31.89	0.24	0.01	0.03	12.91	8.42

Yeso = 99.36 %



Foto 47: Afloramiento de yeso alabastro Unya Víctor Fajardo Ayacucho  
 Coordenadas UTM 8 492 372 N y 585 012 E 3 200 msnm  
 (Cortesía cortesía Ing. Gilberto Gallo Dirección Regional de Minería)

### 3.1.7 Extracción del yeso

El yeso es un material relativamente barato, por ello también deben ser baratas todas las operaciones que comprende su extracción, tratamiento industrial y comercialización. Es muy importante que el yeso este superficialmente para fines de explotación, que tendría que hacerse a cielo abierto; porque caso contrario si se explotara subterráneamente haría que sus costos se eleven.

La explotación a cielo abierto o sea por canteras, si es que se realiza técnicamente depende de varios factores para el diseño de la cantera o del uso de maquinaria apropiada; estos factores son magnitud de la producción, tipos de minerales que se extraerá. Las técnicas de explotación tienen que guardar concordancia con la técnica de transformación industrial del yeso; por estas razones sería ilógico modernizar la fabricación sin modernizar la explotación.

La utilización de explosivos depende del material yesífero y de la roca caja que lo contiene, actualmente la dinamita es el explosivo mas corriente en el Perú.

Técnicamente el grado de trituración del yeso que se extrae depende del sistema de deshidratación que se necesite. También se debe diseñar la cantera para extraer los trozos del mineral que sean adecuados para el tipo de hornos que se dispone. Para reducir el tamaño de los trozos de yeso, se emplea maquinarias de tipo chancadoras y molinos, las primeras trituran el material de 2 a 3 cm y los molinos producen materiales mas finos. Las chancadoras mas empleadas son las de cono y mandíbulas, y los molinos mas empleados es el de martillos.

El yeso extraído se calcina para obtener hemidrato de sulfato de calcio, o bien las formas anhidricas del mismo, los productos obtenidos fraguan por adición de agua,

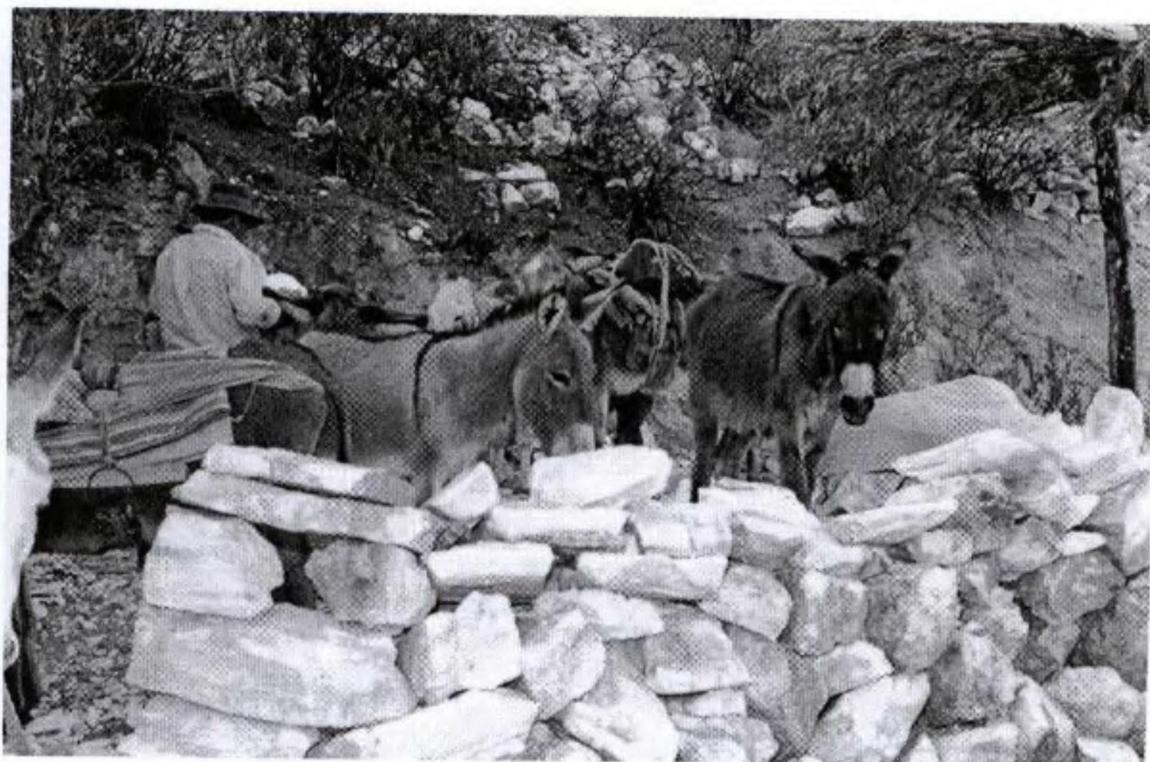


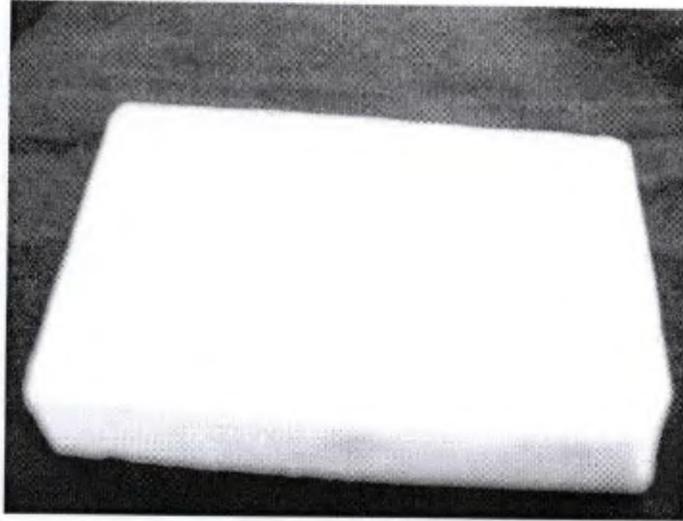
Foto 48: Yeso alabastro de Unya transportado en acémilas para la elaboración de artesanías en Ayacucho (Cortesía Ing. Gilberto Gallo Dirección Regional de Minería)



Foto 49: Forma artesanal de colocación del yeso para ser quemado (Cortesía Ing. Gilberto Gallo Dirección Regional de Minería – Ayacucho)

### 3.1.8 Caracterización de algunos tipos de yesos del Perú

#### Yeso Chacollo



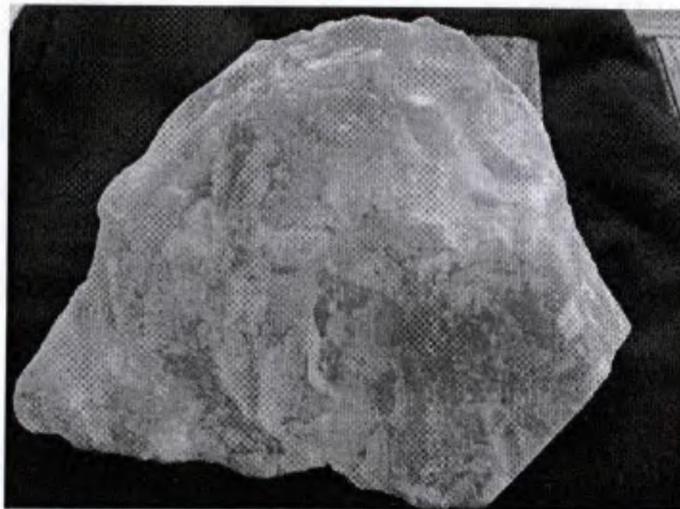
Provincia de Cangallo – departamento de Ayacucho

8 493 226 N y 577 992 E

Color gris blanquecino  
 Lustre perlado  
 Origen sedimentario evaporítico  
 Brillo vitreo  
 Translúcido  
 Material con granulometría fina  
 El yeso y anhidrita se presentan masivos

Yeso	=	36.93 %
Anhidrita	=	63.07 %

#### Yeso San Cristóbal



## Yeso Tasco Orcco



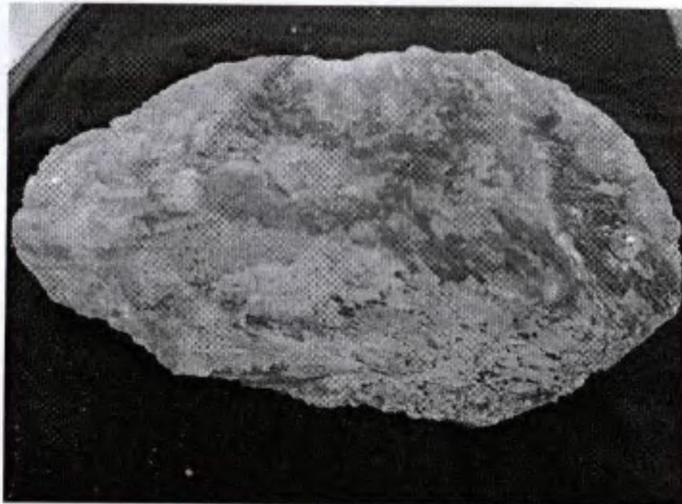
Provincia de Cangallo – departamento de Ayacucho

8 494 960 N y 581 033 E

Color gris rosáceo con tonos pardo grisáceos  
 Lustre perlado  
 Origen sedimentario evaporítico  
 Brillo vitreo  
 Opaco  
 Presencia masiva y fibrosa  
 El yeso es del tipo alabastro de buena calidad

Yeso	=	99.49 %
Cuarzo	=	0.51 %

## Yeso Huañuna - Ventanilla



Presencia masiva  
El yeso es de buena calidad

Yeso	=	97.26 %
Anhidrita	=	2.48 %
Cuarzo	=	0.26 %

### Yeso Protectora Catalina



Provincia de Huancavelica – departamento de Huancavelica

8 617 138 N y 503 339 E

Color gris pardo con tonos blanquecinos  
Lustre perlado  
Origen sedimentario evaporítico  
Brillo vitreo  
Opaco  
Presencia cristalizada  
El yeso es de buena calidad

<b>Yeso</b>	=	<b>99.05 %</b>
Anhidrita	=	0.77 %
Metavariscita	=	0.18 %

### 3.2. Mercado

El yeso desde épocas memoriales ha sido utilizado por la humanidad y constituye uno de los más antiguos materiales de construcción, en el período neolítico se usó para realizar cimientos y muros, también fue empleado por los asirios un yeso conocido como alabastro. Hace 6000 años los egipcios preparaban argamasa a partir del yeso y 1500 años después utilizaron estuco de yeso en el revestimiento interior de las pirámides. La civilización griega lo denominó gypsos (yeso) y los romanos generalizaron su uso en Europa. Posteriormente, los españoles lo introdujeron en América Latina.

La globalización de los mercados y la necesidad de asegurar suministros fiables ha dado como resultado operaciones de fusión y adquisición de empresas y grupos. Este mismo proceso está produciendo una racionalización de las compras a escala global con objeto de reducir costos.

Por otro lado el crecimiento demográfico a nivel mundial viene marcado el crecimiento de las economías, siendo sorprendente el crecimiento continuo de la economía China, frente a mercados planos en Europa, EEUU y Japón y la evidencia de que los países en desarrollo serán los futuros centros de consumo y cada vez más los actuales centros de producción, hecho que está marcando las estrategias de las grandes compañías relacionadas al yeso.

El mercado global significa que cada vez tendrá más importancia la logística del suministro: las técnicas de carga, la disponibilidad y coste del transporte (especialmente el marítimo) y el almacenado en puertos estratégicos. Son esos factores los que harán que un mineral esté en el mercado o fuera del mercado. Por lo que debemos tener en cuenta que el control de esos factores está fuera del alcance de los consumidores. De allí que en el futuro se incrementarán las empresas especialistas en logística y suministro de materias primas en todo el mundo.

De igual modo es importante tener presente las tendencias en investigación y desarrollo sobre minerales industriales y las Industrias Extractivas, su caracterización de los recursos de yeso nuevas propiedades y aplicaciones, por ejemplo las aplicaciones medioambientales.

#### 3.2.1 Panorama mundial

Los principales productores de yeso en el mundo son, en orden de importancia, Estados Unidos, China, Irán, Tailandia, Canadá, España, México, Japón y Francia, sin embargo el mercado mundial del yeso se encuentra dominado, por la multinacional del Reino Unido British Plaster Board Gypsum Industries (BPB), a través de sus sucursales en diversas partes del mundo, entre ellas se destacan:

British Gypsum y la española IBERYESO, estimándose que controlan aproximadamente el 55% del mercado europeo del yeso

La francesa Platres Lafarge fabrica yeso para construcción y productos industriales de yeso, teniendo una especial incidencia en el mercado de las cargas. Su cuota de mercado es del 20% a 25%.

El grupo alemán KNAUF, con filiales en casi todos los países europeos

**Producción Mundial De Yeso Natural**  
Volumen en Toneladas

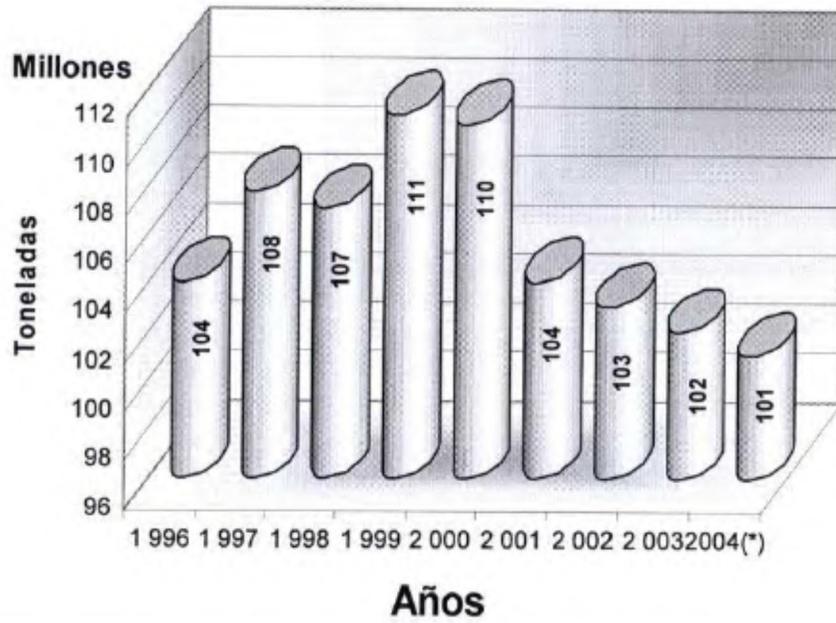
Cuadro N° 46

<b>Países</b>	<b>1 996</b>	<b>1 997</b>	<b>1 998</b>	<b>1 999</b>	<b>2 000</b>	<b>2 001</b>	<b>2 002</b>	<b>2 003</b>
España	8 400 000	8 500 000	9 058 212	9 500 000	9 929 478	7 500 000	7 500 000	7 500 000
Francia	5 300 000	5 350 000	5 300 000	5 300 000	5 250 000	4 500 000	4 500 000	3 500 000
Alemania	2 315 000	2 548 000	3 000 000	2 500 000	2 500 000	2 500 000	2 500 000	2 500 000
Reino Unido	2 000 000	2 000 000	2 000 000	1 800 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000
Italia	1 274 672	1 300 000	2 000 000	2 100 000	2 250 000	1 300 000	1 300 000	1 200 000
Austria	958 430	996 327	1 000 000	850 000	800 000	800 000	800 000	1 000 000
Grecia	546 344	500 000	600 000	600 000	620 000	550 000	600 000	600 000
Portugal	520 722	560 000	585 000	590 000	586 000	600 000	500 000	500 000
Irlanda	422 800	477 000	500 000	510 000	525 000	500 000	500 000	500 000
Otros	350 000	400 000	450 000	460 000	500 000	500 000	500 000	500 000
<b>Sub-total Unión Europea</b>	<b>22 087 968</b>	<b>22 631 327</b>	<b>24 493 212</b>	<b>24 210 000</b>	<b>24 460 478</b>	<b>20 250 000</b>	<b>20 200 000</b>	<b>19 300 000</b>
Méjico	6 064 682	5 869 175	7 045 000	6 954 000	7 000 000	7 500 000	6 300 000	6 800 000
EEUU	17 500 000	18 600 000	19 000 000	22 400 000	19 500 000	16 300 000	16 100 000	16 000 000
Canadá	8 477 000	8 661 000	8 967 000	9 345 000	8 548 000	8 560 000	8 600 000	9 000 000
<b>Sub-total Norte América</b>	<b>32 041 682</b>	<b>33 130 175</b>	<b>35 012 000</b>	<b>38 699 000</b>	<b>35 048 000</b>	<b>32 360 000</b>	<b>31 000 000</b>	<b>31 800 000</b>
Brasil	1 120 000	1 507 000	1 632 000	1 456 000	1 500 000	1 500 000	1 600 000	1 650 000
Argentina	633 121	696 646	650 000	571 000	514 000	500 000	500 000	450 000
Chile	520 089	398 354	781 000	886 000	890 000	804 000	898 000	850 000
Colombia	522 236	564 681	560 000	560 000	560 000	560 000	560 000	500 000
Uruguay	130 000	943 000	1 123 000	1 050 000	1 000 000	950 000	900 000	1 100 000
Otros (1)	579 000	526 000	565 000	526 000	491 000	453 000	415 000	400 000
<b>Sub-total Sur América</b>	<b>3 504 446</b>	<b>4 635 681</b>	<b>5 311 000</b>	<b>5 052 000</b>	<b>4 955 000</b>	<b>4 857 000</b>	<b>4 873 000</b>	<b>4 950 000</b>
China	7 780 000	9 100 000	6 800 000	6 700 000	6 800 000	6 800 000	6 800 000	6 900 000
Irán	8 570 000	8 900 000	11 843 000	10 834 000	11 000 000	11 000 000	11 000 000	11 500 000
Tailandia	8 634 492	8 557 000	4 333 804	5 005 000	5 830 000	5 900 000	6 100 000	6 500 000
Japón	5 432 000	5 371 000	5 305 000	5 549 000	5 600 000	5 900 000	5 800 000	5 700 000
Australia	1 800 000	1 800 000	1 900 000	2 500 000	3 800 000	4 000 000	4 500 000	4 000 000
India	2 442 000	2 031 000	2 192 000	2 200 000	2 210 000	2 250 000	2 300 000	2 200 000
Rusia	850 000	609 000	638 392	858 000	950 000	1 042 000	1 134 000	1 000 000
Egipto	2 000 000	2 423 000	1 338 000	1 500 000	2 000 000	2 000 000	1 900 000	1 500 000
Polonia	1 502 000	1 618 000	1 702 000	1 700 000	1 700 000	2 000 000	1 200 000	1 100 000
Turquía	754 277	784 662	352 000	400 000	300 000	300 000	300 000	300 000
Otros (2)	6 290 000	5 968 000	5 781 000	5 616 000	5 791 000	5 341 000	5 893 000	5 250 000
<b>Total Asia, India, Africa y Oceanía</b>	<b>46 354 769</b>	<b>47 161 662</b>	<b>42 185 196</b>	<b>42 862 000</b>	<b>45 981 000</b>	<b>46 533 000</b>	<b>46 927 000</b>	<b>45 950 000</b>
<b>TOTAL</b>	<b>103 988 865</b>	<b>107 558 845</b>	<b>107 001 406</b>	<b>110 823 000</b>	<b>110 444 478</b>	<b>104 000 000</b>	<b>103 000 000</b>	<b>102 000 000</b>

Fuente: Mineral Commodity Summaries, January 1996 - 2003.

**Evolución de la Producción Mundial de Yeso**

Fig. 42



aparentemente son relativamente bajos, sin embargo muchos de ellos por encontrarse en lugares alejados de los principales centros de consumo, su explotación se hace difícil por los altos costos de transporte, que inciden fuertemente en el precio haciéndolo poco competitivos.

El mercado Peruano esta determinado por: los productores de cemento, quienes extraen volúmenes significativos para su propio consumo, los medianos, pequeños mineros y artesanos, siendo estos 2 últimos los mas numerosos, cuya producción es mayormente de consumo local o regional y algunos vienen incursionando en las exportaciones a países vecinos, siendo muy importante esta tendencia al crecimiento.

En el Perú, los principales usos del yeso son como aditivo del cemento clinker, en la construcción para el estucado o como material decorativo, en la cerámica, moldes de gran dureza y baja porosidad. en la agricultura, en la artesanía especialmente se trabaja con el alabastro en Ayacucho, en la Arequipa, Cusco, Puno y otras regiones del país se emplea el yeso natural en arte de estatuas, y diversas figuras decorativas

### 3.2.2 Potencial de Yeso por regiones

De acuerdo a la información oficial del Ministerio de Energía y Minas disponible consultada, se ha determinado 229 canteras de yeso en Perú cuya distribución, se localiza en 19 regiones, como se puede apreciar en el cuadro N° 47 y Fig. 44. Actualmente las regiones con mayor número de canteras son: Cusco (20%), Junín (16%), Ayacucho (14%), Puno (8%) y el resto en las otras regiones.

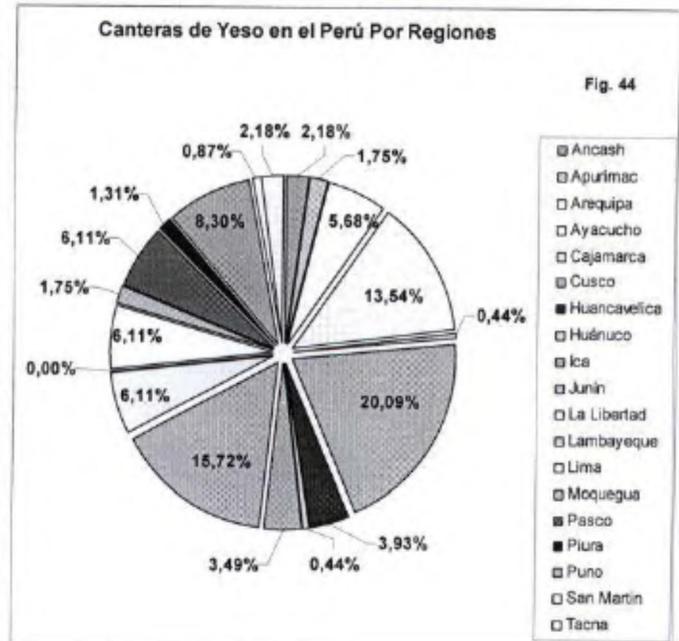
Así mismo se ha localizado 56 áreas potenciales en varias regiones del país como podemos apreciar en el cuadro N° 48 y Fig. 45, siendo por lo tanto necesario realizar estudio con mayor detalle

Canteras de Yeso en el Perú Por Regiones  
2003

Cuadro N° 47

REGION	Yeso
Ancash	5
Apurimac	4
Arequipa	13
Ayacucho	31
Cajamarca	1
Cusco	46
Huancavelica	9
Huánuco	1
Ica	8
Junín	36
La Libertad	14
Lambayeque	
Lima	14
Moquegua	4
Pasco	14
Piura	3
Puno	19
San Martín	2
Tacna	5
<b>TOTAL</b>	<b>229</b>

Fuente: Elaboración a partir de la información de la Dirección General de Minería/DJC-DE/ del Ministerio de Energía y Minas





### 3.2.5 Producción de Yeso por regiones

La producción nacional de yeso durante el periodo 1994 – 2004 experimentó un crecimiento promedio anual de más del 4%

En base a los datos de la Dirección General de Minería de MEM las principales regiones productoras de yeso son: Junín 25.54%; Cusco 18.59%; Arequipa 17%; Piura 11%; Ancash 8.3%; Lima 7.32%, y el resto está distribuido en las otras regiones del país, como se puede ver en la Fig. 49.

En la mayoría de las regiones del Perú se produce yeso, siendo mayormente a nivel artesanal, tales como la regiones de Huancavelica, cuya producción es calcinada y molida para ser usada localmente en el estucado de sus edificaciones y en algunos casos se vende a regiones vecinas. En Junín se explota yeso para el cemento, así también para calcinar y moler cuyo producto es utilizado localmente, pero cierta producción es comercializada en Lima y otras regiones aledañas. Otro caso es Ayacucho donde se trabaja en forma intensiva pero a nivel artístico el yeso - alabastro, artesanías que son adquiridos por turistas tanto nacionales como extranjeros, por lo que no se registra como yeso o alabastro

Por la abundancia del mineral y los bajos costos en su explotación, es común que las empresas yeseras se desarrollen donde hay un mercado de consumidores, es decir, en mercados regionales donde se encuentren establecidas empresas cementeras, o localidades cuya actividad sea la fabricación de cerámica, la construcción y el arte

Las ventajas del yeso estriba en que las distintas calidades del mismo tienen amplias oportunidades de mercado, por ejemplo falta en las regiones productoras de prefabricados (planchas) que se emplean para edificaciones, también como separadores de ambientes ya que muchos de estos materiales son livianos y de fácil transporte, estos productos son comunes en otros países

### 3.2.6 Principales productores

De acuerdo a la información consultada se ha ubicado 91 empresas productoras de yeso en el Perú mayormente concentradas en Cusco y Junín, como podemos ver en el cuadro N° 51

**Principales Productores de yesos en el Perú por regiones**

**Cuadro N° 51**

	Nombre	Ancoash	Apurimac	Arequipe	Cusco	Huancavelica	Huánuco	Ica	Junín	Lima	Pasco	Piura	Puno
1	Aguilar Gonzales,Pablo		1										
2	Alzamora Giraldo,Romulo	1											
3	Aparicio Camino, Augusto				1								
4	Arena Arredondo,Merle				1								
5	Ayacho Loaza,Cristina				1								
6	Ballon Ariza,Daniel					1							
7	Baquerizo Mellano,Marcelina								1				
8	Barrientos,Luis Valencio Y Otro				1								
9	Buendia Lagos,Arturo					1							
10	Castillo Poves,Felix							1					
11	Cayapalo Olin,Silvia C.								1				
12	Cemento Andino S.A.									1			
13	Cementos Lima S.A.												1
14	Cia.Mra.Agregados Calcereos S.A								1				
15	Cia.Mra.Churin S.A.								1				
16	Cia.Mra.Las Camelias S.A.								1				
17	Comunidad Campesina De Coacococollo				1								
18	Condorhuaman Timpo,Victor				1								
19	Condorhuanca Guispe,Fidel				1								
20	Condori Aquino,Ciro				1								
21	Condori Huilcahuaman, Maria L.				1								
22	Cordova Barrientos, Juan.		1										
23	Cruz Flores,Benigno				1								
24	Cueva Sacari Y Otros, Antero				1								
25	Delgado Serrano,Roger M.												1
26	Fabian Castro,Augusto Alejandro							1					
27	Fernandez Astete,Ricardina					1							
28	Fernandez Valencio,Fredy				1								
29	Figueras Rodriguez,Eusebio	1											
30	Galvan Arons,Alejandrino								1				
31	Garcia Cordova,Lucio				1								
32	Garcia Miranda, Marina				1								
33	Garcia Santa Cruz,Crisostomo				1								
34	Giraldo Bodon,Eduardo	1											
35	Gutierrez Aguilar,Domingo				1								
36	Hein Sittler, Mark							1					
37	Huaman Vole De Cabelero,Luciola	1											
38	Huancá Huaman, Pedro				1								
39	Humpire Aucoapuri,Modesta				1								
40	Idme Argote,Marcelina				1								
41	Industrial Cachimayo S.A.				1								
42	Jaques Lifan, Julia				1								
43	Kuncho Rimachi, Libaldo				1								
44	Lagos Mendoza,Javier					1							
45	Ledesma Cueto,Pedro					1							
46	Ledesma Enriquez,Julio				1								
47	Mayta Perez,Fidela				1								
48	Mendoza Arias,Damian				1								
49	Mendoza Castro,Humberto								1				
50	Mendoza Galardo,Armando									1			
51	Mendoza Guispe,Cecilio				1								
52	Mendoza Guispe,Gabino				1								
53	Mra Concepcion Geronimo Srt.								1				
54	Mra Piura Srtida											1	
55	Mucha Taza,Pablo Cirio												1
56	Olivera Flores,Tomas					1							
57	Pilco Cruz,Alberto				1								
58	Pifan Malpartida,Silverio												1
59	Quispe Rosado,Alejandro				1								
60	Rios Godenzi,Angel C.	1											
61	Romero Yupanqui,Bernardo					1							
62	Saevedra Añicota,Teodoro												1
63	Salas Naturales S.A.								1				
64	Sanchez Huilcahuaman,Modesto				1								
65	Segovia Ascencio,Ramiro				1								
66	Silva Condorhuaman,Carlos H.				1								
67	Srta. El Rey De La Blanca I	1											
68	Srta. La Florida De Huancayo								1				
69	Srta. Pachacosta Del Cusco				1								
70	Srta. Samuel Galindo								1				
71	Srta. Mina Blanca De Huez				1								
72	Srta. San Antonio 87 De Puno				1								
73	Srta. Santa Maria Peninsula De Puno												1
74	Srta. Yesera Garay Hnos.												1
75	Srta. Yesera N°10 De Puno												1
76	Srta. Mayor De Palomino, Livia				1								
77	Suarez Alencio, Samuel					1							
78	Suarez Creso,Andras										1		
79	Suarez Orbezo,Augurio										1		
80	Sulca Perez,Luzmila										1		
81	Torres Mejia,Alberto	1											
82	Urquiza Clave,Victor				1								
83	Urquiza De Acuña, Magda C.				1								
84	Urquiza Hurtado, Maria												1
85	Valencia Garcia,Abrian				1								
86	Valencia Ibarra,Daniel				1								
87	Valencia Vilarte,Alejandro/Otro				1								
88	Velasquez Menari,Victoria				1								
89	Villa Villena, Virginia				1								1
90	Yabar Santander,Edgard				1								
91	Yesera La Florida-80 Srt.								1				
	<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>42</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>8</b>

Fuente: Elaboración a partir de la información de la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas

CONSUMO DE YESOS POR SUB SECTORES ECONOMICOS Y PRINCIPALES GRUPOS INDUSTRIALES EN EL PERU

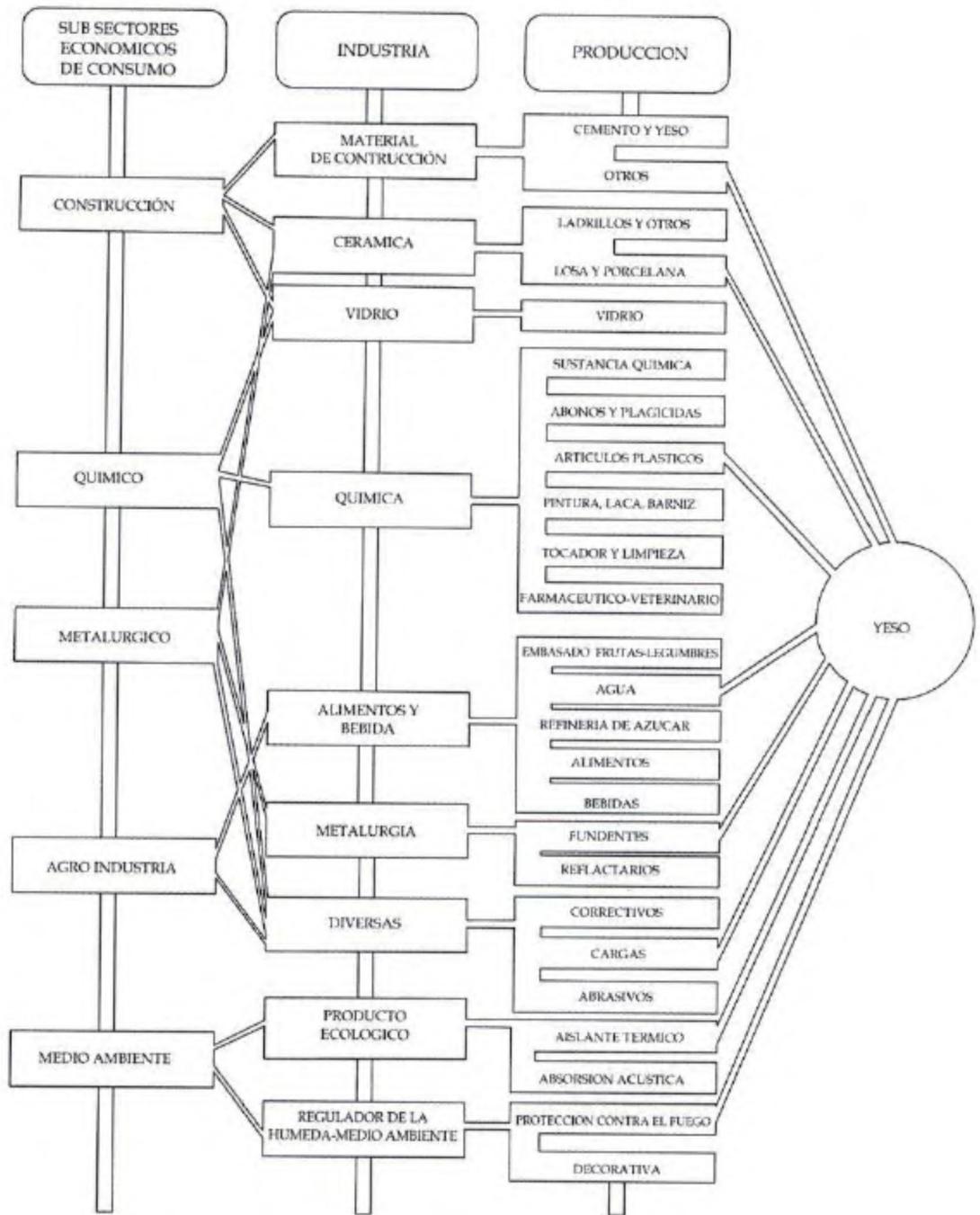
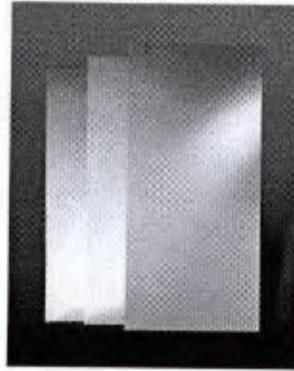


Fig. 50

casas y tablas de fibra prensada para paredes. El yeso para esta industria debe ser  $>85\% \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  siendo lo ideal  $> 94-95\% \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2$ . La placa de yeso constituye el elemento básico en las construcciones modernas, en el mundo desarrollado existe modelos y grosores variables para cada exigencia del mercado.



### Otros productos a base de yeso para construcción

Fabricación de tabiques, para aislar mezclas usadas como resanes en tuberías, calderas, techos, como relleno, material de enjarre de edificios, divisiones y techos, rellenos para grietas, adhesivos, productos de fijación, materiales de reparación de pavimentos, materiales autonivelantes para soleras y acabados decorativos altamente resistentes y también es usado como roca de construcción, se requiere de un yeso  $> 75\% \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2$

Las fotos 52 y 53, ilustran uno de los principales usos que se viene dando al yeso desde tiempos coloniales en el Perú, especialmente en las regiones de Junín y Huancavelica, Este recurso mayormente de alta pureza, es calcinado, molido y embolsado para luego ser distribuido a los principales centros de consumo, siendo su principal aplicación o uso en los sub-sectores de construcción, minería-metalúrgica y agroindustria

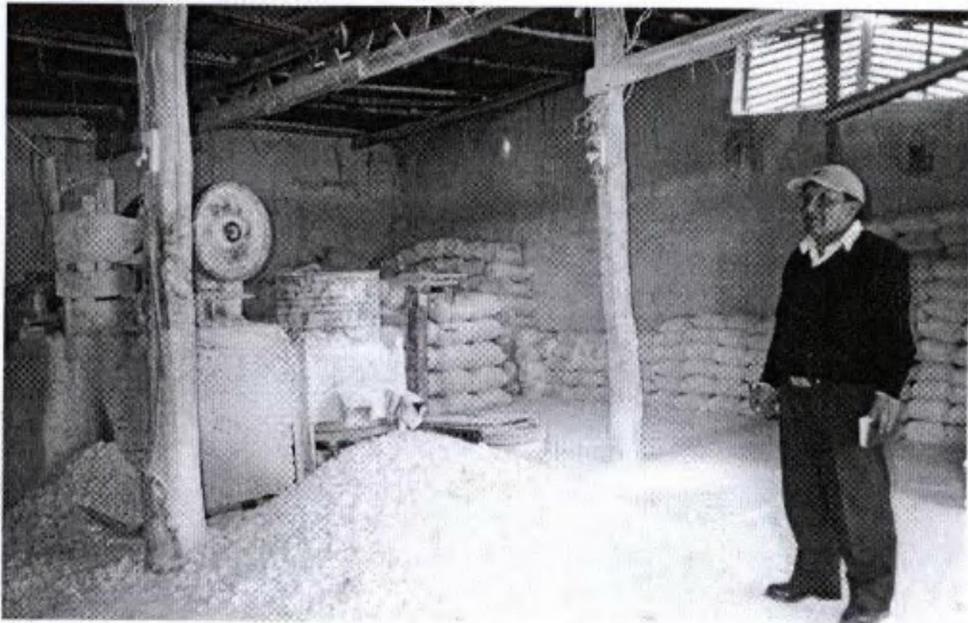


Foto 52: Cantera Santa Rosa Junín: Calcinado y molido de yeso para construcción y minería en bolsas de 20 Kg

para muchas técnicas diferentes que se encuentran en la industria cerámica, entre ellas el colaje, el moldeo con calibre, el moldeo a presión (prensado a pistón) y el moldeo por vacío.

La gama de escayolas de yeso existentes en el mercado están específicamente diseñadas para satisfacer las necesidades de la industria cerámica ya que ésta utiliza en varias etapas de su producción, requiriéndose yesos de alta calidad que cumplan ciertas especificaciones como:

- Exactitud dimensional
- Optimización de la vida útil de los moldes
- Porosidad, resistencia y características de ajuste a medida
- Expansión controlada
- Excelente trabajabilidad.

Los requerimientos de yeso en este sector están en el orden de > 95% de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

### 3.2.7.1.2 Sub – Sector Químico

Es uno de los Sub-sectores mas exigentes puesto que tiene que ver directamente con la salud humana, así como de los animales, vegetales, etc.

- **Industria Química**

El yeso interviene en la producción de azufre, dióxido de azufre, ácido sulfúrico y sulfato de amonio. Así como agente de secado para gases y químicos, también puede ser convertido en una espuma que se usa en materiales de construcción aislantes del sonido. Los requerimientos de yeso en esta industria deben estar sobre el rango de > 95% de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

- **Industria química y farmacéutica**

como fuente de calcio, componente en medicamentos y lápices labiales, el **grado farmacéutico** del yeso para un alimento típico debe ser > 98,75%  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  con niveles máximos de As (3 ppm), Se (30 ppm), F(30 ppm), metales pesados (10 ppm), hierro (100 ppm), plomo (10 ppm)

- **Productos farmacéuticos**

El yeso natural de alta pureza es empleado en la fabricación de comprimidos farmacéuticos, como portador inerte para agentes medicinales activos y como suplemento natural de calcio, por lo que se requiere de yeso de alta pureza y calidad para satisfacer las estrictas exigencias de la industria farmacéutica

El yeso natural elegido como material portador en comprimidos farmacéuticos, en forma de polvo produce una mezcla homogénea

- **En medicina**

se utiliza variedades de yeso (escayolas de uso médico) de alta pureza en la medicina como por ejemplo en traumatología para elaborar vendas estériles de yeso, soportes para extremidades, prótesis médicas y aparatos corrector auditivos.

Las vendas se fabrican a través de un proceso en el que un material tejido es impregnado en una solución de yeso secándolo a continuación. Las vendas de yeso permiten un uso rápido y práctico; una vez empapada en agua, la venda mojada es aplicada sobre la extremidad donde se seca muy rápidamente formando un vaciado resistente que no pierde su forma.

Los escayolas de modelación se emplean en el campo ortopédico como compuestos para la impresión y modelación. Con yeso se forman extremidades que luego sirven como patrones para fabricar extremidades artificiales. Asimismo, los escayolas sirven para realizar vaciados de extremidades o articulaciones facilitando el posterior ajuste de las prótesis.

El yeso debe ser  $> 98,75\% \text{ CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

- **Como materiales de carga en las industrias**

Se emplea pequeños volúmenes de yeso de alta pureza para un amplio rango de procesos industriales como vidrio, plásticos, papel, goma, caucho, y como relleno de pinturas, barnices.

### 3.2.7.1.3 Sub- Sector Metalúrgico

- **Minera**

En la explotación minera, el yeso se utiliza como sellador para fugas, así como para pegar metales sobre superficies de porcelana o vidrio, en la elaboración de polvos que se aplican en los cruces de galerías en minas de carbón para reducir explosiones y riesgos de silicosis, se requiere de yesos  $> 85\%$  de  $\text{CaSO}_2$

- **Fundición de metales**

Los moldes de yeso constituyen el punto de partida del proceso. Los metales fundidos (frecuentemente se utiliza aluminio) se introducen en los moldes de yeso, diseñados para reproducir los complicados detalles requeridos para la pieza final

En la industria de la fundición de metales se emplea una gama de calidades de yeso específicamente para las necesidades de ésta industria, son empleados para los más diversos propósitos, incluyendo el vaciado a la cera perdida o la fundición de metales preciosos (oro,

- **Industria de alimentos**

El yeso natural se utiliza como suplemento nutricional en diferentes productos alimenticios incluyendo el pan, las pastas, también interviene en los procesos de fabricación de alimentos donde sirve como aditivo a la harina en las recetas para pan, pastas etc. Así también en el tratamiento de agua, limpieza de vinos, refinación de azúcar, vegetales enlatados y alimentos para animales y es utilizado en la fabricación de cerveza para mejorar la fermentación y claridad. Se requiere yesos de alta pureza > 97% de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

### 3.2.7.1.5 Medio Ambiente

Se emplea frecuentemente en el contexto medio ambiental para el tratamiento de suelos, el tratamiento de aguas turbias o estancadas, así también para la arquitectura de paisajes.

- **Regulación Higrométrica**

Por sus excelentes cualidades higrométricas el yeso es el más eficaz y natural regulador de la humedad ambiental en los interiores de las edificaciones. Absorbe la humedad excesiva y la libera cuando hay sequedad

- **Producto Natural y Ecológico**

El yeso se obtiene a partir de mineral de sulfato de calcio dihidratado que se encuentra abundantemente en la naturaleza, no tóxico, con el medio ambiente y sus residuos son biodegradables.

### **Equilibrio de la Humedad Ambiente**

Dado que el yeso es un material poroso, puede absorber el exceso de humedad para después devolverlo al ambiente cuando éste se encuentre más seco. Al tratarse de un material aislante, evita la condensación de vapor de agua, tal como sucede en las frías paredes corrientes, lo que impedirá la formación de hongos que ennegrecen las paredes y los techos.

Generalmente se usa el yeso acartonado, el cual es un material de fácil transporte y aplicación debido a su bajo peso, y permite un acabado final con todos los materiales normalmente usados en la construcción, desde revestimientos cerámicos hasta pinturas de las más diversas características.

El yeso también es empleado en la industria de fibra de vidrio permite fabricar piezas finas y ligeras pero muy resistentes, satisfaciendo así las necesidades de diseño arquitectónico y de interiores.

Las escayolas de yeso son empleadas para trabajos decorativos, como estatuas y figuritas y toda clase de adornos

En resumen el yeso, debido a su excelente plasticidad y moldeo, posee infinidad de posibilidades en decoración. Es compatible con casi todos los elementos de decoración: papel, tapiz, madera, pintura, texturizados, etc.

La variedad de yeso alabastro se tallan y pulen con fines ornamentales esta caso es típico en la ciudades de Ayacucho, Arequipa donde se trabaja la artesanía en forma intensiva con yesos tipo alabastro y anhidrita, como se puede apreciar en las fotos 54 y 55 respectivamente. Así también los yesos naturales cristalizados como la variedad rosa del desierto, se venden como objetos decorativos a coleccionistas, debido a su exfoliación laminar y su transparencia, así como su baja conductividad térmica

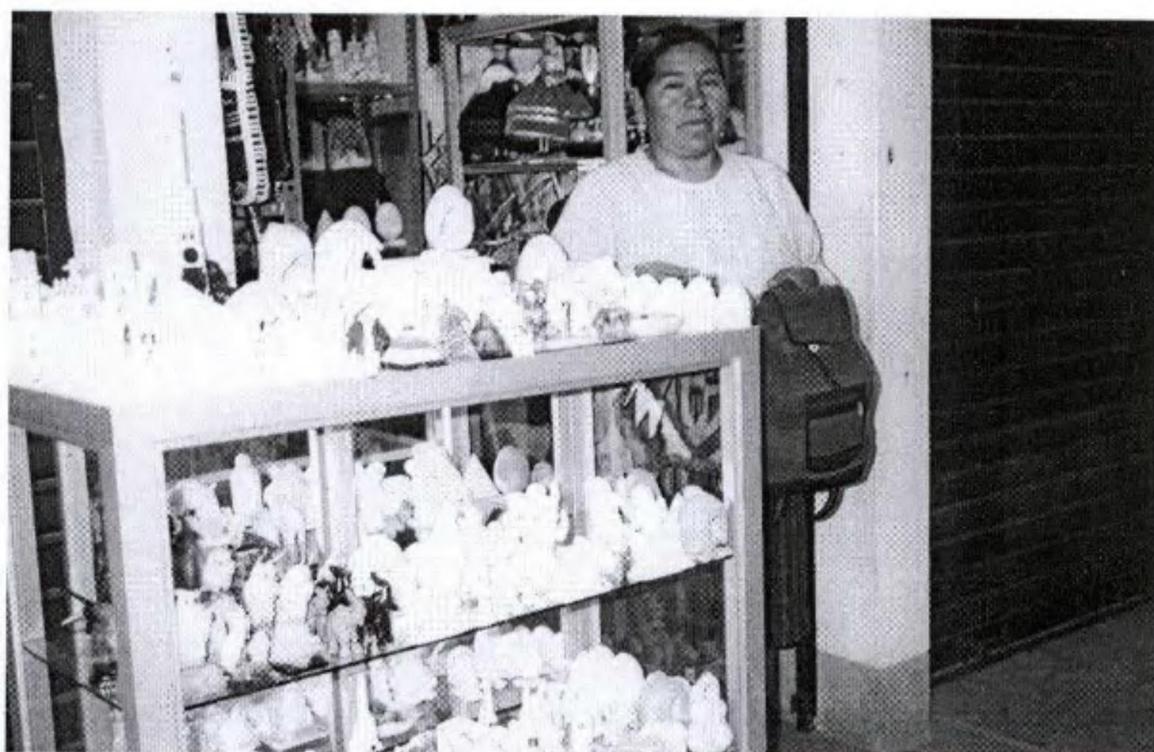


Foto 54: Diversas figuras artísticas talladas en alabastro de alto grado de pureza - Ayacucho

Especificaciones (valores guía) de yeso y anhidrita en bruto para diversas aplicaciones industriales

	Bloques de yeso para muros internos	Cartón de yeso para interior	Ligante para construcción interior
Yeso en material crudo(%)	> 85	(>70)-90	(>70), >75-85
Anhidrita en material crudo (%)	no deseado	no deseado	no deseado
CO <sub>2</sub> (%)			
Humedad (%)			
Arcilla (%)	no deseado <sup>1)</sup> ; sin arcilla expandible	no deseado <sup>1)</sup> ; sin arcilla expandible	no deseado <sup>1)</sup> ; sin arcilla expandible
Cuarzo y otros componentes insolubles (%)	a lo mejor sin cuarzo	<1 <sup>2)</sup> a lo mejor sin cuarzo	a lo mejor sin cuarzo
Carbonatos (%)	<5(<8)	tolerable en cantidades pequeñas	<5 (<10) <sup>3)</sup>
Cloruro (%)	<0.02	<0.01	<0.01(<0.02)
Na <sub>2</sub> O, soluble en agua (%)	0,06	<0,04(<0,06)	<0,06
MgO, soluble en agua (%)		<0,1 (<0,05)	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , soluble en agua (%)			
Contenido de sales eflorescentes, fácilmente solubles en agua (M.-%)	a lo mejor ninguna	no deseado	a lo mejor ninguna
Remisión (%)	~70	~70	~70
Otras especificaciones (%)	Homogeneidad del yeso crudo	Homogeneidad del yeso crudo	Homogeneidad del yeso crudo; homogeneidad granulometría deseada debe ser lograda

1) resulta en altos costos secadores 2) resulta en desgastes de la maquinaria productiva 3) en la producción de yeso existe el peligro de la formación de cal viva (CaO libre) 4) se aplica en forma primitiva o cocida

Retardador de fraguado	Yesos especiales	Moldes cerámicos	Materia de relleno <sup>4</sup>	Materia de relleno para arquitectura paisajista	Mejorador de suelos	Abozo del sulfato de amonio
>70 -(0)	> 95 (>97)	>95	>95	>50	>70	85 - 90 <sup>6)</sup>
frecuentemente >90	no deseado					
	< 1	< 3 (0)				
	< 1	< 1	< 0.5 <sup>6)</sup>		< 10	
	a lo mejor sin arcilla					
a lo mejor sin cuarzo	< 0.7	< 6.5				< 6.5
	a lo mejor sin carbonato	0				
< 0.5	< 0.01	< 0.01	< 1.8		< 1	< 0.01
no deseado	no deseado			< 1		
< 3	< 0.5	< 3.5 (<1.5)				< 1
no deseado	< 0.1	< 0.1 (< 1.0)				< 1 (< 1.5)
no deseado	a lo mejor ninguna	< 1				
	blanco puro (después de la calcinación)		blanco puro según contrato			
Se prefiere yeso y/o anhidrita en proporciones constantes	Homogeneidad del yeso crudo <sup>7)</sup>	Porosidad alta del producto	99.5 % < 0.06 mm	100 % < 2 mm, > 50 % < 0.15 mm	80 - 90 % < 0.15 mm	

<sup>6)</sup> después del calentamiento a 45° por 2 horas

<sup>7)</sup> se aplica como producto no calcinado <sup>7)</sup> para la fabricación de semihidrato alfa (yeso de moldes duros), se desea alta resistencia propia de las rocas en bruto

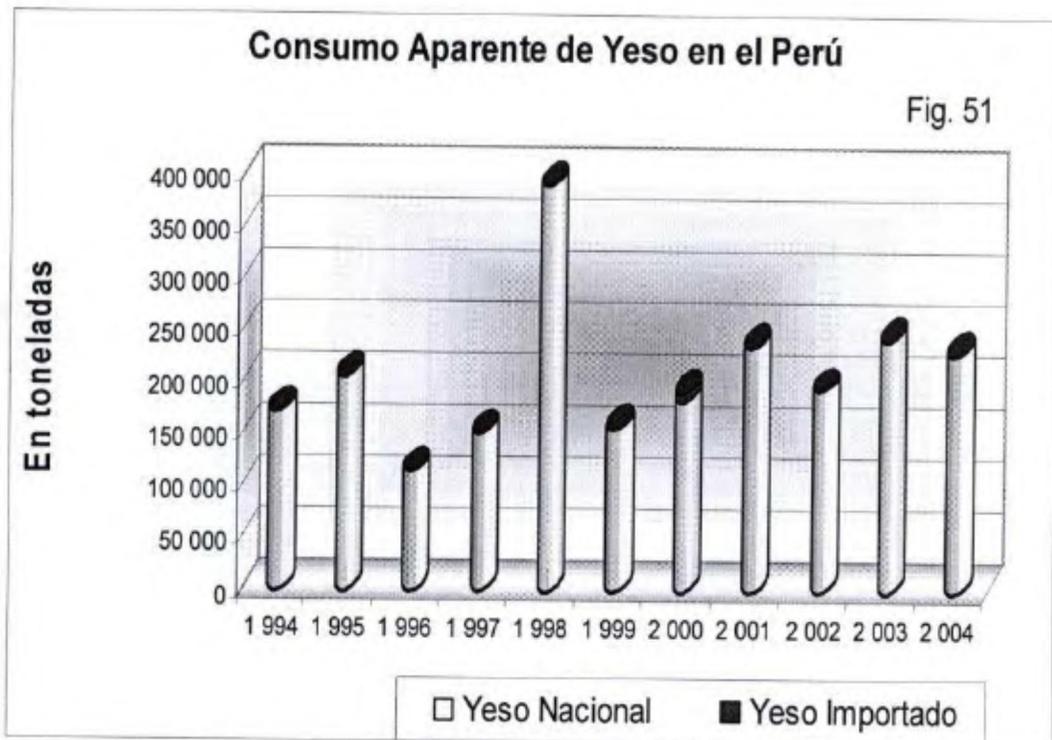
Fuente: Walter Lorenz & Gwosdz, 2004, Manual para la Evaluación geológica - técnica de recursos minerales de construcción

Consumo Aparente de Yeso en el Perú  
( En Toneladas Métricas)

Cuadro N° 52

Año	Yeso Nacional	Yeso Importado			Total
		Yeso Natural	Yeso Calcinado	Yeso Importado	
1 994	170 024	124	86	210	170 444
1 995	203 923	61	147	207	204 337
1 996	112 873	44	186	230	113 333
1 997	150 083	36	84	121	150 324
1 998	389 011	89	161	249	389 510
1 999	154 679	50	167	216	155 112
2 000	181 633	252	152	7 651	189 688
2 001	233 873	159	183	342	234 558
2 002	191 962	220	169	389	192 739
2 003	240 568	382	152	534	241 636
2 004	227 237	209	95	304	227 845

Fuente: Estimado a partir de la información de la Dirección General de Minería y Información del mercado de consumo



### 3.2.8.1 Principales Industrias Consumidoras Yeso en el Perú por Regiones

En el cuadro N° 53 y Fig. 52 podemos ver claramente como se encuentra distribuido las industrias que consumen yeso en el Perú. Lima y callao tienen el 64%, así también sobre salen las regiones que tienen fabrica de cemento como Arequipa, Junín, La Libertad, Cajamarca, Puno por contar con industrias que requiere de este insumo especialmente la industria del cemento.



### **3.2.9.3 Exportación de Yeso Calcinado Peruano por Países de Destino**

En el periodo de 1994 - 2004 las exportaciones de yeso calcinado como podemos ver en el cuadro N° 54 experimentaron un crecimiento vertiginoso representando un promedio anual de más del 100% , es decir de 5 500 Kg. Exportado en 1994 paso a 75 500 Kg. en agosto del 2004 , la misma que a diciembre del año en curso estaría superando esta cifra lo cual es muy positivo por las divisas que dichas operaciones representan. En el año 2003 como se puede observar en la Fig.53 se exportó el 99% Ecuador y el 1% a Bolivia

### **3.2.9.4 Exportación de Yeso Natural Peruano por Países de Destino**

En cuanto al yeso natural, el Perú exportó durante el periodo 1995 - 2004 a varios países del mundo, siendo su crecimiento sorprendente se 2 722 Kg. en 1995 pasa a 716 173 Kg para el año 2003 y con una apertura muy significativa al mercado colombiano se llegó la cifra de 5 783 828 Kg. en agosto del 2004, como podemos observar en el cuadro N° 55 y Fig. 54, sus principales mercados son Colombia 54.06%, Ecuador 45.28%, Chile 0.65% y Estados Unidos 0.01%

### **3.2.9.5 Importación Peruana de yesos Calcinados por Países de Origen**

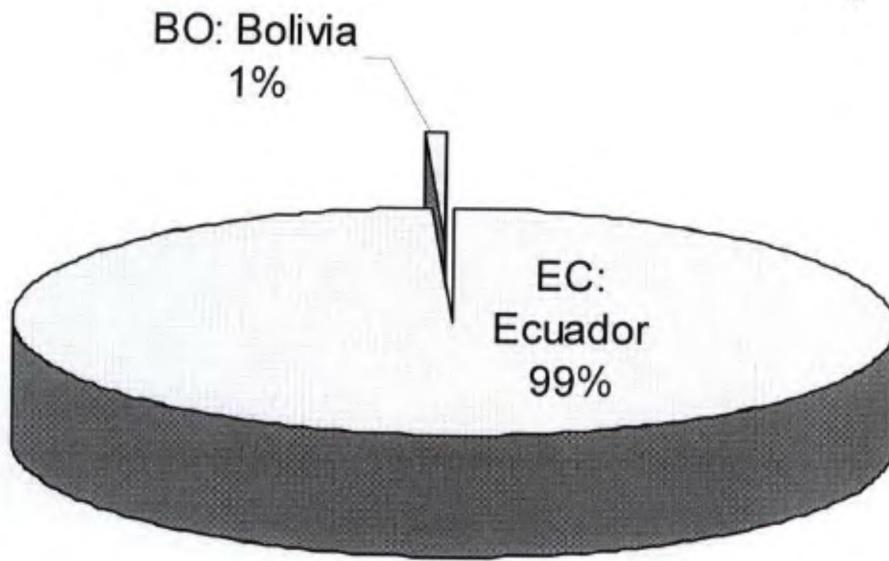
Las importaciones de yeso calcinado han crecido a una tasa promedio de 16% en los últimos 12 años (1993-2004). Es decir paso de 32 704 Kg en 1993 a 94 863 Kg en agosto 2004. Las importaciones Peruanas de yeso calcinado provienen principalmente de España 49.2%, Estados Unidos 41.2%, Francia 7.8%, Brasil 1.6% y el resto de otros países del mundo como podemos observar en el cuadro N° 56 y Fig. 55

### **3.2.9.6 Importación Peruana de Yeso Natural: Anhidrita por Países de Origen**

Las importaciones Peruanas de yeso natural o anhidrita del las realizan industrias dedicadas a la fabricación de productos muy exigentes y con características específicas y otro factor por el precio. Durante el periodo 1994 – 2004 las importaciones crecieron a un ritmo promedio anual del 6 % y en el año 2004 provinieron de: Estados Unidos 60%, Chile 24%, Brasil 9%, China, 3%, Italia 9% y México 1%, como se puede ver en el cuadro N° 57 y Fig. 56

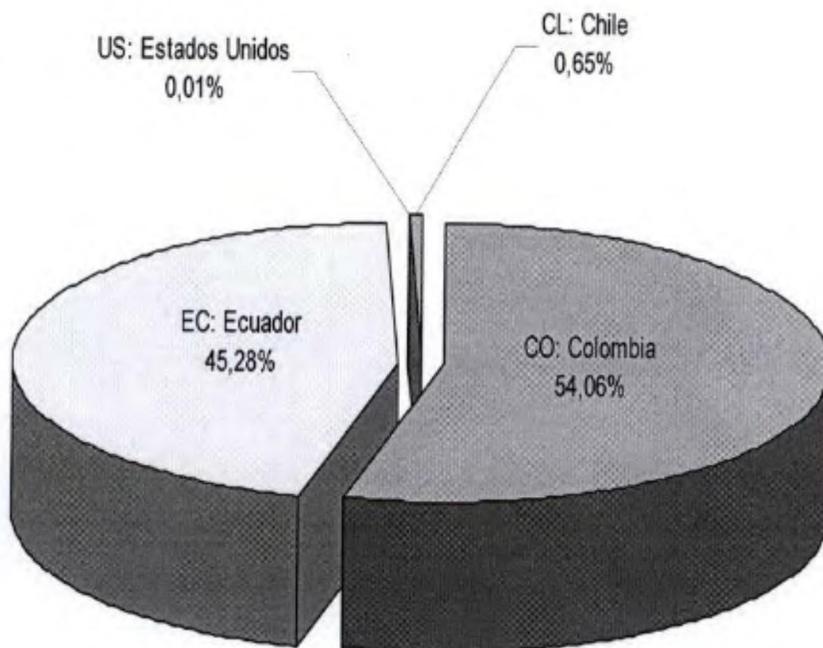
### Exportación de Yeso Calcinado por Países de Destino Año 2003

Fig. 53



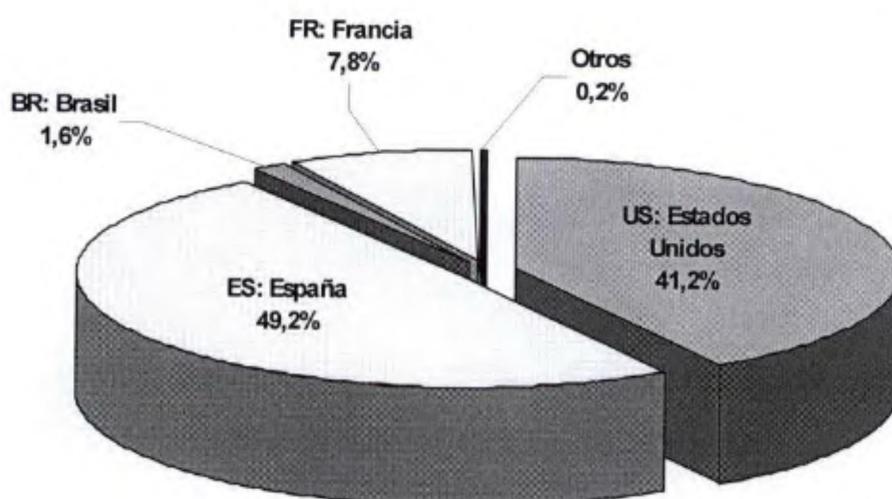
### Exportación de Yeso Natural por Países de Destino Año 2004

Fig. 54



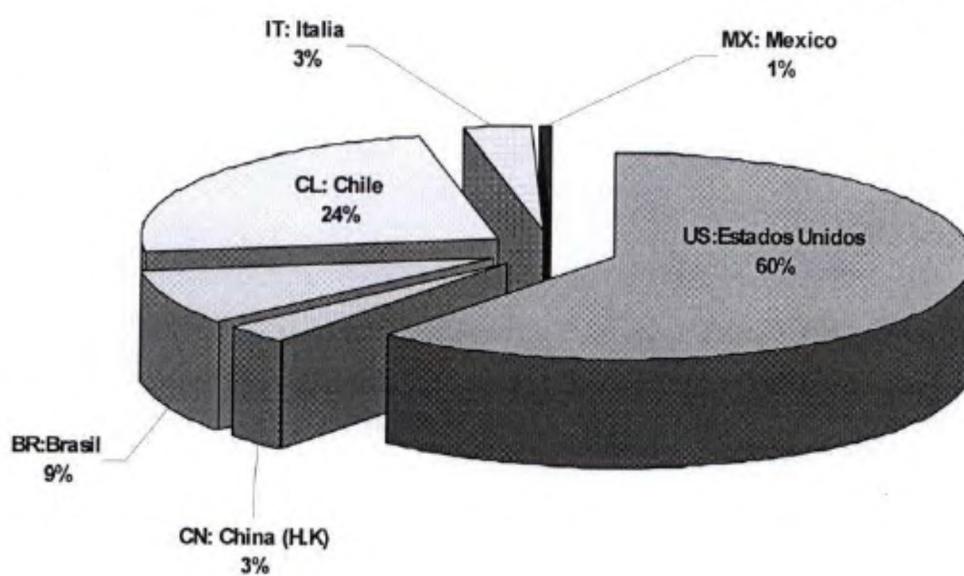
### Importación de yeso Calcinado por Países de Origen Año 2004

Fig. 55



### Importación de Yeso Natural por Países de Origen Año 2004

Fig. 56



- 47 Fiberglass System Soicedad Anonima
- 48 Fulton S.A.
- 49 Fung Lopez Jorge Alberto
- 50 Garcia Arzubialde Carlos Nacko
- 51 Garcia De Gutierrez Consuelo Margarita
- 52 Garcia Roca Jose Rolando
- 53 Gemas Minerales Srl
- 54 Gemas Y Minerales Del Perú Sociedad Anonima Cerrada
- 55 Germany Trading S.A.
- 56 Granilla De Vasquez Clotilde
- 57 Gutierrez Divizia Elsa
- 58 Gutierrez Divizia Florencio
- 59 Gutierrez Divizia Francisco Nicolas
- 60 Gutierrez Divizia Raul Ernesto
- 61 Gutierrez Ramirez Boris Pavel
- 62 Hermosilla Falcon Hector
- 63 Hidrostal S A
- 64 Hilario Guzman Javier Martin
- 65 Honores Santillan Luis Antonio
- 66 Huarcaya Huaraca Manuel
- 67 I.C.Trading S.A.C.
- 68 Importacion Y Exportacion Kragix Srltda
- 69 Inmobiliaria Sta. Lucia S A
- 70 Interdin S A
- 71 Interlook Perúana S.A.C.
- 72 Intern Al Lapid Indus Miner Of Perú S.A.
- 73 Jara Oro Eli Yanes
- 74 Jaramillo Aira Enma Maria
- 75 Jimenez Caceres Elisa Katty
- 76 Joyeros Huancayo S A
- 77 Kenec Peruvian Handcrafts Eirl
- 78 King Service S.A.
- 79 Kondur S.A.C.
- 80 L & E Import-Export Co.Sa.
- 81 Latin Trading Srltda.
- 82 Lazo Cardenas William Max
- 83 Lopez Climache Fredy Raul
- 84 Lostaunau Andrade Rosa Julia
- 85 Loyola Irribarren Susy Mileka
- 86 Lozada Tamayo Elias
- 87 Magma Minerals International S R Ltda
- 88 Mancora Export & Import E.I.R.L.
- 89 Manos Y Disenos S.R.Ltda.
- 90 Marotazo Espinoza Abraham Carlos
- 91 Minera Juan Paulo I S.A.C.
- 92 Minera Piura S R Ltda
- 93 Mineralien Export Srl
- 94 Minerarias Sr Ltda
- 95 Mining Center Eirl
- 96 Murphy Perú Oil Co. Sucursal del Perú

- 147 Vasquez Cardenas Julio Gerardo
- 148 Vasquez Vasquez Eugenio
- 149 Vera Vasquez Julio Eduardo
- 150 Vie Perú S.A.
- 151 Yeso Ceramico S.A.

Fuente: Dirección General de Aduanas del Perú ADUANET (1993-2004)

### 3.2.9.8 Principales Importadores de yeso Calcinado y Natural en el Perú

#### Principales Importadores de Calcinado y Natural en el Perú

- 1 A. Tarrillo Barba S.A.
- 2 Acosta Stock E.I.R.L.
- 3 Alianza Metalurgica S.A.
- 4 Arin S A
- 5 De Oro Sa
- 6 Designs Quality Exports Sac
- 7 Hulitex Eirl
- 8 Insumos De Calzados Gracimar E.I.R.L.
- 9 Mendoza Cocha Abel Wilder
- 10 N.G. Henry E.I.R.L.
- 11 New Fashion Perú S.A
- 12 Occidental Petrolera D Perú Inc Suc Perú
- 13 Omega Perú Sa
- 14 Puican Perez Marco Antonio
- 15 Razon\_Soci
- 16 S B Trading S R L
- 17 Union De Cer Per Backus Y Johnston S.A.A
- 18 Unique S.A.

Fuente: Dirección General de Aduanas del Perú ADUANET (1993-2004)

### 3.2.10 Precios

En general el precio del yeso se determina por la calidad del producto, es decir, a mayor pureza mayor precio. Así también las diferentes marcas comerciales reflejan el grado de pureza de los productos que venden, lo cual estriba la diferencia de precios entre una marca y otra, lo mismo variarían de acuerdo al país de donde provienen

El yeso es un producto de bajo costo y de amplia disponibilidad en el país, por lo que se mueve en mercados regionales lo cual también provoca que el precio varíe de región a región y de productor a productor.

Actualmente no se cuenta con información escrita sobre precios de estos materiales en planta, pero de acuerdo a las investigaciones realizadas en las zonas de producción como Huancavelica, Junín, Ayacucho a nivel de pequeños mineros y artesanos, se estima que el precio promedio de una tonelada de yeso en mina es alrededor de los S/. 30.00 nuevos, equivalente a US\$ 8.57 por

### 3.2.11 Balanza Comercial Peruana de Yeso

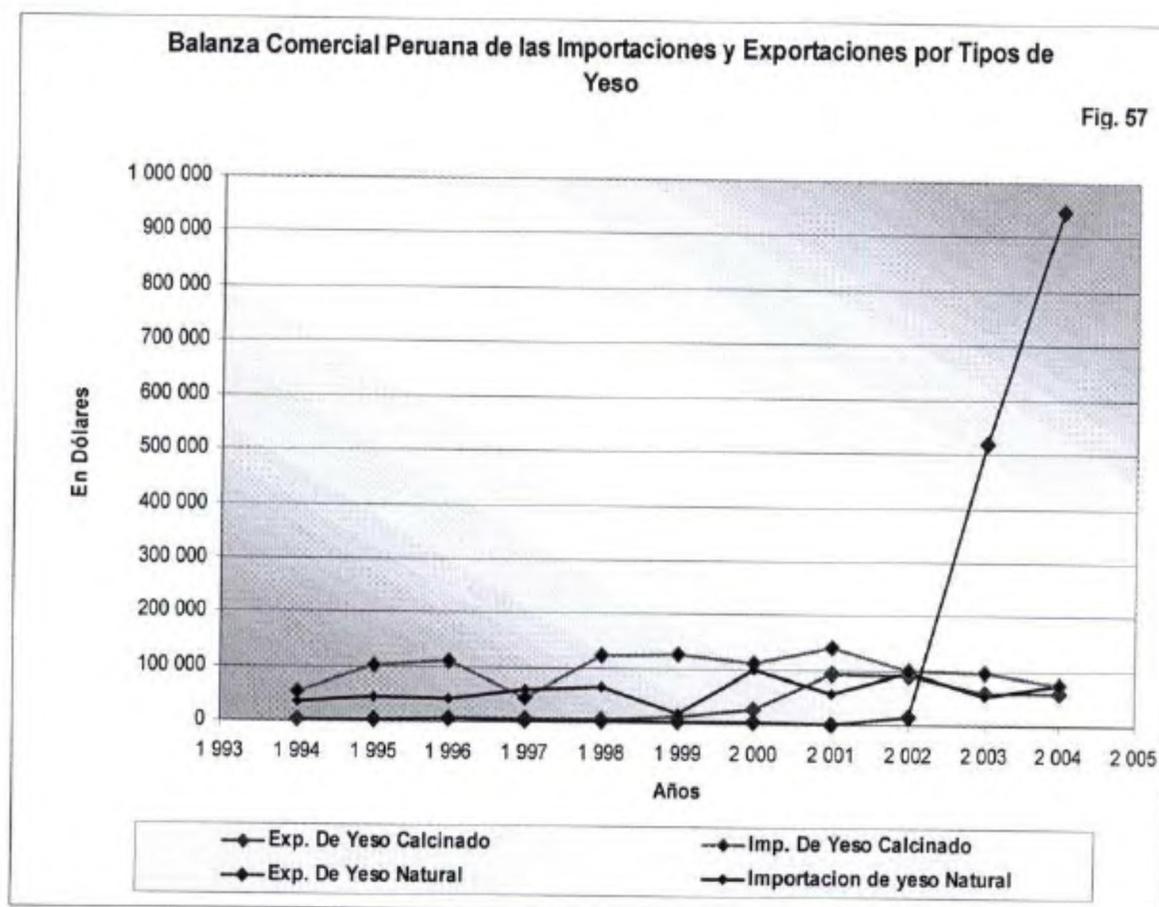
La balanza comercial del yeso Peruano durante el Periodo 1994 - 2004 mantiene un saldo negativo hasta el 2002. A partir del 2003 esta balanza cambia positivamente gracias al incremento vertiginoso de las exportaciones de yeso natural o anhidrita que fue requerido por países vecinos como Ecuador, Bolivia y Colombia, el saldo de la balanza comercial del yeso se ubicó en US\$ 857 078 a agosto del 2004. La tendencia decreciente se observar en el cuadro N° 60 y Fig. 57 que muestran claramente este auge. En cuanto a las importaciones de yeso tanto calcinado como natural en los últimos años, se nota una ligera tendencia a disminuir el volumen de importación

**Balanza Comercial Peruana de las Importaciones y Exportaciones por Tipos de Yeso**  
(Valor en Dólares)

Cuadro N° 60

Año	Exp. De Yeso Calcinado	Imp. De Yeso Calcinado	Exp. De Yeso Natural	Importacion de yeso Natural	SBC
1 994	3 410	53 036		35 922	-85 548
1 995	3 185	102 887	1 935	46 043	-143 810
1 996	5 671	109 702	4 649	40 725	-140 107
1 997	5 071	44 287	3 606	59 863	-95 474
1 998	6 446	122 238	3 363	64 908	-177 337
1 999	11 878	127 471	3 692	17 230	-129 130
2 000	28 267	110 181	3 838	99 229	-177 305
2 001	93 229	139 652	900	58 429	-103 951
2 002	90 800	98 082	13 732	96 833	-90 384
2 003	60 490	97 184	518 710	52 973	429 044
2 004	61 000	75 443	946 981	75 460	857 078

Fuente: Elaborado a partir de reporte de INETyP - Oficina de Estadística de ADUANET-PERÚ



## Capítulo IV

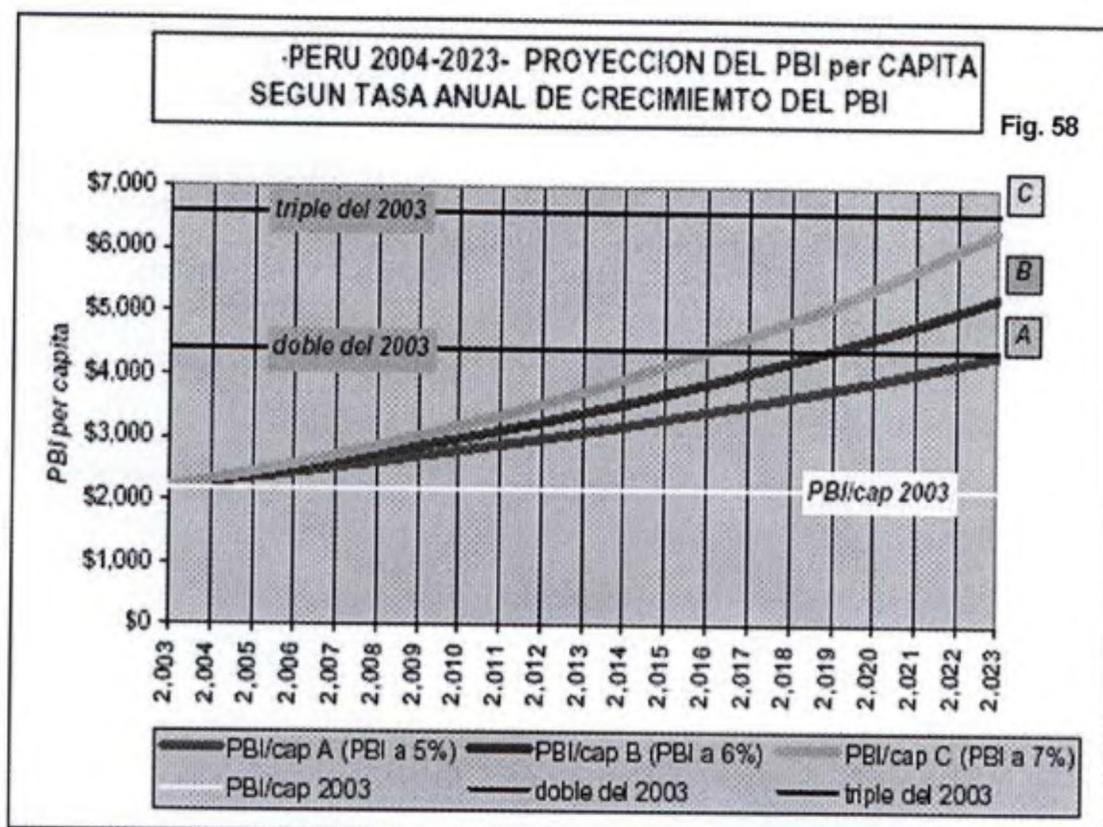
### Perspectivas Industriales para el Desarrollo de las Sustancias No Metálicas Calizas, Sílices y Yesos

#### 4.1 Tendencias del Mercado Mundial

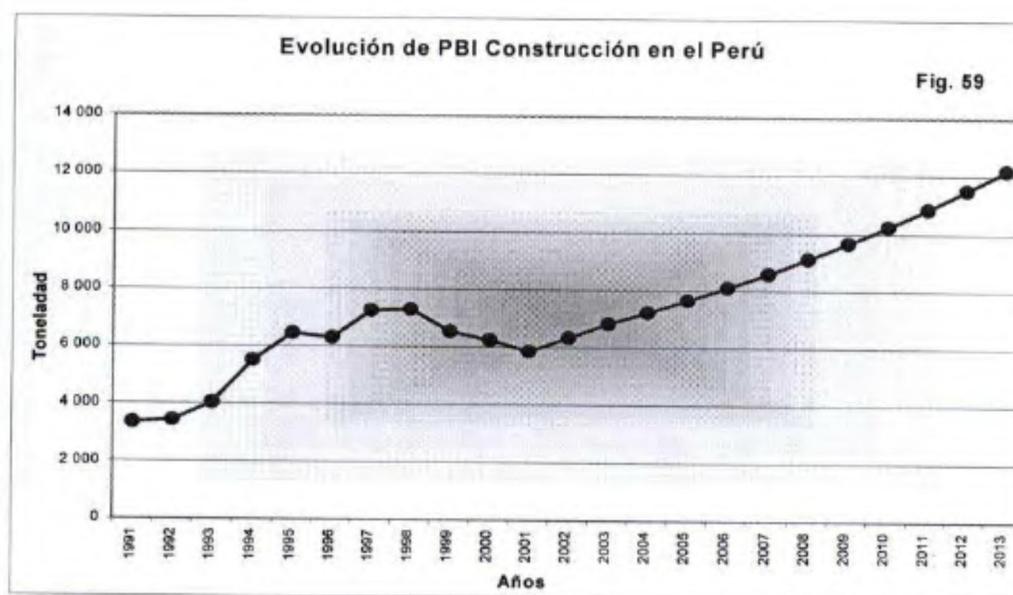
La producción de minerales industriales, entre ellos las calizas, sílices y yesos, vienen experimentado un crecimiento continuo y progresivo en todo el mundo, en especial en la última década, y en relación con el impresionante desarrollo económico experimentado por la mayoría de los países desarrollados y la imparable globalización de los mercados.

Sabemos que la industria de la construcción es el principal mercado de consumo de las calizas, sílice y yesos, debido a ello se debe tener presente su tendencia:

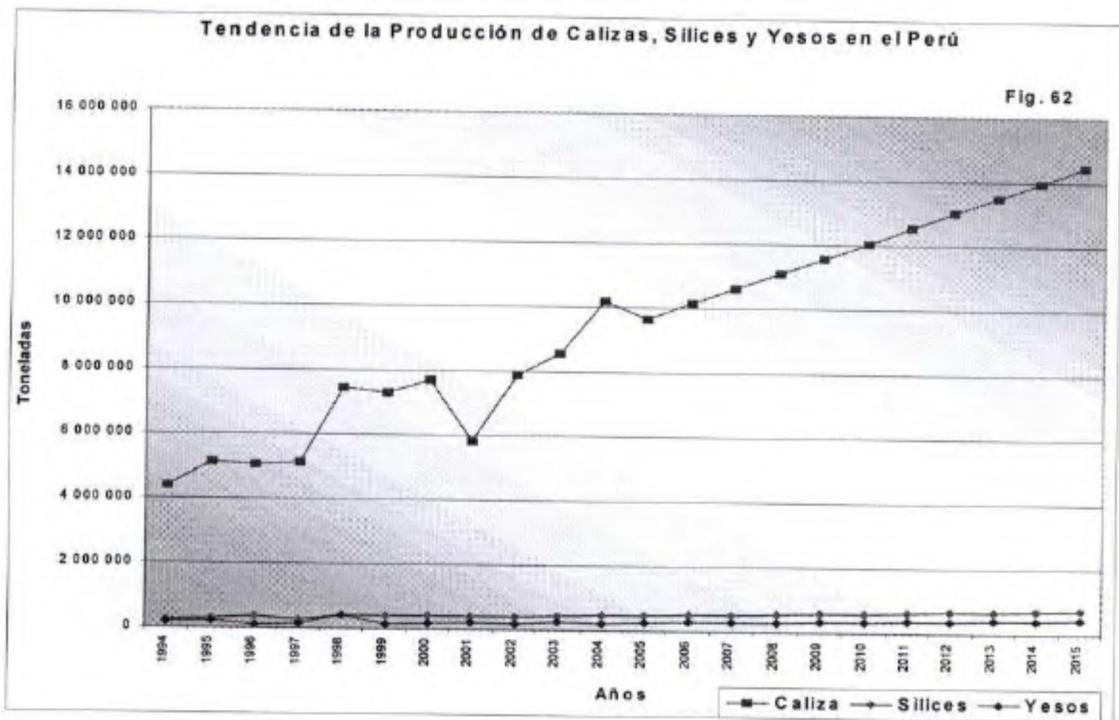
- La industria de la construcción sigue teniendo un impacto muy importante en la economía mundial.
- Se estima que el valor de la construcción en el mundo representa en promedio entre 10 y 12% del PIB Mundial. La mitad equivale a materiales para la construcción y la otra parte corresponde a su valor agregado.
- Esta industria de la construcción genera un **efecto multiplicador** en otras industrias
- La ampliación, reparación y mantenimiento de construcciones crece con rapidez en el mundo.
- Existe una creciente preocupación por el medio ambiente, esto permitirá en el futuro una mayor demanda de calces, yesos y sílice que son usados para la eliminación de contaminantes en los procesos de construcción y fabricación de materiales.
- Por otro lado, se han descubierto nuevas tecnologías en las que los minerales empleados para cargas industriales, pasan progresivamente de sustitutos baratos a componentes imprescindibles. Así, en el caso de la fabricación de **plásticos**, productos como el **carbonato cálcico, la sílice y yeso**, producen mejoras importantes en el producto final (en relación, por ejemplo con la conductividad eléctrica, la resistencia a la flexión, la resistencia térmica, etc.) y hoy en día el plástico está sustituyendo con ventajas al vidrio y al acero.
- Además las especificaciones son cada vez más estrictas, así como la rapidez y el automatismo de la producción implican la necesidad de **materias primas de mayor calidad y homogeneidad**. Ejemplos del aumento de las exigencias son industrias consumidoras como las del papel, la cerámica, y la producción de plásticos
- Existe la preocupación de los productores por aumentar el valor añadido de sus productos, dada las continuas exigencias de mejora de las industrias consumidoras, ha generado un enorme interés por desarrollar nuevas técnicas de tratamiento de los minerales para mejorar sus propiedades. Se está pasando progresivamente de una preocupación por la cantidad a una por la calidad.
- Otro hecho importante es la combinación de las diferencias en el crecimiento de las economías en el mundo. China va creciendo continuamente frente a mercados planos en Europa, EEUU y Japón. Así como la evidencia de que los países en desarrollo serán los futuros centros de consumo, además en los



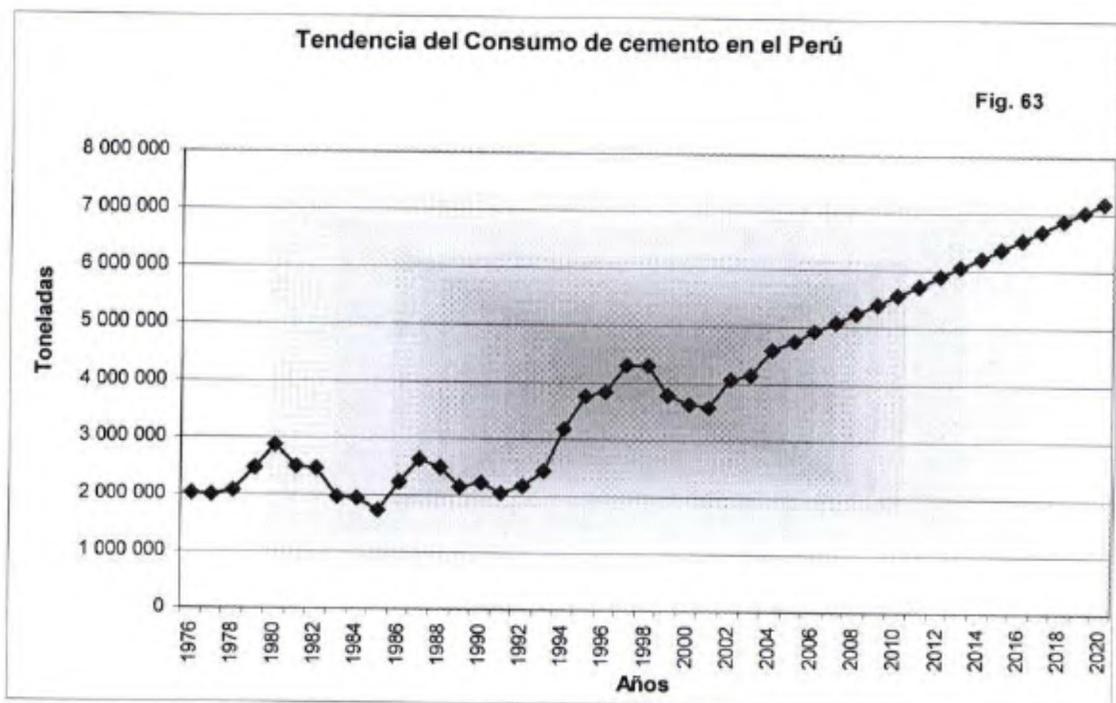
La Industria de la Construcción y su crecimiento en el Perú, está íntimamente relacionada con el escenario económico social, múltiple y cambiante durante las últimas décadas, sin embargo a partir del año 2000, esta actividad se mantiene con una tendencia creciente destacándose entre las más dinámicas de la región Sur Americana. Las estimaciones indican que el PBI construcción, mantendrá esta tendencia como podemos apreciar en el Fig. 59.



En cuanto a las calizas, sílice y yeso, comprenden recursos relativamente abundantes en el país, de razonables perspectivas geológicas que se explotan en volúmenes de producción de grande, mediana, pequeña escala y artesanal; se explotan en varias regiones, cuyo volumen de producción tiene una tendencia a incrementarse en el futuro. Las calizas de acuerdo a las expectativas, son las que experimentarán un mayor crecimiento, mientras que las sílice y yesos, su crecimiento será moderado, como se puede apreciar en la Fig. 62.



Es también un indicador importante, la tendencia del consumo de cemento en el Perú, como se puede ver en la Fig. 63, su tendencia es ascendente, por lo que se prevé una mayor demanda de materias primas no metálicas, como son la caliza, sílice y yeso, principales componentes del cemento.



En la Fig. 66 se observa la evolución y tendencia de las exportaciones e importaciones de arenas silíceas en el Perú, siendo importante esta tendencia por el incremento que representan, especialmente se espera que las exportaciones alcancen cifras alentadoras en el futuro, además es importante tener en cuenta que se puede pensar en sustituir importaciones.



Fuente: Elaborado a partir de la información de ADUANET 2004

En la Fig. 67, tenemos las importaciones con una tendencia moderada de incremento por tratarse de cuarzos especiales que algunas industrias requieren, mientras que las exportaciones apuntan a incrementarse en los próximos años de manera expectante.

En la Fig. 69, se puede apreciar la evolución y tendencia de las importaciones y exportaciones de yeso calcinado en el Perú, en cuanto a las importaciones, refleja una tendencia estacionaria en los próximos años, mientras que las exportaciones se incrementarán vertiginosamente en el futuro.



Fuente: Elaboración con información de ADUANET - Perú

Otro indicador de importancia que tiene relación con el aumento del consumo de productos de calizas, sílice y yesos, es el actual uso de la capacidad instalada de las industrias, que directa o indirectamente consumen estos productos, como cal, carbonatos de calcio, sílices, arenas síliceas, cuarzos, cuarcitas, yesos naturales y calcinados.

En el cuadro N° 61, se presenta la capacidad utilizada durante los últimos 5 años de las principales industrias manufactureras que emplean productos de calizas, sílices y yesos; como podemos apreciar en el cuadro, ninguna de ellas ha ocupado el 100% de su capacidad instalada, siendo la capacidad ociosa entre un 30% y 70%, por tanto hay una capacidad ociosa por utilizar, la que podría generar una mayor utilización de las materias primas y productos de las calizas, sílices y yesos en el futuro.

país, siendo las más representativas Cusco 20%, Junín 16%, Ayacucho 14%; y 96 canteras de sílice en 13 regiones, siendo las más representativas: Tacna 32%, Junín 23%, Cajamarca 11% y Moquegua 9%, presentando muy interesantes perspectivas para la explotación minera que permitirá la implementación de proyectos mineros industriales.

- De acuerdo con las estimaciones efectuadas, se prevé que el consumo de cemento para la presente década 2004 – 2013, se incrementará en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo Territorial. Si tenemos en cuenta las inversiones en infraestructura urbana para 29 ciudades principales y 104 ciudades intermedias y conglomerados urbano-rurales, que necesitarán de este recurso, lo mismo si se tiene en cuenta otras inversiones que considera este plan, tales como:

La existencia en todo el Perú de proyectos a ejecutarse a corto plazo, mineros, petroleros, gasíferos, energéticos, agroindustriales, manufactureros, obras de infraestructuras, carreteras, puentes, puertos, aeropuertos.

Se pueden citar:

Fosfatos de Bayóvar, Proyecto Cuprífero Las Bambas  
 Refinería la Pampilla (Relapasa )  
 Primer Grupo de Aeropuertos, a nivel país  
 Puerto el Callao: Terminal de Contenedores del Puerto Callao (Zona Sur)  
 Empresa Azucarera Casa Grande  
 Trasvase de Aguas para el Proyecto Olmos  
 Instalación de los Ductos Regionales y Distritales del Gas de Camisea en cada una de las regiones favorecidas  
 Instalación Fase del Gas de Camisea en Lima  
 El corredor Bioceánico Nor Oriental  
 Corredor Bioceánico Central  
 Corredor Bioceánico Sur  
 Corredor Vial Perú – Brasil  
 Eje Agroindustrial Costa Norte  
 Eje Agroindustrial Costa Sur  
 Eje sierra Verde Norte  
 Eje sierra Verde Centro Sur  
 Eje de Desarrollo alternativo Selva Alta  
 Circuito Sur Altiplanico  
 Circuito Fluvial Amazónico  
 Eje Pesquero Mar Territorial  
 Circuito turístico Norte  
 Concesión del corredor vial Perú-Brasil, se otorgaría en mayo  
 Otros

- El futuro predecible presupone un crecimiento de la construcción a un ritmo promedio anual del 6%; no obstante, para que el desarrollo de la actividad constructiva a mediano plazo pueda mantener unas expectativas razonables, deben cumplirse algunas de las siguientes condiciones de ámbito general: Reducción efectiva del precio del dinero, aumento de la inversión privada acorde con la mejora de la economía del país, mantenimiento de un volumen elevado y constante de la inversión pública y definición de nuevas fórmulas de financiación para favorecer la participación de la empresa privada en la construcción de infraestructuras, y de ámbito particular: implantación definitiva del Plan Director de Infraestructuras y la continuidad en la política de fomento de vivienda y de rehabilitación, entre otras.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los resultados del presente estudio, es el producto del análisis y evaluación de la información encontrada disponible en las fuentes Oficiales del Estado así como en entidades privadas, sin embargo ésta no es completa, debido a la falta de información detallada y muy dispersa (metálica y no metálica) como consecuencias de políticas de información implantadas en la década pasada y que aún persiste, siendo urgente tomar en cuenta este hecho, para que en la base de datos de las fuentes oficiales del Ministerio de Energía y Minas, se incluya la información detallada por sustancias de manera que facilite las investigaciones que promocionen cada uno de los minerales industriales del Perú.
2. La economía peruana, se encuentra inmersa en un creciente proceso de internacionalización que ha marcado la evolución de la actividad económica en los últimos 10 años, siendo este proceso de globalización medido a través de los flujos comerciales y de producción, en la que están inmersas las materias primas calcáreas, sílices y yesos, cuyos principales productores mundiales son China en calizas y sílices y Estados Unidos de Norte América en yeso .
3. De acuerdo a la información consultada, se han registrado a nivel nacional 298 ocurrencias de calizas, 96 ocurrencias de materiales silíceos y 229 de ocurrencias de yesos, de los cuales solo una parte se encuentran en producción, siendo su nivel de gran volumen (para cemento), medianos, pequeños y artesanos, estos últimos generalmente desconocen las especificaciones técnicas de estos recursos, que unida a las dificultades operativas; no garantizan la calidad de los materiales que se ofertan para los diversos usos, especialmente en la industria manufacturera
4. El consumo de estos recursos es mayormente interno a diferencia de los minerales metálicos que son para la exportación, convirtiéndose por tanto en indicadores, que se deben tener presente para promover, estudios geológicos que determinen con precisión zonas atractivas para las inversiones privadas de manera tal que coadyuve al desarrollo económico social de las regiones del Perú.
5. Las regiones con mayor actividad de explotación y consumo de estas sustancias son en primer lugar aquellas que cuentan con una fábrica de cemento y las más industrializadas como son las regiones de Lima, Arequipa, La Libertad, Junín, Puno, San Martín
6. Las múltiples utilidades, que hoy día poseen los recursos de caliza , sílice y yeso se han convertido en materiales indispensables en nuestra sociedad por su fuerte incidencia en los principales sub sectores de la economía peruana
7. El mayor aprovechamiento de estas materiales calcáreos son para la industria cementera, la fabricación de cal. y el carbonato de calcio, en el caso de los materiales silíceos es para las industrias del cemento, vidrio, abrasivos, fundición, otras y en cuanto al yeso se aprovecha mayormente como material calcinado utilizado en la industria de la construcción, artesanías, cerámicas y otros.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBERCA CEVALLOS, ALEJANDRO, (1981), Yeso y otros – Chilca, en Samamé Boggio, Mario. El Perú Minero. Lima: Editora Perú, tomo 4, vol. 3, pp. 1444-1466
- ANDREWS, P.R.A. , (1987) - Canadian silica resources: a study of the processing of selected Quebec silica samples for glass and foundry sand, en CIM Bulletin. vol. 80, n. 900, pp. 25-31
- ARANDA VERCELLI, ALFONSO, (1980) Estudio básico para la instalación de una fábrica de cemento en la Región Nor-Oriental del Perú. Lima: INGEMMET, 34 p. map.
- ASOCIACION DE EXPORTADORES, (1995), Listados de Oferta Exportable de Sustancias No Metálicas, 19 pag. Lima – Perú
- BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERU e INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, (2002) Contribución del PIB minero en la economía nacional (como porcentaje del PIB total) 23pag. Lima Perú
- BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERU, (2003) - Cuentas Nacionales del Perú, Base de Datos CD ROM
- CALDAS, J., et al. (1980) - Geología de los cuadrángulos de Bayovar, Sechura, La Redonda, Pta. La Negra, Lobos de Tierra, Las Salinas y Morrope. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 32, 92 pag.
- CARR, DONALD D. (1994) - Industrial Minerals and Rocks, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc Colorado – USA, 6<sup>th</sup>. Edición, pag. 1196
- DÍAZ, A. (2003) - Rocas Ornamentales en el Perú: Mercados y Perspectivas, INGEMMET, Boletín N° 13 Serie B: Geología Económica, 257 pag.
- DÍAZ, A. (2004) Minerales No Metálicos Para La Industria y de la Construcción Mercados y Perspectivas (inédito)
- DÍAZ, A. & FIEDERLING, H. (1993) – El mercado de las materias primas no metálicas en el Perú. Diagnóstico para las regiones de Arequipa, La Libertad y síntesis del avance de la región Lima-Callao. INGEMMET, Boletín, Serie D: Estudios Regionales, 15, 156 pag.
- DÍAZ, A.; CASTRO R.; CARPIO M. (1995) - Diagnóstico de Mercado de la Minería e Industria No Metálica de la Región Lima – Callao
- DÍAZ, A.; CASTRO, R. & CARPIO, M. (1995) – Diagnóstico de mercado de la minería e industria no metálica de la región Lima-Callao. INGEMMET, Boletín, Serie D: Estudios Regionales, 16, 64 pag.
- DÍAZ, A.; FIEDERLING-KAPTEINAT, H. (1992) - El Mercado de las Materias Primas No Metálicas en el Perú: Diagnósticos para las Regiones de Arequipa y la Libertad
- DIRECCIÓN REGIONAL DE INDUSTRIA Y TURISMO - HUANCVELICA, (2003) Anuario Estadístico Industrial N° 2 , Huancavelica 46 pag.

- LOMBARDERO, M. ; QUEREDA, J. M. (1992) - La piedra natural para la construcción, en Recursos Minerales de España (J. García y J. Martínez ; coordinadores). Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- LÓPEZ, J.C. et al. (1996) - Geología del cuadrángulo de Huanta. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 72, 205 pag.
- LÓPEZ, JIMENO CARLOS (1994) Manual de Áridos Entorno Gráfico - Madrid
- LORENZ, WALTER & GWOSDZ, WERNER (2004) - Manual para la evaluación geológico técnico de recursos minerales de construcción (CD) BGR - Hannover
- MAROCCO, R. (1975) - Geología de los cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas. Inst. Geol. Min., Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 27, 51 pag.
- MARTINES M. (1990) - Problemática de los Estudios de Mercado "Instituto De Industrias de Valencia" España
- MÉGARD, F. (1968) - Geología del cuadrángulo de Huancayo. Serv. Geol. Min., Boletín 18, 123 pag.
- MÉGARD, F., et al. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Tarma, La Oroya y Yauyos. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 69, 293 pag.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (1999) – Atlas minería y energía en el Perú 1999. MEM, Lima, 111 pag.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (2000) – Atlas de la pequeña minería en el Perú 2000. MEM, Dirección General de Minería, Lima, 88 pag.
- MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, (2000), (, Perú (1994 – 2000) – Declaraciones Anuales Consolidadas
- MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, Perú (2001) - Estadísticas de Producción (1991 – 2001)
- DIRECCIÓN REGIONAL DE INDUSTRIA Y TURISMO - AYACUCHO, (2002) , Estadísticas Industriales por principales CIIU
- ASOCIACIÓN DE ARTESANOS
- MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, Perú (2001) Atlas de Minería en el Perú
- MINISTERIO DE INDUSTRIA COMERCIO TURISMO E INTEGRACIÓN, (1995), Listado CIIU Estadísticas Manufactureras (1990 – 1995) Lima
- MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y NEGOCIACIONES INTERNACIONALES, (2001) Dirección General de Estadística e Informática Estadísticas Industriales, Lima - Perú
- MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA (MINER) - Estadística Minera de España, 1974-1998. Madrid: Ministerio de Industria y Energía.
- MONGE, R. & ZEDANO, J. (1996) - Geología del cuadrángulo de Limbani. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 84, 181 pag.
- MORCHE, W. & LARICO, W. (1996) - Geología del cuadrángulo de Huancavelica. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 73, 172 pag.

VARGAS, L.(1970) - Geología del cuadrángulo de Arequipa. Serv. Geol. Min, Boletín 24, 64 pag.

WILSON, J.J. & GARCÍA, W. (1962) - Geología de los cuadrángulos de Pachía y Palca. Com. Carta Geol. Nac., Boletín, 4, 81 pag.

<http://www.google.com>

<http://www.astromia.com/tierraluna/propmineral.htm>

[www.pdv.com/lexico/museo/rocas/cglosario](http://www.pdv.com/lexico/museo/rocas/cglosario)

[www.bibliopolis.org/editorial/bibliofen/qigantes\\_caliza.htm](http://www.bibliopolis.org/editorial/bibliofen/qigantes_caliza.htm)

[www.segemar.gov.es](http://www.segemar.gov.es)

[www.economia.gob.mx](http://www.economia.gob.mx)

[www.bisan\\_yeso.com](http://www.bisan_yeso.com)

[www.uam.es/cultura/museos/mineralogía](http://www.uam.es/cultura/museos/mineralogía)

[www.windows.ucar.edu/tour/link](http://www.windows.ucar.edu/tour/link)

[www.silice-biz/ 37k](http://www.silice-biz/)

[www.iqe.es/html/pro](http://www.iqe.es/html/pro)

[http://www.iied.org/mmsd/mmsd\\_pdfs/125\\_sandoval.pdf](http://www.iied.org/mmsd/mmsd_pdfs/125_sandoval.pdf)

<http://www.google.com.pe/search?hl=es&q=perspectivas+del+consumo+de+calles+y+carbonatos+de+calcio&spell=1>

<http://www.google.com.pe/search?hl=es&q=perspectivas+del+consumo+de+calles+y+carbonatos+de+calcio&spell=1>

<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/>

<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/>

**ANEXO N° 2**  
**Areas Potenciales de Caliza**

N°	Unidad/Paraje	REGION	Sustancia	Zona	Hoja Topográfica	Referencia
1	Margen Isquierdo de Rio Cenepa (CN Uchi Numpatkaim)	Amazonas	Caliza	17	8-g	Boletin N° 135
2	Qda. Salazar y Capitan Ponce (CN Uchi Numpatkaim)	Amazonas	Caliza	17	8-g	Boletin N° 135
3	Rio Cenepa (Pasando la CN Uchi) - Frontera Ecuad	Amazonas	Caliza	17	8-g	Boletin N° 135
4	Area de Uracusa	Amazonas	Caliza	17	10-g	Boletin N° 117
5	Área de Chadín	Amazonas	Caliza	17	13-g	Boletín N° 56
6	Área de Luya	Amazonas	Caliza	17	13-g	Boletín N° 56
7	Carretera Ayacucho (al costado)	Ayacucho	Caliza	18	27-ñ	Boletin N° 61
8	C° Jallocollo (Tambo de Aji)	Arequipa	Caliza	19	33-t	Boletin N° 23
9	Querulpa	Arequipa	Caliza	18	33-r	Boletin N° 20
10	Valle de Cotahuasi	Arequipa	Caliza	18	31-q	Boletin N° 50
11	C° Andenes, C° Mendoza	Arequipa	Caliza	18	31-o	Boletin N° 34
12	Quebrada Ojule	Arequipa	Caliza	18	33-s	Boletin N° 24
13	Sector Moro y Casma	Ancash	Caliza	17	19-g	Boletin N° 59
14	Depositos de SIDER	Ancash	Caliza	17	19-g	Boletin N° 59
15	Denuncio Cuculí	Cajamarca	Caliza	17	15-d	Boletin N° 38
16	Denuncio Cerro Azul	Cajamarca	Caliza	17	15-d	Boletin N° 38
17	Denuncio Sartur	Cajamarca	Caliza	17	15-d	Boletin N° 38
18	Denuncio Zaña	Cajamarca	Caliza	17	15-d	Boletin N° 38
19	Denuncio Corbacho	Cajamarca	Caliza	17	15-d	Boletin N° 38
20	Denuncio Lacramarca	Cajamarca	Caliza	17	15-d	Boletin N° 38
21	Denuncio Tembladera (Cementos pacasmayo)	Cajamarca	Caliza	17	15-d	Boletin N° 38
22	Alrededores de Patabamba, Pampa de Anta	Cusco	Caliza	19	27-r	Boletin N° 66
23	Laguna Arín	Huanuco	Caliza	18	19-j	Boletin N° 67
24	C° Misión Jirca	Huanuco	Caliza	18	19-j	Boletin N° 67
25	C° Chica playa-Tongush	Huanuco	Caliza	18	19-j	Boletin N° 67
26	Quellkay - Puente Copuna	Huanuco	Caliza	18	19-j	Boletin N° 67
27	Huancayo	Junin	Caliza	18	25-m	Boletin N° 18
28	Condorcocha	Junin	Caliza	18	23-l	Boletin N° 69
29	(Cant. Cementos Andino)	Junin	Caliza	18	23-l	Boletin N° 69
30	Poyeni, Cutivireni (Pajomales de Obenteni)	Junin	Caliza	18	23-o	Boletín 111
31	Localidad de Atocongo	Lima	Caliza	18	24-j	Boletin N° 43
32	Qda de San Fernando, Pucará, Lúcumo	Lima	Caliza	18	24-j	Boletin N° 43
33	Qda de Chilca	Lima	Caliza	18	24-j	Boletin N° 43
34	C° Las Mercedes	Lima	Caliza	18	24-j	Boletin N° 43
35	C° Cascajal (Monterrico Sur)	Lima	Caliza	18	24-j	Boletin N° 43
36	Zimbal	La Libertad	Caliza	17	16-e	Boletin N° 17
37	Caracoto	Puno	Caliza	19	31-v	Boletin N° 42
38	Este del Cuadrangulo	Puno	Caliza	19	29-v	Boletin N° 79
39	Chillihua, (a 28 km al NO de Nuñoa)	Puno	Caliza	19	29-u	Boletin N° 74
40	Qda. Huanacopampa y Challuyata (a 8 km al NO de Nuñoa)	Puno	Caliza	19	29-u	Boletin N° 74
41	C° Pucará	Puno	Caliza	19	30-u	Boletin N° 58
42	C° Chila	Puno	Caliza	19	30-u	Boletin N° 58
43	C° Mullocchahua	Puno	Caliza	19	30-u	Boletin N° 58
44	C° Marcacuna	Puno	Caliza	19	30-u	Boletin N° 58
45	Cuenca de Ayaviri, C° Chihuijeña	Puno	Caliza	19	30-u	Boletin N° 58
46	Cuenca de Ayaviri, C° Quiscuyo	Puno	Caliza	19	30-u	Boletin N° 58
47	Area de Huancaruma	Puno	Caliza	19	30-u	Boletin N° 58
48	Caliza de Chillihua (al NO de Nuñoa)	Puno	Caliza	19	29-u	Boletín N° 74
49	Qda Huanacopampa y Challuyata (al NO de Nuñoa)	Puno	Caliza	19	29-u	Boletin N° 74
50	Segunda Jeruzalem (Cementos Pacasmayo)	San Martin	Caliza	18	11-i	Boletin N° 115
51	Juscusbamba	San Martin	Caliza	18	16-j	Boletin N° 119

52	Tarapoto	San Martin	Caliza	18	13-k	Boletin N° 94
53	Camino entre Los Baños - Carretera Jepelacio	San Martin	Caliza	18	14-j	Boletin N° 122
54	Camino Moyobamba - Jepelacio	San Martin	Caliza	18	14-j	Boletin N° 122
55	Polvora	San Martin	Caliza	18	16-j	Boletin N° 119
56	La Polvora	San Martin	Caliza	18	16-j	Boletin N° 119
57	Al Sur de Ataspaca y Palquilla	Tacna	Caliza	19	36-v	Boletin N° 4
58	Tingo Maria (Km 30 al NE)?	Ucayali	Caliza	18	19-l	Boletin 80
59	Localidad de Obenteni	Ucayali	Caliza	18	22-ñ	Boletin N° 95
60	Puntijao	Ucayali	Caliza	18	21-o	Boletin N° 104
61	Ganso Azul (Aguas Calientes)	Ucayali	Caliza	18	18-ñ	Boletin N° 98
62	Rio Pachitea (Aguas Calientes)	Ucayali	Caliza	18	18-ñ	Boletin N° 98
63	Rios Onanga, Cucuaza	Loreto	Caliza	18	7-i	Boletin N° 124
64	Poblado Carhuapanas	Loreto	Caliza	18	11-i	Boletin N° 115

### Áreas potenciales de sílice

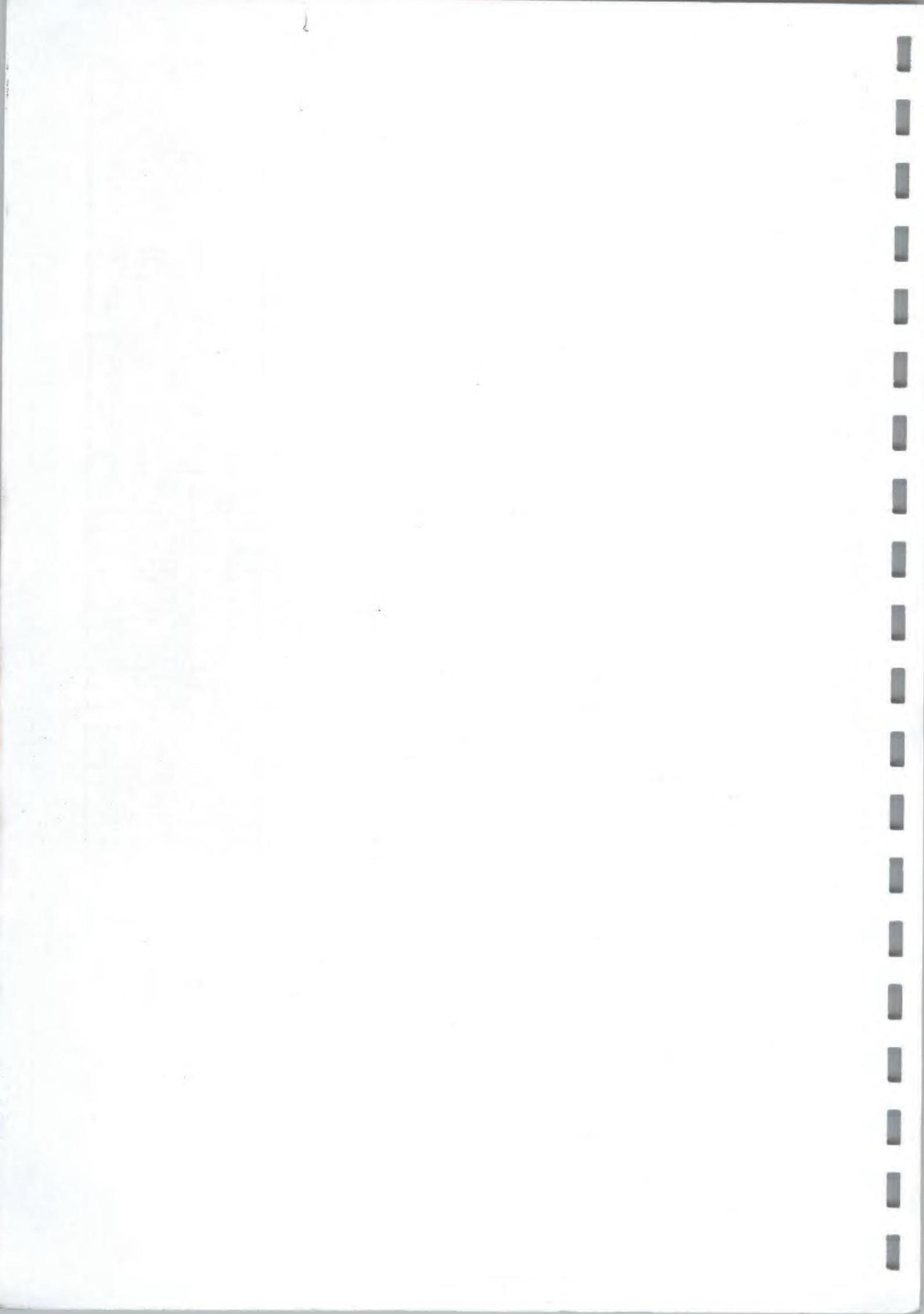
N°	Unidad/Paraje	REGION	Sustancia	Zona	ja Topográf	Referencia
1	Nuevo Mundo	Ancash	Cuarzo	18	12-h	Boletin N° 16
2	La Victoria	Ancash	Cuarzo	18	12-h	Boletin N° 16
3	Consuzo	Ancash	Cuarzo	18	12-h	Boletin N° 16
4	Potrero	Ancash	Cuarzo	18	12-h	Boletin N° 16
5	Cerro Santa Rosa	Apurimac	arenas sílice	18	29-p	Boletin N°35
6	Cerro Vizcacha	Apurimac	arenas sílice	18	29-p	Boletin N° 35
7	Licapa	Huancavelica	sílice (sir)	18	27-n	Boletin N° 63
8	Niñobamba	Huancavelica	sílice (sir)	18	27-n	Boletin N° 63
9	Huapa	Huancavelica	sílice (sir)	18	27-n	Boletin N° 63
10	As de Oro	Ica	cuarcitas	18	29-l	Boletin N° 53
11	Sarayaquillo	Loreto	arenas sílice	18	13-m	Boletin N° 92
12	Santa Catalina	Loreto	arenas sílice	18	13-m	Boletin N° 92
13	Chambirá	Loreto	arenas sílice	18	13-m	Boletin N° 92
14	Sungaroyacu	Loreto	arenas sílice	18	13-m	Boletin N° 92
15	Río Mayo	Loreto	arenas sílice	18	11-i	Boletin N° 115
16	Huislamachay	Pasco	sílice (sir)	18	21-k	Boletin N° 79
17	Macusani	Puno	arenas sílice	19	29-v	Boletin N° 92

### Areas Potenciales de yeso

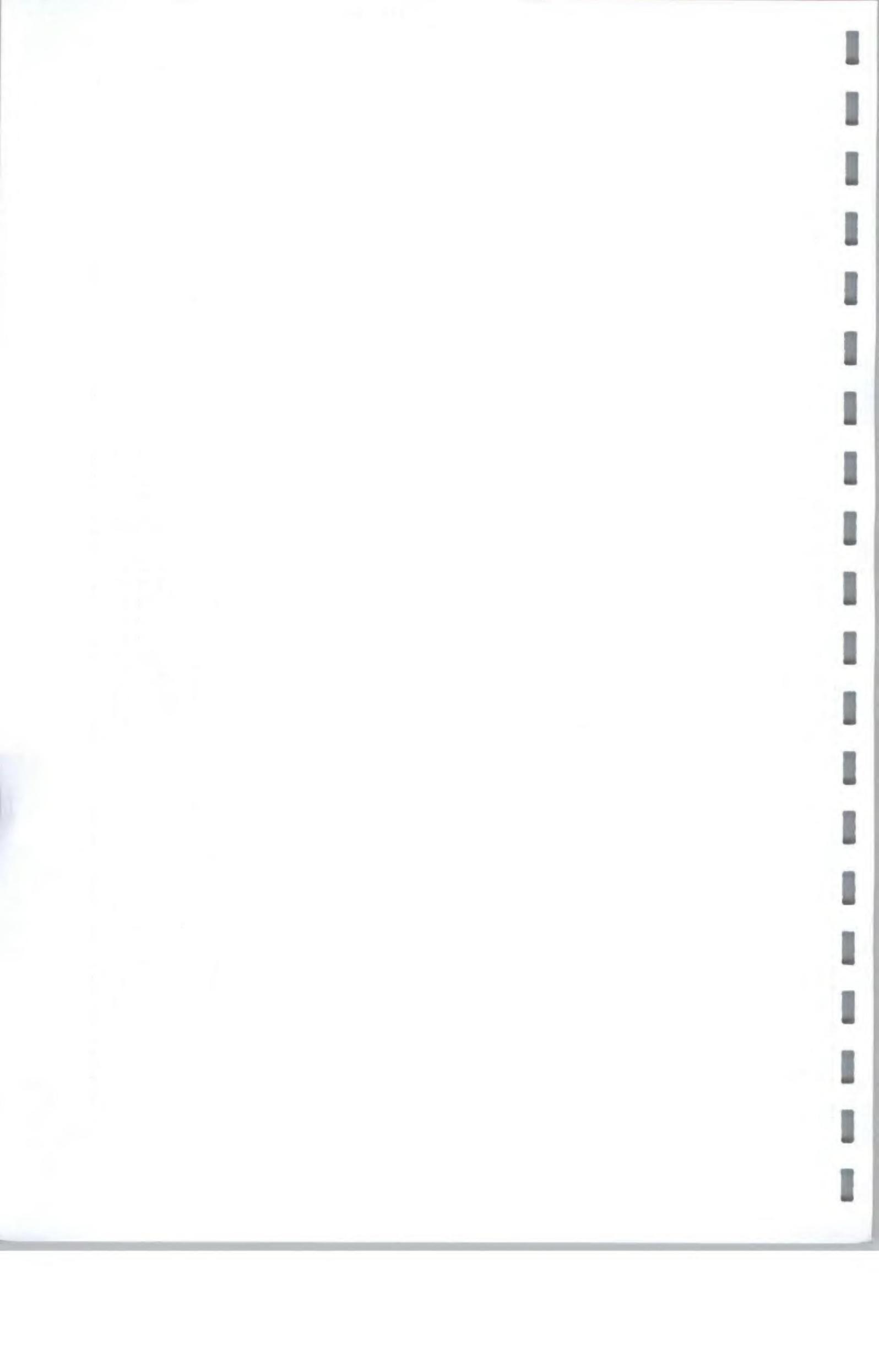
N°	Unidad/Paraje	REGION	Sustancia	Zona	ja Topográf	Referencia
1	San Francisco del Yeso	Amazonas	Yeso	18	12-h	Boletin N° 56
2	Denuncio Don Lucho (Norte de Sipasbamba, Jumbilla)	Amazonas	Yeso	18	12-h	Boletin N° 56
3	Carmencita	Ayacucho	Yeso	18	28-ñ	Boletin N° 70
4	San Jeronimo	Ayacucho	Yeso	18	28-ñ	Boletin N° 70
5	Señor de los Milagros	Ayacucho	Yeso	18	28-ñ	Boletin N° 70
6	Huancapi	Ayacucho	Yeso	18	28-ñ	Boletin N° 70
7	Buen Pastor	Ayacucho	Yeso	18	28-ñ	Boletin N° 70
8	Carmencita I	Ayacucho	Yeso	18	28-ñ	Boletin N° 70
9	Señor de los Milagros	Ayacucho	Yeso	18	28-ñ	Boletin N° 70
10	Denuncio Santa Tereza	Ayacucho	Yeso	18	27-o	Boletin N° 84
11	Denuncio Checcorumi	Ayacucho	Yeso	18	27-ñ	Boletin N° 61
12	Denuncio Padre Pedro (Soltera Pampa, San Pedro de Cahi)	Ayacucho	Yeso	18	27-ñ	Boletin N° 61
13	C° La Yesera (Tocota)	Arequipa	Yeso	18	31-o	Boletin N° 34
14	C° Fortuna	Arequipa	Yeso	18	31-p	Boletin N° 37
15	San José	Arequipa	Yeso	18	31-p	Boletin N° 37
16	C° Cruz Blanca	Arequipa	Yeso	18	31-p	Boletin N° 37

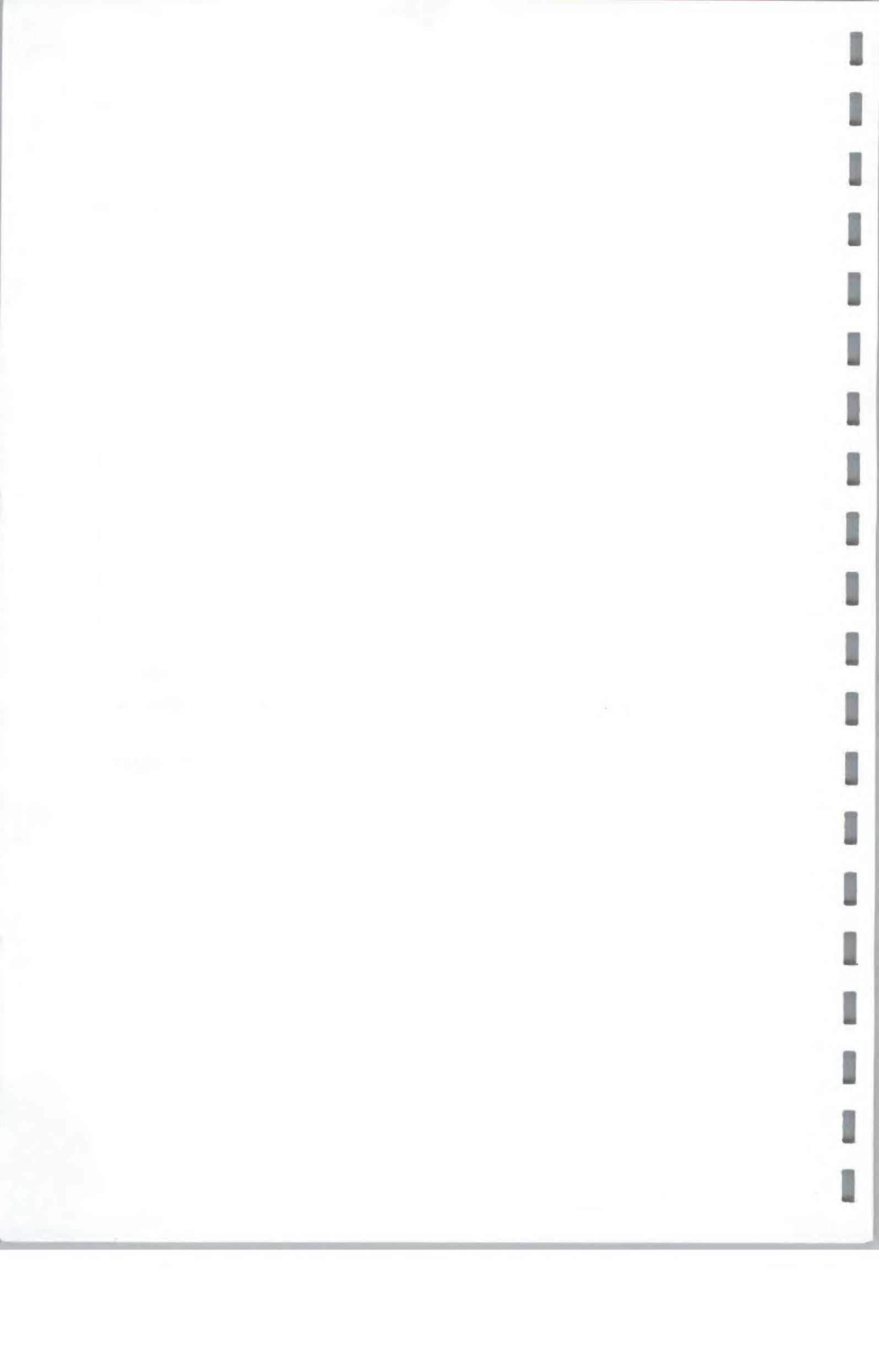
17	Valle Caraveli	Arequipa	Yeso	18	31-p	Boletín N° 37
18	La Calera	Arequipa	Yeso	19	33-t	Boletín N° 23
19	Qda Caracharma	Arequipa	Yeso	18	33-r	Boletín N° 20
20	C° Lubrinillas	Arequipa	Yeso	18	33-r	Boletín N° 20
21	El Castillo	Arequipa	Yeso	18	33-r	Boletín N° 20
22	Cuculintay	Arequipa	Yeso	18	33-r	Boletín N° 20
23	Lomada de Mamas (Próxima a Capiza, Huambo)	Arequipa	Yeso	18	32-r	Boletín N° 46
24	Cincha	Arequipa	Yeso	18	33-s	Boletín N° 24
25	Lado Oeste del Caserío Callancas (Río Coina)	Cajamarca	Yeso	17	15-f	Boletín N°31
26	Yurisque y Molle-Molle	Cusco	Yeso	19	28-s	Boletín N° 52
27	Area de Urubamba	Cusco	Yeso	18	27-r	Boletín N° 65
28	Area de Urubamba	Cusco	Yeso	18	27-r	Boletín N° 65
29	Norte de Mollepta	Cusco	Yeso	18	27-q	Boletín N° 127
30	Al Norte de Trapiche (Entre Sicuani y Santa Barbara)	Cusco	Yeso	19	29-t	Boletín N°25
31	C° Umalasa	Cusco	Yeso	19	29-t	Boletín N°25
32	Quellkay	Huanuco	Yeso	18	19-j	Boletín N° 67
33	Uriapampa-Pachaspuro (al Oeste de Mayocc)	Huancavelica	Yeso	18	26-ñ	Boletín N° 72
34	5km al Sur de Izcuchaca	Huancavelica	Yeso	18	26-n	Boletín N° 73
35	Mina Maria (Cayac)	Huancavelica	Yeso	18	26-n	Boletín N° 73
36	Cerro Quipamarca	Junin	Yeso	18	23-l	Boletín N° 69
37	Quebrada Pachangara	Lima	Yeso	18	22-j	Boletín N° 26
38	Rio Potro	Loreto	Yeso	18	11-i	Boletín N° 115
39	Cuadrangulo de Morrope	Lambayeque	Yeso	17	14-c	Boletín 32
40	Morrope	Lambayeque	Yeso	17	14-c	Boletín 32
41	Mirador ( Valle de Moquegua)	Moquegua	Yeso	18	35-u	Boletín 15
42	La Rinconada (Valle de Moquegua)	Moquegua	Yeso	18	35-u	Boletín 15
43	Yaguay (Qda. de Los Burros)	Moquegua	Yeso	18	35-u	Boletín 15
44	C° Mollinopata	Puno	Yeso	19	32-v	Boletín N° 42
45	C° Puruntane	Puno	Yeso	19	31-v	Boletín N° 42
46	C° Pucajayara	Puno	Yeso	19	30-t	Boletín N° 58
47	C° Chosicani	Puno	Yeso	19	30-t	Boletín N° 58
48	Hda Quenamari	Puno	Yeso	19	29-u	Boletín N° 74
49	Paraje Minastoco	Puno	Yeso	19	30-t	Boletín N° 58
50	Huancabamba (a 12 Km Norte)	Pasco	Yeso	18	21-l	Boletín 80
51	Domo Cachiyacu	San Martin	Yeso	18	11-i	Boletín N° 115
52	Al este de la Ciuda de Moyobamba	San Martin	Yeso	18	14-j	Boletín N° 122
53	Rio Yanayacu (Cerca de la Localidad de Tabalosos)	San Martin	Yeso	18	14-j	Boletín N° 122
54	Qda. Cañaral (Al SO de Jepelayo)	San Martin	Yeso	18	14-j	Boletín N° 122
55	Rio Pacota Alto Huaynabe	San Martin	Yeso	18	3-n	Boletín N° 126
56	Punta Colorada y Cerro Chero	Tacna	Yeso	18	37-u	Boletín N° 6

FUENTE: Elaborado a partir de la información del Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Minería









- MORCHE, W., et al. (1995) - Geología del cuadrángulo de Ayacucho. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 61, 120 pag.
- NAPOLI, S. (2000) - Stone Sector 1999. Italian Industry and International Trends. Internazionale Marmi e Macchine Carrara S.p.A. Marina di Carrara.
- PALACIOS, O. "&" OTROS (1991), Carta Geologica Nacional "Geología De La Cordillera Occidental Y Altiplano Al Oeste Del Lago Titicaca - Sur Del Peru (Proyecto Integrado Del Sur) INGEMMET 1991
- PALACIOS, O.; CALDAS, J. & VELA, CH. (1992) - Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 43, 163 pag.
- PECHO, V. & MORALES, G. (1969) - Geología de los cuadrángulos de Camaná y La Yesera. Serv. Geol. Min., Boletín 21, 72 pag.
- PAREDES, JORGE (1994) - Geología de Jauja  
INGEMMET, Boletín 48, Serie A, 104 pag.
- PERALES, F. (1994) - Glosario y Tabla de Correlación de las Unidades Estratigraficas del Peru"
- QUISPE SIVANA, L. (1996) - Geología del cuadrángulo de Huánuco. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 75, 138 p.
- REYES, LUIS (1980) - Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. INGEMMET, Boletín 31 Serie A 70 pag.
- RICHARD WEBB, GRACIELA FERNÁNDEZ BACA, (2004) Anuario Estadístico Perú En Números (CD\_ 128)
- ROSPIGLIOSI, CONSTANTINO, "&"; GONZALES, R. "&"; DIAZ, A. "&"; CASTRO, R. "&"; ALVAREZ, M. " QUISPE, L. "&"; GRIFO, L. "&"; MUÑOZ, J.(1982), Inventario Nacional de Sustancias No Metálicas INGEMMET - Misión Española DE cooperación Técnica, Anexos 1 "perfiles Económicos" 161 pag, Mapas Lima, Perú
- SALAZAR, H. (1983) - Geología de los cuadrángulos de Matucana y Huarochiri. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 36, 68 pag.
- SÁNCHEZ, A. W. (1995) - Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolívar. INGEMMET, Boletín 56, Serie A, 400 pag.
- SÁNCHEZ, A.; MOLINA, O. & GUTIÉRREZ, R. (1995) - Geología de los cuadrángulos de Chimbote, Casma y Culebras. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 59, 263 pag.
- SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA " ADUANET" (1993 - 2004) Estadística de Comercio Exterior - (CD ROM) Lima Perú
- TUMIALÁN DE LA CRUZ, PEDRO HUGO, (2002) - Yacimientos de Reemplazamiento y Relleno en Calizas en el Perú, en Congreso Peruano de Geología, 11. Lima: setiembre 2002. Resúmenes. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 113
- TUMIALÁN DE LA CRUZ, PEDRO HUGO, (1976) - Pautas en el estudio de la geología económica de calizas para fundentes calcáreos, en XIII Convención de Ingenieros de Minas, Arequipa pag 15

- DIRECCIÓN REGIONAL DE INDUSTRIA Y TURISMO - JUNÍN, (2003) Establecimientos industriales Químicos de la Región (DK) Huancayo
- DIRECCIÓN REGIONAL DE INDUSTRIA Y TURISMO - AYACUCHO, (2002) , Estadísticas Industriales por principales CIUU
- DIRECCIÓN REGIONAL DE INDUSTRIA Y TURISMO - CAJAMARCA, (2003) Relación de Principales Empresas Que Participan La Producción Y Consumo De Materias Industriales (DK)
- DUNIN BORKOWSKI, E. (1996) - Minería industrial del Perú: oportunidades de negocios. INGEMMET, Lima, 184 pag.
- HÄBERER, H., (1998), Guía de Manejo Ambiental para Minería No Metálica, Ministerio de Energía y Minas, 56 pag. Lima – Perú
- HARBEN, PETER & BATES, ROBERT (1990) – Industrial Minerals Geology and World Deposits, Industrial Minerals Division Metal Bulletin Plc, London, 312 pag.
- INSTITUTO ESPAÑOL DE COMERCIO EXTERIOR, (2000), Delegación Territorial de Comercio en Galicia-Base de datos Estadísticas comerciales. Secretaría de Estado de Comercio y Turismo.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO (2000) - Estudio de los recursos minerales del Perú, Franja No. 1. INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica, 8, 196 pag.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO (2002) - Estudio de los recursos minerales del Perú, Franja No. 2. INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica, 11, 392 pag.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO (2003) - Estudio de los recursos minerales del Perú, Franja No. 3. INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica, 421 pag.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO (2004) - Estudio de los recursos minerales del Perú, Franja No. 4. INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica, 11, 392 pag. (sin publicar)
- INSTITUTO NACIONAL DE CONCESIONES Y CATASTRO MINERO, (2000) Padrón de Concesiones Mineras Metálicas y no Metálicas
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA "INEI" (2003) - Base de Datos del Directorio Nacional de Negocios 2000, a Nivel Nacional DK Lima, Perú
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (1997) Colección: Compendios departamentales 1996, Banco de Publicaciones Electrónicas, 4. INEI, Lima. (CD-ROM).
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA "INEI", (2002) - Perú en Cifras INEI, Lima DK
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO, (1995) Geología del Perú, 177p Mapa del Perú

8. El precio de estos recursos se ciñe en gran medida en los costos de producción y transporte y debido a la uniformidad de mercados con respecto a la calidad y a la competencia, de allí que un aumento en el costo de transporte a los lugares de consumo, ocasionan una serie de perjuicios económicos a las empresas, muchas veces llegan a abandonar la cantera, prevaleciendo aquellos que se encuentran lo más cerca posible de las zonas de consumo
9. Ante un mundo globalizado, es muy importante que las Instituciones del Estado contribuyan al desarrollo de estos materiales impulsando la investigación en el campo de los minerales no metálicos de calizas, sílice y yeso, con la finalidad de dotar de información necesaria y oportuna a los interesados en el desarrollo económico promisorio para cada una de las regiones de nuestro país.
10. Dado el proceso de regionalización y descentralización actual del Perú, los gobiernos regionales, deberían conocer el inventario de sus recursos para incentivar y promover la inversión del sector privado en la explotación racional y uso de las mismas en las diferentes localidades de su región
11. En el mercado externo, existen perspectivas para nuestros productos derivados de estos recursos como son el cemento y los ladrillos, especialmente en los países vecinos que vienen incrementando sus construcciones a un ritmo acelerado, Chile, Bolivia , Ecuador, Estados Unidos y otros
12. De acuerdo a la tendencia de crecimiento del consumo interno durante la última década, en el Perú, existen perspectivas de desarrollo, en cada una de las regiones del país, cuya explotación puede contribuir de manera importante en la descentralización y lucha contra la pobreza a través de la generación de puestos de trabajo.
13. Los Gobiernos Regionales y las Instituciones deben incentivar y difundir las propiedades y ventajas de estos recursos no metálicos para su utilización como alternativa de industrialización y uso local versus a la sustitución de importaciones e incremento de las exportaciones .
14. De acuerdo a la información analizada y al análisis de las muestras recopiladas en el campo, podemos afirmar que existe materias primas de calizas, sílice y yeso de muy buena calidad y que podían ser industrializados y abastecer la gran gama de aplicaciones que en el mundo se vienen dando a estos recursos
15. Para realizar un buen estudio de caracterización de estos materiales no metálicos, es necesario realizar aparte de análisis químicos, pruebas físicas – mecánicas, con ello podríamos saber el material que se está explotando y en que otras industrias podrían ser utilizados.
16. Sería muy conveniente incluir en algún convenio internacional que tenga nuestra institución, algunos programas de investigación sobre minerales no metálicos, con ello se podría tener transferencia tecnológica y poder adquirir equipos técnicos.
17. El INGEMMET, debe apoyar programas de investigación no metálicas, por ser el ente rector en estudios de investigación geo - económicos, si es posible con convenios con universidades u otros organismos públicos o privados que puedan realizar estas investigaciones.

- Los recursos no metálicos como las calizas, sílices y yesos, son ampliamente utilizados en la industria de la construcción de allí que existe perspectivas para su desarrollo, si tomamos en cuenta la Ley de Promoción de la Inversión Privada en Acciones de Renovación Urbana y su Reglamento. Actualmente se viene concretando ciertas inversiones en la renovación y construcción de viviendas a través del programa mi vivienda y algunas inversiones privadas.
- Existe la tendencia en el que el Estado mejorará la infraestructura, básica, (construcción de carreteras, ferrocarriles, puertos, instalación energética e infraestructura en general) esencial para el desarrollo de la industria en concordancia a la descentralización del país .
- Las Municipalidades provinciales y distritales tienen gran interés en desarrollar acciones de renovación urbana, pero en muchas de ellas aún no se concretan en sus planes y programas municipales.
- Existe la necesidad de recuperar y proteger el medio ambiente urbano, esto requiere renovación de las áreas urbanas de mayor antigüedad, las que sufren el mayor grado de deterioro.
- Existe la necesidad de recuperación y protección del medio ambiente local, provincial y regional, el que resulta viable de acuerdo a la descentralización del país.
- Los no metálicos, como la caliza, sílice y yeso, por sus propiedades físico-químicas, son utilizados en las industrias manufactureras, las cuales no están produciendo a un 100% de su capacidad instalada, existiendo una capacidad ociosa que cubrir entre un 30% a 70%, por lo tanto, se considera que hay una oferta de producción latente e inmediata que espera una reactivación industrial en todo el país.

**Tasa de Utilización de la Capacidad Instalada de la Industria Manufacturera**  
(Año Base 1994 = 100)

		Cuadro N° 61				
CIU	Descripción	1994	1997	2000	2003	2004
	<b>SECTOR FABRIL TOTAL</b>	<b>80,3</b>	<b>65,0</b>	<b>55,0</b>	<b>53,01</b>	<b>54,40</b>
	<b>SUB-SECTOR FABRIL NO PRIMARIO</b>	<b>77,8</b>	<b>65,1</b>	<b>51,1</b>	<b>50,80</b>	<b>51,78</b>
	<b>SUB-SECTOR PRIMARIO</b>	<b>89,9</b>	<b>64,4</b>	<b>74,4</b>	<b>66,19</b>	<b>70,82</b>
1511	Producción, procesamiento y conservación de carne y productos carnicos	93,5	87,4	84,8	89,02	89,36
1512	Elaboración y conservación de pescado y productos de pescado	83,4	22,6	51,0	33,97	47,33
1513	Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas	88,5	52,9	44,0	37,24	37,16
1514	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal	88,5	74,1	78,9	82,05	83,79
1520	Elaboración de productos lácteos	78,4	84,0	87,6	69,62	69,02
1533	Elaboración de alimentos preparados para animales	100,0	100,0	97,8	94,05	94,34
1541	Elaboración de productos de panadería	77,8	89,1	90,1	84,44	82,46
1542	Elaboración de azúcar	89,7	78,3	95,2	86,89	65,09
1551	Destilación, Rectificación y Mezcla de Bebidas Alcoholicas	56,5	48,3	64,3	42,07	37,48
1553	Elaboración de bebidas malteadas y de malta	99,6	83,6	50,9	60,01	59,89
1554	Elaboración de bebidas no alcohólicas; producción de aguas minerales	86,6	86,3	79,8	60,10	57,32
1911	Curtido y adobo de cueros	80,2	51,8	31,6	22,62	23,91
2102	Fabricación de papel y cartón ondulado y de envases de papel y cartón	82,7	52,7	45,4	51,28	49,14
2109	Fabricación de otros artículos de papel y cartón	80,8	54,7	50,9	59,84	66,87
2320	Fabricación de productos de la refinación de petróleo	89,7	87,6	80,1	77,08	77,08
2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno	82,9	68,2	54,0	55,51	55,10
2412	Fabricación de abonos y compuestos de nitrógeno	79,6	22,7	18,2	31,80	30,48
2413	Fabricación de plásticos en formas primarias y de caucho sintético	81,0	90,2	43,4	44,60	48,45
2421	Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario	36,9	48,7	42,8	29,80	26,45
2422	Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masilla	87,0	79,9	52,9	61,91	62,76
2423	Fabricación de productos farmacéuticos sustancias químicas medicinales y productos botánicos	45,5	34,2	24,5	26,13	20,32
2424	Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir, perfumes y preparados de tocador	70,8	59,3	57,2	50,09	54,61
2511	Fabricación de cubiertas y cámaras de caucho, recauchado y renovación de cubiertas de caucho	91,9	64,0	31,0	63,34	64,66
2520	Fabricación de productos de plástico	82,8	54,3	45,8	49,47	48,01
2610	Fabricación de vidrio y productos de vidrio	68,4	81,0	54,0	46,75	46,30
2691	Fabricación de productos de cerámica no refractaria para uso no estructural	80,6	76,3	85,2	78,96	89,73
2693	Fabricación de productos de arcilla y cerámica no refractaria para uso estructural	85,8	78,9	59,8	70,86	70,73
2694	Fabricación de cemento, cal y yeso	99,2	94,4	63,6	70,29	73,45
2695	Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso	92,3	81,7	34,7	48,25	53,60
2699	Fabricación de otros productos minerales no metálicos n.e.p.	69,0	81,5	76,0	68,33	72,44
2710	Industrias básicas de hierro y acero	83,4	91,8	61,6	58,43	59,20
2720	Fabricación de productos primarios de metales preciosos y metales no ferrosos	89,3	91,4	91,6	82,21	80,32
2731	Fundición de hierro y acero	72,1	80,4	95,3	70,47	67,40
2732	Fundición de metales no ferrosos	74,6	53,0	43,8	54,95	52,55
3430	Fabricación de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores y sus motores	75,0	43,3	35,9	50,36	58,08
3699	Otras industrias manufactureras n.e.p.	56,6	53,2	33,9	44,13	47,79

Nota : Cifras revisadas con información recibida de las empresas de manera extemporánea y actualización de datos por parte de los sectores primarios incluidos (Agricultura y Pesquería)

Fuente: Elaborado en base de la información del MINISTERIO DE PRODUCCION - Oficina General de Tecnología de la Información y Estadística

### 4.3 Perspectivas del mercado

De acuerdo a la tendencia de los factores de crecimiento y de mercado, existe una posible demanda para las materias primas y productos derivados de la calizas, sílice y yesos en el mundo y el mercado interno, se puede afirmar que hay perspectivas de mayor crecimiento de la producción y consumo de estos productos por lo siguiente:

- Se cuenta con un potencial interesante, debido a que en el territorio peruano se ubican grandes extensiones de superficies en las que afloran calizas, sílice, y yesos, ofreciendo una gran disponibilidad de estos minerales; según la información consultada, se han registrado 298 canteras de caliza en 19 regiones del país, siendo las más representativas: Junín 23%, Ancash 14%, Lima, 8%, La Libertad 8% e Inca 8%; 229 canteras de yeso en 19 regiones del



Fuente: Elaborado a partir de la información de ADUANET 2004

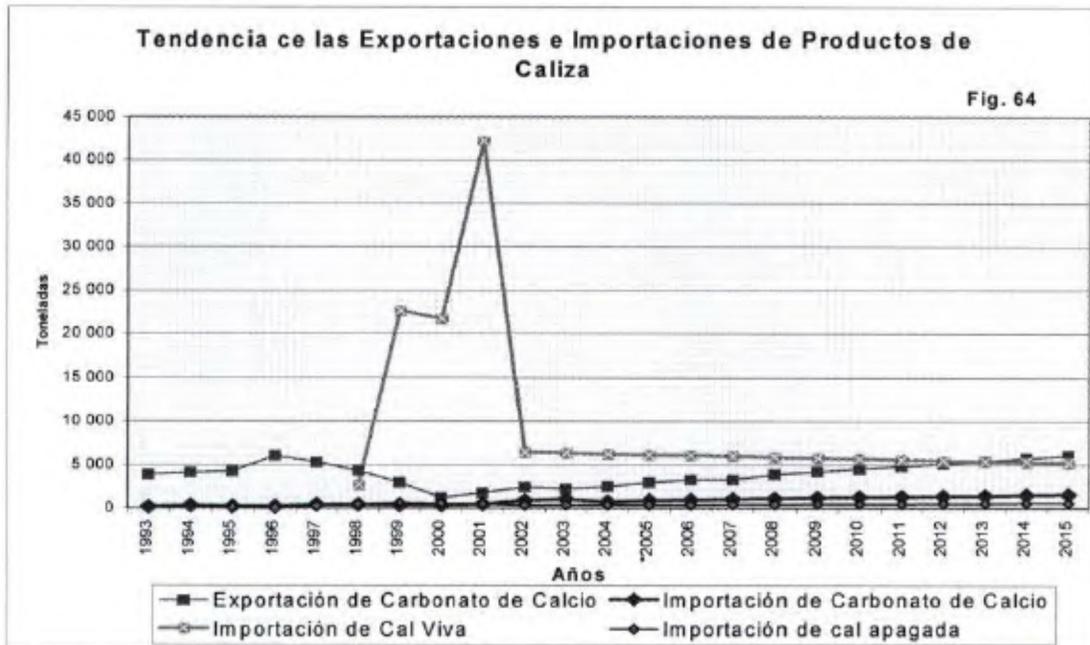
La Fig. 68, muestra claramente que las importaciones son mayores que las exportaciones de yeso natural, con una tendencia moderada al aumento en los próximos años, yeso que es requerido por algunas industrias, especialmente la industria farmacéutica.



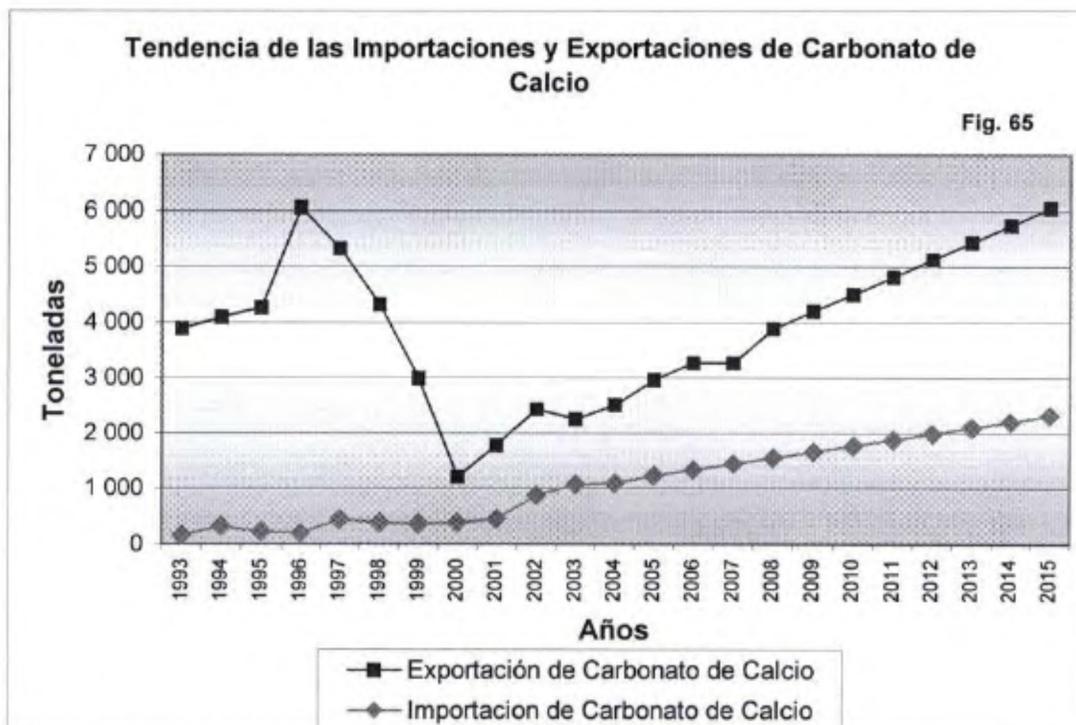
Fuente: Elaborado a partir de la información de ADUANET 2004

Es muy importante también analizar la tendencia del comercio exterior que estos productos irán alcanzando en el futuro.

En la Fig. 64, podemos ver la evolución de las importaciones y exportaciones de los principales derivados de las calizas, la lectura de la figura nos dice que el Perú importa carbonato de calcio, cal viva y cal apagada con una tendencia moderada de incremento en el futuro. Así mismo, solo somos exportadores de carbonato de calcio pero con una tendencia a incrementarse; el volumen de exportación en los próximos años como se puede ver claramente en la Fig. 65, además representa un mayor volumen en comparación con su similar importado.



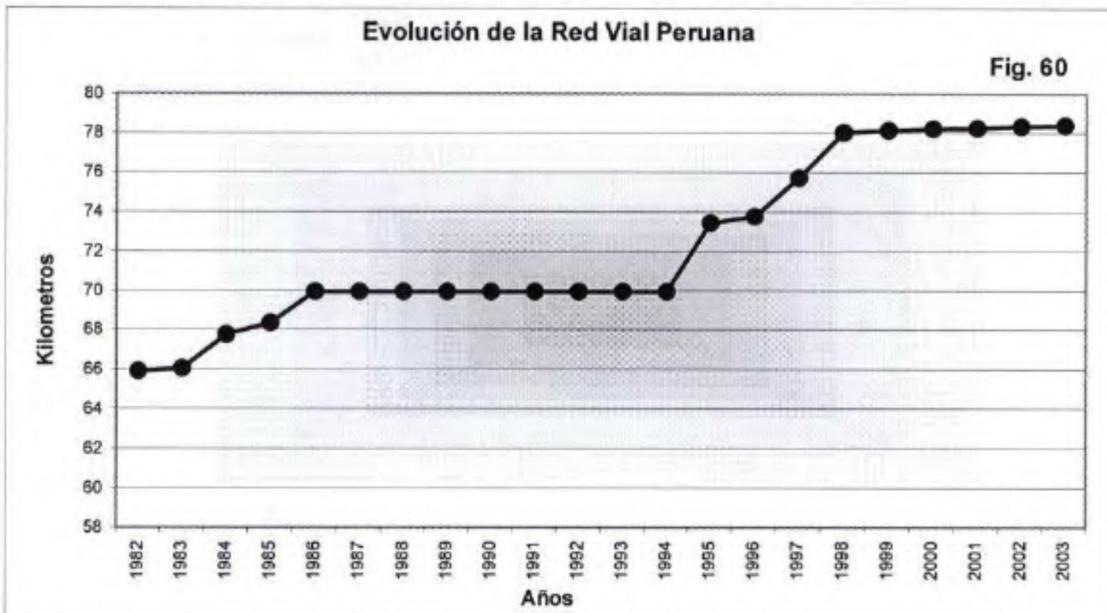
Fuente: Elaboración con información de ADUANET - Perú



Fuente: Elaboración con información de ADUANET - Perú

Otro factor de importancia en el futuro consumo de las calizas, silices y yesos, esta relacionado con la tendencia al desarrollo de la infraestructura básica (construcción de carreteras, ferrocarriles, puertos e instalación energética), especialmente existe una tendencia creciente de la red vial en el Perú (ver Fig. 60), la cual coadyuvará en el desarrollo industrial de las regiones, en concordancia a la descentralización del país.

Otro factor importante, es la tendencia del crecimiento acelerado de la población en el Perú durante los últimos 100 años, como podemos ver en la Fig. 61, esta población se estima que en el futuro demandará mas productos que tengan como componentes principales: la cal, el yeso y la sílice, como por ejemplo el cemento, cal, etc.



Fuente: Comunicaciones Vivienda y Construcción



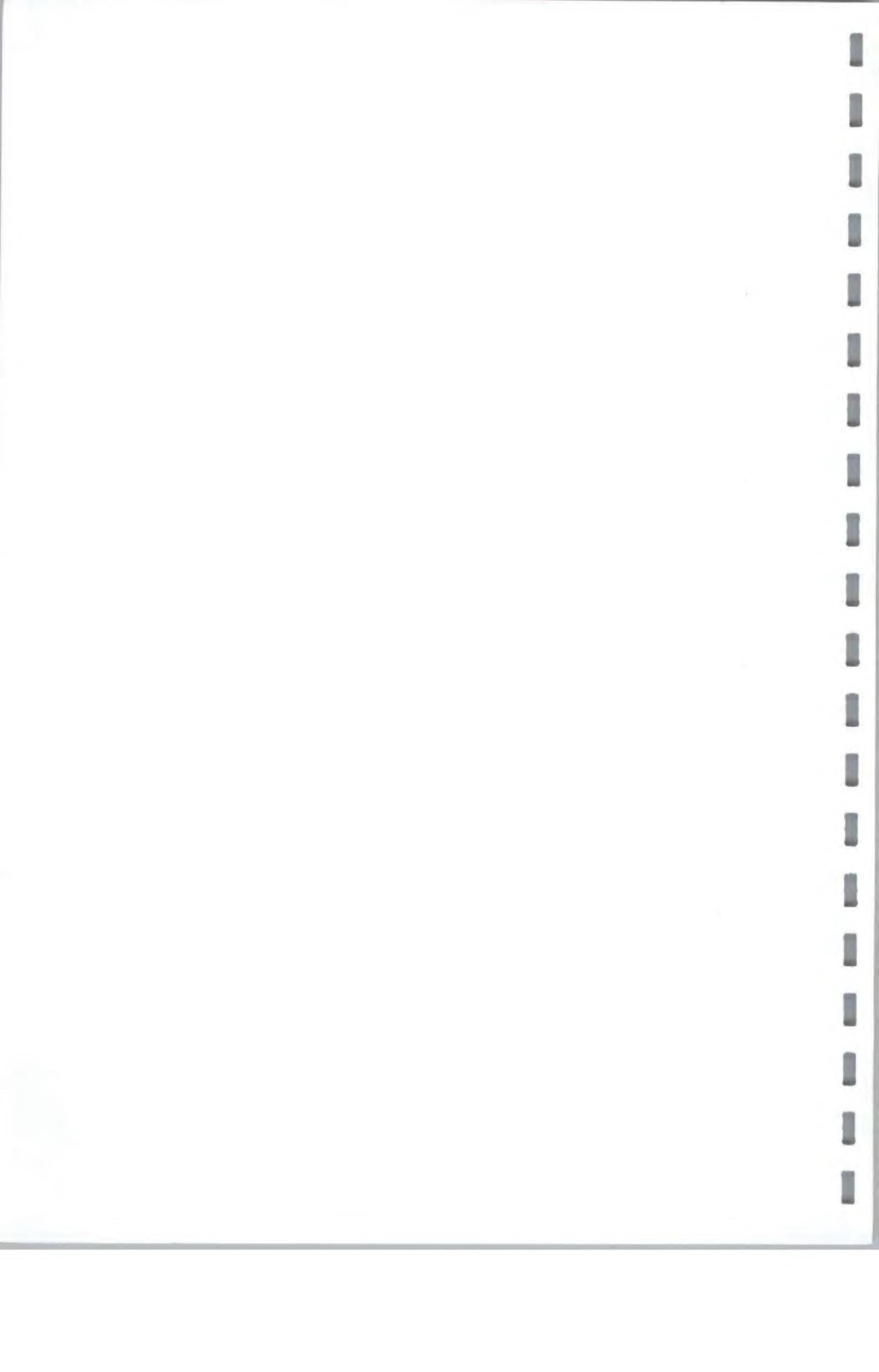
Fuente. Elaborado a partir de la información de INEI 2004

- actuales centros de producción en el tercer mundo y las grandes empresas están marcando las estrategias, es decir, van tomando posiciones (compra de explotaciones, montaje de plantas de tratamiento o centros de distribución, etc.)
- La ampliación, reparación y mantenimiento de construcciones, crece con rapidez. Se estima que tanto el mercado estadounidense, europeo y asiático, en el presente siglo desarrollarán nuevas construcciones, y la reconstrucción, reparación y el mantenimiento causado por las guerras y fenómenos naturales.
  - Existe una creciente preocupación por el medio ambiente, **que** provoca el ahorro de energéticos y eliminación de contaminantes en los procesos de construcción y fabricación de materiales.
  - También la combinación de las diferencias en el crecimiento de las economías de diversos países, entre ellos China, que va creciendo continuamente frente a mercados planos en Europa, EEUU y Japón, y la evidencia de que los países en desarrollo serán los futuros centros de consumo.
  - Los actuales centros de producción, están marcando las estrategias de las grandes compañías y cada vez hay más empresas tomando posiciones (compra de explotaciones, montaje de plantas de tratamiento o centros de distribución, etc.) en el tercer mundo.
  - Los cambios en los grandes socios y zonas de mercado, es otro factor que puede producir vaivenes del mercado, siendo las nuevas alianzas multinacionales mercantiles: EEUU/Canadá/Méjico; UE (zona euro); Merco Sur, el TLC, etc. Los grandes mercados serán impresionantes consumidores y posiblemente controladores de las fuentes de suministro estén donde estén.
  - Otro factor en el mercado global, es la importancia logística del suministro, las técnicas de carga, la disponibilidad y costo del transporte (especialmente el marítimo) y el almacenado en puertos estratégicos. Son esos factores los que harán que un mineral esté en el mercado o fuera del mercado.

#### 4.2 Tendencias del Mercado Nacional

Las calizas sílice y yeso, comprenden recursos relativamente abundantes en el país, de razonables perspectivas geológicas que se explotan en volúmenes de producción de grande, mediana y pequeña escala, tienen una oferta diversificada, por tipos de productos y calidades. Se destinan preferentemente al mercado nacional, donde deben competir con productos similares importados. Algunos de ellos alcanzan grados de calidad que les permite ser exportados.

El futuro predecible del Perú, presupone un crecimiento del PBI per capita (Fig. 58) a un ritmo promedio anual ente el 5% al 7%, no obstante, para que el desarrollo de la actividad constructiva a mediano plazo pueda mantener unas expectativas de un 6% promedio anual, deberán cumplirse algunas de las siguientes condiciones de ámbito general: Reducción del precio del dinero, aumento de la inversión privada acorde con la mejora de la economía del país, mantenimiento un volumen elevado y constante de la inversión pública, definición de nuevas fórmulas de financiación para favorecer la participación de la empresa privada en la construcción de infraestructuras, y de ámbito particular, implantación definitiva del Plan Director de Infraestructuras y la continuidad en la política de fomento de vivienda y de rehabilitación, entre otras.



tonelada, mientras que el yeso quemado o calcinado se estima que su precio promedio en planta es de S/. 55 nuevos soles, equivalente a US\$ 15.80 por tonelada

En el cuadro N° 58 presentamos la evolución de los precios referenciales promedios de la producción mecanizada de yeso en los Estados Unidos, los cuales reflejan un incremento año a año tanto para el yeso crudo o natural en mina como para el yeso calcinado en planta

### Precios Medios de Producción de Yeso en los Estados Unidos

Cuadro N° 58

Años	Yeso Natural FOB US\$/Ton En Mina	Yeso Calcinado FOB US\$/Ton En Mina
1995	7,29	17,37
1996	7,10	16,88
1997	7,11	17,58
1998	7,20	18,00
1999	6,92	17,02
2000	8,44	16,81
2001	8,46	16,84
2002*	8,48	16,87

\* Estimado

Fuentes : Industrial Minerals, Mineral Commodity  
Summaries 2001, USGS

En el cuadro N° 59 se presenta la evolución de los precios promedio de las exportaciones e importaciones por tipo de yeso, estos precios difieren grandemente de los precios de producción en mina y planta. Esto obedece a varios factores:

Costo de transporte, Lugar de origen, pureza del producto, cantidad o volumen, como se puede apreciar los precios del yeso calcinado por Kg. exportado oscila entre US\$ 0.16 hasta US\$ 0.99, mientras que el de las importaciones oscila entre US\$ 0.52 a US\$ 0.80.por Kg. En el caso del yeso natural exportado el precio varía entre US\$ 0.16 a US\$ 0.72 por Kg. y para el yeso natural importado el precio varía de US\$ 0.14 a US\$ 0.93 por Kg

### Evolución de los Precios Promedio de la Exportación e Importación de Yesos en el Perú (Precios en US \$ / Kg.)

Cuadro N° 59

Años	Yeso Calcinado		Yeso Natural	
	Exportación Precio FOB	Importación Precio CIF	Exportación Precio FOB	Importación Precio CIF
1 994	0,62	0,62		0,29
1 995	0,64	0,70	0,71	0,76
1 996	0,76	0,59	0,43	0,93
1 997	0,60	0,52	0,50	1,66
1 998	0,16	0,76	0,48	0,73
1 999	0,99	0,76	0,22	0,35
2 000	0,98	0,72	0,22	0,39
2 001	0,99	0,76	0,15	0,37
2 002	0,97	0,58	0,23	0,44
2 003	0,98	0,64	0,72	0,14
2 004	0,81	0,80	0,16	0,36

Fuente: Elaborado a partir de la Información de Comercio Exterior ADUANET-PERÚ

- 97 Nkd Contratistas S.A.
- 98 Ochoa Valdez Edey
- 99 Oliva Cubillas Rolando Raúl
- 100 Ordonez Espinoza Walter
- 101 Otero Zapata Juan Alberto
- 102 Pajuelo Leon Yeny Lourdes
- 103 Palacios Guerrero Socorro Esperanza
- 104 Pebri S A
- 105 Penta Industrias S.A.C.
- 106 Perú Minerals Ltd S.A.
- 107 Peruvian Tradition Sr Ltda
- 108 Phillips Petroleum Perú Ltd. Sucursal del Perú En Liquidacion
- 109 Pinto Osnayo Basilio Jesus
- 110 Poccohuanca Muriel Ruben Modesto
- 111 Portella Rios Enrico Heraclides
- 112 Proex-Perú Export & Import Eirl
- 113 Quevedo Garces Percy Emilio
- 114 R. Ordonez S.A
- 115 R.Berrocal S.A.C.
- 116 Rainforest Distributors S.A.C.
- 117 Ramos Cabrera Teodocio Zenobio
- 118 Ramos Export Import Eirl.
- 119 Ramos Minerals S.R.L
- 120 Representaciones Luren Srl
- 121 Rodriguez Acosta De Baglietto Elizabeth
- 122 Romero Ochoa De Arana Maria Aida
- 123 Rouillon Valencia Renee Virginia
- 124 Ruju Ilich S.R.Ltda
- 125 Sagastegui Torres Enrique Reynaldo
- 126 Shakira Export Srltda
- 127 Shambary Internacional S.R.Ltda.
- 128 Shougang Hierro Perú S.A.A.
- 129 Sika Perú S.A.
- 130 Silva Martinez Luis Eduardo
- 131 Sinti Castillo Edinson
- 132 Skytex Trading Perú S.A.C.
- 133 Soc Minera De Res Limi Virgen D Yauca I
- 134 Sociedad Minera De Responsabilidad Limit
- 135 Sol Andino S.A.
- 136 Star Exports S.A.C. En Liquidacion
- 137 Sucesion Indivisa Montanez Villon Pablo Demetrio
- 138 Sumac Rumi Perú Sociedad Anonima Cerrada/Sumac Rumi Perú S.A.C.
- 139 Syl Srl
- 140 Talledo Juarez Miguel Fernando
- 141 Teknoquimica S.A.
- 142 Torres Humpire Lino Walter
- 143 Transformadores De Maderas S.A.
- 144 Tranza S.A.
- 145 Umemoto Veda Maximo
- 146 Urco Garcia Dolores Felicia

### 3.2.9.7 Principales Exportadores de yeso Calcinado y Natural en el Perú

#### Principales Exportadores de Calcinado y Natural en el Perú

- 1 A&G Confecciones Textiles S.C.R.Ltda
- 2 Acosta Stock E.I.R.L.
- 3 Andean S Minerals S.R.L.
- 4 Andia Ramirez Francisco Jose
- 5 Andina de Exportacion E.I.R.L
- 6 Arnao Cordova Julio Cesar
- 7 Arte Andino Internacional Srl
- 8 Artesania J Lesly Export Srltda
- 9 Artesanias Nina E I R L
- 10 Artesanias Rossmary Srl
- 11 Astete Barrenechea Raul Fernando
- 12 Baker Hughes Mining Tools Perú Sa
- 13 Barreto Pena Edith Cecilia
- 14 Bedoya Flores Eduardo Martin
- 15 Bedoya Flores Juan Jorge
- 16 Bravo Gutierrez Edwin Gilbert
- 17 Burgos Acuña Oscar
- 18 Calle Mundaca Larry Jorge
- 19 Cardenas Rosas Dino Manuel
- 20 Carlo Mario Camusso S.A.
- 21 Castillo Soto Elizabeth Victoria
- 22 Cementos Norte Pacasmayo S.A.A
- 23 Chimu Trading Srl
- 24 Choy Rivas Ladislao
- 25 Cia Minera Agregados Calcareos S A
- 26 Cogestone Perú S.A.
- 27 Comercial Ibero Perúana Srl En Liquidac.
- 28 Comision Para La Promocion De Exportacio
- 29 Compania Granitos Y Piedras E I R L
- 30 Compania Minera Nevada S.A.C.
- 31 Constructora G Y D S.R.L.
- 32 Cordova Figini Juan Eugenio
- 33 Cordova Mineral' S Sac.
- 34 Cordova Ojeda De Herrera Beatriz Rosario
- 35 Cosmar S.R.L.
- 36 Crystalmin E.I.R.L.
- 37 Cuzco Palace S.A.
- 38 Deposito Santa Beatriz Srl
- 39 E Y C Service Cargo S A
- 40 Ecofar S.R.Ltda.
- 41 Edwin Bravo Eirl
- 42 Espinoza Neyra Alicia Damaris
- 43 Exportaciones Hermanos Levy S.R.L
- 44 Exportador
- 45 Farfan Tapia Maria
- 46 Fca Perúana Eternit S A

Importación Peruana de yesos Calcinados por países de Origen

(Cantidad en Kg. Valor en US Dólares)

País de Origen	1 982		1 984		1 985		1 986		1 987		1 988		1 989		2 000		2 001		2 002		2 003		2 004 (1)	
	Peso Neto (Miles)	Valor CIF (Dólares)																						
US: Estados Unidos	29 592	12 041	52 913	36 253	69 771	57 554	48 600	27 623	42 252	17 744	73 159	71 309	66 768	64 452	57 796	68 285	83 002	84 286	45 105	18 763	45 446	36 302	23 741	31 154
ES: España	9 112	6 923	32 711	16 549	61 804	37 422	61 800	48 840	42 190	25 543	75 406	43 026	94 957	60 796	73 331	36 598	95 523	51 817	89 268	52 762	104 520	59 613	59 022	37 265
DE: Alemania			100	234	15 000	7 910																		
CA: Canadá							16 330	15 998																
BR: Brasil							17 500	9 956			900	450	150	409										
FR: Francia							21 000	6 877									4 530	3 125	2 050	1 219		1 268	1 750	1 210
TW: Taiwan							1 064	1 368																
GB: Reino Unido											11 110	6 021	4 875	1 805	11 090	4 299	90	474	31 455	24 583				
BD: Bangla											25	818												
Otros	0	0	2 507	8 895	0	0	302	1 203	6 159	1 564	71	229	0	0	140	73	6 790	750	625	230				
<b>TOTAL</b>	<b>32 704</b>	<b>18 963</b>	<b>85 723</b>	<b>53 036</b>	<b>146 575</b>	<b>102 887</b>	<b>186 265</b>	<b>189 702</b>	<b>84 452</b>	<b>44 287</b>	<b>188 704</b>	<b>122 238</b>	<b>166 791</b>	<b>127 471</b>	<b>152 176</b>	<b>119 991</b>	<b>183 145</b>	<b>138 692</b>	<b>168 878</b>	<b>98 062</b>	<b>151 766</b>	<b>97 184</b>	<b>94 863</b>	<b>75 443</b>

Fuente: Tabla de importación de YESO y - Oficina de Estadística de ADO/ANEP - PERU

(1) Datos tomados a 31 de agosto 2004

Importación Peruana de Yeso Natural: Anhidrita por Países de Origen

(Cantidad en Kg. Valor en US Dólares)

País de Origen	1 994		1 995		1 996		1 997		1 998		1 999		2 000		2 001		2 002		2 003		2 004 (1)		
	Peso Neto (Miles)	Valor CIF (Dólares)																					
US: Estados Unidos	124 153	35 822	22 409	25 194	14 838	18 624	17 795	25 376	68 619	42 263	47 300	14 632	245 537	75 167	97 618	44 948	125 919	77 576	275 500	28 210	100 798	45 903	
DE: Alemania			15 000	8 237			2 000	2 519	19 100	19 738			4 437	22 226									
CN: China (R.)			2 300	2 222	6 847	6 100	2 542	6 999	668	2 533	200	695	750	260	113	4 597	1 000	6 362	400	1 345	660	2 230	
BR: Brasil					22 000	6 642			280	364	1 640	1 903	1 222	1 575	4 050	3 526	6 700	5 524	5 375	3 264	10 125	6 549	
Bolivia							364	1 190									508	365					
TR: Turquía							11 003	19 430															
CL: Chile																							
IT: Italia																							
MX: Mexico																							
Otros	0	0	21 060	9 390	0	9 360	2 360	2 269	0	0	0	0	0	0	1	13	0	1	67	53	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>124 153</b>	<b>35 822</b>	<b>68 759</b>	<b>46 043</b>	<b>43 685</b>	<b>48 725</b>	<b>36 064</b>	<b>59 063</b>	<b>88 557</b>	<b>64 906</b>	<b>49 748</b>	<b>17 238</b>	<b>251 946</b>	<b>99 229</b>	<b>159 281</b>	<b>58 429</b>	<b>219 817</b>	<b>96 833</b>	<b>362 818</b>	<b>52 973</b>	<b>289 088</b>	<b>75 450</b>	

Fuente: Elaborado a partir de reportes de INEP y - Oficina de Estadística de ADO/ANEP - PERU

(1) Datos tomados a 31 de agosto 2004

### Exportación de Yeso Calcinado Peruano por Países de Destino

(Cantidad en Kg. Valor en US Dólares)

Cuadro N° 54

País Destino	1 993		1 994		1 995		1 996		1 997		1 998		2 000		2 001		2 002		2 003		2004 (1)		
	Peso Neto (Kilos)	Valor FOB (Dólares)																					
EC: Ecuador	10 000	4 398	5 500	3 410	5 000	3 100	6 000	4 900	5 640	3 526	4 000	5 440	180	155	27 400	92 280	92 576	90 800	94 000	80 000	80 000	70 500	81 000
AR: Argentina							1 500	771	1 542				10 000	1 806							495		
BC: Bolivia													1 719	1 690	1 213	202	227						
CL: Chile													42	40	108	87	426						
Otros	0	0	0	0	15	85	0	0	0	0	3	6	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>10 000</b>	<b>4 398</b>	<b>5 500</b>	<b>3 410</b>	<b>5 015</b>	<b>3 185</b>	<b>7 500</b>	<b>5 671</b>	<b>8 440</b>	<b>5 071</b>	<b>40 003</b>	<b>5 446</b>	<b>11 964</b>	<b>11 678</b>	<b>28 718</b>	<b>93 940</b>	<b>93 229</b>	<b>94 000</b>	<b>90 800</b>	<b>81 436</b>	<b>80 980</b>	<b>75 500</b>	<b>81 000</b>

Fuente: Elaborada a partir de reporte de INETYP - Oficina de Estadística de ADUANET-PEZO

(1) Datos tomados al 31 de agosto 2004

### Exportación Peruana de Yeso Natural; Anhidrita por países de Destino

(Cantidad en Kg. Valor en US Dólares)

Cuadro N° 55

País Destino	1 995		1 996		1 997		1 998		1 999		2 000		2 001		2 002		2 003		2004 (1)					
	Peso Neto (Kilos)	Valor FOB (Dólares)																						
BO: Bolivia	2 722	1 935	2 300	1 000	3 600	1 814											12 492	8 775						
CO: Colombia																								
EC: Ecuador							7 000	3 363			5 095	2 038			48 018	13 725	703 197	505 868	529 249	428 767				
US: Estados									9 571	2 632							34		77	100				
CL: Chile									7 060	1 060	12 000	1 800	6 000	900	9 000	6 000	450	3 000	4 080	6 200				
JP: Japon															3 500	132								
Otros			35	10	5	6									10	30								
<b>TOTAL</b>	<b>2 722</b>	<b>1 935</b>	<b>2 335</b>	<b>1 010</b>	<b>3 605</b>	<b>1 820</b>	<b>7 000</b>	<b>3 363</b>	<b>16 651</b>	<b>3 692</b>	<b>17 095</b>	<b>3 838</b>	<b>6 000</b>	<b>900</b>	<b>60 528</b>	<b>13 732</b>	<b>716 173</b>	<b>518 710</b>	<b>5 783 828</b>	<b>946 981</b>				

Fuente: Elaborada a partir de reporte de INETYP - Oficina de Estadística de ADUANET-PEZO

(1) Datos tomados al 31 de agosto 2004

### 3.2.9 Comercio

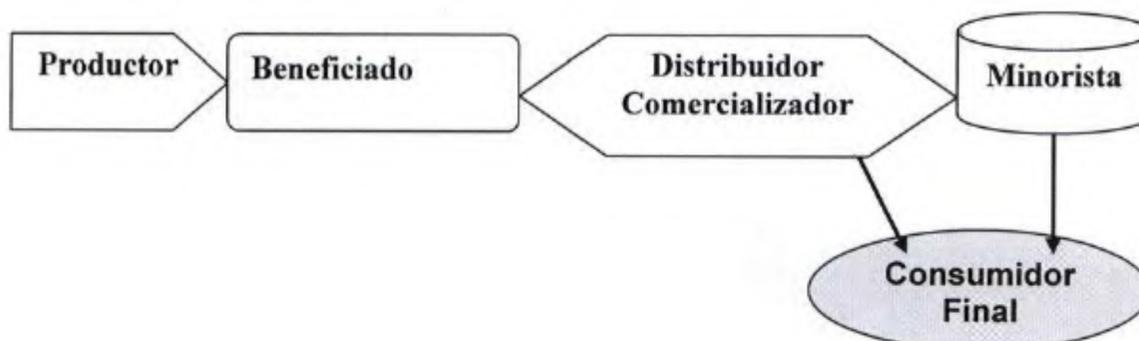
No se cuenta con información estadística del comercio en bruto del yeso natural, debido a que los que extraen el yeso usan directamente en la fabricación del cemento y en la calcinación del mismo, por tanto lo que se comercializa en el mercado es el yeso calcinado y molido en bolsas de 17 , 20 y 25 kg. A precios que van de S/. 2 a S/. 2.50 por bolsa en cantera , los mismo que llegan al consumidor local a precios de S/. 3.00 a S/. 3.50

Aparte del mercado local el principal mercado de consumo de yeso en el país es Lima-Callao. Así mismo se viene exportando a varios países del mundo el yeso Peruano tanto natural como calcinado cuya tendencia es positiva

#### 3.2.9.1 Principales Canales De Comercialización

Una vez extraído y beneficiado el mineral, pasa la etapa de comercialización llegando el producto terminado al consumidor final a través de los distribuidores mayoristas y/o minoritarios. El encadenamiento extracción-beneficio, se realiza cuando el propietario del yacimiento cuenta con su planta de tratamiento o beneficio del mineral, la distribución y comercialización en la mayoría de los casos se realiza por medio de distribuidores los que llevan el producto al consumidor final.

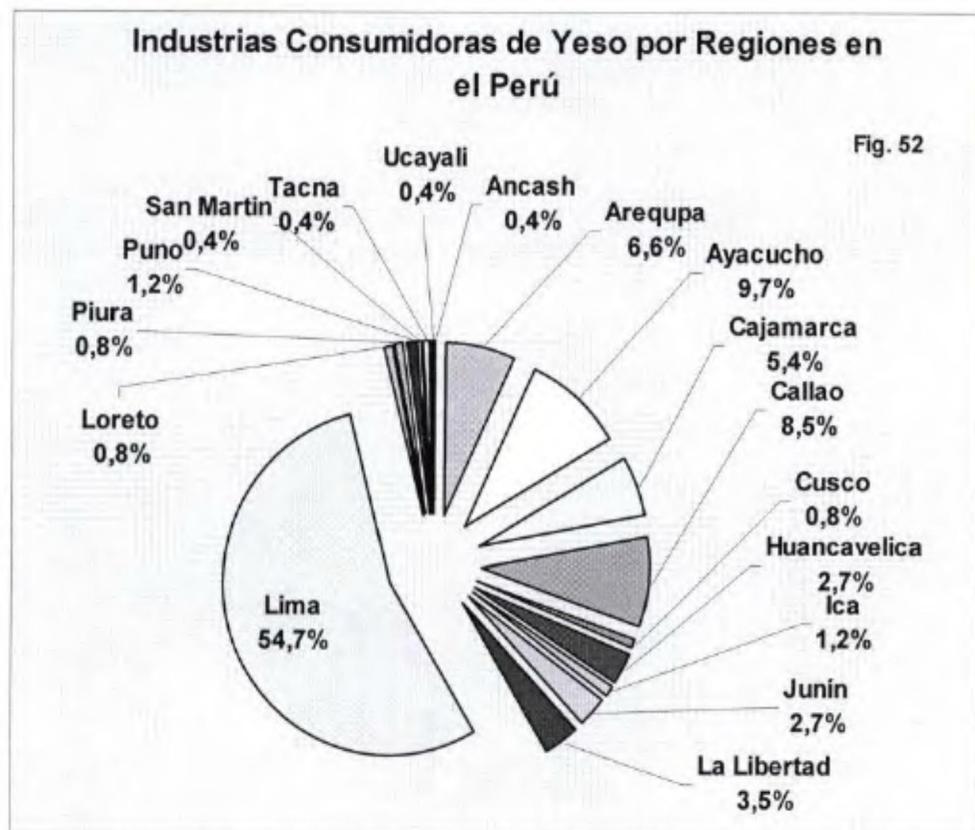
#### Principales Canales De Comercialización



#### 3.2.9.2 Comercio Exterior

El comercio exterior Peruano se circunscribe a 2 tipos de yeso: Calcinado y natural se realiza principalmente con países vecinos como Ecuador, Colombia, Estados Unidos y Chile, igualmente se importa

La Región Huancavelica se caracteriza por contar con grandes recursos de esta materia prima, cuya explotación viene haciéndose en pequeña escala mayormente artesanal, abastece al mercado local y regional, especialmente se usa en estucado y revestimiento de paredes. En la Región de Ayacucho, existe una actividad artesanal organizada que trabaja el yeso tipo alabastro, estos productos artesanales son apreciados por cuanto turista visita la ciudad de Ayacucho y es llevado a diversos países del mundo, sin embargo este material por su pureza podría ser utilizado industrialmente para la fabricación de escayolas que actualmente se importan, para lo cual se necesita un calcinado en hornos especiales en donde el material no tenga contacto en el fuego.



Aplicación de yeso y anhidrita clasificada según campos de aplicación y grupos de productos

Campo de aplicación o grupo de productos	Roca de yeso natural	Semihidrato alfa	Semihidrato beta	Yeso de fases múltiples(3)	Yeso IDG	Yeso químico	Anhidrita natural y sintética
Placas/elementos de construcción (para obras interiores p.ej. piedras de yeso, tabiques de yeso, piezas moldeadas, elementos especiales)			x				
Placas/elementos compuestos de construcción (para obras interiores, p.ej. tabiques de yeso termo y fonoisolantes, placas y elementos ignífugos)			x				
Placas/elementos de construcción con matriz reforzada (p.ej. Placas decorativas y fonosorventes, revestimiento de cubiertas, piezas moldeadas)			x				
Aglomerante para obras interiores (p.ej. Eñlucidos para paredes interiores, solado de suelos, revoques exteriores)			x	x			x
Retardador del fraguado de cemento	x				x	x	x
Material auxiliar de saneamiento (p.ej. Deshidratación y estabilización de lodos depuradores, basura especial y aguas residuales radioactivas y	x		x		x	x	
Yesos especiales (p.ej. Yesos dentales, yeso de molde para la medicina quirúrgica, moldes para la industria cerámica, moldes duros para la		x					
Aglomerantes para la construcción subterránea (p.ej. Minería, construcción de metros y túneles; construcción de vías de comunicación y	x	x	x				x
Materiales de relleno para la arquitectura paisajística/recultivación	x				x		
Portadores (p.ej. de insecticidas, farmacéuticos y fertilizantes de toda clase)	x				x	x	
Cargas (p.ej. Para papel, también coating de papel, plásticos, pinturas, revestimientos anticorrosivos, cola, pegamentos, productos cosméticos)	x				x	x	x
Abono/mejoramiento de suelos (p.ej. nitrocal, yesos mixtos para la estabilización y el mejoramiento estructural de suelos, reducción del	x				x	x	
Materia prima química (p.ej. Azufre elemental, ácido sulfúrico, carburo cálcico, cianamida cálcica)	x						

(1)por separado o también mixto con dihidrato (2)también yeso mixto de semihidratos alfa y beta (3)semihidratos alfa y beta mixtos con fase de anhidrita

Fuente: Walter Lorenz & Gwosdz, 2004, Manual para la Evaluación geológica - técnica de recursos minerales de construcción

### 3.2.8 Consumo Aparente

La demanda de yeso está por tanto íntimamente relacionada con la industria de la construcción, siendo la demanda de cemento el principal factor del consumo de yeso. El nivel de crecimiento de la actividad constructiva en Perú va en recuperación, actualmente existe una significativa expansión urbana la que en el futuro demandará mayores recursos.

La actividad constructiva global ha venido creciendo ininterrumpidamente en los últimos años y se espera que continúe en una tendencia similar en el futuro inmediato. Por lo tanto el consumo de yeso seguirá creciendo a un ritmo de 3% anual en los próximos años.

De acuerdo a la información consultada de las fuentes oficiales del Estado (MEM y ADUANET – PERÚ), como se puede apreciar en el cuadro N° 52 y Fig 51 el consumo nacional aparente de yeso durante 1994 - 2004 fue abastecida alrededor del 99% por la producción nacional solo se registra una pequeña cantidad de importación significando algo más del 1% pero de un yeso de alta calidad que mayormente son requeridas por la industria química-farmacéutica, a un alto precio de importación. La mayor cifra de consumo se registra para el año 1998, esta se debe tomar como referencia debido provoca un sesgo por la mayor información registrada por la región Lima.

Los tipos de yeso que se consumen en la industria nacional es yeso natural mayormente por la industria del cemento y construcción, el yeso calcinado usado por una gama de industrias en el país, estucado, plástico, vidrio cerámica, papel caucho, alimentos medicinas, medio ambiente y otras.



Foto 55: Artesanía en yeso parque industrial Río Seco Arequipa 1991  
(cortesía A. Díaz)

### **El yeso es empleado como absorbente**

Permite absorber los aceites de pisos en fábricas, talleres, y lugares donde se trabaja con grasas

En resumen, la gran variedad de yesos existentes en el Perú, cuyo resultado del análisis de algunas muestras recolectadas en el campo y citadas en la primera parte del presente trabajo, su contenido de yeso (  $\text{SO}_3$  ) va desde  $>$  de 96% a  $>$  99% y  $>$ 31% a  $>$  32% el contenido de  $\text{CaO}$  . con estos materiales que se puede elaborar escayolas para ser aplicados en las diferentes industrias como medicina, dental, etc..

Considerando la importancia para lograr una aplicación correcta de estos materiales se incluye la presenta un cuadro de especificaciones o valores guía de yeso y anhidrita en bruto, así como el cuadro de aplicación de yeso y anhidrita clasificada según campos de aplicación y grupos de productos, del manual de para la evaluación geológica técnica de recursos minerales para la construcción de los Drs. Walter Lorenz & Werner Gwosdz (Alemania 2003)

### 3.2.7.1.6 Otras industrias

- **Protector Contra el Fuego**

El yeso es completamente incombustible y resistente al fuego. Al exponerse al calor se produce una gradual liberación del agua de cristalización en forma de vapor que retrasa la elevación de temperatura absorbiendo el calor, sin emanar gases tóxicos que son la principal causa de accidentes fatales en la mayoría de incendios.

- **Absorción Acústica**

Debido a su elasticidad y estructura finamente porosa, el yeso ofrece una excelente capacidad de insonorización, disminuye ecos y reverberaciones, mejorando las condiciones acústicas de las edificaciones, siendo el yeso por tanto un excelente absorbente y amortiguador acústico

- **Aislante Térmico**

La utilización de yeso en los revestimientos interiores de las edificaciones. Las placas de yeso, de apenas 13 mm, al tener una estructura continua y un bajo coeficiente de conductibilidad térmica (0,26 Kcal/h/m °C), garantizan un ambiente uniformemente confortable, pues tienen un poder aislante tres veces mayor que el ladrillo y cuatro veces y media mayor que el hormigón. Las placas de yeso, de apenas 13 mm, al tener una estructura continua y un bajo coeficiente de conductibilidad térmica (0,26 Kcal/h/m °C), garantizan un ambiente uniformemente confortable, pues tienen un poder aislante tres veces mayor que el ladrillo y cuatro veces y media mayor que el hormigón y puede aumentar en un 35% la capacidad de aislamiento térmico frente a construcciones no revestidas.

- **Arte Decorativo**

Desde hace siglos se emplean las técnicas tradicionales donde los trabajos todavía se realizan de forma artesanal aplicando el producto manualmente. Los métodos de aplicación también han ido desarrollándose incorporando otras técnicas más modernas, por ejemplo la aplicación de yeso por pulverización

El yeso permite obtener detalles exactos, buena resistencia y un suave acabado superficial, por lo que es utilizado tanto por artistas profesionales como por aficionados, así como en los museos para crear o reproducir elementos de estatuas.

En la arquitectura y el diseño de interiores, se emplea el yeso para crear molduras, cornisas, paneles decorativos y tabiques para el interior de edificios, barandillas, cenefas, chimeneas, columnas, placas de techo desmontables y plafones.

plata), el moldeo a presión o estático de metales con elevados puntos de fusión, como por ejemplo aluminio, cobre y latón, y de aleaciones de metales no férricos, así como para la fabricación de piezas para estatuas de bronce.

También se usa en la producción de piezas intrincadas para las industrias aeronáutica, electrónica y automovilística, donde se requiere de suma exactitud y precisión. Así mismo se emplea en la fabricación de moldes de aluminio para los fabricantes de suelas de zapato y de neumáticos de automóviles

Por consiguiente el yeso proporciona piezas con gran finura de detalles y una exacta reproducción dimensional, permitiendo a los fabricantes realizar las piezas en una sola fase con la posibilidad de repararlas una vez moldeadas, lo que implica un aumento de la productividad. Esta industria requiere yeso  $> 95\%$  de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

#### 3.2.7.1.4 Sub – Sector Agroindustrial

En este importante sub-sector, se utiliza una gran gama de productos de yeso fino de alta pureza que se emplea en la industria alimenticia para los más diversos propósitos, como fuente natural de calcio,

- **Industria agrícola**

En agricultura se usa el yeso para una gran diversidad de propósitos, para neutralizar los suelos alcalinos y salinos y mejora la permeabilidad de los materiales argiláceos; proporciona azufre y soporte catalítico para la utilización máxima de fertilizantes y para mejorar la productividad en las leguminosas. Por otra parte, mejora la estructura del suelo; ayuda a remover boro en suelos sódicos y a recuperar este tipo de suelos, a parar escurrimientos y erosión y a las plantas a absorber nutrientes; corrige la acidez del subsuelo, incrementa la estabilidad de la materia orgánica del suelo; hace más eficiente el agua de irrigación de baja calidad y disminuye la toxicidad de metales pesados.

Algunas propiedades a tener en cuenta cuando se evalúa un yeso agrícola.

##### Caracterización físico – química del yeso agrícola

$\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	$> 85 \%$
Agua libre	$< 0.05 \%$
Na Cl	$< 0.05 \%$
$\text{CaCO}_3$	$< 13 \%$
$\text{MgCO}_3$	$< 0.3 \%$
Oxidos de Fe y Al	$< 0.3 \%$
Otros	$2 - 3 \%$

Fuente: *Ing. Agr. Valentina Strazisca, Ing. Agr. Ricardo Melgar, Diciembre 2003 Revista Agraria*

con los demás ingredientes activos. La homogeneidad es un factor decisivo en los fármacos en lo que se refiere a la dosificación exacta de los ingredientes, puesto que la fina mezcla, que frecuentemente puede contener hasta un 97% de yeso natural, se comprime directamente en forma de pastilla después del mezclado

- **Cosméticos**

Se usa yeso en la gran gama cosmética, para tratamientos corporales y faciales, el yeso es la elección natural para la industria cosmética requiere yesos > 96% de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

- **Dental**

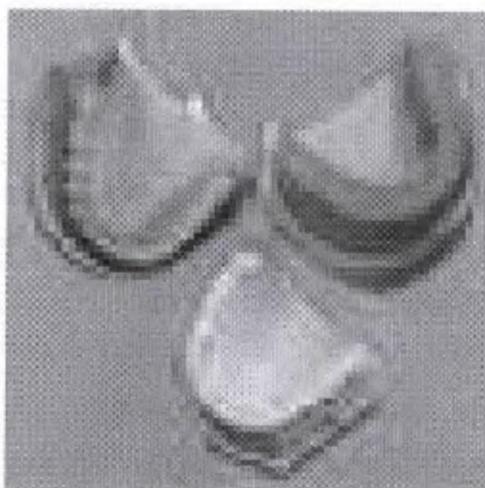
Las escayolas de yeso mas conocidas en el mundo son las BPB con una amplia gama de escayolas dentales para impresión y modelación, elaborada con precisión y que satisface las rigurosas exigencias de calidad de la industria dental. Las cuales cumplen la norma ISO 6873 sobre materiales dentales gracias a sus productos de primera línea.

Las escayolas de impresión son empleados por los dentistas para realizar impresiones de los dientes y encías de sus pacientes. Nuestros escayolas de modelación se emplean en los laboratorios dentales para realizar modelos de estudio así como los modelos de trabajo que sirven para fabricar sistemas de ortodoncia, prótesis móviles y prótesis fijas: coronas, puentes, inlays y onlays.

En el mundo la gama dental de BPB fórmula es la mas grande y responde a las exigencias de los técnicos dentales ofreciendo productos con:

Exactitud dimensional  
Elevada resistencia a la compresión  
Expansión controlada  
Excelentes propiedades tixotrópicas

El yeso debe ser > 98,75%  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



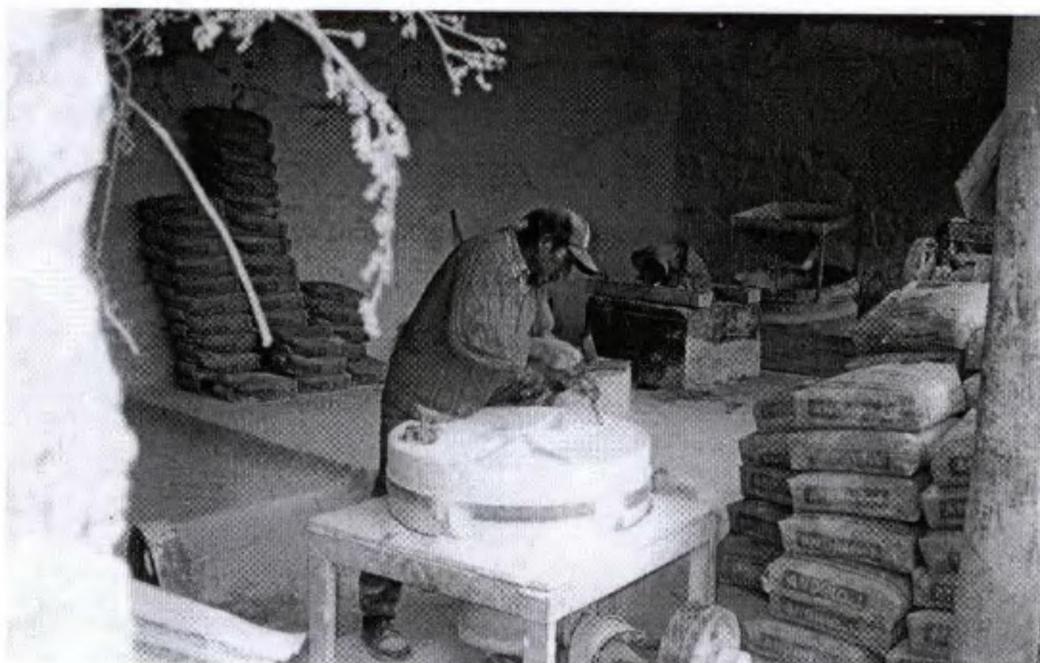


Foto 53: Molienda de yeso para construcción cantera San Martín Huancavelica bolsas de 17 Kg.



- **Industria cerámica**

La aplicación del yeso en esta industria es muy amplia y variada, se emplea para la producción de moldes y modelos para vajillas, utensilios sanitarios, figuras decorativas y tejas. Para este tipo de aplicación, el yeso es muy apreciado, siendo su porosidad un factor clave para el proceso de moldeo y su resistencia mecánica de suma importancia para obtener detalles de excelente finura y una larga vida útil de los moldes.

Por ejemplo se elabora un modelo original de yeso, idéntico al producto final que se desea fabricar. A partir de este modelo original, se fabrica un modelo maestro que a menudo consta de diferentes partes más o menos complejas dependiendo de la complejidad de la pieza acabada.

Una vez creado el modelo maestro, éste se emplea para realizar una serie de moldes de yeso de trabajo. Estos moldes de yeso se usan

### 3.2.7.1.1 Sub- Sector Construcción

El yeso es uno de los minerales más ampliamente utilizados en el mundo, se usó para realizar cimientos y muros, los asirios empleaba el yeso conocido como alabastro hace más de 6000 años, los egipcios preparaban argamasa (morteros) a partir del yeso y después utilizaron estuco de yeso en el revestimiento interior de las pirámides. Los árabes usaron en el revestimiento y decoración por ejemplos tenemos el palacio de la Alhambra de Granada en España

Desde épocas memoriales el yeso ha convivido con la humanidad y constituye uno de los más antiguos materiales de construcción. En la actualidad existe una amplia gama de aplicaciones

El yeso acartonado es un material de fácil transporte y de mucha aplicación debido a su bajo peso, y permite un acabado final con todos los materiales normalmente usados en la construcción, desde revestimientos cerámicos hasta pinturas de las más diversas características, sus especificaciones técnicas de yeso y anhidrita debe estar sobre este rango > 70% de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

- **Industria de la construcción**

Existen variedades de yeso, como el negro o de construcción, blanco, etc. que la industria de la construcción consume grandes cantidades, en albañilería los usos del yeso son múltiples: para el enlucido final de las paredes, confección de morteros simples para la construcción de tabiques, bóvedas, para formación de cielos rasos, revocos y enlucidos, esgrafiados, estucos, guarnecidos, enlucidos, prefabricados y relieves arquitectónicos, proporcionando bienestar y comodidad. Esencial como agente retardante en la producción de cemento.

Cemento portland: es el producto que se obtiene de la molienda conjunta de clínker y yeso y que pueda aceptar hasta un 3% de materias extrañas, excluido el sulfato de calcio hidratado.

Cemento siderúrgico: es el producto que se obtiene de la molienda conjunta de clínker, escoria granulada de alto horno y yeso y que puede aceptar hasta un 3% de materias extrañas, excluido el sulfato de calcio hidratado.

Cemento puzolánico: es el producto que se obtiene de la molienda conjunta de clínker, puzolana y yeso y que puede aceptar hasta un 3% de materias extrañas, excluido el sulfato de calcio hidratado.

- **Industria de prefabricados para construcción**

Se usa yeso como bases de revestimiento en: plafones (usados fundamentalmente para la decoración de techos, existe una amplia gama, desde los diseños clásicos a los barrocos), lienzos y planchas de yeso y fieltro; láminas de yeso, placas acústicas, cartón enyesado para revestir

### 3.2.7 Usos

#### Algunos conceptos que se vincula en el uso comercial del yeso

**Yeso natural o piedra de yeso**, que viene de la cantera, se lo encuentra constituyendo el mineral anhidrita o sulfato de calcio anhidro. El mineral llamado yeso o selenita, no es más que sulfato de calcio di-hidratado y responde a la fórmula:  $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Se encuentra muy repartido en la naturaleza y suele presentarse en forma de punta de lanza, constituyendo la selenita o piedra de yeso

**Yeso cocido**, lo que se conoce en el comercio como con el nombre de yeso cocido, es un sulfato de calcio semihidratado, que responde a la fórmula:  $2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Por consiguiente, la preparación del yeso que circula en el comercio, consiste en la deshidratación parcial del mineral calentándolo a  $130^\circ\text{C}$ ., por tanto el producto así obtenido toma el nombre de yeso cocido, el cual es un sólido blanco, muy poco soluble en agua.

La mayoría de la producción de yeso natural se destina a fabricar yeso calcinado de construcción y escayolas. Ambos productos son calcinados en diferentes tipos de hornos. En la fabricación de yeso de construcción normal, el yeso crudo entra en contacto con la llama, (ver foto 50) mientras que para la escayola, la cocción es indirecta, y el crudo no entra en contacto con la llama.

En el mercado se comercializan las siguientes variedades de yeso:

Yeso natural o piedra de yeso ( $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

Yeso cocido para modelar ( $2\text{SO}_4\text{Ca} \cdot \text{H}_2\text{O}$ )

Yeso extracocido o muerto ( $\text{SO}_4\text{Ca}$ )

Yeso hidráulico ( $\text{SO}_4\text{Ca}$  y  $\text{OCa}$ ), que se endurece muy lentamente, pero dando superficies duras y muy resistentes (porcelanina, etc).

Yeso para cirugía.

Yeso para uso dental.

El alabastro, propiamente dicho, no es más que sulfato de calcio di-hidratado ( $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) compacto, translúcido, ceroide, con aspecto semejante al mármol (alabastro yesoso). Es muy blando y puede ser rayado por la uña (tiene una dureza igual a dos).

#### 3.2.7.1 Sub- Sectores económicos de consumo

En la Fig. 50 podemos apreciar como participan los diversos sub-sectores económicos y grupos industriales en el consumo de yeso, interviene desde la fabricación del cemento, vidrio cerámica hasta la electrónica, que continuación describimos

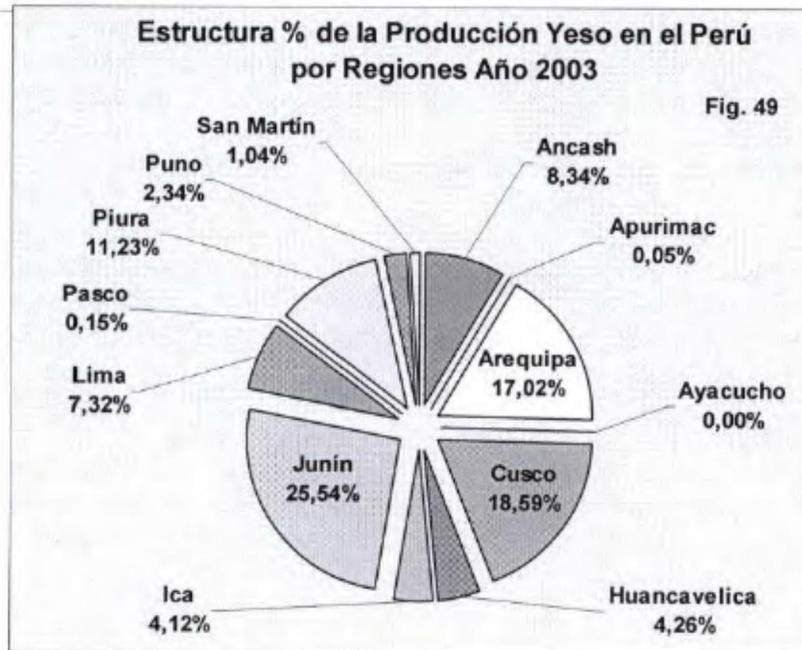
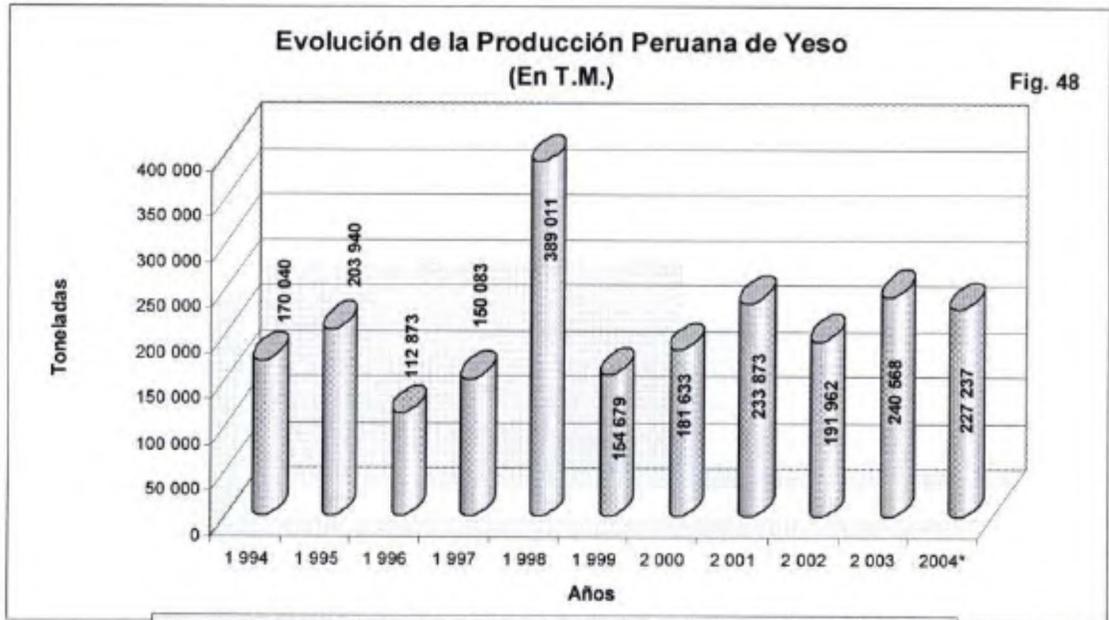
**Producción Peruana de Yeso por Regiones**  
(En T.M.)

Cuadro N° 50

Yeso	1 994	1 995	1 996	1 997	1 998	1 999	2 000	2 001	2 002	2 003	2004*
Ancash	10 710	13 606	11 200	10 505	11 030	14 677	13 772	16 133	17 928	20 038	21 938
Apurimac	120	120	200	200	200	100	100	134	131	127	124
Arequipa	0	7 200	25 025	32 009	40 043	48 077	60 680	81 000	24 441	40 903	8 684
Ayacucho (*)	10	10	15	50	75	100	120	150	150	180	200
Cusco	16 640	10 295	8 438	12 970	97 150	32 963	38 703	41 927	48 375	44 684	47 752
Huancavelica	9 968	18 874	20 790	27 840	16 125	5 213	12 617	10 052	10 152	10 252	10 352
Ica				2 257	2 301	5 028	5 238	6 745	7 694	9 915	11 288
Junín	13 637	44 315	27 163	33 949	35 914	42 810	30 446	48 721	49 089	81 395	65 742
Lima	110 482	90 240	3 323	1 839	171 768	1 685	8 577	10 505	5 788	17 590	18 379
Pasco	245	320	205	300	320	317	330	343	368	369	382
Piura	6 000	12 000	13 000	23 000	12 000	1 000	7 500	14 000	20 500	27 000	33 500
Puno	2 228	6 960	3 514	5 164	2 084	2 709	3 569	4 163	4 905	5 615	6 348
San Martín									2 452	2 500	2 548
<b>Total</b>	<b>170 040</b>	<b>203 940</b>	<b>112 873</b>	<b>150 083</b>	<b>389 011</b>	<b>154 679</b>	<b>181 633</b>	<b>233 873</b>	<b>191 962</b>	<b>240 568</b>	<b>227 237</b>

Fuente: Elaboración a partir de la información de la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas

(\*) Producción Artesanal



**Áreas Potenciales de Yeso en el Perú por Regiones**

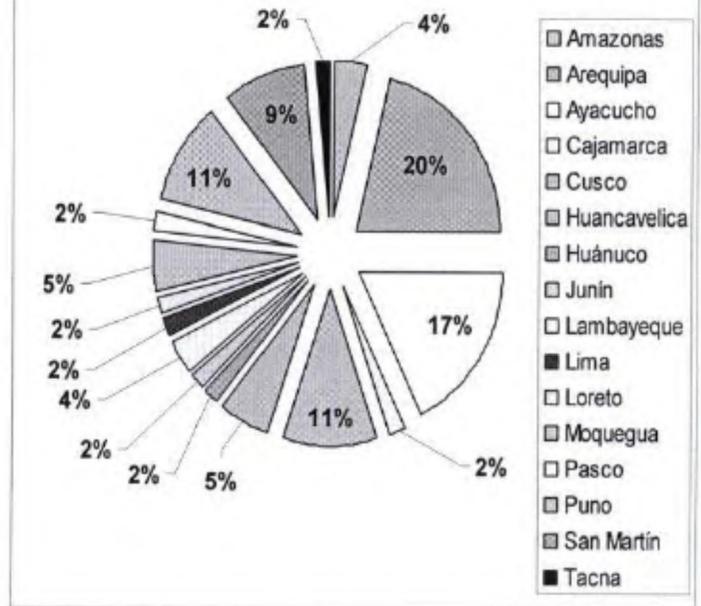
Cuadro N° 48

Región	Sustancias	N° de Áreas Potenciales
Amazonas		2
Arequipa		12
Ayacucho		10
Cajamarca		1
Cusco		6
Huancavelica		3
Huánuco		1
Junín		1
Lambayeque		2
Lima		1
Loreto		1
Moquegua		3
Pasco		1
Puno		6
San Martín		5
Tacna		1
<b>Total</b>		<b>56</b>

FUENTE: Elaborado a partir de la información del Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Minería

**Áreas Potenciales de Yeso en el Perú por Regiones**

Fig. N° 45



**3.2.4 Reservas por regiones**

Con la información existente y disponible en la fuente oficial del Ministerio de Energía y Minas, correspondiente a algunas canteras de las 229 registradas, se ha estimado cifras referencias del volumen de reservas probadas, probables y posibles de yeso que se puede ver en el cuadro N° 49 y fig. 46.

Los recursos que se estiman para la Región de Piura es la mas representativa (35%) ascienden a 11 millones de toneladas pertenecientes al yacimiento de Bayovar pero que aún no han sido explotadas, siguen en importancias las regiones que tienen una fabrica de cemento como podemos ver en la Fig. 47. Sin embargo las cifras declaradas por las empresas productoras, solo se pueden tomar como indicativas puesto que no han sido verificadas en el campo.

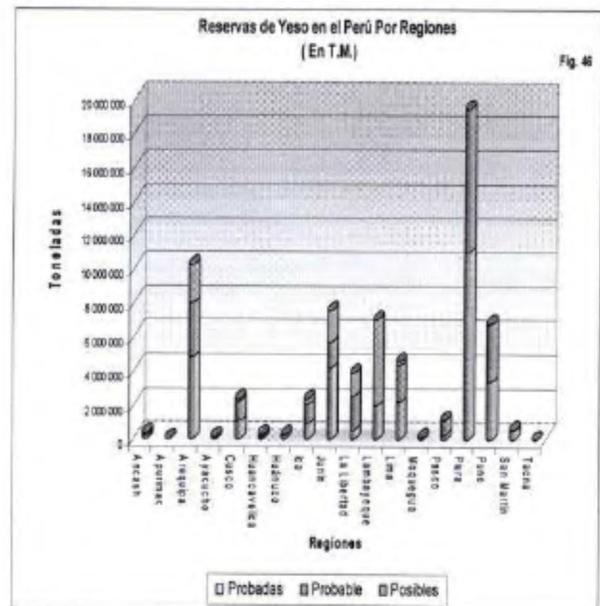
**Reservas de Yeso en el Perú por Regiones**  
(En toneladas métricas)  
Cuadro N° 49

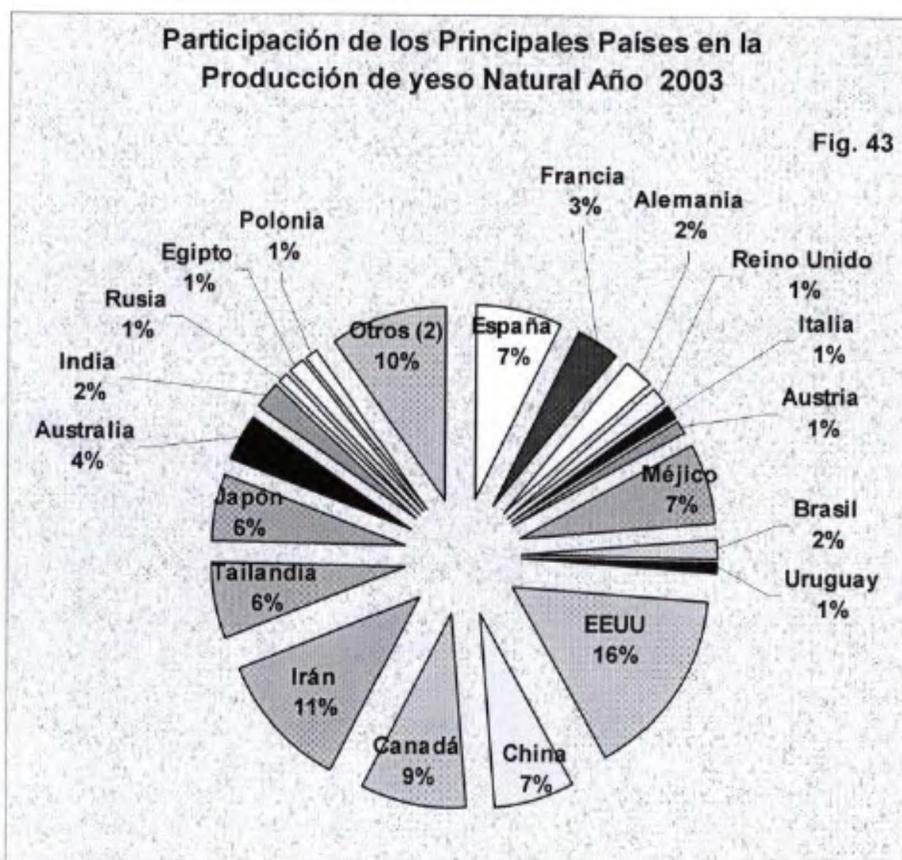
Regiones	Probadas	Probable	Posibles
Ancash	174 197	128 752	50 000
Apurímac	1 000	2 000	
Arequipa	4 808 156	3 203 000	2 220 454
Ayacucho	39 852		100 000
Cusco	1 058 300	1 176 000	145 000
Huancavelica	108 500	166 500	
Huánuco	216 000	45 000	
Ica	910 000	1 155 000	304 000
Junín	4 176 928	1 562 970	1 774 000
La Libertad	546 000	2 027 000	1 305 000
Lambayeque	2 000 000		5 000 000
Lima	2 240 498	2 099 734	215 400
Moquegua	58 700	80 565	
Pasco	284 509	866 180	
Piura	11 000 000	8 400 000	
Puno	3 392 550	3 389 075	
San Martín	512 000	11 650	60 000
Tacna	100	200	500
<b>Total</b>	<b>31 527 390</b>	<b>24 293 626</b>	<b>11 174 354</b>

Fuente: Elaboración a partir de la información de la Dirección General de Minería/DJC-DE/ del Ministerio de Energía y Minas

**Reservas de Yeso en el Perú Por Regiones**  
(En T.M.)

Fig. 46





### 3.2.1.2 Comercio

Estados Unidos, sigue siendo el principal productor y consumidor de yeso especialmente en el uso de productos prefabricados a base de yeso, cuyas exportaciones cubren Asia, Europa y Latinoamérica, también se destacan Canadá y México cuyo principal mercado es los Estados Unidos

En Sudamérica, los principales países productores de yeso son Brasil, Chile y Argentina, cuyas exportaciones son regionales

En Europa el principal país productor y exportador de yeso es España, exporta sus productos de yeso principalmente a Estados Unidos, Inglaterra y Escandinavia, Francia mayormente consume internamente su producción de yeso, éste es utilizado en pasta de yeso, productos de cartón de yeso, cemento y acondicionadores de suelo.

En Asia, los principales países productores y consumidores de yeso es Irán y China quienes consumen internamente gran parte de la producción de en la industria del cemento, industrias ligera, cerámica y productos de construcción.

### 3.2.2 Panorama nacional

El Perú tiene abundantes recursos de yeso a lo largo y ancho de su territorio, los que podrían ser fácilmente explotables por su gran calidad y costos de extracción que

Las estadísticas internacionales sobre el yeso, debemos manejarlo como referenciales, pues muchos países que registran una baja producción, su consumo ésta totalmente en su mercado interior, no la declaran, lo mismo otras producciones significativas de yeso, que son consumidas por las mismas compañías que lo extraen, tampoco se declaran, tal es el caso de algunos productores de cemento y prefabricados de yeso, etc.

### 3.2.1.1 Producción mundial

Por la abundancia del mineral y los bajos costos de explotación, las empresas yeseras se desarrollen donde existe consumidores, es decir, en mercados regionales donde se encuentren establecidas empresas productoras de cemento, fabricantes de yeso calcinado, productoras de prefabricados o localidades cuya actividad sea la fabricación de cerámica (ladrillos), u otras relacionadas al consumo de yeso. Una de las ventajas del mineral es que las distintas calidades del mismo tienen amplias oportunidades de mercado.

De acuerdo a la información consultada del Mineral Commodity Summaries, correspondiente a los 1996 – 2003, se ha elaborado el cuadro N° 46, donde podemos ver la evolución de la producción mundial de yeso por principales países

Los principales productores de yeso en el mundo correspondiente al año 2003 son, en orden de importancia, Estados Unidos (16%), Irán (11%), Canadá (9%), China (7%), España (7%), México (7%), Tailandia (6%), Japón (6%) y el resto los demás países como se puede ver claramente en la Fig. 43

La producción mundial de yeso por continentes se distribuye de la siguiente manera: Norteamérica (Estados Unidos, Canadá y México) con el 31%; Asia, África, India y Oceanía 45%, Europa 19%, y países de América del Sur 5%.

Del total de la producción mundial, se estima que menos del 20% de entra al comercio internacional y pocos países son exportadores, entre ellos Canadá y México, quienes exportan gran parte de su producción a Estados Unidos.

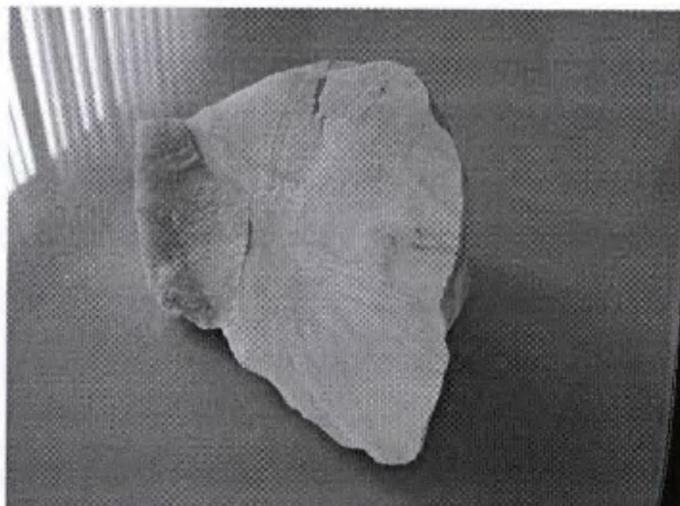
En Europa, España es el principal país productor y exportador de yeso vende principalmente a Estados Unidos, Inglaterra y Escandinavia. En Francia el yeso es consumido de manera interna principalmente para pasta de yeso, para la fabricación de productos de cartón de yeso, cemento y acondicionadores de suelo.

En Asia, China consume gran parte de su producción de yeso en la industria del cemento, el resto en las industrias ligeras, cerámica y productos de construcción, en Japón las principales industrias consumidoras son el cemento y cartones de yeso, Tailandia, país que exporta la mayor parte de su yeso a los países vecinos.

En Sudamérica. Los principales países productores son Brasil, Chile y Argentina.

La producción ha experimentado un ligero descenso desde el 2001, sin embargo las tendencias de la construcción y del consumo de cemento parecen indicar que los próximos años se producirán aumentos progresivos en países en vías de desarrollo donde en el futuro se convertirá en una materia prima primordial.

## Yeso Unya



Provincia de Cangallo – departamento de Ayacucho

8 493 800 N y 583 200 E

Color gris blanquecinos a blanco

Lustre perlado

Origen sedimentario evaporítico

Brillo vítreo

Translúcido a opaco

Presencia masiva con granulometría fina

El yeso es de buena calidad de alabastro

Yeso	=	99.49 %
Anhidrita	=	0.35 %
Metavariscita	=	0.16 %

Provincia de Moyobamba – departamento de San Martín

8 329 388 N y 276 848 E

Color gris amarillento con tonos blanquecinos

Lustre perlado

Origen sedimentario evaporítico

Brillo vitreo

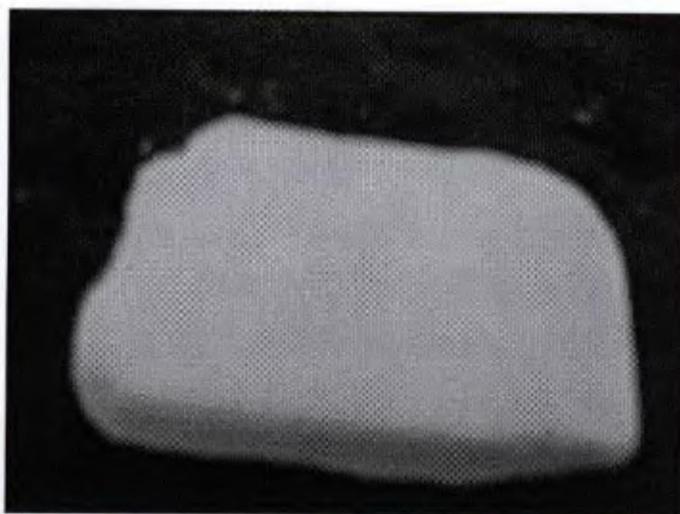
Opaco

Presencia cristalizada

El yeso es de buena calidad

JC - 7	Yeso	=	90.51 %
	Anhidrita	=	6.66 %
	Cuarzo	=	2.83 %
JC - 8	Yeso	=	92.94 %
	Cuarzo	=	5.47 %
	Clorita	=	0.75 %
	Muscovita	=	0.37 %
	Microclina	=	0.35 %
	Goetita	=	0.12 %

### Yeso Fray Martín



Provincia de Huancavelica – departamento de Huancavelica

8 616 380 N y 505 213 E

Color gris blanquecino con tonos rosáceos

Lustre perlado

Origen sedimentario evaporítico

Brillo vitreo

Opaco

Provincia de Concepción – departamento de Junín

8 671 458 N y 447 481 E

Color blanquecino con tonos gris parduscos

Lustre perlado

Origen sedimentario evaporítico

Brillo vítreo

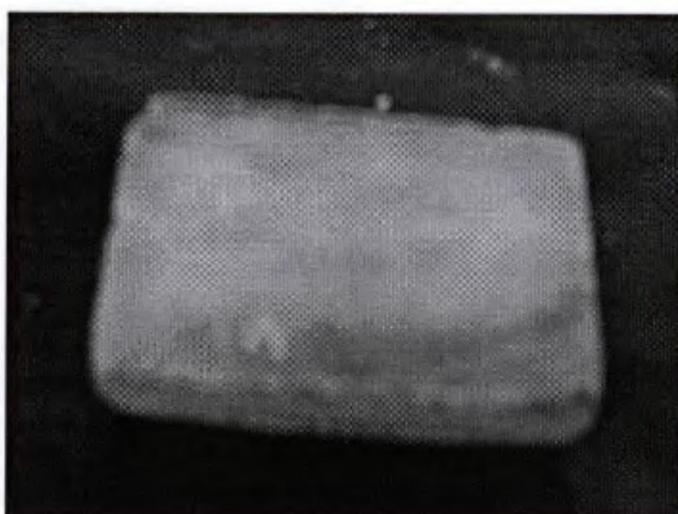
Opaco

Presencia fibrosa

El yeso de buena calidad

Yeso	=	98.70 %
Calcita	=	0.96 %
Vaterita	=	0.19 %
Baritina	=	0.15 %

### Yeso Victor 76



Provincia de Concepción – departamento de Junín

8 671 458 N y 448 024 E

Color gris blanquecinos a con tonos pardo amarillentos

Lustre perlado

Origen sedimentario evaporítico

Brillo vítreo

Opaco

Presencia masiva

El yeso es de buena calidad

Yeso	=	99.08 %
Wollastonita	=	0.92 %

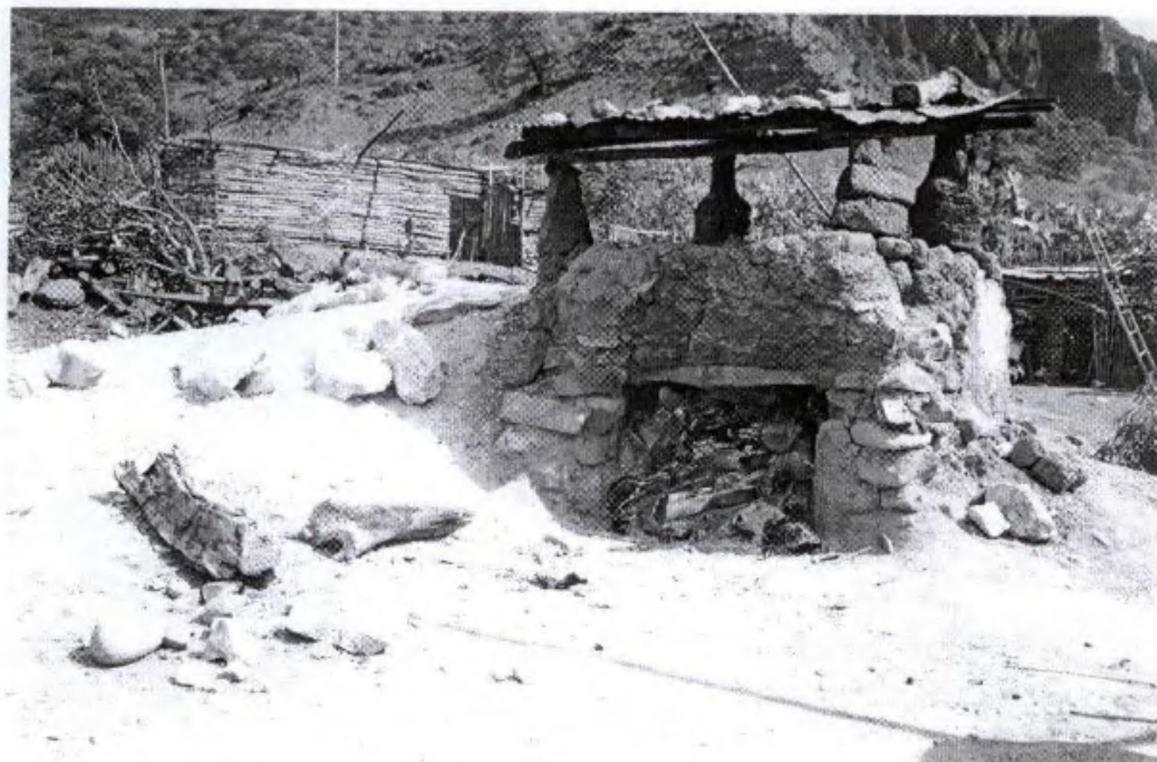


Foto 50: Horno artesanal para el quemado de yeso Huancavelica – Perú  
(Cortesía Ing. Marco Lara)

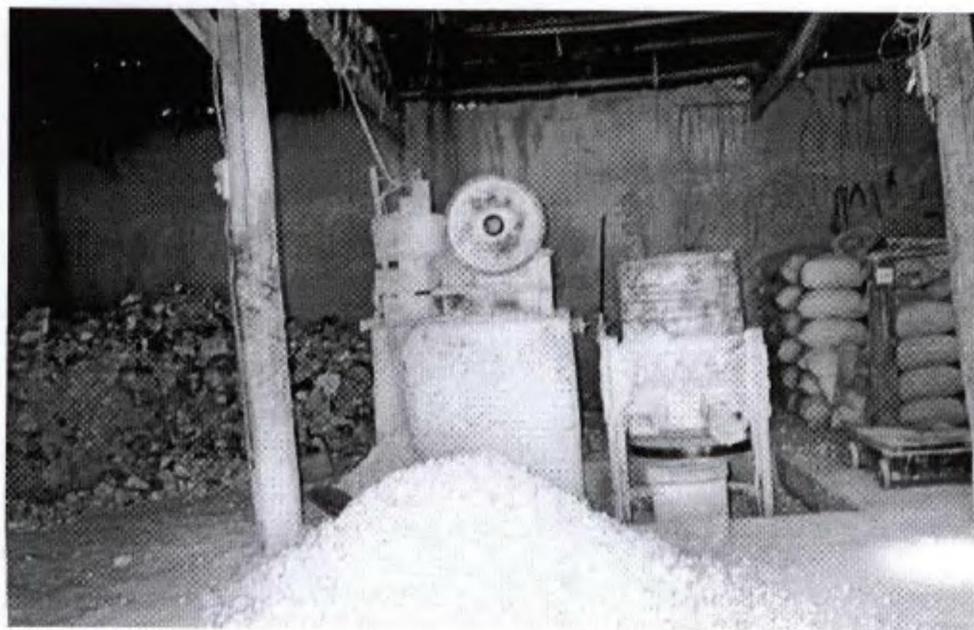


Foto 51: Molienda y embolsado del yeso para su comercialización  
Huancavelica

esto es lo que le da al yeso su propiedad de aglomerante. El yeso también se calcina en recipientes u hornos especiales, a temperaturas de 150° a 175° C, para eliminar el agua de cristalización; así se utiliza para elaborar aislantes térmicos y acústicos, también como relleno en la industria de papel.

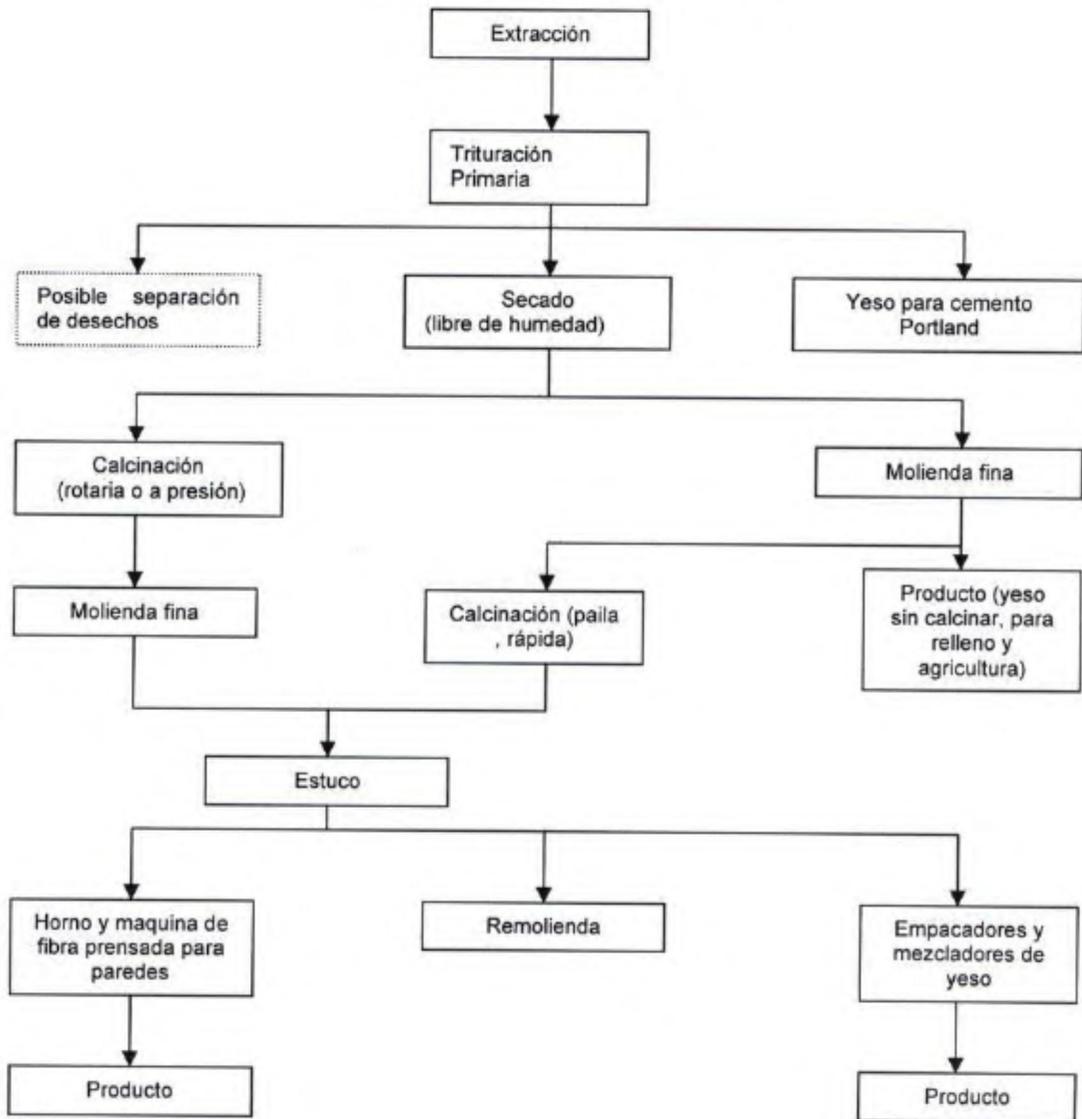
La mayor parte de canteras que se explota yeso en el Perú, pertenecen por el volumen de producción y el tipo de trabajo minero, a la pequeña minería artesanal. El yeso se puede presentar en capas lisas o suavemente inclinadas, pudiendo ser extraído mediante procedimientos a tajo abierto y en muy pocos casos subterráneamente.

Si el yeso se emplea en la fabricación del cemento (como retardador), o como estabilizador de suelos alcalinos y salinos en la agricultura para el mejoramiento de tierras agrícolas, también si se utiliza para ser empleado en confección de artículos de artesanía (alabastro), se vende en forma de yeso en bruto, o sea tal como se extrae de las canteras, pudiéndose ser molido según los requerimientos.

Los pequeños productores mineros para realizar la calcinación, utilizan hornos de campo artesanales, donde para el quemado utilizan como combustible generalmente leña, en ciertos casos petróleo.

Después del calcinado, es molido hasta reducirlo a polvo; para ello utilizan pequeños molinos, posteriormente se ensacan para la comercialización.

**PROCESOS DE OBTENCION**



Cuarzo = 0.64 %



Foto 46: Afloramiento de yeso Margen derecha Rio Pampas Cangall – Ayacucho  
Las Coordenadas UTM 8 492 642 N y 593 562 E 2,567 msnm

### Unya

Políticamente ubicado en el paraje de Ccatun Ccacca pertenece al distrito de Allamencca, provincia de Victor Fajardo, departamento de Ayacucho. Las Coordenadas UTM de su punto central son:

8 492 372 N y 585 012 E                      3 200 msnm

El Grupo Mitu (Permiano medio), aflora ampliamente por los alrededores del pueblo de Unya. Este grupo consta principalmente de areniscas rojizas de grano fino a medio, horizontes con lutitas rojas con proporciones menores de conglomerados, calizas y areniscas estos asociados a horizontes yesíferos, de variedad alabastro de muy buena calidad.

Es un yeso de calidad alabastro que es utilizado para hacer artesanías, se encuentra cerca al pueblo de Chuschi, en el cuadrángulo de Huancapi.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SO <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
AD - 19	<0.01	0.03	<0.01	0.01	46.38	32.38	0.02	0.07	0.01	14.02	6.98

Yeso = 99.49 %  
Anhidrita = 0.35 %  
Metavariscita = 0.16 %

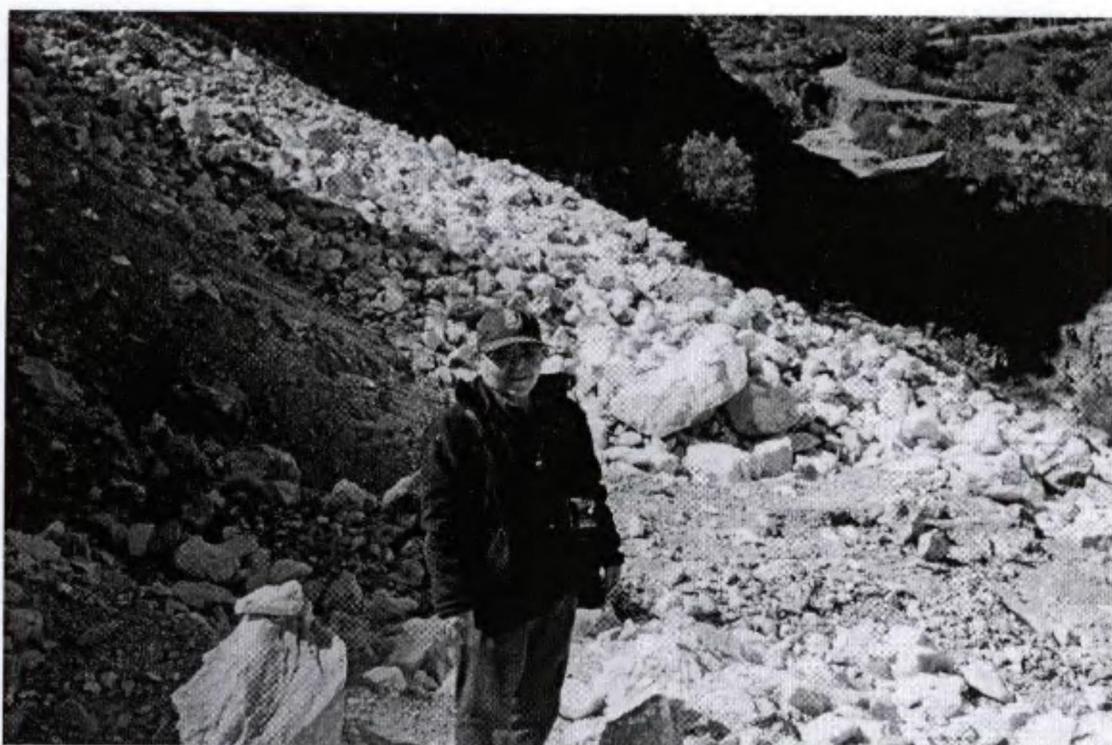


Foto 44: Afloramiento de yeso Tasco Orco Cangallo Ayacucho  
Coordenadas UTM 8 495 014 N y 581 369 E

### Chacollo

Políticamente pertenece al distrito de Chusqui, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho. Las Coordenadas UTM de su punto central son:

8 493 226 N y 577 992 E

2,679 msnm

El yacimiento se encuentra en rocas calcáreas constituidas por calizas grises a blanquecinas en bancos gruesos, intercaladas con areniscas, yeso y lutitas oscuras. La edad geológica de estas rocas se asigna al Grupo Pucará.

Se trata de un yeso tipo alabastro de muy buena calidad, que lo emplean para hacer artesanías. Este alabastro tiene diversas tonalidades como blancos, grises, amarillentas. En algunos sectores se ve al mineral cristalizado. Su propietario es la Comunidad de Chacolla.

Se ubica en el Cuadrángulo de Huancapi (28 – ñ)

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SO <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
AD - 17	<0.01	0.04	<0.01	0.03	51.42	35.96	0.57	0.01	0.03	6.17	5.47

Yeso = 36.93 %  
Anhidrita = 63.07 %



Foto 42: Cantera de yeso Pucaloma – Huamanga - Ayacucho

#### Tasco Orcco

Políticamente pertenece al poblado de Pomabamba, distrito de María Parado de Bellido, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho. Las Coordenadas UTM de su punto central son:

8 494 960 N y 581 033 E

3,219 msnm

El yeso de esta región es del tipo alabastro mayormente, podría pertenecer a las formaciones eocenas de Socos, Casapalca, Sacsaquero. Son secuencias volcano sedimentarias intercaladas con piroclastos, arenas, lutitas y calizas. De preferencia en la Formación Socos (Paleógeno – Eoceno), se aprecian mantos de yeso de calidad alabastro, intercaladas con areniscas y limoarcillitas de tonalidades rojizas. El espesor de manto varía entre 8 a 10 m. se trata de un yeso tipo alabastro de buena calidad, con rumbo N 72° E y buzamiento 33° NO. Actualmente su explotación esta paralizada.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SO <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	Px C %
AD - 15	2.21	0.26	<0.01	0.08	44.57	31.16	0.15	0.02	0.10	13.64	7.00

Yeso = 99.49 %  
Cuarzo = 0.51 %

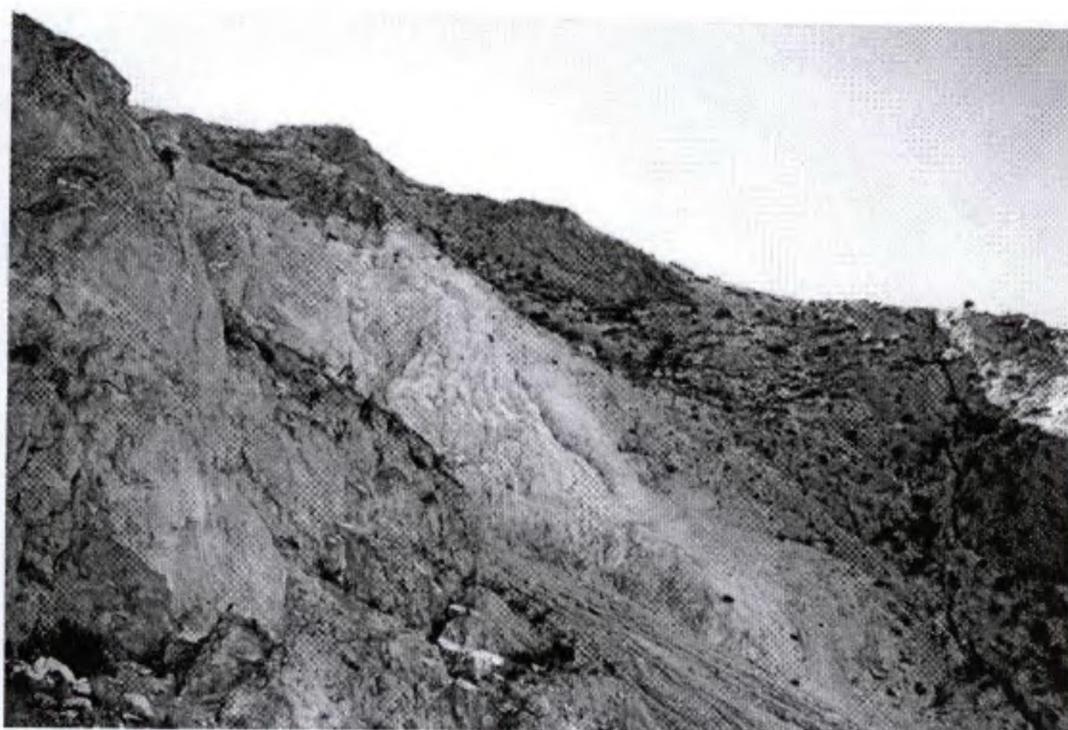


Foto 40: Afloramiento de Yeso Isko Huando - Huancavelica  
 Coordenadas UTM 8 617 178 N y 501 334

### Protectora Catalina

Políticamente pertenece al distrito de Huando, provincia de Huancavelica, departamento de Huancavelica. Las Coordenadas UTM de su punto central son:

8 617 138 N y 503 339 E

Al igual al caso de arriba mencionado, los yesos pertenecen a los grupos Tarma (Pensylvaniano) y Mitu (Pérmico superior). El Grupo Tarma es de facie marina clástica carbonatada, con areniscas verdes y lutitas oscuras; el Grupo Mitu son conglomerados, areniscas y lutitas.

En esas rocas se encuentran horizontes yesíferos de calidad variada. Actualmente la explotación está paralizada, cuando tienen pedidos queman el yeso en hornos artesanales activados con leña, cuentan también con un molino.

Al igual al caso de arriba mencionado, los yesos pertenecen a los grupos Tarma (Pensylvaniano) y Mitu (Pérmico superior). El Grupo Tarma es de facie marina clástica carbonatada, con areniscas verdes y lutitas oscuras; el Grupo Mitu son conglomerados, areniscas y lutitas.

En esas rocas se encuentran horizontes yesíferos de calidad variada. Actualmente la explotación está paralizada, cuando tienen pedidos queman el yeso en hornos artesanales activados con leña, cuentan también con un molino.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SO <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	Px C %
AD - 20	0.00	0.04	<0.01	0.03	45.87	32.10	0.21	0.01	0.02	13.13	8.09

Yeso = 99.05 %



Foto 38: Cantera de yeso Víctor 76 Concepción - Junín  
Coordenadas UTM 8 671 636 N y 448 024 E

### Fray Martín

Políticamente pertenece al distrito de Huando, provincia de Huancavelica, departamento de Huancavelica. Las Coordenadas UTM de su punto central son:

8 616 380 N y 505 213 E

Posiblemente estos yesos sean de los grupos Tarma (Pensylvaniano) y Mitu (Pérmico superior). El Grupo Tarma es de facie marina clástica carbonatada, con areniscas verdes y lutitas oscuras; el Grupo Mitu son conglomerados, areniscas y lutitas.

En esas rocas se encuentran horizontes yesíferos de calidad variada, que son aprovechados por los lugareños.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SO <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
AD - 10	<0.01	0.04	<0.01	0.03	46.26	31.31	0.03	<0.01	0.02	12.86	8.09

Yeso = 97.26 %  
Anhidrita = 2.48 %  
Cuarzo = 0.26 %

Yeso	=	99.43 %
Dolomita	=	0.46 %
Cuarzo	=	0.11 %

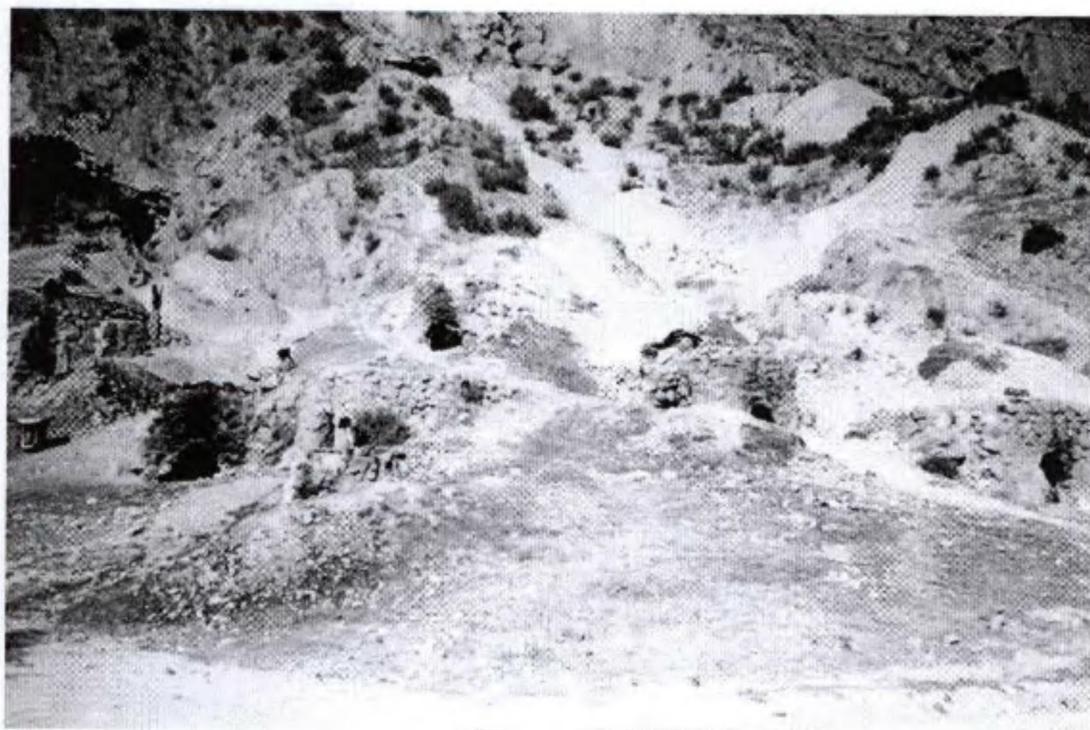


Foto 36: Cantera de yeso Santa Rosa Concepción - Junín  
Coordenadas UTM 8 670 960 N y 454 454 E

### San Cristóbal

Políticamente pertenece al distrito de San José de Quero, provincia de Concepción, departamento de Junín. Las Coordenadas UTM de su punto central son:

8 671 458 N y 447 481 E

Al igual que el ejemplo anterior, afloran rocas del Grupo Mitu del Pérmico superior, constituido por una secuencia de conglomerados, areniscas conglomerádicas y arcósicas, limonitas y lutitas, donde localmente se encuentran evaporitas.

En este sector se encuentra yacimientos con anhidrita y yeso, de buena calidad que son explotados de forma artesanal y esporádicamente.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SO <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
AD - 8	0.60	0.19	0.02	0.08	45.03	31.49	0.34	0.01	0.05	11.63	10.36

Yeso	=	98.70 %
Calcita	=	0.96 %
Vaterita	=	0.19 %

8 843 346 N y 371 550 E

Al igual que en el depósito arriba mencionado, se encuentra una secuencia constituida por areniscas conglomerádicas y arcóscas, limonitas y lutitas, donde localmente se encuentran evaporizas como el yeso. Estas rocas pertenecen al Grupo Mitu del Pérmico superior.

Se trata de cuerpos lenticulares yesíferos de buena calidad que son explotados, en este lugar el yeso de de alta calidad (ver análisis).

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SO <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
JC - 2	0.42	<0.005	<0.01	<0.01	46.53	31.82	0.02	0.03	<0.02	10.86	10.07

Yeso = 100.00 %

### 3.1.6.2 Canteras visitadas durante las comisiones de campo en 2004

Durante el año 2004, se visitó varias regiones donde se aprovechó de visitar algunas canteras de yeso, de preferencia las que estaban en actividad donde se tomó muestras representativa, que fueron analizadas en los laboratorios del INGEMMET. Así tenemos:

#### Huañuna – Ventanilla

Políticamente pertenece al distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín. Las Coordenadas UTM de su punto central son:

9 329 388 N y 276 848 E

Afloran capas rojas de las formaciones Pozo, Chambirá e Ipururo de edades Cenozoicas (Paleógeno – Neógeno), donde se observan lutitas, areniscas arenosas y arcillosas de colores rojizos a violáceo. La Formación Pozo de edad Oligocénica, es de facie marina salobre, tiene delgados niveles de calizas y yeso. El yeso es de regular calidad, que se explota localmente.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SO <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
JC - 7	6.60	0.81	0.06	0.11	41.82	29.62	0.47	0.04	0.07	11.83	8.08
JC - 8	14.3	1.82	0.11	0.29	37.18	26.20	1.30	0.04	0.20	9.86	8.48

JC - 7      Yeso            =      90.51 %  
                  Anhidrita       =      6.66 %  
                  Cuarzo            =      2.83 %

JC - 8      Yeso            =      92.94 %  
                  Cuarzo            =      5.47 %  
                  Clorita            =      0.75 %  
                  Muscovita        =      0.37 %

### Huarhua (yeso)

Políticamente pertenece al distrito de Cotahuasi, provincia de La Unión, departamento de Arequipa. Las coordenadas UTM de su punto central son:

8 320 845 N y 718 710 E a una altitud de 3 420 m.

Se ubica 8.5 km al O-NO del pueblo de Cotahuasi, cerca de las nacientes del río Cachimayo, su acceso es desde Arequipa-Aplao - Cotahuasi.

El depósito corresponde a la formación de evaporitas, formado mayormente por yeso, anhidrita y elementos varios de origen continental, tales como arcillas oxidadas que son de una coloración rojiza. Se correlaciona con afloramientos de la formación Chilcane (Cretáceo inferior a superior), que por estar cubierta por volcánicos del Grupo Tacaza (Mioceno Superior a Medio), no es observable en su verdadera extensión.

La extracción del material es para consumo local y lo realiza la comunidad de Huarhua y en ocasiones es transportado hasta Ayacucho por medio de auquénidos.

### La Yesera (yeso)

Este prospecto está ubicado en el distrito de Lluta, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa, el acceso se realiza por la Carretera Panamericana Sur km 913 de donde de toma la carretera por la pampa de Majes hasta el pueblo de Caracharma (15 km).

Sus coordenadas UTM son: 8 207 350 N y 810 860 E, con una altitud de 1 770 msnm.

En el área afloran rocas sedimentarias clásticas de la Formación Moquegua, conformadas por areniscas y lutitas de color rojizo, gris y gris amarillento, intercaladas con horizontes de conglomerados finos, depositados a lo largo de una depresión de considerable amplitud. Localmente presenta un carácter estructural y morfológico, que fácilmente se diferencia de las demás formaciones, generalmente carecen de pliegues, así como fallas notables.

El yeso se le considera como sedimento típico marino evaporítico, formando capas entre las rocas sedimentarias por la precipitación de las aguas salobres. El marco geológico y climático para la precipitación de los depósitos de yeso, requiere de una evaporación menos intensa en relación a la sal común. Sus afloramientos en la Yesera, se presentan en capas de 1 – 3 cm de grosor; es casi puro, fibroso y algo translúcido, alcanzando grandes extensiones .

La estratificación tiene un rumbo general de S45° E, y un buzamiento de 10° SO. Se tiene referencia de un análisis de laboratorio que reportó una ley de 97 % de yeso. Muestras tomadas durante el presente estudio dieron los siguientes resultados:

CÓDIGO MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	PxC %	SO <sub>3</sub> %
101004	2,53	0,79	0,04	0,27	0,02	32,4	0,42	0,2	0,2	4,5	46
101005	1,42	0,6	0,07	0,23	0,01	31,0	0,1	0,52	0,12	4,24	44,3

m de espesor, con contenido de yeso. Presenta una fuerte silicificación, argilización débil a moderada (en algunos sectores) y una débil sericitización. La roca caja es arenisca cuarzosa, de la Formación Puquio, de edad Paleoceno-Oligoceno.

### **Morro Blanco (yeso)**

Ubicación: Distrito de Pisac, provincia de Calca, departamento de Cusco, en el paraje Quillahuara.

Coordenadas UTM 8510582N 194180E Altitud: 3,000 m.

Acceso: Se llega a la cantera por la carretera asfaltada que une Cusco con Pisac (32 Km), de esta localidad por una carretera sin afirmar, que llega a San Salvador aprox. 5.5 Km de Pisac, y 2 Km hasta la cantera Morro Blanco.

Marco Geológico: En la zona se observan afloramientos de rocas sedimentarias, calizas, lutitas y areniscas cuarzosas con intercalación de niveles yesíferos concordantes con la estratificación, pertenecientes al Grupo Copacabana de edad Pérmica. Las calizas son de color gris blanquecino a negro y las lutitas de color negro, las areniscas de color blanco. Los estratos calcáreos tienen un Rumbo N 30° E y buzamiento 25° SE. Propietario actual: Sr. Edwin Palomino. Existe en la propiedad un horno artesanal y la producción es de alrededor de 90 sacos al mes.

Análisis químicos realizados por Ingemmet, muestra de canaleta: Morro Blanco.

SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	SO <sub>3</sub> %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
2.49	0.36	0.01	0.21	0.009	30.6	0.74	0.07	0.20	43.2	13.88	7.52

### **Sullca (yeso)**

Políticamente pertenece al distrito de Marangani, provincia de Canchis, departamento del Cusco. Las Coordenadas UTM de su punto central son:

8 412 251 N y 263 400 E a una altitud de 3 850 m.

Se ubica 17 km al NO de la ciudad de Sicuani y se accede 15 km por carretera asfaltada, luego 2 km. por una trocha carrozable hasta la mina.

Las rocas encajonantes son limolitas del Grupo Mitu, del Pérmico superior.

El yeso es explotado y utilizado localmente como material de construcción por los pobladores de la zona.

El quemado se realiza en hornos artesanales, los cuales usan leña de eucaliptos como combustible. Su uso atenta contra el medio ambiente

Una muestra tomada y analizada en INGEMMET reporta valores de yeso de 95.78%.

### **Checapupuja (yeso)**

Políticamente pertenece al distrito de Santiago de Pupuja, provincia de Azángaro, departamento de Puno. Las coordenadas UTM de su punto central son:

8 336 981 N y 359 132 E a una altitud de 3 990 m.

Muestra No.	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %	SO <sub>3</sub> %
301139	1.04	0.20	0.02	0.11	0.01	36.0	0.44	0.27	0.06	10.10	14.04	37.71

### Casma (yeso)

Ubicación: Distrito de Izcuchaca, Provincia de Tayacaja, Departamento de Huancavelica

El depósito está ubicado en la margen izquierda del valle del río Mantaro en la hacienda de Casma muy próximo a la carretera entre Huancayo – Izcuchaca,

Coordenadas UTM. 8 626 010 N      517 692 E Altitud 2,950m.

Acceso: Se llega por la carretera Izcuchaca-Huancayo (Km 51) hasta el desvío en la hacienda de Casma, 1.5 Km de recorrido hasta la cantera Casma.

Marco geológico: El depósito se halla en forma de manto sobre las calizas de la Formación Chulec- Pariatambo, el yeso se encuentra en un horizonte de 50 m y dentro de este paquete se tiene delgadas capas de lodolitas que se intercalan con el yeso.

La extracción se realiza de forma artesanal con el empleo de herramientas manuales y el acarreo y transporte por gravedad, aprovechando la pendiente del terreno.

Análisis químico realizados por Ingemmet, muestra fragmento de roca: Cantera Casma.

Muestra No.	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	SO <sub>3</sub> %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
305039	0.37	0.04	< 0.01	0.03	0.002	30.8	0.05	0.06	0.02	43.9	19.43	3.18

### Colca (yeso)

Ubicación: Pertenece al distrito de Colca, provincia de Fajardo, departamento de Ayacucho.

Coordenadas UTM: 8483274N      604874E,      Altitud de 3,133 m.

Acceso: Se accede desde la ciudad de Ayacucho, mediante una carretera afirmada con un recorrido de 139 km que llega a la localidad de Colca, desde allí por una trocha carrozable de 2 km hasta la cantera.

Marco Geológico: Se tiene una secuencia de capas rojas equivalente a la Formación Socos del Terciario inferior, que aflora en el cuadrángulo de Ayacucho, parte del depósito aflora por el corte de una nueva trocha carrozable. Aquí se tiene una alternancia de estratos de origen continental, tales como areniscas, limo arcillitas y arcillas, todas con algún contenido de minerales ferruginosos. Los bancos de yeso tienen formas lenticulares, o de estratos continuos. Las dimensiones del depósito son de 1 km de largo, por 300 m de ancho y 4 m. de grosor.

**Raya:**

Blanca

**Otras:**

Tienen una baja conductividad térmica.

## 3.1.5.2 Propiedades Ópticas

Datos ópticos: Biáxico positivo con débil birrefringencia.

Pleocroísmo (x), sin color

Pleocroísmo (y), sin color

Pleocroísmo (z), sin color

## 3.1.5.3 Propiedades químicas

Se debe determinar el contenido de  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 

Análisis mineralógico

Determinación mediante Rayos X cuantitativamente el contenido en  $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  y cualitativamente otras especies minerales.

Peso Molecular:

172.17 gr

Composición:

Calcio 23.28 %

Hidrógeno 22.34 %

Azufre 18.62 %

Oxígeno 55.76 %

Óxidos: Fórmula empírica  $\text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$ 

Nombre del compuesto químico: Sulfato de calcio

Reactividad: Sal poco soluble en agua. Soluble en ácido.

Sustituciones isomórficas: As, Ba, Ra, Se, Sr.

## 3.1.6 Áreas potenciales

En el Perú, es yeso esta presente en edades geológicas que van desde le Pérmico (Grupo Mitu), hasta edades Cuaternarias. Las condiciones de deposición del yeso evaporítico se dio en diferentes formaciones geológicas.

Prácticamente se encuentra yeso en la mayoría de regiones de país, este asociado a la sal común, halita, y calizas.

Por la acción del ácido sulfúrico procedente de las piritas al actuar sobre la calcita de margas y arcillas calcáreas.

Del nombre Griego "gyps" que significa " *mineral calcinado*". Lo de Selenita viene del griego en alusión a su brillo perlado (luz de luna), por lo que la llamaron la roca de la luna.

El yeso era conocido por los asirios y egipcios desde la antigüedad, lo utilizaban para la producción de vasijas y esculturas. Los griegos y los romanos lo emplearon también como mortero, y el alabastro blando lo utilizaron en las esculturas.

### 3.1.3 Clasificación

El yeso se presenta en cinco variedades:

- a) Yeso de roca
- b) Gipsita, que es una forma térrea impura
- c) Alabastro, (Piedra de Huamanga) es una variedad translúcida de grano fino y en masa.
- d) Espato satinado, que es una forma sedosa y fibrosa
- e) Selenita, en forma cristalina transparente.

Sinónimos y variedades

Selenita  
Espato satinado  
Rosa del desierto  
Yeso fibroso  
Yeso espejuelo

Formas y hábitos

En cristales tabulares de gran tamaño, en masas espáticas o micáceas transparentes con marcado hábito monoclinico (espejuelo).

Aparece también en forma masiva (alabastro), fibrosa, granular, terrosa e incluso formando largos cristales alargados.

Frecuentes maclas en punta de flecha o lanza.

En zonas desérticas (en la actualidad o en el pasado), aparecen formando lo que se conoce como la rosa del desierto, que es un conjunto de formas lenticulares entrecruzadas, que muchas veces asemejan a una rosa, en este caso pétreo.

### 3.1.4. Variedades Comerciales

Yeso sin calcinar o natural

El yeso extraído que no ha tenido ningún tratamiento térmico, se puede aplicar en estas industrias:

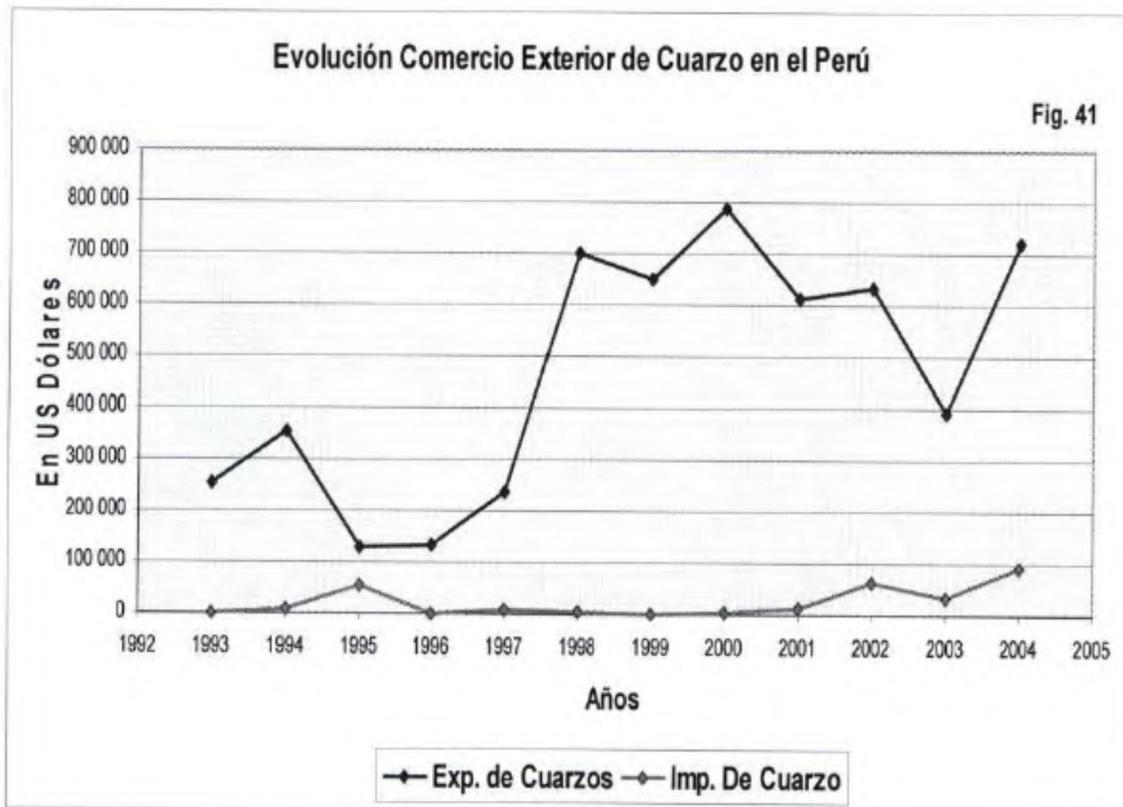
Cemento  
Agroquímicos  
Pinturas

**Evolución de la Balanza Comercial del Cuarzo  
en el Perú 1993 - 2004**

CuadrN° 45

Años	Exp. De Cuarzo		Imp. De Cuarzo		Saldo de Balanza Comercial en US\$
	Peso Neto (Kilos)	Valor FOB (Dólares)	Peso Neto (Kilos)	Valor CIF (Dólares)	
1993	267 227	255 502	1 996	1 897	253 605
1994	364 834	352 472	22 687	6 907	345 565
1995	134 115	130 878	120 313	52 372	78 506
1996	136 530	132 475	5 590	1 850	130 624
1997	247 447	237 536	4 382	10 354	227 182
1998	711 922	701 457	2 050	4 210	697 247
1999	727 068	649 292	485	528	648 764
2000	788 853	786 468	2 954	4 878	781 590
2001	660 747	613 077	7 094	11 249	601 827
2002	1 189 744	633 416	37 093	62 459	570 958
2003	405 178	391 735	24 967	31 288	360 447
2004	726 424	719 402	89 319	90 723	628 679

Fuente: Elaborado a partir de reportes de INETyP - oficina de Estadística de ADUANET-PERÚ (1993 - 2004)  
(1) al 31 de agosto 2004



## 2.2.9 Precios

En los cuadros N° 41 y 42, se recoge la evolución de los precios promedios anuales desde 1993 al 2004 de las arenas silíceas y cuarzosas, lo mismo que para el cuarzo exportados e importados a precio en dólares FOB Callao; en el caso de las exportaciones y a precios CIF dólares, son sobre la base de los puertos europeos; Estados Unidos y Sud América en el caso de las importaciones.

El precio varía ampliamente debido a que está sujeto a variables, tales como el tipo de producto, país de origen, las especificaciones técnicas, la cantidad comercializada y la aplicación.

**Evolución de los Precios del Comercio Exterior de Arenas Silíceas y Cuarzosas en el Perú**

Cuadro N° 41

Años	Exportaciones Precio FOB US\$/tonelada	Importaciones Precio CIF US\$/tonelada
1993	70,58	239,12
1994	199,11	242,27
1995	158,68	263,68
1996	47,92	342,38
1997	190,13	313,21
1998	56,13	277,57
1999	73,25	340,12
2000	61,37	346,94
2001	43,51	476,35
2002	37,62	392,87
2003	40,31	253,00
2004	38,78	241,58

Fuente: Elaborado con la Información de ADUANET-PERU

**Evolución de los Precios del Comercio Exterior de Cuarzo en el Perú**

Cuadro N° 42

Años	Exportaciones Precio FOB US\$/Kg.	Importaciones Precio CIF US\$/Kg.
1993	0,96	0,95
1994	0,97	0,30
1995	0,98	0,44
1996	0,97	0,33
1997	0,96	2,36
1998	0,99	2,05
1999	0,89	1,09
2000	1,00	1,65
2001	0,93	1,59
2002	0,53	1,68
2003	0,97	1,25
2004	0,99	1,02

Fuente: Elaborado con la Información de ADUANET-PERU

En cuanto a los precios de la sílice nacional, estos varían con relación a la aplicación industrial y a la pureza de la sílice.

### Precio de la Sílice en Cantera

Año 2004

Cuadro N° 43

Consumidores	US\$ /tonelada	
Sílice para Fundición	8,00	12,00
Sílice par Vidrio	13,00	15,00
Sílice para Ladrillos	7,00	10,00
Sílice para cemento	8,00	10,00

Fuente: Productores de la Región Junin

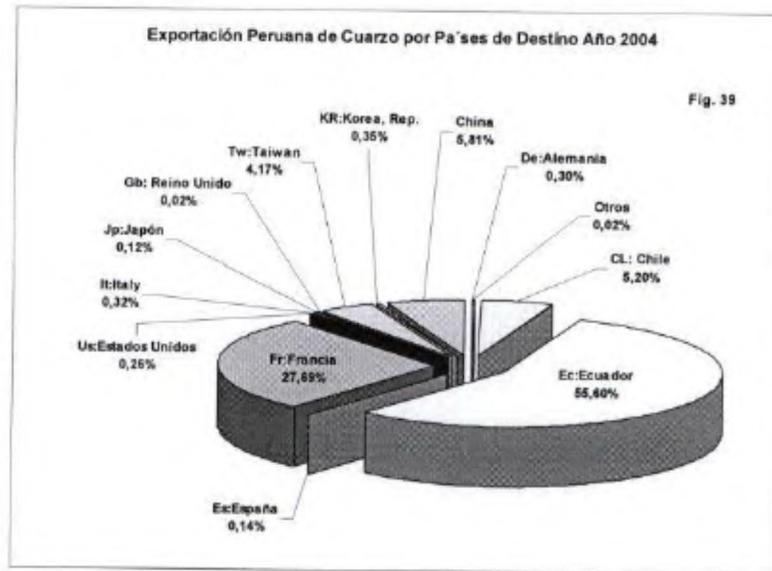
## 2.2.10 Balanza Comercial Peruana de las Arenas silíceas - Cuarzosa y el Cuarzo

El comercio de las arenas silíceas y cuarzosas, según la información consultada de la Dirección General de Aduanas del Perú, como se puede apreciar en el cuadro N° 41 y Fig. 40, durante el periodo 1993 – 2004 en términos monetarios, ha sido negativa hasta el año 2001, a partir del 2002, este factor revierte favorablemente gracias al incremento de las exportaciones; estimamos que esto sea positivo en el año 2004, puesto que la información es solo hasta el 31 de agosto de este año.

2.2.8.8 Exportaciones de Cuarzo por Países de Destino

De acuerdo a la información consultada de la Dirección General de Aduanas, se ha elaborado el cuadro N° 39 en el que se puede apreciar que, durante el Periodo 1993 – 2004, el Perú exportó a más de 15 países, siendo mayormente en forma de artesanías, siendo sus precios variados, que oscilan en promedio de US\$ 0.89 a US\$ 1 por kilogramo.

La estructura de las exportaciones para el año 2004 se puede ver en la Fig 39, la cual indica que el 55.6 % tuvo su destino en Ecuador, 27.69% en Francia, 5.81% en China, 5.20% en Chile, y el resto a los demás países.



2.2.8.9 Principales Exportadores de Cuarzo en el Perú

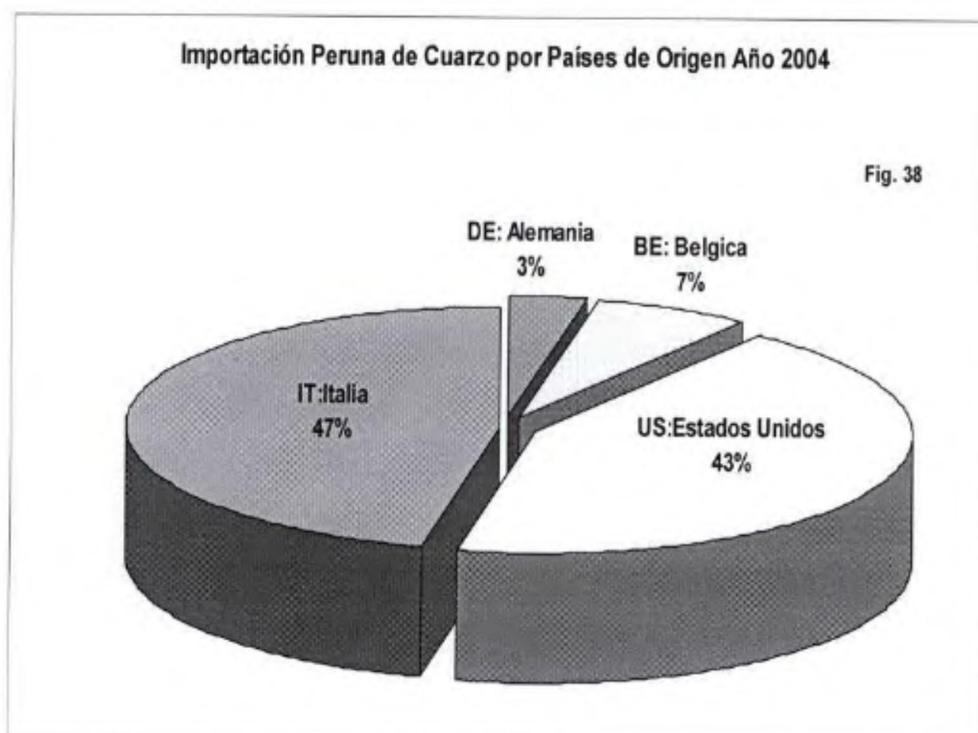
Como se puede ver en el cuadro N° 40, se presenta a los principales exportadores durante el Periodo 1993 - 2004

Cuadro N° 40	
1	A&G Confecciones Textiles S.C.R.Ltda
2	Andean S Minerale S.R.L
3	Andia Ramirez Francisco Jose
4	Arden Cordova Julio Cesar
5	Arte Andino Internacional Srl
6	Artesania J Lesly Export Srlta
7	Artesania Nina S I R L
8	Artesania Rosemary Srl
9	Asiste Bernabeches Raul Fernando
10	Baker Hughes Mining Tools Peru Sa
11	Barreto Pena Edith Cecilia
12	Basaya Flores Eduardo Martin
13	Bravo Gutierrez Edwin Gilbert
14	Calle Mundaca Larry Jorge
15	Cardenas Rosa Dina Manuel
16	Castillo Soto Elizabeth Victoria
17	Cia Minera Agregados Calcarea S.A
18	Cogetona Peru S.A
19	Compania Granitos Y Piedras S I R L
20	Compania Minera Nevada S.A.C
21	Constructora C Y C S R L
22	Cordova Ojeda De Herrera Beatriz Rosario
23	Crystalmin S. I. R. L.
24	Chimu Trading Srl
25	Choy Rivas Ledalio
26	E Y C Rances Cargo S.A
27	Edwin Bravo Srl
28	Gerda De Gutierrez Consuelo Margarita
29	Gemas Minerales Srl
30	Gemas Y Minerale Del Peru Sociedad Anonima Cereed
31	Gemary Trading S.A
32	Gutierrez Divizia Elias
33	Gutierrez Divizia Florencio
34	Gutierrez Oreste Francisco Nicolas
35	Hermosilla Falcon Hector
36	I.C.Trading S.A.C
37	Importacion Y Exportacion Kragix Srlta
38	Inmobiliaria Sa Lucie S.A
39	Intern Al Lepid Indus Miner Of Peru S.A.
40	Jaramillo Airo Emma Maria
41	Jimenez Caceras Elias Kelly
42	Joyeros Huancayo S.A
43	Latin Trading Srlta
44	Lazo Cardenas William Max
45	Loyola Imbarren Susy Mileka
46	Mineralien Export Srl
47	Ojeda Gutierrez Rolando Raul
48	Ordonez Espinoza Walter
49	Ortega Jara Javier Jorge
50	Pabri S.A
51	Peru Minerale Ltd S.A
52	Peruvian Crystals S.A
53	Pocchuano Muriel Ruben Modesto
54	R. Ordaz S.A
55	R. Ramrocal S.A.C
56	Ramos Cabrera Teodorico Zenobio
57	Ramos Minerale S.R.L
58	Rouillon Valencia Renee Virginia
59	Sagastegui Torres Enrique Reynaldo
60	Shambary Internacional S.R.Ltda.
61	Syl Srl
62	Teknoquimica S.A
63	Transformadores De Maderas S.A
64	Tranza S.A

### 2.2.8.6 Importación de Cuarzo por Países de Origen

En el cuadro N° 37 se presenta las importaciones de mineral de cuarzo para el periodo 1993 – 2004, siendo su procedencia mayormente de Europa y Estados Unidos, para cubrir la demanda de la industria electrónica y de arte; los precios varían de acuerdo al país y a la calidad del cuarzo.

En la Fig. 38, podemos ver la estructura de las importaciones para el año 2004, estas corresponden: Italia 47%, Estados Unidos 43%, Bélgica 7% y Alemania 3%.



### 2.2.8.7 Principales Importadores de Cuarzo en el Perú

En cuanto a la importación del cuarzo durante el Período 1993 – 1994 participaron las empresas registradas en el cuadro N° 38

<b>Principales Importadores de Cuarzo en el Perú</b>	
<b>Cuadro N° 38</b>	
1	Corporacion Mara S.A.
2	Arte Y Tecnologia Del Concreto S.A.C.
Fuente: Dirección General de Aduanas del Peru ADUANET (1993-2004)	

**Exportación Peruana de Arenas Silíceas y Arenas Cuarzosas por Países de Destino**

Cuadro N° 35

País destino	1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000		2002		2003		2004(1)		
	Peso Neto (Kilos)	Valor FOB (Dólares)																					
Bolivia			1 000	77																			
Colombia	500 000	34 700			67 955	27 687																	
Chile			13 750	2 940	40 000	2 500	48 000	2 300	13 960	2 655	136 000	7 042	88 530	31 325	1 846 757	87 068	4 218 938	189 987	1 245 000	51 295	1 305 000	55 000	
Ecuador					110 000	3 235					500	626					500 000	15 230	6 000 000	216 378	300 500	6 750 000	258 500
Estados Unidos			150	425	420	1 000			300	660													
Otros	314	810	86 87	415	4	21					12	1											
<b>TOTAL</b>	<b>588 314</b>	<b>38 310</b>	<b>14 980</b>	<b>2 967</b>	<b>218 379</b>	<b>34 633</b>	<b>48 000</b>	<b>2 300</b>	<b>14 260</b>	<b>2 715</b>	<b>138 612</b>	<b>7 668</b>	<b>742 500</b>	<b>54 394</b>	<b>2 661 726</b>	<b>125 910</b>	<b>4 719 938</b>	<b>206 230</b>	<b>7 959 000</b>	<b>289 425</b>	<b>8 727 500</b>	<b>8 858 000</b>	<b>312 471</b>

Fuente: Elaborado a partir de reportes de INET y - Líneas de Estadística de ADUANET - PZO (1993 - 2004)

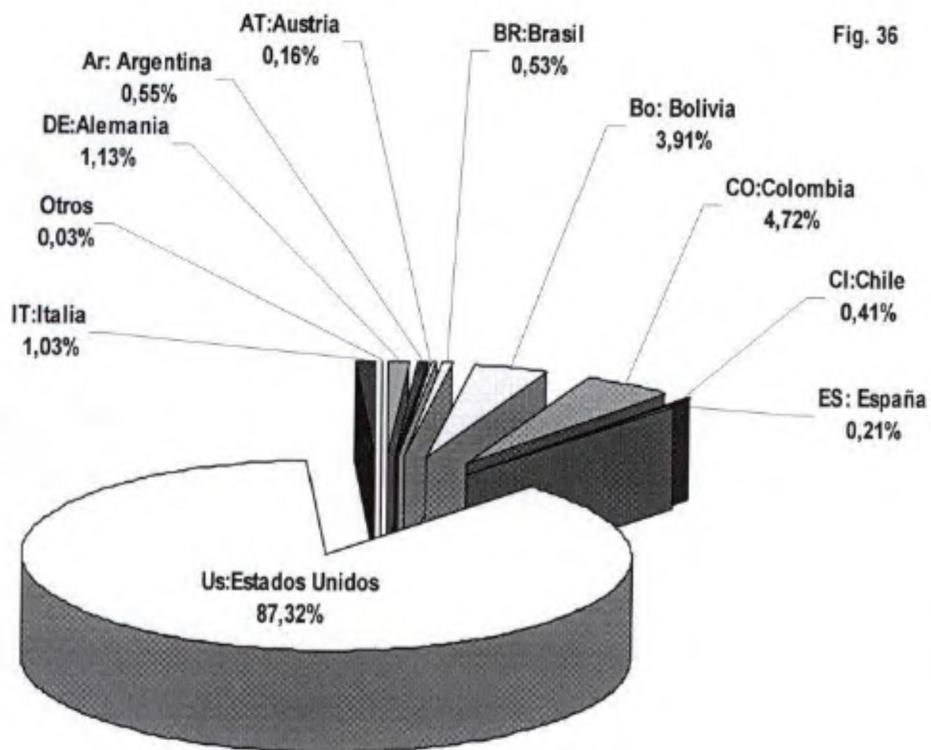
(1) al 31 de agosto 2004

### 2.2.8.3 Principales Importadores de Arenas Silíceas y Cuarzos en el Perú

Durante el periodo 1993 al 2004, se ha registrado la importación de más de 100 empresas que importaron estos productos, requeridos por sus industrias manufactureras, mineras, etc. Como se puede ver en el cuadro N 34.

Principales Importadores de Arenas Silíceas y Cuarzos en el Perú	
Cuadro N° 34	
1	A R P L Tecnología Industrial S A
2	Academia De Tenis Alfredo Acuna S A
3	Agro Industrial Paromonga S.A.A.
4	Andre Trading S.A.
5	Aquafil Eiri
6	Arenera La Molina S A
7	Arrays Pacheco Guillermo
8	Asociación Club Los Cocos
9	Aurore Fca Prod Químicos S Ind S A
10	Bj Services Company Sa Sucursal Del Peru
11	Bj Services International S A Suc Peru
12	Camco Reda S A
13	Cauchos Sintéticos S R L
14	Cemento Andino S A
15	Cemento Sur S A
16	Cemento Yura Sa
17	Cementos Lima S A
18	Cementos Pacasmayo S.A.A.
19	Cementos Selva S A
20	Cerveceria Backus & Johnston
21	Cia Minera Yanacocha
22	Cimatec Sac
23	Coastal Peru Ltd Sucursal Del Peru En Li
24	Coatings Sri
25	Consortio Metalurgico S A
26	Consortio Unipetro S.A.C.
27	Corporacion Mara S A
28	Corporacion Turistica Peruana S.A.C
29	Danper Trujillo S A
30	Detroit Diesel - Mtu Peru S A C
31	Dowell Schlumberger Peru S A
32	Dyno Nobel - Samex S A
33	Empresa Electrica De Piura S A
34	Empresa Minera Del Centro Del Peru Sa
35	Energy Services S A
36	Exploraciones Amazonicas S A
37	Exsa S A
38	Exxonmobil Exploration Investments Limit
39	Fidenza Disegno Sa
40	Ficta Del Peru S A
41	Freundt Socio Alvaro
42	Fundición Callao S A
43	Gloria S A
44	Guillermo Li S A C
45	H.W.Kessel S A C
46	Halliburton Del Amazonas S A
47	Halliburton Del Peru S A
48	Hydro Works S A C
49	Hidrostal S A
50	Hulitex Eiri
51	Hydro's Pool S.A.C. En Liquidación
52	Importador
53	Industrias Vencedor Sa Ilsa
54	Inversiones Interamericanas S A
55	Jafe S A
56	Kabuky S A C
57	Knight Piesold Consultores S A
58	La Alameda & Hacienda Club
59	Lava Sport S A
60	Ljubicic Ugarte Boris Josep Tomislav Kre
61	Master Foods Peru Sociedad Comercial De
62	Maxwell Cooper Li
63	Mbt Unicon S A
64	Mc Cubbin Maximiliano Nora Maria
65	Merck Peruana S A
66	Metal Tubo S A Metusa
67	Metales Finos S A
68	Metales Y Químicos Industriales S A
69	Minera Barrick Misquichilca Sa
70	Minera Mount Isa - Peru S A
71	Minera Yanacocha S.R.L.
72	Negociar S A C
73	Nestle Peru S A
74	Occidental Peruana Inc Sucursal Del Peru
75	Occidental Petroleum Corp Of Peru Suc Pe
76	Overseas Bechtel Incorp. Suc. Del Peru
77	Petro Tech Peruana S A
78	Petrolera Transoceanica S A
79	Ponnisan E.I.R.L.
80	Poliuretano S A
81	Productos Tissue Del Peru S.A. O Protisa
82	Proyectos E Instalaciones De Desalación
83	Química Suiza S A
84	Ramelli Eiritda
85	Razon_Soci
86	Reactivos Para Analisis S.A.C.
87	Refractarios Y Crisoles S A
88	Representaciones Petroleras Selva S A
89	Revoredo Castañón Mario Hernan
90	Rovic S A
91	Servicios Especiales San Antonio Sa Sucu
92	Soc Anonima De Comercio Y Servico De Ing
93	Soc Minera Ref De Zinc Cajamarquilla Sa
94	Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.
95	Southern Peru Copper Corporation
96	Soyuz S A
97	Spena Fish Acuicultura S.R.L.
98	Star Exports S A C. En Liquidación
99	Tecnin Del Peru S A
100	Teknoquímica S A
101	Tiendas Por Departamento Ripley S.A.
102	Top Sport International S A
103	Topsa Productos Opticos S A
104	Unimag S A
105	Union De Concreteras S A
106	Valdez Castro Carlos Dion
107	Vegsa C G
108	Versus S A
109	Viel S A
110	Vivendi Water Systems Peru S A
111	Zicrom Peru S A

Fuente: Dirección General de Aduanas del Perú ADUANET (1993-2004)

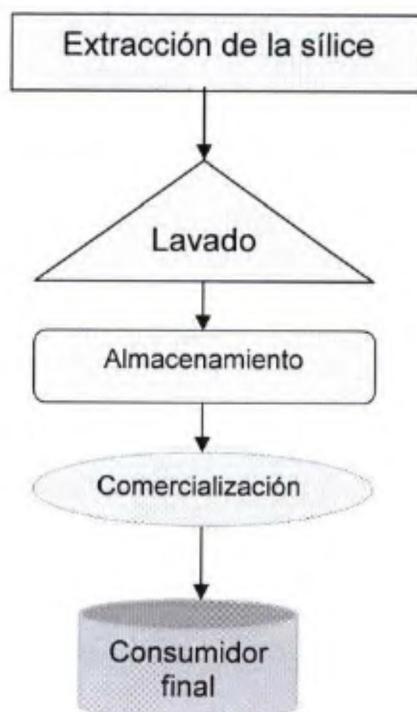
**Importación Peruana de Arenas Silíceas y Cuarzosas por Países de Origen**

## 2.2.8 Comercio Exterior

Los intercambios comerciales de materias primas minerales de sílice incluyen el cuarzo y las arenas silíceas, que constituyen las principales materias primas comercializadas en el mercado interno y externo.

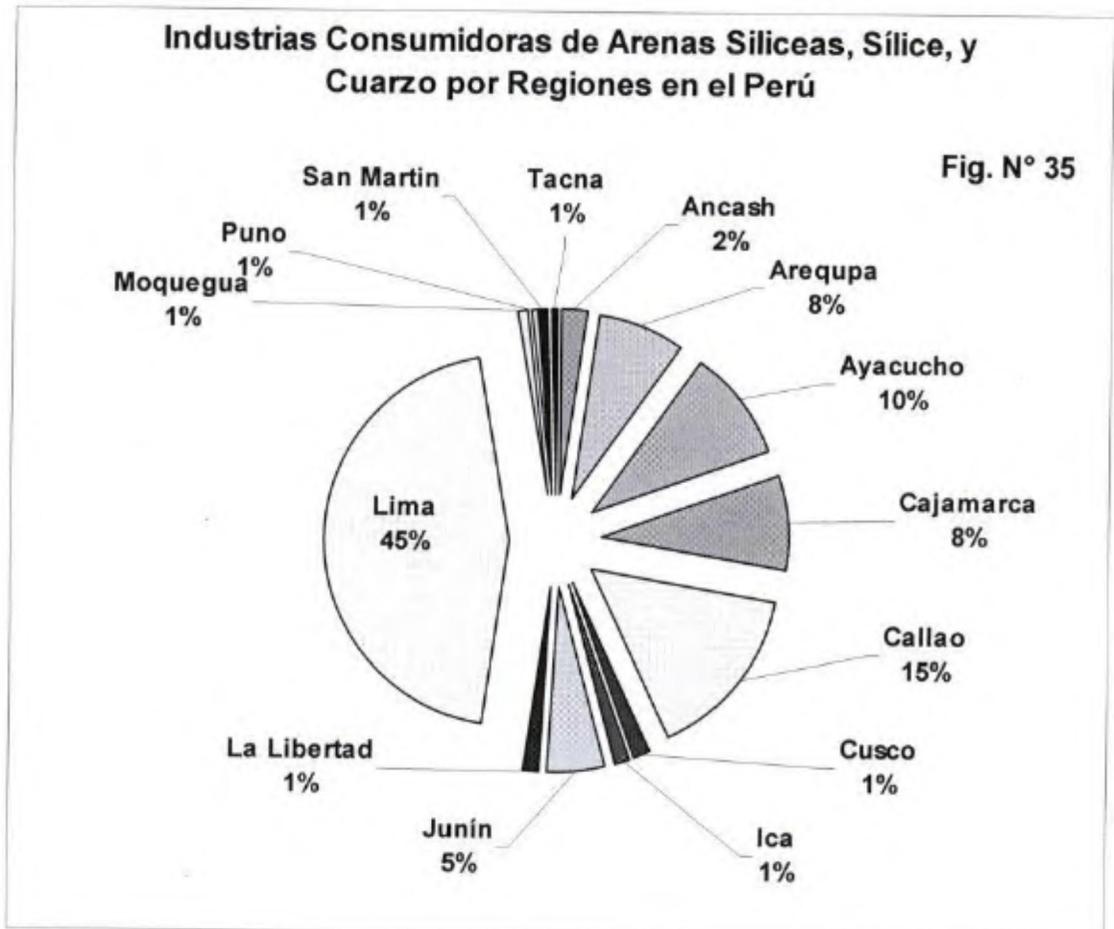
### 2.2.8.1 Principales Canales de Comercialización

Una vez extraído y beneficiado el mineral, pasa a la etapa de lavado, almacenamiento y comercialización, llegando al consumidor final para la fabricación de vidrio y a algunas empresas cerámicas y mineras que utilizan este producto.



en las Regiones Lima y Callao el 60%, Ayacucho 10%, Arequipa 8%, Cajamarca 8%, y el resto en las demás regiones del país.

La sílice es usada en la fabricación de cemento, en la cerámica, vidrio, siderúrgica y metalúrgica no ferrosa, fundiciones, industria química, en el tratamiento de aguas, para tratamiento de suelos en agricultura, y para exportación. Sin embargo la sílice peruana como la de Llocllapampa, Namora, y otras, por su pureza pueden ser utilizadas en muchas industrias.



## Especificaciones de recursos de cuarzo (valores guía), recopilado según normas y hojas de datos empresariales.

Tipo de cuarzo	Uso industrial	Composición química (%)								
		SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
Cristal de roca	Vidrio de cuarzo	99,99	<0,001	<0,01						
	Cuarzo oscilante	99,99	<0,001	<0,01						
Cuarzo filoneano o pegmatítico	Vidrio óptico	>99,7	0,001-0,0025	<0,2	<0,02				<0,5-1 ppm	
	Ferrosilicio	>96 (>98)	<0,1 (-0,6)	<0,4 (-1,5)	<0,3	<0,2	<0,2	<0,1		
	Si-metal (química)	>99,3	<0,05	<0,1		<0,005		<0,002		
	Si-metal (metalúrgico)	>(98-) 99	<0,1	<0,2		<0,2	<0,1	<0,02		
Metacuarcitas	Industria refractaria	>95	<0,5	variable	<0,3		<0,5			
	p.e. Masa de apisonar	>96	<0,5	<1 (2,5)	<0,3	<0,4		<0,2		
	Construcción de carreteras, agregado para hormigón, material de relleno acidorresistente	>95	0,5	La composición química no es decisiva y puede variar ampliamente						
Ortocuarcitas	Bloques refractarios (bloques de sílice, ladrillos dinas)	96-98	1ª calidad: <0,3-1	1ª calidad: <0,5-1	<0,1	1_4	<0,1	<0,2		
			2ª calidad: <1,5	2ª calidad: <2,5						
Pedernal (flint, sílex y rocas similares)	Muelas/cuerpo molidor, material de relleno en pinturas, marcadora de calles	-99	-0,1							
	Revestimiento interno de molinos	>94	<0,1			-4	<0,9			
Arena silíceas (arenisca de cuarzo triturada)	Vidrio: -Cristal	>99	<0,012	<0,3	<0,01	<0,05		<0,03	<0,001	
	Cornú, blanco, grueso	>99	<0,025	<0,2	<0,01	<0,05		<0,03	<0,001	
	Vidrio hueco: blanco	>98	<0,03	<0,2	<0,01	<0,05		<0,03	<0,001	
	ámbar	>98	<0,07 (-<0,4)	<0,3	<0,01	<0,05		<0,03	<0,02	
	verde	>98	<0,7	<2	<0,01	<0,05		<0,03	<0,3	
	Vidrio plano: corriente	>99	<0,05	<6	<0,01	<0,05		<0,03	<0,002	
	flotante	>99	<0,05	<0,5	<0,01	<0,05		<0,03		
	Otros usos:									
	Arena para frenos	>95		0,2-0,3						
	Arena para enarenar	>95 (99)								
	Arena filtrante	>96								
	Fracturación de pozos	>98	0,15-0,5	0,1-0,8						
	Vidrio soluble	>99	<0,05	<0,25	Parámetros físicos más importantes que químicos					
	Carburo de silicio	-99	<0,1	0,05-0,2		<0,05				
	Fundente (producción de acero)	>90	<1,5	<1,5		0	0			
Harina de cuarzo para industria cerámica, vidrio, esmalte	97-98	<0,25	<0,5		<0,2					
Arena de moldeo y fundición	96-99	<0,1	Quimismo varia							

Fuente: Wahr Lorenz &amp; Gwoedtz, 2004, Manual para la Evaluación geológica - técnica de recursos minerales de construcción

### 2.2.6.5 Otros Usos

Los requerimientos que establecen las industrias consumidoras son muy específicos y particulares. El uso en cada rama industrial es diverso, ocupándose tanto como materia prima, así como producto terminado y en algunos casos se llega a usar sin eliminar los contaminantes. El empleo de las arenas de sílice se da principalmente en la industria metalúrgica y de fundición, industria de vidrio y cerámica, industria de la construcción, abrasivos, productos químicos a base de sílice, industria de petróleo, electrónica, otros usos y sustitutos.

- **Industria Eléctrica**

La demanda de productos cerámicos a base de arena sílica y caolín en la industria eléctrica ha venido en aumento tanto en cantidad como en calidad. A medida que se incrementa el número de aplicaciones ha aumentado también la necesidad de combinación, principalmente para la fabricación de aislantes de baja y alta tensión eléctrica capaces de resistir los voltajes domésticos normales, hasta unos 440 volts. Los materiales sin vidriar para su utilización en condiciones secas incluyen accesorios aisladores para cables al descubierto o cables de cabeza y tubo; aisladores pequeños para paredes, soportes de cables, bobinas, carretes, casquillos, cajas de distribución, cajas de interruptores, fusibles y planchas eléctricas, entre otros. Los productos vidriados para uso eléctrico comprenden piezas que soportan voltajes superiores a los 66 000 volts; entre éstos se incluyen aisladores de entrada, piezas de transformadores y partes de interruptores de circuito, etc.

**En los hornos eléctricos**, se obtiene el ferrosilicio de diferentes calidades, de acuerdo a su contenido de sílice, que varía de 18 a 45%, 75%, 80% y 90%. El contenido de sílice en el ferrosilicio determina el uso que ha de dársele a éste; así, el que contiene 45% o menos se emplea para la desoxidación de aceros y los de mayor grado se utilizan como elemento aleante para lo cual se debe emplear sílice con las siguientes características: 96% < 98% de  $\text{SiO}_2$ , < 0.1  $\text{F}_2\text{O}_3$  (-0.6) < 0.4(-1.5)

- **En la industria del plástico**

La arena sílica en forma de harina se emplea como relleno en plástico, hule, etc.

- **En la Purificación del Agua**

La arena gradada se usa como medio faltante en el tratamiento de agua potable. El contenido de cuarzo de la arena debe ser por lo menos entre 70% y 80 %, y su tamaño efectivo ideal es de 0,3 a 0,4 mm, y el coeficiente de uniformidad, de 2 a 3. No deben ser friables, ni contener mica (< 1 %), ni materia orgánica.

- **En los Altos hornos**, se usa para revestir fondos y paredes de hornos de solera abierta y otros. Estas arenas tienen un elevado contenido en sílice; deben contener cierta cantidad de arcilla de liga, o se la añade la necesaria.

Así también se utiliza sílice de un tamaño medio necesario para rellenar los huecos cuando se produce sinterización, se forma un revestimiento duro y resistente.

El cuarzo llamado metalúrgico, se utiliza como siliceo, en la elaboración de ferrosilicio, también se utiliza como carga en altos hornos.

La principal ventaja de utilizar **arena sílica** para fundición es la resistencia del mineral aglutinado a la presión metalostática del metal que se está colocando y que es suficientemente permeable para permitir el escape de vapores y gases, aparte que la textura y composición del molde permite un vaciado íntegro, suave y sin reacción térmica del choque.

En la foto 32 se puede apreciar el uso de las arenas silíceas para desmoldar las autopartes y piezas de balanzas fabricadas en cada uno de los moldes donde el material fundido ha tomado forma



Foto 32: Uso de la arena sílicea en el desmolde de autopartes, Balanzas Trujillo, 1991, cortesía A. Díaz

- **En la industria de fabricación de refractarios,**

En la fabricación de ladrillos de sílice, producto capaz de soportar una carga de  $3.5 \text{ kg/cm}^2$  y  $50 \text{ lb/pulg}^2$ , hasta llegar a unos cuantos

- **Industria de Abrasivos**

Las rocas silíceas se sacan de las canteras y se labran en forma adecuada al uso a que se les destina, como muelas de afilar, muelas para hacer pulpa, muelas de molino, piedras afiladoras, piedras de trituración. La roca empleada es predominantemente arenisca, aunque también se emplea la cuarcita y esquisto de cuarzo.

Las arenas de sílice no son un material que se pueda considerar único en la producción de abrasivos. En comparación de dureza, se utilizan con mayor ventaja otros minerales, como el granate y el esmeril. Sin embargo, se usa por su menor precio y mayor disponibilidad. Se emplea para fabricar papel de lija, así como para limpieza y abrasivo a base de chorros de arena, donde se sopla la arena con aire a presión. Esta misma cualidad puede utilizarse con agua para eliminar el polvo sobre la superficie a limpiar o pulir. Aunque los granos de forma angulosa tienen mejor acción de corte, esta ventaja se ve anulada por aumento en pérdidas por finos. No obstante, siempre se recupera la arena para reciclarla. Todas estas arenas deben pasar como regla general por un tamiz de 14 mallas y retenidas por un tamiz de malla 65.

- **Abrasivos naturales silíceos**

Los abrasivos silíceos naturales son sílice en distintas formas naturales. Algunos de ellos se utilizan tal como se extraen, pero la mayor parte son manipulados y molidos en forma de granos o polvo.

Los abrasivos naturales comprenden, arena abrasiva, arena y arenisca molidas, cuarzo molido, piedra pómez y pumita.

#### **Cuarzo molido**

El cuarzo limpio, triturado y pasado por el tamiz se emplea para hacer papel de lija del tipo pedernal, pulimentos energéticos para metales en las fábricas metalúrgicas y varios compuestos destinados a limpieza. El cuarzo procede de vetas, diques de pegmatita y capas de cuarcita pura.

#### **Sílice amorfa**

La sílice amorfa natural se confunde a veces con el trípoli. Se emplea para fabricar compuestos destinados a pulimentación. La sílice amorfa químicamente precipitada tiene los mismos empleos y propiedades.

#### **Piedra pómez y pumita**

Estas substancias son silicatos y no sílice, pero generalmente se les incluye entre los abrasivos silíceos o la sílice. La piedra pómez es un vidrio volcánico natural o espuma cristalina, que se forma de la lava silícea dilatada por el vapor, y la pumita es una ceniza

### ❖ Industria Cerámica

La arena sílicea es uno de los compuestos de sílice primario, presente en casi todo tipo de fabricación de cerámica que no sólo se requiere de componentes plásticos, como arcilla china y/o arcilla orgánica (Ball Clay), sino que también se recurre a las variedades magras de sílice y otros componentes no plásticos. Para cerámica y esmaltes el contenido de sílice es:  $\text{SiO}_2 = 99\%$  (cerámica), y  $\text{SiO}_2 = 99\%$  (esmaltes). El hierro no debe estar presente debido a que le da tonalidad rojiza a la cerámica blanca, para las demás cerámicas se usa sílice entre 97% a 98% de  $\text{SiO}_2$ .

Las arenas de sílice empleadas para la fabricación de cerámica se aplican básicamente para lograr en las piezas una máxima calidad de blancura y translucidez considerable, con vidriado duro resistente al choque térmico. Es posible con ello lograr piezas de porcelana pura, mediante la mezcla de arena cuarzosa con caolín, carbonato de calcio, feldespato, dolomita, magnesita y talco, entre otros. Las mezclas cerámicas que se pueden lograr con esos elementos incluyen los destinados a la fabricación de aisladores eléctricos de porcelana, bujías de encendido y condensadores, etc.

Para la cerámica se usa principalmente silicatos de aluminio. Muy importante para la industria cerámica es la plasticidad, la blancura y la ausencia de impurezas. La plasticidad de las arcillas permite formar los objetos antes de colocarlos en el horno. La falta de color propio permite elaborar cerámica blanca que es más valiosa o darles el color deseado agregándole determinados compuestos. Algunas impurezas confieren el color a los productos cerámicos, que pueden variar de acuerdo a la temperatura y atmósfera reinante en el horno. Las impurezas afectan el proceso productivo durante todas las etapas.

La industria cerámica está dividida en numerosos sectores, en particular, las cerámicas blancas y estructurales, que tienden a ser industrias de bajo valor, alto volumen y las cerámicas avanzadas, que son operaciones de alto valor y bajo volumen.

Las cerámicas tradicionales, como los sanitarios, cerámica para mesa, y lozas cerámicas, constituyen el principal mercado cerámico para los materiales feldespáticos. El feldespato y la sienita nefelina son importantes agentes fundentes en un amplio rango de cuerpos cerámicos. Asimismo, son usados para incrementar la viscosidad y la resistencia del lustre.

Los diferentes tipos de cerámicas blancas, el principal mercado para materiales feldespáticos, son producidos variando las propiedades de los ingredientes básicos e incluyendo adiciones menores de otros materiales. Los ingredientes básicos son caolín, arcillas plásticas, sílice y un fundente.

La cerámica de barro incluye marmitas, sanitarios y lozas. Las lozas pueden ser divididas en mosaicos cerámicos blancos y rojos (éste consiste principalmente de arcillas). Una composición típica

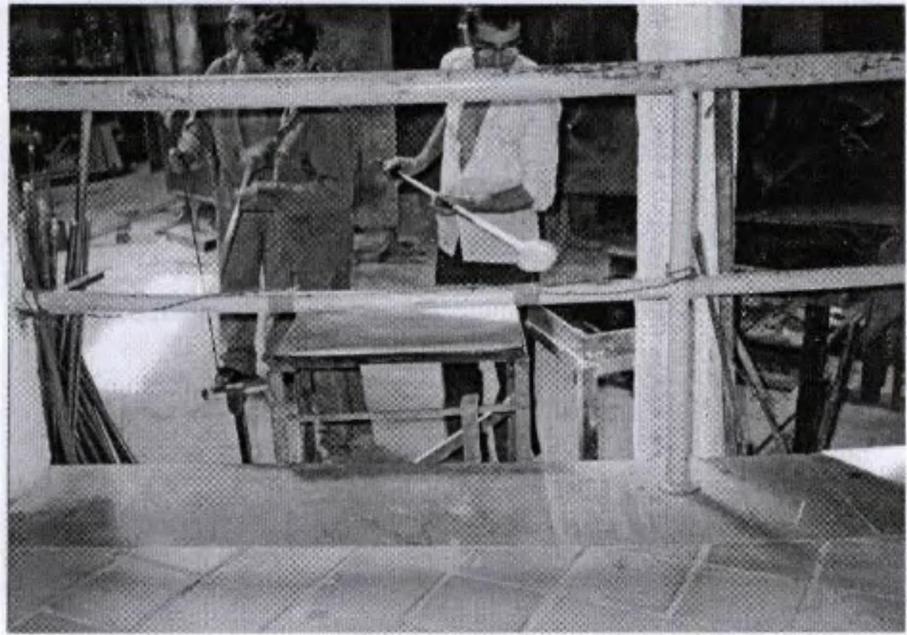


Foto 29

Horno artesanal de producción de vidrio Pueblo Español , Barcelona 1992  
Fotos 27. 28. 29 cortesía Aleiandra Díaz V.

Este es uno de los poquísimos hornos de vidrio que practica todavía una de las técnicas más difíciles y espectaculares para modelar vidrio: el vidrio soplado. El horno está construido y funciona siguiendo las mismas técnicas que se utilizaban tradicionalmente. Se elaboran piezas de diseño tradicional y moderno. También se realizan piezas decorativas y de uso diario, como por ejemplo, vasos, copas y jarras.

Uno de los grandes valores añadidos de este horno de vidrio es que permite hacer piezas únicas y en serie, piezas especiales de tamaño pequeño, mediano y grande, y por encargo.

Fabricación del vidrio en la isla de Murano – Venecia - Italia

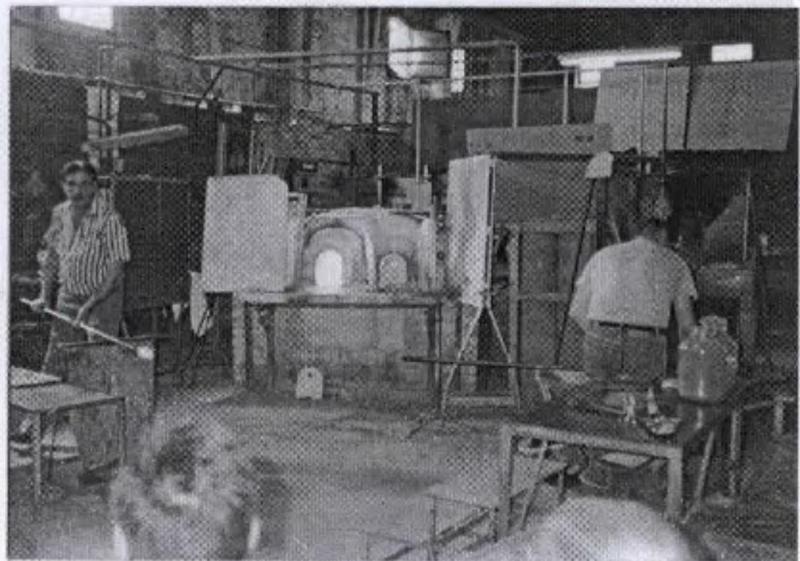


Foto 30

## Norma Británica BS2975 para la fabricación de Vidrio

Producto	Británica BS2975	
	% SiO <sub>2</sub> mín.	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> máx.
Envases incoloros	99,8	0,03
Envases coloreados	97,0	0,25
Vajilla de mesa	99,6	0,010
Borosilicato	99,6	0,010
Cristal de plomo	99,6	0,010
Vidrio plano incoloro	99,0	0,10
Óptico y oftálmico	99,7	0,013
Fibra para aislación	94,5	0,3

Fuente: [www.Segemar.gov.ar/par/\\_oferta-regiones/cuarzo](http://www.Segemar.gov.ar/par/_oferta-regiones/cuarzo)

Según los resultados de nuestras silice por ejemplo la de Lloclapampa – Jauja - Junín

Cuarzo	=	99.50 %
Caolinita	=	0.27 %
Yeso	=	0.23 %

Fuente : Lab. INGEMMET

Como podemos constar que estos recursos siliceos podrían servir para la fabricación de vidrio insito tipo artesanal con perfil turístico y desarrollo regional de este importante recurso.

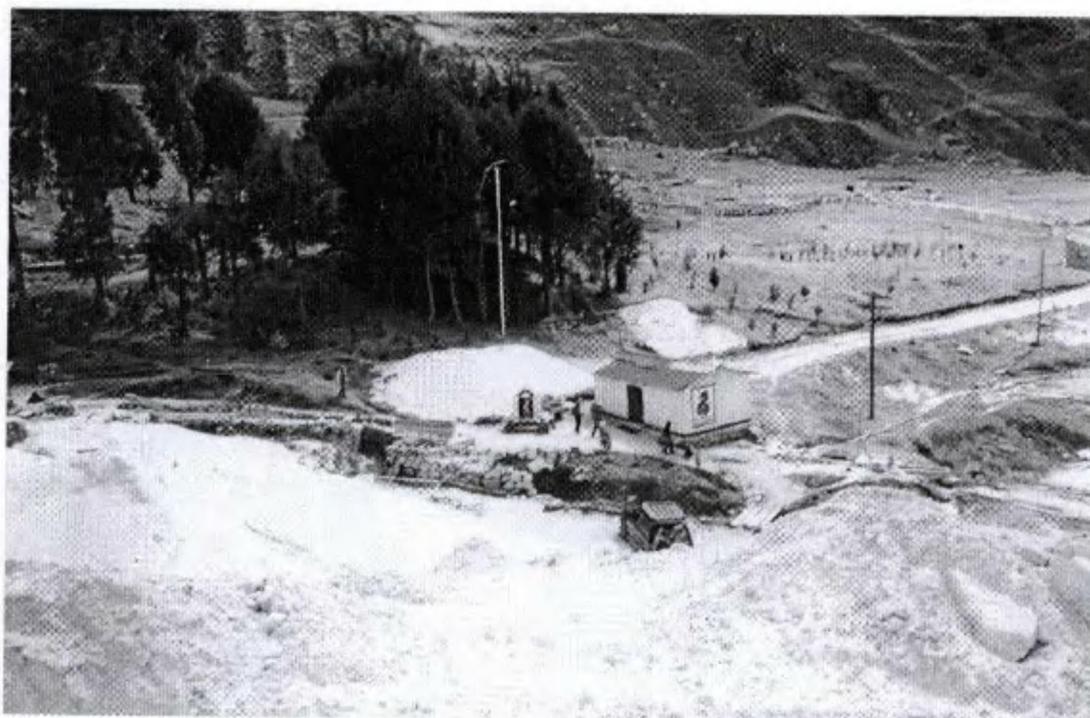


Foto 26: Cancha de almacenamiento de sílice de Lloclapampa – Jauja – Junín - Perú

colores de amatista o lavanda. La cal, magnesia y álcali no son indeseables y son constituyentes de todos los vidrios comunes.

Los granos de las arenas para vidrio deben ser de un tamaño uniforme, inferior a la malla 20 y superior a la malla 100. Una arena más gruesa produce burbujas de aire.

Las arenas para vidrios se obtienen principalmente de areniscas cementadas, así como los depósitos no consolidados. La arenisca debe ser friable y romperse con facilidad alrededor de los granos. Las areniscas para vidrio corresponden a una edad comprendida entre el Devónico y el reciente. Sus especificaciones técnicas:

Impurezas	Contenido %
SiO <sub>2</sub>	> 99.7%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	< 0,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	< 0,015 – 0,004 (óptico)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	< 0,050 – 0,15 (común)
CaO + MgO	< 0,05
K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	< 0,01

**En la fabricación del vidrio** se usan tanto como 70 minerales para alcanzar la composición del mismo, requeridos para proveer las propiedades demandadas por los productos finales. Los principales minerales usados son las arenas de sílice, caliza y soda ash; estos tres materiales relativamente simples proveen la mejor proporción de la producción mundial de vidrio. Otros materiales son añadidos para alcanzar un número de requerimientos, como decolorantes, agentes de refinación, fundentes y colorantes.

El principal material para la formación de vidrio es la sílice, el cual es el mayor constituyente de todos los tipos de vidrio más que la fibra de vidrio grado textil. El valor de la sílice es su gran capacidad de mantener, a temperatura ambiente, una estructura desordenada que también tiene una temperatura más elevada. CaO, MgO y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> son estabilizadores que incrementan la resistencia del vidrio a los ataques físicos y químicos. Los fundentes, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O y B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> reaccionan a bajas temperaturas para promover la fundición y mezcla de las otras materias primas.

**De las arenas cuarzosas** puras se puede elaborar el vidrio blanco que es más valioso, mientras contenidos aún pequeños de óxido de hierro, permiten sólo elaborar el vidrio de color, por ejemplo para las botellas. De la misma manera, la presencia de aluminio vuelve viscoso el vidrio fundido.

- **El cristal de ventana** común está formado aproximadamente por 72 % de SiO<sub>2</sub>, 14 % de CaO + MgO, 12 % de Na<sub>2</sub>O y de 1 a 2 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + SO<sub>3</sub>. Todo ello se funde hasta formar una masa. El CO<sub>2</sub> escapa, la sosa y la cal se unen con la sílice formando silicatos. La hornada se enfría y vierte, se prensa y se lamina o sopla hasta que adquiere las formas deseadas. Se emplean tortas de sal y cenizas de sosa para vidrio de botellas,

## CONSUMO DE SILICES POR SUB SECTORES ECONOMICOS Y PRINCIPALES GRUPOS INDUSTRIALES EN EL PERU

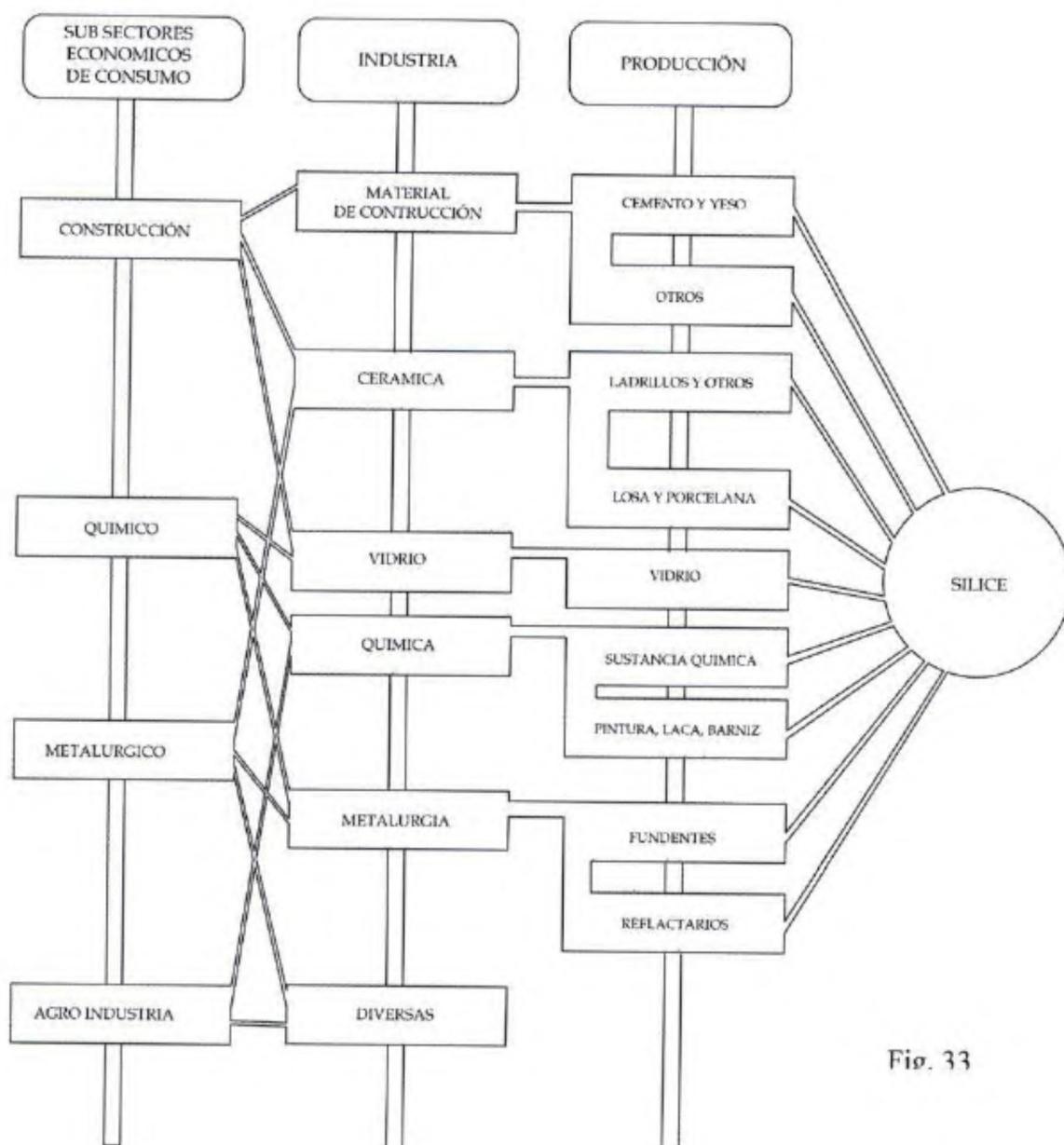


Fig. 33

### 2.2.6.2 Sub- Sector Construcción

La industria de la construcción consume grandes cantidades de arena de baja calidad para incorporarla a las mezclas de concreto, fabricación de asbesto, asfalto, pisos y techos, también se utiliza como relleno en la fabricación de cemento a prueba de ácidos (cemento hidráulico) y mezclas para pavimentos. Una de las aplicaciones más recientes de la arena sílica en la industria de la construcción, es la relacionada a la elaboración de ladrillo silicocalcáreo a partir de un proceso alemán para sintetizar el grano de sílice con cal. La mezcla de estos elementos permite

### 2.2.6 Usos

La sílice desde épocas muy remotas y hasta nuestros días, ha sido uno de los minerales más usados en todo el mundo. Desde la prehistoria, el hombre ha hecho uso de este mineral para darle infinidad de usos, siendo la roca más utilizada sin duda, por dos características esenciales: su dureza y su tenacidad, con ella se confeccionaron puntas de flecha, hachas y otras herramientas prehistóricas; en la industria de la porcelana, vidrio y luego en la industria del cemento, química, electrónica, óptica, joyería, relojería, etc.

**Cuarzo cristalino o cristal de roca**, es la variedad más pura del mineral cuarzo, con contenidos de SiO<sub>2</sub> hasta >99,9 %. Yacimientos significantes de cristal de roca existen en Brasil, Angola, Rusia y Madagascar.

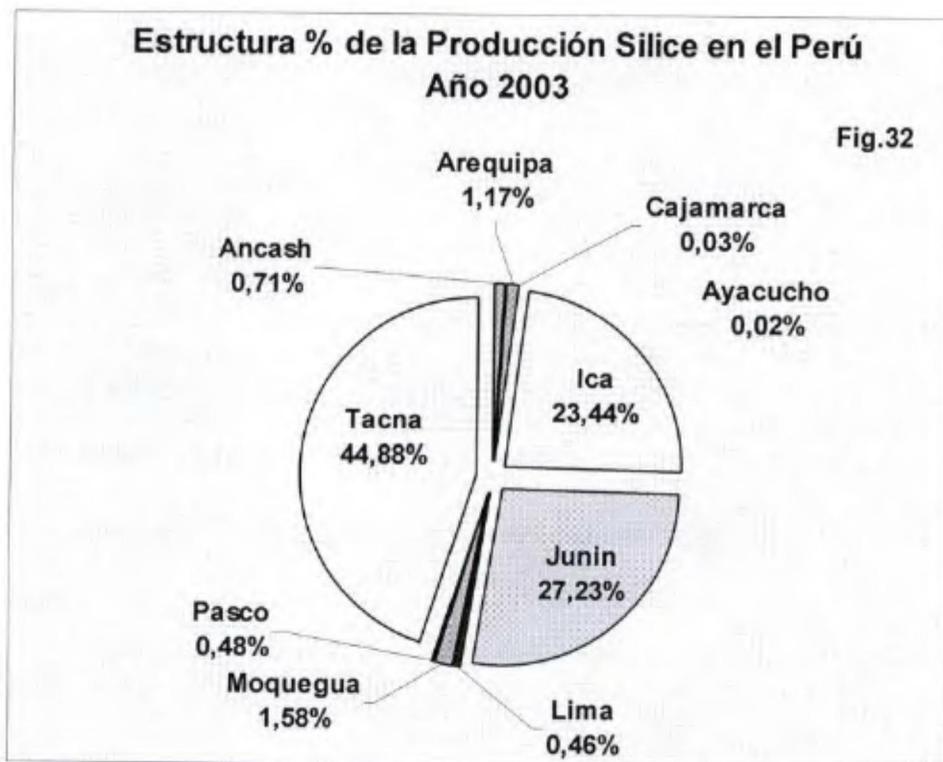
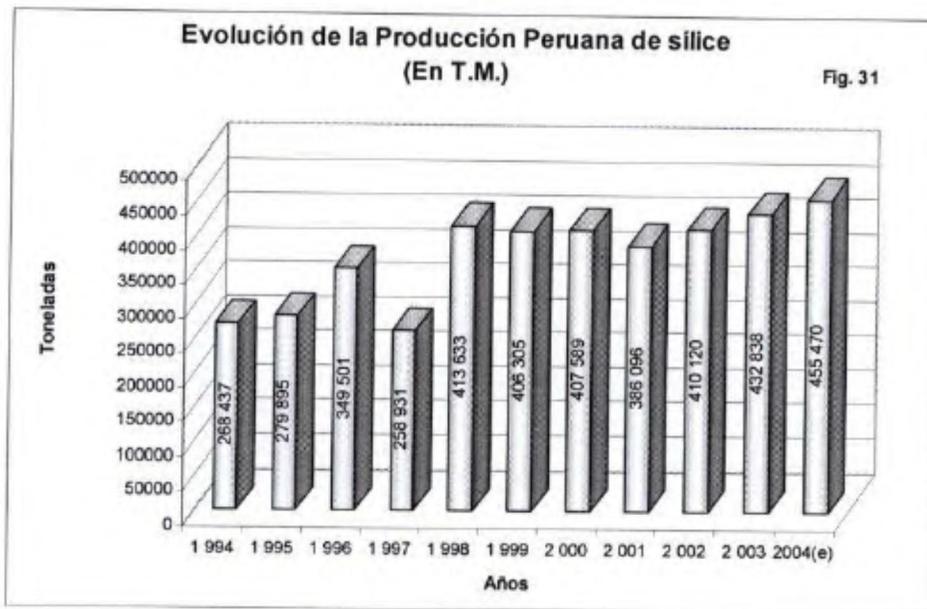
**Lascas** son fragmentos de cristal de roca de alta pureza que se usan para criar cristales de cuarzo de altísima pureza. En muchos depósitos metálicos y algunos no metálicos del Perú, abundan cristales de cuarzo que podrían ser utilizados en diversas industrias. Los recursos de cuarzo de alta pureza (cristal de roca, cuarzo filoniano y pegnatítico) se aplican en la fabricación de:

- ❖ Vidrio de cuarzo,
- ❖ Cuarzo óptico,
- ❖ Cuarzo oscilador,
- ❖ Siliceo de altísima pureza y de calidad semiconductora,
- ❖ Ferrosilicio, cromosilicio y siliceo metálico.
- ❖ Telecomunicaciones, electrónica, instrumentos, etc.

Sin embargo, para estos usos, los cristales no deben tener defectos como burbujas, inclusiones y hasta imperfecciones en la red cristalina, ni contener impurezas. Cristales que cumplen con todos estos requisitos indicados, es muy difícil de encontrar en la naturaleza y, la determinación de sus partes utilizables es una tarea difícil y engorrosa. Por esto, se pasó a la preparación sintética de los cristales, utilizando como materia prima cristales naturales fundidos. Como de primera calidad se considera la sílice de las caras de pirámide, siendo menos cotizada, la de prisma. La fusión se realiza gradualmente tratando de obtener la sílice que se depositó simultáneamente en el cristal.

<sup>1</sup>Los económicamente importantes son los monocristales de cuarzo natural, que tienen pesos de >50 Kg. La relación entre cristal de roca y material inutilizable de yacimientos silicios, es frecuentemente 1:1 000 o menos; para la producción de cuarzo oscilador se puede aprovechar, por medio, de sólo un 0,01 % del material en bruto. Por eso, en las décadas pasadas, se pasó a la fabricación de cuarzo sin defectos por vía artificial (cuarzo criado, ingl. cultured quartz). El material de partida para cuarzo artificial es la llamada lascas que son, como ya dicho, fragmentos de cristal de roca defectuoso y cuarzo filoniano de altísima pureza.

<sup>1</sup> Walter Lorenz & Werner Gwosdz Manual para la evaluación geológica técnica de recursos minerales de construcción, Hannover 2004



### 2.2.5.1 Principales productores

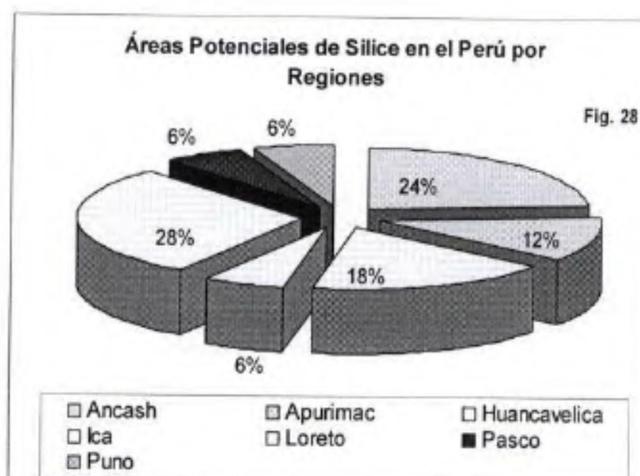
Según la información consultada, se ha determinado que durante el periodo de estudio, intervinieron 54 empresas y productores individuales en la producción de sílice en el Perú.

### Áreas Potenciales de Sílice en el Perú por Regiones

Cuadro N° 27

Región	Sustancias	N° de Áreas Potenciales
Ancash		4
Apurímac		2
Huancavelica		3
Ica		1
Loreto		5
Pasco		1
Puno		1
<b>Total</b>		<b>17</b>

FUENTE: Elaborado a partir de la información del Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Minería



### 2.2.4 Reservas por regiones

Las reservas y recursos nacionales de sílice que incluyen las arenas silíceas, cuarzosas, cuarcitas y demás materiales silíceos, no han sido debidamente evaluados, pero en cualquier caso son muy abundantes; solamente en la Comunidad Campesina de Llocllapampa - Junín se calculan más de 5 millones de toneladas de sílice de alta ley, en Ica yacimientos de cuarcitas con reservas además de 7.7 millones de toneladas que explota la Cia. SHOUGANG HIERRO PERU S.A., y en Tacna yacimientos de sílice que explotan muchos pequeños mineros para el consumo de SOUTHERN PERU CORPORATION, en cuanto al cuarzo no se cuenta con información de reservas.

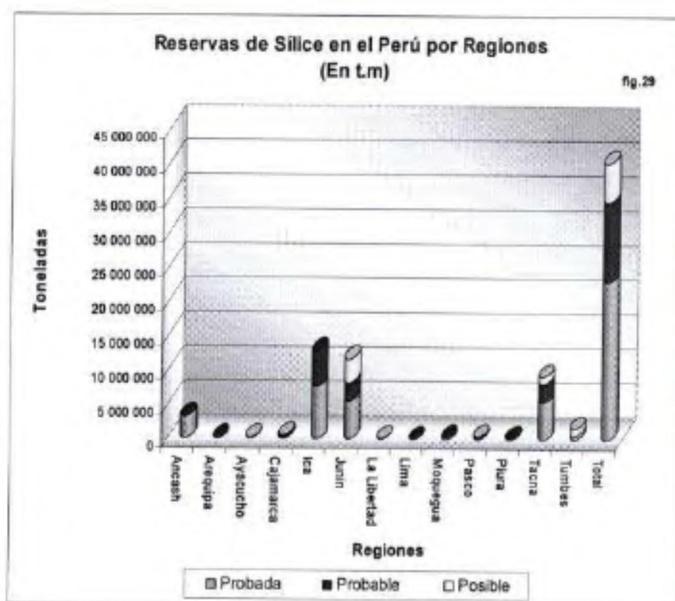
Las cifras que se presentan en el cuadro N° 28 y Figs. 29 y 30, solo se debe tomar en cuenta como referenciales, puesto que no se ha realizado un comprobación en el campo.

### Reservas de Sílice en el Perú por Regiones (En toneladas métricas)

Cuadro N° 28

Región	Probada	Probable	Posible
Ancash	3 135 000	179 000	
Arequipa	43 351	55 238	
Ayacucho	7 500	6 000	100 000
Cajamarca	3 999	500 050	2 000
Ica	7 720 462	5 171 500	
Junín	5 526 023	2 731 574	3 437 342
La Libertad			10 000
Lima	1 176	2 000	
Moquegua	205 000	60 000	
Pasco	128 024	130 400	65 000
Piura	85 000	85 000	
Tacna	5 526 023	2 731 574	1 000 000
Tumbes	600 000		1 000 000
<b>Total</b>	<b>22 981 558</b>	<b>11 652 336</b>	<b>5 614 342</b>

Fuente: Elaboración a partir de la información de la Dirección General de Minería/DJC-DE/ del Ministerio de Energía y Minas



Según la revista Industrial Minerals, en cuanto al cuarzo, los mayores recursos mundiales de esta materia prima se encuentran en Brasil, y en menor cantidad en Estados Unidos; en Europa, los principales productores de cuarzo de alta pureza son España e Italia; otros centros productores de cuarzo son Los Alpes Suizos, Japón, Madagascar, Angola, Namibia y Sudáfrica.

La producción de sílice fundida "cuarzo fundido", está desarrollada principalmente por Estados Unidos, Alemania, Holanda y Reino Unido.

La producción de cuarzo cultivado ronda las 2.000 t. anuales y se concentra en tres países: Japón, Estados Unidos y China. Las producciones menores están detectadas en Alemania, África del Sur, Bélgica, Brasil, Bulgaria, Corea del Sur, Francia, Reino Unido, Rusia y Venezuela. Las reservas mundiales de cristal de cuarzo natural son abundantes, pero limitadas en cuanto a su localización, para uso directo en productos electrónicos y usos en óptica a escala mundial. La dependencia mundial de este tipo de reservas está declinando, ya que se ha incrementado el uso de cuarzo cultivado como material alternativo, generándose una nueva dependencia, que implica un aumento en la necesidad de lascas para el crecimiento de dicho material.

En lo que respecta a las arenas sílices como tal, no se cuenta con estadística de producción pero se asume que este material es de mayor abundancia y consumo, siendo Estados Unidos el principal consumidor, es usada en la manufactura de vidrios y arena de moldeo, siendo éste el principal país exportador, atribuible a su alta calidad y técnicas avanzadas de procesamiento.

#### 2.2.1.2 Comercio

En el mercado mundial se comercializa la sílice, arenas síliceas y cuarzo para la fabricación de cemento, para la industria minera metalúrgica, cerámica, vidrio, pinturas etc.

#### 2.2.2 Panorama Nacional

En el Perú el mercado de la sílice es relativamente pequeño y está circunscrito a la industria del cemento, y al abastecimiento de algunas industrias con las del vidrio, cerámica y la industria de la fundición

En la actualidad solo se explotan algunos yacimientos localizados en el centro, en el sur y en algunos otros lugares del Perú, guardando siempre relación con las industrias y algunas actividades artesanales dedicadas a la fabricación de ladrillos.

En la última década, se explotó entre las 250 000 a 450 000 toneladas anuales de las cuales, más de 60% se utiliza minera metalúrgica, alrededor del 25% para la fabricación del cemento y el 15% en la industria del vidrio y otras industrias, sin embargo la producción nacional no abastece a la demanda interna del país por lo que se registran cifras de importación de estos importantes productos.

## 2.2. Mercado

El comercio exterior de materias primas minerales de sílice, se compone de cuarzo y arenas silíceas, que constituyen la mayor parte del tonelaje intercambiado comercial en el mundo. La sílice es el mineral más abundante en la naturaleza, ocho elementos componen cerca del 99 % de la textura de la corteza terrestre. Estos elementos se asocian para formar los minerales. Los minerales silicatados y la sílice predominan en la mayoría de las rocas comunes, excepto la caliza.

Por lo que el presente capítulo está dedicado a la sílice, para usos industriales incluido el cuarzo, las arenas silíceas, y otros materiales predominantemente silíceos, los que son utilizados por su contenido en  $\text{SiO}_2$ .

### 2.2.1 Panorama mundial

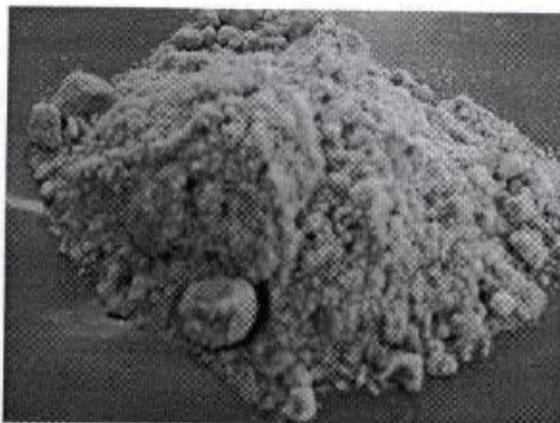
La sílice desde épocas muy remotas y hasta nuestros días es uno de los minerales más usados en todo el mundo, llámense mayas, aztecas, egipcios fenicios, es más, desde la prehistoria el hombre ha hecho uso de este mineral para darle infinidad de usos, desde hacer monumentos dedicados a sus dioses, cosa que era de relevante importancia en aquellos tiempos, así como en la confección de ciertas armas que le servían para defenderse de los animales y además les servían para pelear en los combates, también ya desde entonces la utilizaban para hacer diversos artículos de porcelana, vidrio, etc.

Actualmente la sílice se emplea en la industria del cemento y los principales sectores industriales demandantes de sílice como el cerámico, vidrio, químico (pinturas, plásticos, caucho,) metalúrgico (fundición, siderurgia, refractarios, moliendas etc.)

#### 2.2.1.1 Producción mundial

De acuerdo a la información estadística de Mineral Commodity Summaries (varios N°s.) de los Estados Unidos de Norte América, indican que la producción mundial de sílice durante el periodo 1995 a 2003 oscilan entre las 3 000 a 4 000 millones de toneladas, experimentando un crecimiento del 3% del promedio anual, como se puede apreciar en el cuadro N° 25 y Fig. 25.

Los países de mayor producción en el mundo en el año 2003 fueron China (40%), Rusia (12%), Noruega (9%), Ucrania, Estados Unidos y Brasil 6% respectivamente, el 21% restante lo conforman como podemos ver en la Fig. 26.

**El Gavilán**

Provincia de Cajamarca – departamento de Cajamarca

Coordenadas UTM 9 199 162 N y 778 591 E

Color amarillenta grisácea

Origen sedimentario

Opaco

Presencia disgregada

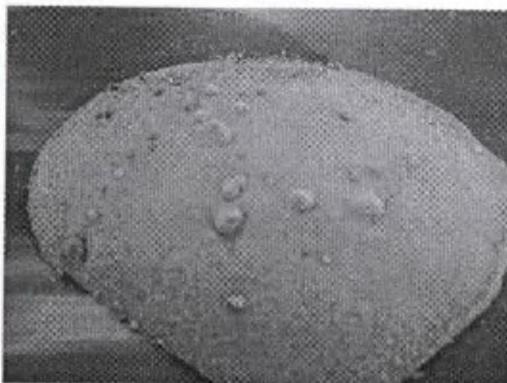
Material suelto compuesto por arenas de granulometría variable

Cuarzo = 95.05 %

Caolinita = 4.68 %

Anatasa = 0.15 %

Hematita = 0.12 %

**El Guitarrero**

Provincia de Cajamarca – departamento de Cajamarca

Coordenadas UTM 9 203 646 N y 775 076 E

Color amarillenta pardusca

Origen sedimentario

Opaco

Presencia disgregada

Material suelto compuesto por arenas de granulometría variable

Cuarzo = 84.87 %

Caolinita = 14.20 %

Muscovita = 0.60 %

Goetita = 0.33 %

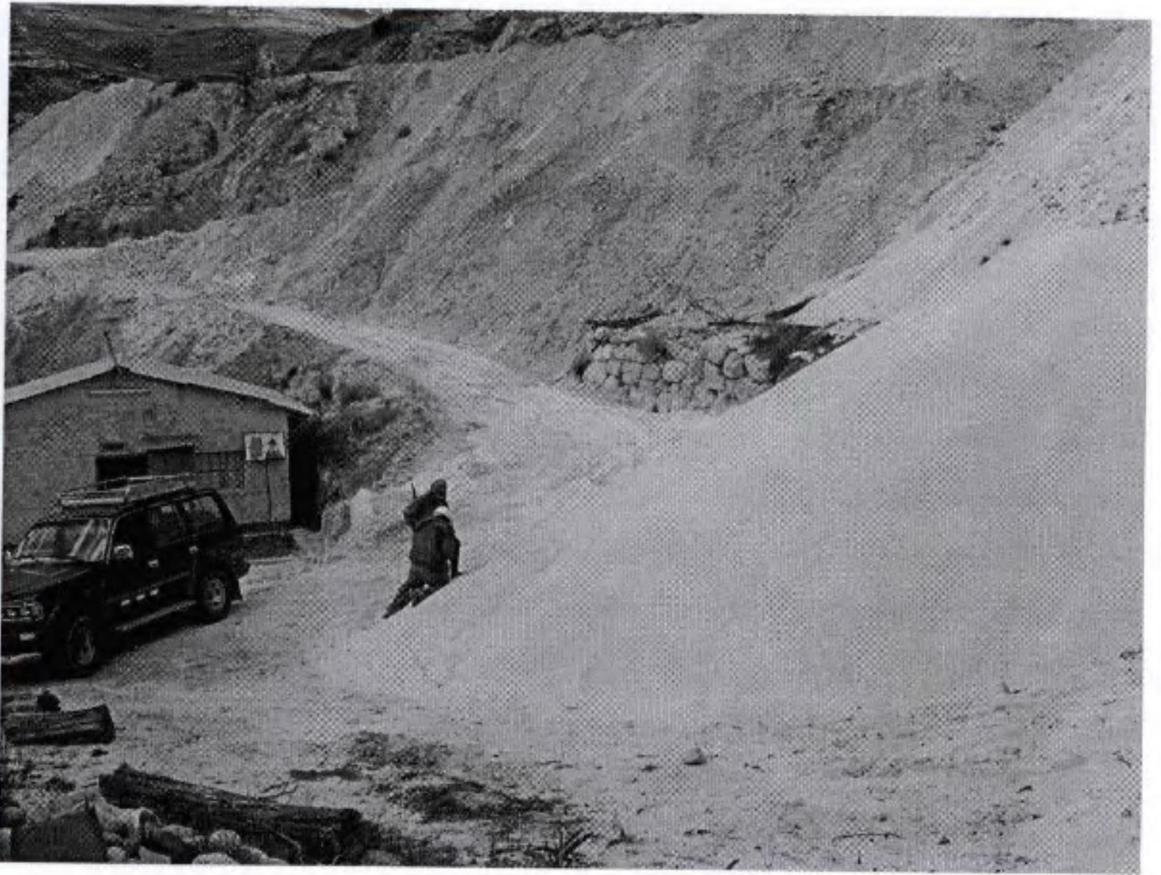


Foto 22: Cantera de Llocllapampa explotación de la sílice Jauja - Junín



Foto 23 Lavaderos de sílice y almacenamientos en Llocllapampa Jauja - Junín



Foto 20: Cantera de Sílice Indocha Moyobamba –San Martín  
 coordenadas UTM son : 9 331 266 N 274 046 E 832 msnm

### Llacanora (Virgen de la Puerta)

Ubicación.- Pertenece al distrito Llacanora, provincia y departamento de Cajamarca. El yacimiento se ubica entre las coordenadas UTM 9 204 758 N y 783 486 E 2,637 m.s.n.m.

Se encuentran arenas silíceas meteorizadas provenientes de rocas cuarcitas relativamente homogéneas de la Formación Farrat.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
JC - 20	98.3	0.20	0.54	0.04	0.003	0.30	0.00	0.09	0.03	0.08	0.12

Cuarzo = 98.39 %  
 Brookita = 1.17 %  
 Yeso = 0.44 %



Foto 18: Cantera Señor de Muruhuay – arenas sílices Jauja – Junín  
 coordenadas UTM 8 696 440 N. 428 247 E 3.523 nsnm

### Sierra Blanca

Ubicación.- Pertenece al distrito de Curicaca, provincia de Jauja, departamento de Junín, entre las coordenadas UTM 8 698 010 N 424 703 E 3,541 msnm.

Se explota arenas síliceas como en la anterior cantera descrita, estas arenas provienen de areniscas friables pertenecientes al Grupo Goyllarisquizga, este grupo esta formado por las Formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat. En la Formación Chimú se encuentran areniscas y ortocuarzitas de grano medio a grueso, asimismo la Formación Farrat, esta conformada por bancos de areniscas y cuarcitas grises blanquecinas.

Esta cantera trabaja esporádicamente con poco personal (normalmente 4 obreros), vende su producto a la empresa Cementos Lima.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxCl %
AD - 4	95.90	1.86	0.07	0.25	<0.005	0.08	0.04	0.03	0.06	0.17	0.86

Cuarzo = 95.70 %  
 Caolinita = 4.30 %

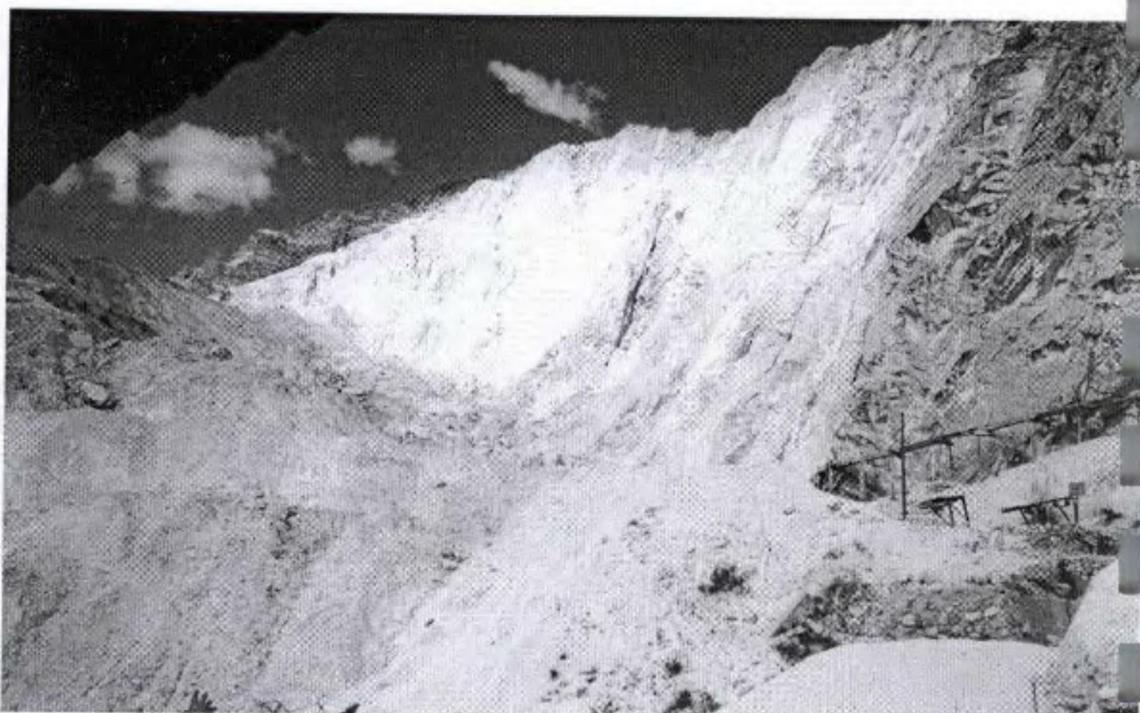


Foto 16: Cantera Llocllapampa – Jauja – Junín- coordenadas UTM 8 696 678 N y 432 452 E, con una altitud promedio de 3,600 msnm;

### Churampi

Ubicación.- Pertenece al distrito de Parco, provincia de Jauja, departamento de Junín. Se encuentra entre las coordenadas UTM 8 696 812 N y 440 259 E.

El yacimiento consta de areniscas friables pertenecientes al Grupo Goyllarisquiza, este grupo esta formado por las Formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat. En la Formación Chimú se encuentran areniscas, ortocuarzitas de grano medio a grueso, asimismo la Formación Farrat, esta conformada por bancos de areniscas y cuarcitas grises blanquecinas; de ahí provienen las arenas silíceas.

Se explota arena silícea, de forma artesanal e intermitente. La cantera tiene como dimensiones de largo 50 m, altura 30 m y el ancho explotado de 40 m. Parte de la producción se vende en Lima y otra parte a la empresa DOE RUN.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
AD - 2	97.80	0.15	0.02	0.23	<0.005	0.25	0.03	0.02	<0.01	0.09	0.15

Cuarzo = 98.90 %  
 Caolinita = 0.57 %  
 Yeso = 0.53 %

Este yacimiento está conformado por arenas cuarzosas y arcillas caoliníticas, se explota a tajo abierto y subterráneamente. En este yacimiento existe una toba aglomerática rica en feldespato, meteorizada in situ, perteneciente a la Formación Huambos, la toba rellenaba un antiguo valle empinado en cuarcitas de la Formación Chimú.

Se extrae también de este sector, arenas que son utilizadas en la construcción; son las canteras más grandes del área, quedando a un costado de la carretera asfaltada que va a Cajamarca, se trata de areniscas disgregadas de la Formación Farrat. Esta cantera se encuentra actualmente en explotación.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
JC- -19	86.9	7.20	0.63	1.10	0.008	0.25	0.04	0.09	0.48	0.41	2.64

Cuarzo	=	84.87 %
Caolinita	=	14.20 %
Muscovita	=	0.60 %
Goetita	=	0.33 %

### Santa Isabel 3

Ubicación.- Pertenece al distrito de Yanacancha, al norte de la ciudad de Cerro de Pasco, departamento de Pasco, en la ruta de la carretera que va a Huanuco, en el paraje Pariamarca. Las coordenadas UTM son: 8 817 968 N 369 607 E.

Se trata de unas arenas silíceas de mala calidad, en esta área afloran una secuencia constituida por areniscas micro conglomeráticas y arcósicas, limonitas y lutitas, estas rocas pertenecen al Grupo Goyllarisquiza del Cretácico Inferior; posiblemente estas arenas provienen de esa formación.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
JC - 3	86.3	6.9	0.40	0.32	0.01	1.39	0.02	0.09	1.56	0.24	2.64

Cuarzo	=	64.62 %
Caolinita	=	26.41 %
Microclina	=	7.44 %
Calcita	=	1.21 %
Monetita	=	0.32 %

#### 2.1.5.1 Canteras con material de sílice visitadas durante las comisiones de campo en el año 2004

Durante el año 2004, se aprovechó la visita de varias regiones para comprobar el estado de algunas canteras que explotan materiales con sílice, de preferencia las que estaban en actividad, donde se tomó muestras

artesanal (barreta y carretilla), la cantera actualmente se encuentra en actividad. Las reservas de la cantera son 14 000 TM de sílice con 24% de  $\text{SiO}_2$  y 3 100 TM de arcilla con 45% de  $\text{SiO}_2$  (fuente Atlas Minería en el Perú 2002).

Muestreo geoquímico:

CÓDIGO DE MUESTRA	$\text{SiO}_2$ %	$\text{Al}_2\text{O}_3$ %	$\text{TiO}_2$ %	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ %	$\text{MnO}$ %	$\text{CaO}$ %	$\text{MgO}$ %	$\text{Na}_2\text{O}$ %	$\text{K}_2\text{O}$ %	$\text{H}_2\text{O}$ 105°C %	PxC %
401116	89.40	40.45	1.00	0.12	0.02	1.50	0.10	0.04	0.02	0.32	1.08

### Mimilaque (sílice)

Se ubica en el departamento de Moquegua, a 1 Km. al oeste del caserío de Mimilaque, teniendo como coordenadas UTM 8 126 006 N y 301 627 E.

El depósito es un cuerpo silicificado de composición riolita con tonalidades de gris claro a violáceo, con presencia esporádica de piritita y calcopiritita, este cuerpo se encuentra emplazado dentro de una roca intrusiva de composición granítica que en ciertos sectores toma la apariencia de un pórfido cuarífero.

La cantera actualmente paralizada ha sido explotada por sílice, es accesible por una trocha carrozable que llega a la misma cantera.

CÓDIGO DE MUESTRA	$\text{SiO}_2$ %	$\text{Al}_2\text{O}_3$ %	$\text{TiO}_2$ %	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ %	$\text{MnO}$ %	$\text{CaO}$ %	$\text{MgO}$ %	$\text{Na}_2\text{O}$ %	$\text{K}_2\text{O}$ %	$\text{H}_2\text{O}$ 105°C %	PxC %
103215	93.56	0.51	0.23	0.12	0.02	0.18	0.01	0.06	0.09	0.28	1.35

### Depósito Cristóbal (cuarcita)

Está ubicado a 25 Km. en línea recta y al NE de la ciudad de Tacna, es accesible desde Tacna mediante el siguiente itinerario: Tacna-Pachia-Cruce aproximadamente 18,5 Km. (carretera asfaltada) del Cruce-Depósito 9,9 Km. (trocha carrozable), sus coordenadas UTM son: 8,031,401 N y 381 001 E.

El depósito está constituido por bancos de cuarcita de 50 a 100 m de longitud con una potencia de 51 m, el rumbo de los estratos es N50° E y buzamiento 25° NO, la cuarcita es de color gris claro, grano grueso y poco ferruginosa, la explotación es a cielo abierto, aprovechándose el fracturamiento de la cuarcita para su extracción, no se emplean explosivos; se utiliza el martillo neumático para ayudar la extracción. El carguío es mecanizado y manual, posee una compresora, con un cargador frontal y una chancadora primaria con capacidad de 120 TM por día.

Se extraen 1 200 TM al mes y toda la producción es vendida a la empresa Southern Peru Copper Corporation.

### Virgen de las Peñas II (cuarcita)

cotizada, la de prisma. La fusión se realiza gradualmente tratando de obtener la sílice que se depositó simultáneamente en el cristal (Dunin, Estanislao).

#### Cuarcita para la industria de la construcción

La cuarcita en la construcción de pistas y carreteras, se la utiliza para capas de desgaste, debiendo satisfacer estos requerimientos:

Alta resistencia mecánica  
Resistencia a la abrasión  
Material antideslizante  
Resistencia a la intemperie y a las heladas

#### Cuarcitas para usos refractarios

Para la industria refractaria las cuarcitas deben tener estos requisitos:

Máximo 4 % de impurezas  
Estructura compacta, maciza

#### Cuarcita de cementación

Los siguientes valores se deben tener en cuenta para la fabricación de ladrillos de sílice:

Volumen de la masa en %	
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0.5 – 0.7
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0.3 – 0.5
$\text{TiO}_2$	0.2

El contenido del cementante que aparece al microscopio debe ser lo mas alto posible.

#### Areniscas de cuarzo

Los requisitos que deben tener las areniscas de cuarzo, para poder utilizarse en la fabricación de vidrio y cerámica deben ser:

Volumen de la masa en %	
$\text{SiO}_2$	99.5
$\text{Al}_2\text{O}_3$	<0.25
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0.03

Estas areniscas en numerosos países tienen mucha importancia en la obtención de óxido de silíceo.

#### Rocas silíceas

Son apropiadas para la pulverización sin Fe de materias extraduras, siempre y cuando tengan los siguientes requisitos:

Alto contenido de  $\text{Si}_2\text{O}$  (aprox. 99 %)  
Alta resistencia a la abrasión  
Alta tenacidad  
Granulometría entre 3 y 15 cm de diámetro

crisales se pueden encontrar lo mismo aislados que maclados, o en agrupaciones formando drusas o geodas. Suelen presentar los crisales inclusiones de otros minerales, agua o gases. Como cuarzo ahumado presenta una coloración marrón hasta marrón – negrusco.

Ampliamente utilizado en la industria de la óptica, en aparatos de precisión y científicos, para osciladores de radio, como arena se emplea en morteros de hormigón, como polvo en fabricación de porcelanas, pinturas, papel de esmeril, pastillas abrasivas y como relleno de madera. Sus variedades coloreadas como piedras de adorno, siendo muy cotizados en joyería los ópalos de diversos colores.

Cuarzo filoniano, cuarzo pegmatítico: Los filones con cuarzo pueden tener de mm hasta metros. Los cuarzos pegmatíticos a menudo se presentan en forma de troncos u hongos. Estos tipos de cuarzo, pueden tener tonalidades blanco lechoso hasta gris amarillento. En su forma pura contiene mas del 99 % de  $\text{Si}_2\text{O}$ .

#### 2.1.2.2 Arenas silíceas (arenas de cuarzo)

Las arenas consisten principalmente de cuarzo, que es un mineral compuesto de óxido de silicio, duro con alto punto de fusión, transparente e incoloro cuando es puro. Debido a su alto contenido de cuarzo, las arenas son la fuente principal de sílice para varios productos industriales como por ejemplo cemento o vidrio.

#### 2.1.2.3 Gravas de cuarzo

Se trata de rocas no consolidadas, provienen de la erosión y deposición de cuarzos filonianos de ambientes fluviales (terrazas fluviales). Estos yacimientos de grava cuarzosa pura, se aprovechan para obtener sílice, no son muy frecuentes y raramente aparecen como yacimientos aprovechables.

#### 2.1.2.4 Areniscas de cuarzo

Son rocas sedimentarias que están constituidas por granos de cuarzo, estos cementados por un aglutinante silíceo. Las areniscas altamente cuarzosas representan un gran potencial de sílice para el futuro.

#### 2.1.2.5 Cuarcitas

Estas rocas metamórficas contienen generalmente  $\text{SiO}_2$  de > 96 % del volumen de la masa. De acuerdo a su génesis se distinguen cuarcitas felsicas (constituidas exclusivamente por crisales de cuarzo muy compactos y de grano grueso. Cuarcitas cementadas denominadas también ortocuarcita, se trata de arenas de cuarzo cementadas por sílice precipitada desde soluciones coloidales. Se tiene también al sílex concrecional conformado por arenas y gravas cementadas por sílice coloidal.

#### 2.1.2.6 Calcedonia

Se denomina a cuarzos criptocristalinos con fábricas diferentes; la calcedonia es muy cotizada como materia prima de sílice, por ser dura, tenaz y de alta pureza.

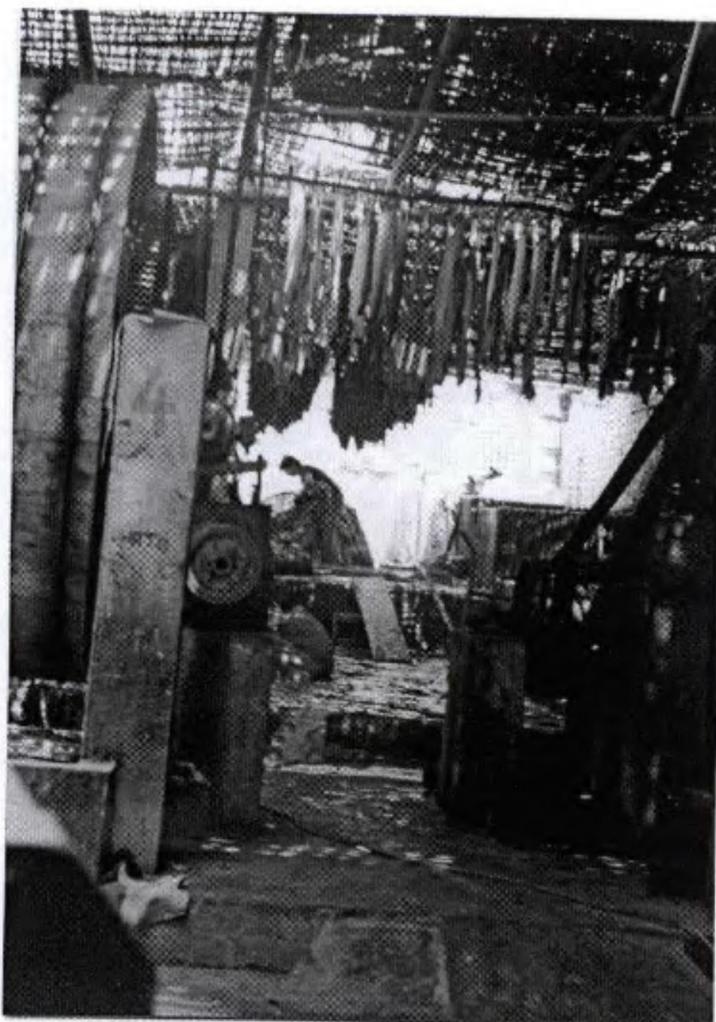


Foto 14: Curtiembre artesanal Trujillo 1991 Cortesía  
A. Díaz

#### ❖ **Uso como carga y pigmentos**

La caliza es relativamente fácil de moler a polvo fino no tóxico, químicamente inerte y generalmente de color blanco. Estas propiedades aseguran que los polvos de caliza sean extensivamente usados como cargas o pigmentos en un amplio rango de industrias. El propósito primario de una carga es proveer volumen al producto economizando materias primas más costosas. Algunas cargas también cumplen funciones químicas, por ejemplo, como una fuente de calcio en los alimentos para animales y como un regulador de acidez en farmacéuticos y en la agricultura.

Muchas aplicaciones que utilizan altos volúmenes de caliza pulverizada (incluye refuerzo de alfombras, asfaltos, polvo de mina de carbón) no requieren caliza pura. En farmacia y alimentos los polvos empleados deben ser de muy alta pureza, generalmente se usa carbonato de calcio precipitado. Las especificaciones para las calizas pulverizadas usadas típicamente como carga en papel, plásticos y pinturas requieren una distribución estrechamente controlada del tamaño de las partículas

Ocurrencias geológicas de materias primas silíceas, modificado según  
ULLMAN's Enciclopedia (1993)

Designación	Yacimiento	Anotaciones
Cuarzo idiomorfo (cristal de roca)	Crecimiento en filones, drusas, estructuras vesiculares y en ramificaciones de cizallamientos arrastrados en rocas magmáticas, metamórficas y sedimentarias	Pureza química y transparencia aumentan de la base al tope del cristal
Cuarzo filoniano	Rellenos cuarzosos, xenomorfos y densos de filones, grietas y planos de falla, estratificación, fractura o en diaclasas de zonas estructuralmente débiles, precipitados en ámbitos metamórficos por cambios en las condiciones PT (presión y temperatura) desde soluciones ricas en sílice, mayormente en ambientes hidrotermales	Frecuentemente cuerpos de cuarzo con alta pureza
Cuarzo de pegmatites	Filones poliminerale, mayoritariamente de composición granítica (cuarzo, feldespato, mica) en zonas cristalinas de grano grueso en granitos u otras rocas plutónicas, y además en series metamórficas con transiciones graduales a la roca encajante	Cuarzo en parte muy puro, pese al aspecto turbiolechoso
Cuarzo de depósitos diseminados hidrotermales Arena y grava de cuarzo y metacuarcita	Rellenos poliminerale de sistemas filonianos, diseminaciones a lo largo de grietas y fracturas o en zonas con permeabilidad alta a soluciones hidrotermales	El cuarzo contiene a menudo inclusiones sólidas y líquidas
Arena y grava de cuarzo y metacuarcita	Cuarzos formados magmática y metamórficamente, se enriquecen, por la resistencia relativamente alta a la meteorización y a la abrasión mecánica, en sedimentos clásticos no consolidados que pueden transformarse en rocas consolidadas y resistentes; estos depósitos son variados y ampliamente difundidos, predominantemente en el Cretácico y en el Terciario	El transporte y el tratamiento repetido por el proceso sedimentario conducen a altos enriquecimientos en cuarzo
Pedernal/chert, ortocuarcita, formaciones orgánicas	Por la meteorización terrígena de silicatos (entre otros feldespato, anfíbol, piroxeno), la sílice esta puesta en solución genuina o coloidal y puede separarse de los demás iones y enriquecerse por el comportamiento diferente frente a a disolución	Técnicamente importante son pedernal/chert, cuarcita cementada (ortocuarcita) y en formaciones biogenéticas: la diatomita

Fuente: Walter Lorenz & Gwosdz, 2004, Manual para la Evaluación geológica - técnica de recursos minerales de construcción

### 2.1.2.1 Grupo del cuarzo

El cuarzo, la tridimita y la cristobalita, poseen estructuras de alta y baja temperatura con transformaciones de una a otra, rápidas y reversibles, con temperaturas de inversión muy definidas, siendo posible los cambios de una a otra sin desintegración física del cristal.

Las formas de baja temperatura poseen una menor simetría que sus correspondientes formas de alta.

Minerales principales:

- Cuarzo  $\text{SiO}_2$
- Tridimita  $\text{SiO}_2$
- Cristobalita  $\text{SiO}_2$
- Ópalo  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Aspectos químicos:

Hemimorfita  
Lawsonita

Grupo de la epidota: epidota, allanita, idocrasa, prehnita

Clase: Ciclosilicatos

La relación de Si y O es de 1 a 3, los minerales que conforman esta clase son:

Axinita  
Berilo  
Cordierita  
Turmalina  
Crisocola

Clase: Inosilicatos

Esta clase de silicatos tienen tetraedros  $\text{SiO}_4$ , que pueden estar enlazados con los tetraedros adyacentes que forman cadenas al compartir sus oxígenos. La relación Si y O es de 1 a 3 en cadenas sencillas, y de 4 a 11 en cadenas dobles o bandas. Se sub dividen en:

Familia de los piroxenos

Serie de la enstatita:	enstatita, hiperstena
Serie del diópsido:	diópsido, hedenbergita
Serie de la espodumena:	espodumena, jadeita, egirina
Serie de la augita:	augita, rodonita, wollastonita,

pectolita

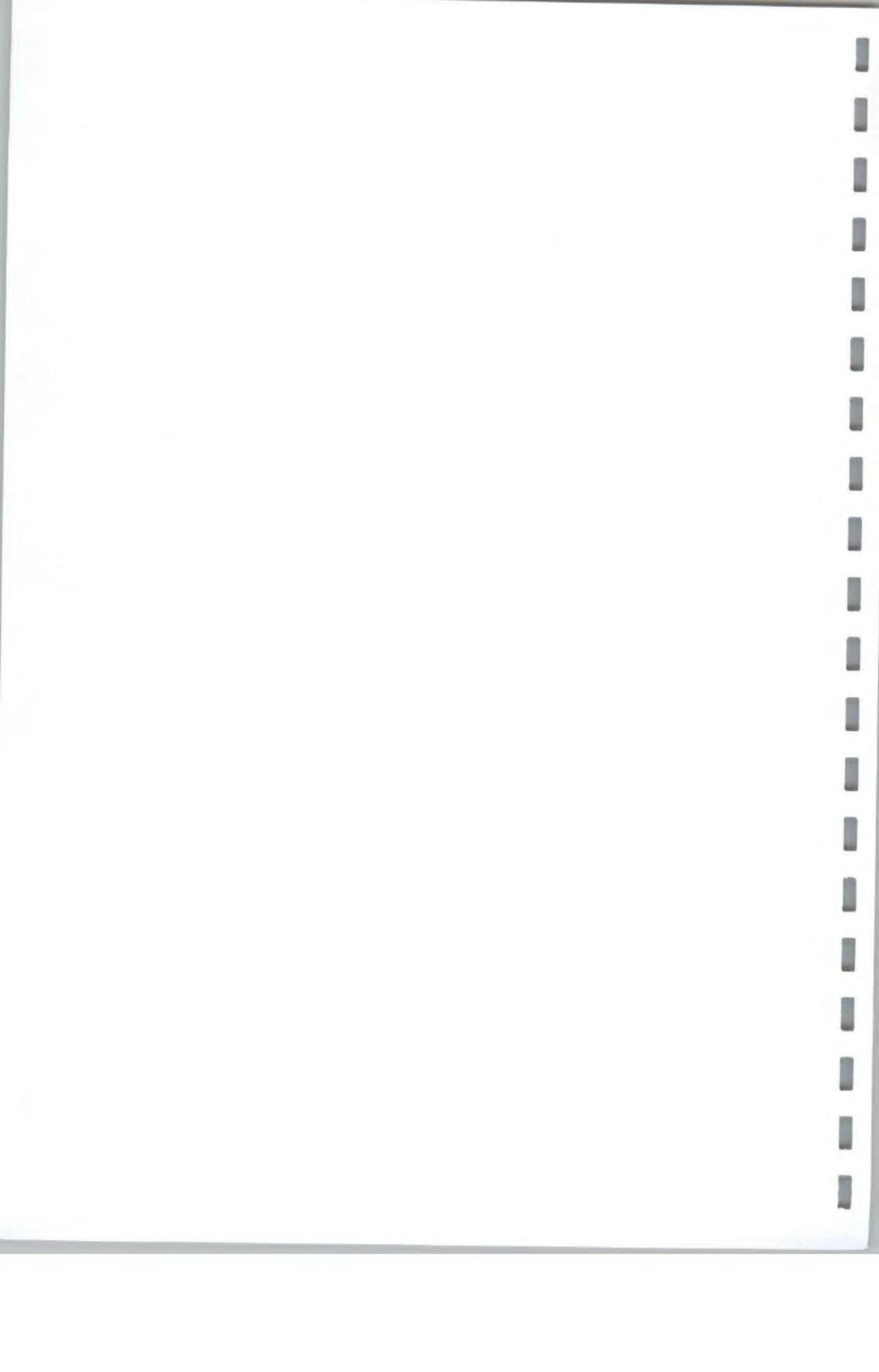
Familia de los anfíboles

Antofilita	
Serie de la tremolita:	tremolita, actinolita
Serie de la riebeckita:	riebeckita, arfvedsonita
Serie de las hornblendas	

Clase: Filosilicatos

Esta importante familia de silicatos, su nombre proviene de la palabra griega "phylon" = hoja, debido a su hábito escamoso u hojoso. La relación Si y O es de 2 a 5. Los suelos provienen de la meteorización o intemperismo de estos minerales. En esta clase se encuentran también los minerales arcillosos. Se da la relación de algunos de estos minerales:

Apofilita  
Arcillas: caolinita, dickita, illita, montmorillonita, nacrita  
Serpentina  
Pirofilita  
Talco  
Moscovita  
Biotita





En cuanto al comercio exterior de cementos durante el periodo 1994 al 2004 en el Perú podemos observar su evolución en el cuadro N° 24, tanto en volumen como en valor, donde las importaciones en los años 1995, 1996, y 1997 fueron de gran representatividad por la mayor salida de divisas del país, originando por tanto un déficit en al Balanza Comercial en este rubro. A partir de esta fecha, las importaciones decrecieron significativamente hasta el año 2002 en que vuelven a señalar una tendencia a incrementarse, en el caso de las exportaciones desde el año 1998 tienen una tendencia decreciente, siendo la más resaltante la del año 2000, que originó nuevamente un déficit de Balanza, para luego incrementarse vertiginosamente en los últimos 4 años trayendo como resultado un saldo comercial positivo por tanto una entrada mayor de divisas al país como se puede ver en la Fig. 24

**Comercio Exterior de Cementos en el Perú**  
Saldo de Balanza Comercial  
(Cantidad en T.M. Y Valor en US\$)

Cuadro N° 24

Años	Exportaciones		Importaciones		Saldo BC	
	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
1994	140 301	5 939 333	67 107	4 764 865	73 194	1 174 467
1995	278 285	6 523 662	785 769	39 926 964	-507 483	-33 403 302
1996	135 342	8 677 099	323 302	19 840 481	-187 960	-11 163 382
1997	99 880	8 041 569	684 729	34 235 301	-584 849	-26 193 732
1998	101 189	7 696 694	61 946	6 970 461	39 243	726 233
1999	112 522	6 352 756	50 264	4 234 489	62 258	2 118 267
2000	27 801	1 999 977	65 951	5 670 506	-38 150	-3 670 529
2001	385 782	11 925 111	48 641	3 718 285	337 141	8 206 826
2002	537 922	21 324 702	41 016	3 331 707	496 906	17 992 995
2003	576 990	17 231 550	105 215	7 532 890	471 775	9 698 660
2004	727 997	19 546 081	145 854	12 212 992	582 142	7 333 089

Fuente: Elaboración Propia a partir de información Estadística Anual de ADUANET - PERU

## Evolución de la Importación Peruana por Tipo de Cales

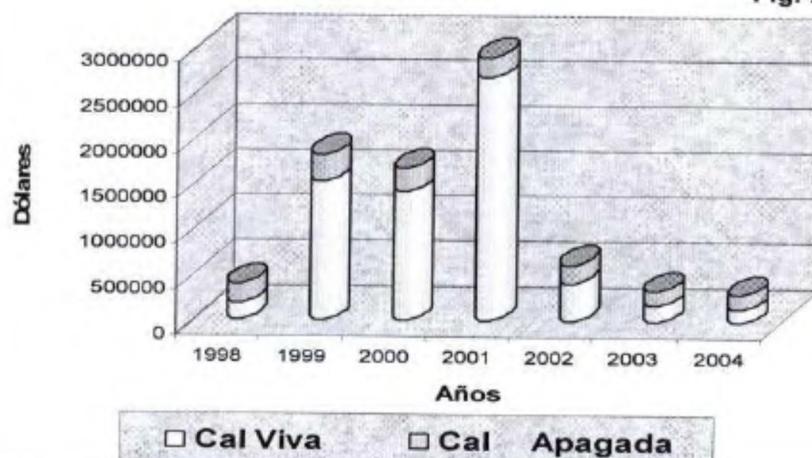
Cuadro Nº 22

Años	Cal Viva		Cal Apagada		Saldo Cales: SBC en US\$
	Cantidad en T.M.	Valor en \$	Cantidad en T.M.	Valor en \$	
1998	2 729	184 556	479	212 320	-396 876
1999	22 654	1 531 825	602	300 832	-1 832 657
2000	21 738	1 430 984	500	250 000	-1 680 984
2001	42 243	2 695 033	450	225 000	-2 920 033
2002	6 464	426 529	300	200 000	-626 529
2003	2 710	188 204	350	158 900	-347 104
2004	2 149	148 389	340	159 936	-308 325

Fuente: Elaborado a partir de reportes de INETY-P - Oficina de Estadística de ADUANET-PERU

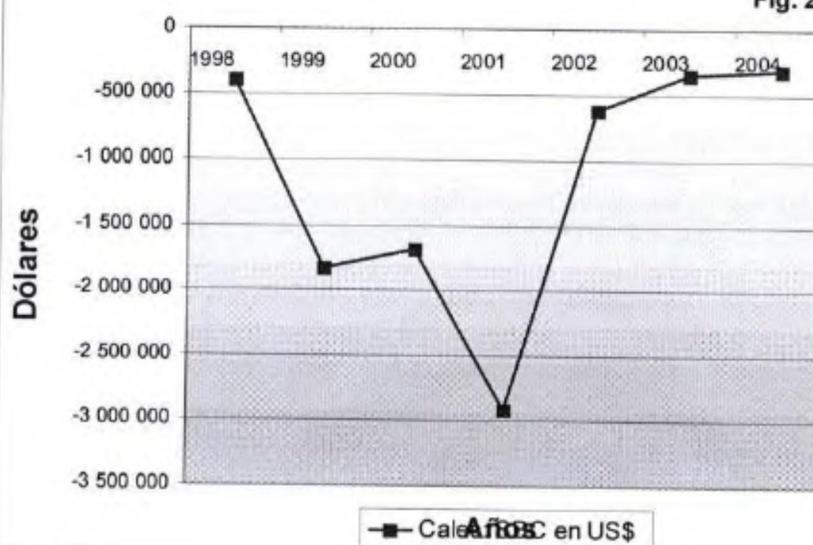
## Evolución de las importaciones Peruanas por tipos de Cal

Fig. 20



## Balanza Comercial de Cales en el Perú

Fig. 21



En el cuadro N° 19 presentamos la evolución de los precios promedios de la cal viva y apagada que el Perú importó durante el periodo 1998 al 2004, siendo significativo el precio de la cal apagada asumiéndose que se trata de un producto especial con características definidas para su uso industrial

El precio del carbonato de calcio depende del tipo o de las especificaciones que se demandan del producto, es decir, existen varios tipos o presentaciones de acuerdo al uso en las diversas industrias. Así mismo influyen en el precio factores como el costo de producción, volumen de compra, grado de procesamiento, competencia, etc.

### Precios (CIF) de Importación

Comercio Exterior Peruano ( En US\$/Tonelada)

Cuadro N° 19

Años	Cal Viva	Cal Apagada
1998	67,62	443,33
1999	67,62	499,39
2000	65,83	500,00
2001	63,80	500,00
2002	65,99	666,67
2003	69,45	454,00
2004	69,05	470,13

Fuente: Elaborado a partir de reportes de INETyP -  
Oficina de Estadística de ADUANET-PERÚ

En el cuadro N° 20 se presenta la evolución de los precios de exportación e importación del carbonato de calcio correspondiente al comercio exterior del Perú durante el periodo 1993 – 2004, donde podemos ver claramente la gran diferencia de los precios, se exportó carbonatos a precios que oscilan entre el US\$ 87.52 a US\$ 105.09 por tonelada versus el carbonato importado que oscila ente US\$ 379.25 a US\$ 932.63 por tonelada, esto responde a las características específicas que requiere generalmente la industria **farmacéutica y cosméticos**: Los cosméticos y los productos farmacéuticos son un mercado relativamente pequeño para el CCP en

### Precios del Carbonato de Calcio

Comercio Exterior Peruano ( En US\$/Tonelada)

Cuadro N° 20

Año	Exportación (FOB)	Importación (CIF)
1993	97,68	932,63
1994	96,54	450,53
1995	105,09	785,52
1996	101,25	563,80
1997	99,75	520,16
1998	95,29	527,47
1999	92,26	389,91
2000	87,52	774,90
2001	89,29	430,08
2002	90,39	379,25
2003	90,82	524,88
2004	91,43	457,27

Fuente: Elaborado a partir de reportes de INETyP -  
Oficina de Estadística de ADUANET-PERÚ

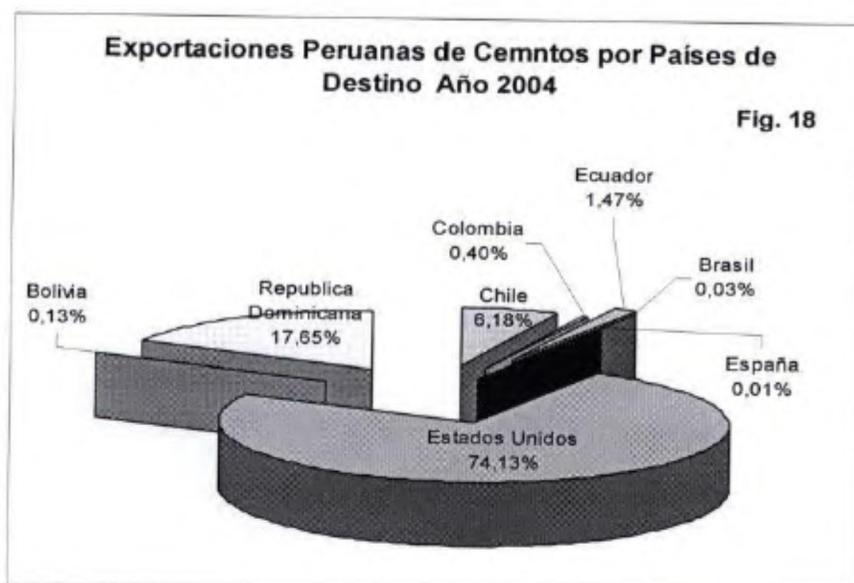
- 46 Halliburton del Amazonas S.A.
- 47 Halliburton del Perú S A
- 48 Hidro Works S.A.C.
- 49 Hidrostal S.A.
- 50 Hulitex Eirl
- 51 Hydro's Pool S.A.C. En Liquidacion
- 52 Importador
- 53 Industrias Vencedor SA Ivsa
- 54 Inversiones Interamericanas S A
- 55 Jafe S A
- 56 Kabuky S.A.C.
- 57 Knight Piesold Consultores S.A.
- 58 La Alameda & Hacienda Club
- 59 Lava Sport S A
- 60 Ljubicic Ugarte Boris Josep Tomislav Kre
- 61 Master Foods Perú Sociedad Comercial De
- 62 Maxwell Cooper Li
- 63 Mbt Unicon S.A.
- 64 Mc Cubbin Maximiliano Nora Maria
- 65 Merck Perú Ana S A
- 66 Metal Tubo S A Medusa
- 67 Metales Finos S.A.
- 68 Metales Y Químicos Industriales S.A.
- 69 Minera Barrick Misquichilca SA
- 70 Minera Mount Isa - Perú S.A
- 71 Minera Yanacocha S.R.L.
- 72 Negociar S.A.C.
- 73 Nestle Perú S A
- 74 Occidental Perúana Inc Sucursal del Perú
- 75 Occidental Petroleum Corp Of Perú Suc Pe
- 76 Overseas Bechtel Incorp. Suc. del Perú
- 77 Petro Tech Peruana S A
- 78 Petrolera Transoceanica S A
- 79 Pionnisan E.I.R.L.
- 80 Poliuretanos S A
- 81 Productos Tissue del Perú S.A. O Protisa
- 82 Proyectos E Instalaciones de Desalacion
- 83 Quimica Suiza S A
- 84 Rameli Eirltda
- 85 Razon\_Soci
- 86 Reactivos Para Análisis S.A.C.
- 87 Refractarios Y Crisoles S A
- 88 Representaciones Petroleras Selva S.A
- 89 Revoredo Castañon Mario Hernan
- 90 Rovic S A
- 91 Servicios Especiales San Antonio SA Sucu
- 92 Soc Anonima de Comercio Y Servic De Ing
- 93 Soc Minera Ref de Zinc Cajamarquilla Sa
- 94 Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.
- 95 Southern Perú Copper Corporation
- 96 Soyuz S A

**Evolución de la Importación Peruana de Cemento por Países de Origen**  
(Cantidad en T.M. y Valor en US \$)

Cuadro N° 17

Cemento Portland Blanco										
	2 000		2 001		2 002		2 003		2004 (e)	
País	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Colombia	234	33 685	308	39 108	475	61 210	350	99 750	15 000	1 950 000
Italia	21	6 811							2 000	260 000
Estados Unidos	1	413	1	308	683	266 815	700	199 500	2 500	325 000
México	515	94 620	392	47 336	112	13 582	290	57 000	34 000	4 420 000
<b>Sub - Total</b>	<b>871</b>	<b>135 529</b>	<b>701</b>	<b>86 752</b>	<b>1 271</b>	<b>361 606</b>	<b>1 250</b>	<b>356 250</b>	<b>53 500</b>	<b>6 955 000</b>
Cemento Portland										
Años	2 000		2 001		2 002		2 003		2004 (e)	
País	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Colombia	32 471	2 839 716	35 077	2 962 793	31 553	2 437 725	32 000	2 496 000	2 354	1 429 746
Bolivia	21 432	1 818 550	1 276	107 647					2	1 398
United States	179	80 364	2	4 657	0	245	469	38 142	175	114 978
Brasil	3 679	417 860	47	11 085					24	19 280
Japón					0	116	2	156		
Italy					0	272	3	234	0	150
Canada	162	55 712			20	14 482	28	2 164		
France	2	5 957	519	2 622						
Netherlands			5	31 758						
<b>Sub - Total</b>	<b>58 125</b>	<b>5 227 079</b>	<b>37 926</b>	<b>3 120 582</b>	<b>31 573</b>	<b>2 452 850</b>	<b>32 522</b>	<b>2 536 716</b>	<b>2 555</b>	<b>1 565 554</b>
Cemento Clinker										
	2 000		2 001		2 002		2 003		2004 (e)	
País	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Italia									19	12 720
VENEZUELA									19	12 720
BULGARIA									19	12 720
MEXICO									19	12 720
CHILE									19	12 720
<b>Sub - Total</b>									19	12 720
<b>Total</b>	<b>65 951</b>	<b>5 670 506</b>	<b>48 641</b>	<b>3 718 285</b>	<b>41 016</b>	<b>3 331 707</b>	<b>105 215</b>	<b>7 532 890</b>	<b>145 854</b>	<b>12 212 992</b>
Cemento Hidráulico										
Años	2 000		2 001		2 002		2003 (e)		2004 (e)	
País	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Francia			0	139						
Estados Unidos	200	21 708	882	51 663	201	15 801	318	24 634	318	24 634
Colombia					33	10 331	25	9 320	18 615	27 810
Chile	16	8 227	14	2 192		79				
Canada	8	3 043								
Italia			0	388						
Alemania	20	11 820								
Belgica	20	12 585								
Brasil	1	1 973			2	122	245	387	489	611
China					0	83	6	248	490	732
<b>Sub - Total</b>	<b>286</b>	<b>57 137</b>	<b>897</b>	<b>54 394</b>	<b>237</b>	<b>26 416</b>	<b>591</b>	<b>34 569</b>	<b>19 910</b>	<b>53 887</b>
Cemento Aluminoso										
	2 000		2 001		2 002		2003 (e)		2004 (e)	
País	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
España	2 250	7 852	877	9 789	795	30 687	81 294	3 984 101	60 000	2 980 000
Francia	1 046	89 544	840	46 236	1 502	104 029	2 079	135 135	2 100	136 500
Estados Unidos	40	15 935			1	62	124	8 053	130	6 230
Italia					2 000	180 270	3 800	234 000	3 700	245 000
Croacia	400	16 770	164	81 687	1 440	64 128	1 281	83 265	1 300	84 500
México					1	161	323	20 987	350	22 750
Brasil	2 554	111 789	7 200	314 376	1 890	83 645	1 671	108 615	1 750	113 750
Netherlands	400	28 671			290	23 007	450	29 250	500	32 500
Sweden			17	4 470	26	4 644	30	1 950	40	2 800
<b>Sub - Total</b>	<b>6 689</b>	<b>258 761</b>	<b>9 118</b>	<b>466 557</b>	<b>7 936</b>	<b>498 836</b>	<b>78 652</b>	<b>4 605 356</b>	<b>69 870</b>	<b>3 625 838</b>
<b>Total</b>	<b>65 951</b>	<b>5 670 506</b>	<b>48 641</b>	<b>3 718 285</b>	<b>41 016</b>	<b>3 331 707</b>	<b>105 215</b>	<b>7 532 890</b>	<b>145 854</b>	<b>12 212 992</b>

Fuente: Elaboración Propia a partir de información Estadística Anual de ADUANET - PERU



#### 1.2.8.2.8 Principales Empresa exportadoras de Cemento en el Perú

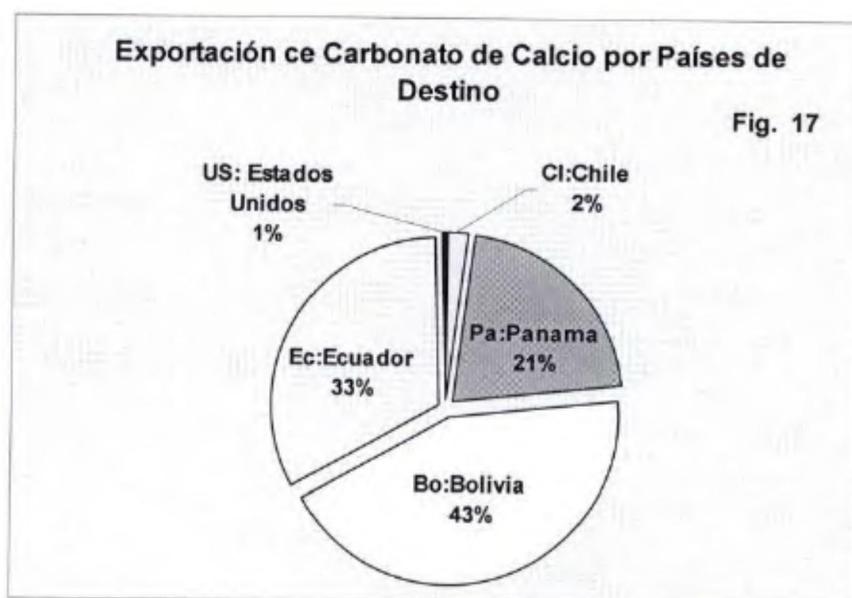
##### Principales Exportadores de Cemento en Perú

- 1 A&B Sis de Agua E Hid Sac En Liquidación
- 2 Ace Perú S.A.C.
- 3 Acme Perú Sociedad Anónima
- 4 Agroindustrias del Chira S.R.L.
- 5 Aislantes Y Envases S.A.
- 6 Alberto Valentino Talledo Byrne
- 7 Aquazul Triton S A
- 8 Arte Y Tecnología del Concreto S.A.C.
- 9 Asfaltos Especiales del Perú S.R.Ltda.
- 10 Bradley Mdh S.A.C.
- 11 C & T Representaciones S.A.
- 12 Cemento Andino S.A.
- 13 Cemento Sur S.A.
- 14 Cementos Lima S A
- 15 Cementos Norte Pacasmayo S.A.A
- 16 Cerámica San Lorenzo SAC
- 17 Cia Industrial y Comercial Iquitos S.A.
- 18 Cia Minera Agregados Calcáreos S A
- 19 Clorex Chemical S.A.
- 20 Com.Ind.Import. José Antonio SAC
- 21 Comercializaciones & Servicios S.R.L.
- 22 Compania Minera Antamina S.A
- 23 Consorcio Chimu
- 24 Constructec S.R.L.
- 25 Constructora S Levy M S A
- 26 Constructora Quirós Galvao SA-Sucursal P
- 27 Cosmos Callao S.A. Agentes de Aduana

### 1.2.8.2.5 Exportación de Carbonato de Calcio por Principales Países de Destino

Las exportaciones de carbonato de calcio durante el periodo 1993 – 2004 como podemos observar en el cuadro N° 15 experimento un crecimiento promedio anual del 7% en los primeros cinco años (hasta 1997) para luego descender a una tasa promedio anual del 10% . los precios varían de mercado a mercado y según la calidad del carbonato, los mismos que en los 10 años oscilaron ente US\$ 67 a US\$ 101 por tonelada

Las exportaciones Peruanas de carbonato de calcio se realizaron principalmente con Bolivia (43%), Ecuador (33%), Panamá (21%), Chile (2%) y Estados unidos (1%), como se puede ver en la Fig. 17



### 1.2.8.2.6 Principales Empresa Exportadora de Carbonato de Calcio en el Perú

#### Empresas Exportadoras de Carbonato de Calcio en el Perú

- 1 Baker Hughes Inteq Intern Branches Inc S
- 2 Bdt Trading S.A.
- 3 Bravo Rosas Zoila
- 4 Bristol-Myers Squibb Perú S.A.
- 5 Céspedes Román Ricardo
- 6 Cetco S.A.
- 7 Cia Minera Agregados Calcáreos S A
- 8 Compañía Nacional de Mármoles S A
- 9 Corporación Tq S.A.
- 10 Geoil Technology Inc. Sucursal del Perú
- 11 Halliburton del Perú S A
- 12 Ilender Perú S A

Importación de Carbonato de Calcio por Países de Origen

Cuadro Nº 14

País de Origen	1 993		1 994		1 995		1 996		1 997		1 998		2 000		2 001		2 002		2 003		2004(1)		
	Peso Neto (Kilos)	Valor FOB (Dólares)	Peso Neto (Kilos)																				
Us. Estados Unidos	74 049	88 169	11 190	12 757	53 757	82 187	88 833	57 430	196 010	100 377	80 125	39 306	37 578	27 295	42 070	10 962	348 387	122 385	117 042	69 050	113 593	52 073	24 814
Fr. Francia	52 850	34 845	81 300	27 245	82 000	20 596	40 000	13 847	62 027	45 756	20 000	8 893	198 000	55 245	83 000	24 648	9 030	25 300	45 350	23 100	104 779	5 050	24 814
Car. Reino Unido	14 000	10 249	48 001	37 119	16 000	13 739	18 520	14 300	21 000	6 591	32 000	24 759	269	3 054	250	754	75 000	1 800	2 391	1 800	2 000	3 030	3 030
Co. Colombia	6 086	8 093	12 225	11 918	2 125	1 812	45 860	17 019	59 490	31 971	20 000	6 766	19 710	23 837	18 070	53 368	160 070	46 237	150 005	40 050	175 000	50 000	50 000
Es. España	665	4 251	17 817	10 220	3 458	11 687	2 963	9 247	912	12 868	1 949	9 819	1 335	10 462	8 572	3 183	1 175	2 465	5 513	9 943	3 761	8 773	8 773
IT. Italia	1	10	5	50	300	421	2 963	9 247	308	1 050	43 200	9 825	11	105	42 000	9 262	25	268	24	220	51	480	480
MX. Mexico			20 000	22 705	25 100	34 030	650	1 088	21 006	17 468	161 700	93 085	119 200	52 784	161 074	71 023	156 856	75 818	68 381	606 225	269 326	262 050	145 409
Rep. De Corea			5 000	2 807	22 000	9 505	10 000	2 827	18 050	10 679	22 000	7 702	3 000	1 872	1 000	3 531	71 760	22 798	78 000	22 640	74 000	21 780	60 000
CN. China									3 000	1 972	1 600	486	18 900	7 349	7 000	3 637	8 000	1 970	79 300	22 463	83 250	25 240	25 240
VE. Venezuela									583	1 559	2 762	13 429	2 762	5 880	111 822	0	0	0	4	51	1 030	985	985
Otros	11 340	4 735	146 970	20 699	2 225	1 979	2 800	2 089	583	1 559	10 175	5 308	13 429	2 762	5 880	111 822	0	0	4	51	1 030	985	985
<b>TOTAL</b>	<b>160 993</b>	<b>150 153</b>	<b>322 610</b>	<b>145 520</b>	<b>276 963</b>	<b>175 957</b>	<b>209 425</b>	<b>117 833</b>	<b>439 386</b>	<b>228 351</b>	<b>394 149</b>	<b>207 825</b>	<b>371 623</b>	<b>145 046</b>	<b>306 183</b>	<b>454 434</b>	<b>871 762</b>	<b>330 706</b>	<b>1 066 813</b>	<b>560 043</b>	<b>725 775</b>	<b>331 878</b>	<b>331 878</b>

Fuente: Elaborado a partir de reportes de INETYP - Oficina de Estadística de ADUANET-PERU

(1) al 30 de agosto 2004

Exportación de Carbonato de Calcio por Países de Destino

Cuadro Nº 15

País Destino	1 993		1 994		1 995		1 996		1 997		1 998		2 000		2 001		2 002		2 003		2004(1)			
	Peso Neto (Kilos)	Valor FOB (Dólares)																						
Cl. Chile	2 172 055	222 582	2 268 000	218 185	2 510 484	260 915	3 122 114	322 707	2 147 490	222 130	450 250	41 366	202 000	16 238	13 020	1 471	4 020	418	5 100	498	25 350	4 532	4 532	
Pa. Panamá	1 670 000	148 190	1 672 296	164 166	1 543 320	158 875	1 720 588	174 904	1 771 830	180 267	1 437 050	146 950	798 020	81 128	18 000	1 598	44 215	4 308	440 720	63 146	480 100	48 970	48 970	
Bu. Bolivia	60 000	4 800	60 000	4 800	60 000	5 100	930 000	79 050	930 000	79 050	1 310 000	112 250	1 802 010	138 012	1 840 690	150 200	1 880 080	177 620	1 460 130	128 182	1 180 040	100 307	100 307	
Ec. Ecuador	30 000	2 480	120 000	8 495	154 000	25 478	132 000	13 755	343 000	36 147	440 000	40 700	300 000	30 800	115 750	5 594	538 155	38 737	352 631	35 335	823 490	74 715	74 715	
VE. Venezuela							151 000	22 831	90 000	9 190	44 000	44 880												
CR. Costa Rica									44 000	4 498	242 874	25 452	44 000	4 488										
US. Estados Unidos	20 000	2 155	0	0	54	42	4	25	19	4	2 002	210	13 431	1 908	120	257	0	0	0	0	0	3 200	1 152	
<b>TOTAL</b>	<b>3 882 055</b>	<b>388 167</b>	<b>4 898 296</b>	<b>385 817</b>	<b>4 287 858</b>	<b>448 489</b>	<b>6 855 706</b>	<b>613 872</b>	<b>5 326 329</b>	<b>631 285</b>	<b>4 322 176</b>	<b>411 828</b>	<b>2 987 461</b>	<b>275 673</b>	<b>1 786 588</b>	<b>159 488</b>	<b>2 446 470</b>	<b>221 083</b>	<b>2 258 591</b>	<b>285 162</b>	<b>2 512 188</b>	<b>229 676</b>	<b>229 676</b>	

Fuente: Elaborado a partir de reportes de INETYP - Oficina de Estadística de ADUANET-PERU

(1) al 30 de agosto 2004

### Importación de Cal Viva por Países de Origen

Cuadro N° 11

País de Origen	1 998		1 999		2 000		2 001		2 002		2 003		2 004 (1)	
	Peso Neto (Kilos)	Valor CIF (Dólares)												
U.S. Estados Unidos													318	774
CL: Chile	2 729 283	184 556	22 654 041	1 531 825	21 637 338	1 423 518	42 242 875	2 695 033	6 463 563	426 529	2 589 737	176 835	2 003 325	134 365
CO: Colombia					100 500	7 466					120 000	11 369	145 230	13 250
<b>TOTAL</b>	<b>2 729 283</b>	<b>184 556</b>	<b>22 654 041</b>	<b>1 531 825</b>	<b>21 737 838</b>	<b>1 430 984</b>	<b>42 242 875</b>	<b>2 695 033</b>	<b>6 463 563</b>	<b>426 529</b>	<b>2 709 737</b>	<b>188 204</b>	<b>2 148 873</b>	<b>148 389</b>

Fuente: Elaborado a partir de reportes de INETYP - Oficina de Estadística de ADUANET-PERÚ

(1) al 30 de agosto 2004

### Importación de Cal Apagada por Países de Origen

Cuadro N° 12

País de Origen	1 995		1 996		1 997		1 998		1 999		2 000		2 001		2 002		2 003		2 004	
	Peso Neto (Kilos)	Valor CIF (Dólares)																		
DE: Alemania	110 000	52 198	10 000	19 916	244 940	69 451														
U.S. Estados Unidos			11 365	20 003	15 000	32 209	478 919	212 320	602 400	300 832	500 000	250 000	450 000	225 000	300 000	200 000	350 000	158 900	340 194	159 936
<b>TOTAL</b>	<b>110 000</b>	<b>52 198</b>	<b>21 365</b>	<b>39 919</b>	<b>259 940</b>	<b>101 660</b>	<b>478 919</b>	<b>212 320</b>	<b>602 400</b>	<b>300 832</b>	<b>500 000</b>	<b>250 000</b>	<b>450 000</b>	<b>225 000</b>	<b>300 000</b>	<b>200 000</b>	<b>350 000</b>	<b>158 900</b>	<b>340 194</b>	<b>159 936</b>

Fuente: Elaborado a partir de reportes de INETYP - Oficina de Estadística de ADUANET-PERÚ



### 1.2.8.2 Comercio Exterior de los Principales Derivados de la Caliza

El comercio exterior es escaso debido a que es un producto que se encuentra en cualquier parte del mundo. La explotación de la misma se establece en áreas de alta densidad de población, en zonas industriales, grandes ciudades, etc., formando así mercados regionales en donde los costos de transporte no afectan en gran medida el precio del producto. Esto explica por qué las ventas al exterior se realizan con países fronterizos, como Chile, Bolivia, etc..

El Perú durante el periodo 1993 – 2004 ha registrado la exportación de los principales derivados de la caliza como son: cales, carbonato de calcio y cemento

#### 1.2.8.2.1 Importación de Cales por Países de Origen

La abundancia de cal en el mundo hace que su comercio exterior sea escaso e irregular y se mueva en mercados regionales, como podemos observar en el cuadro N° 11 el Perú durante el periodo 1998 – 2004 ha importado **cal viva** principalmente de Chile como se puede ver en la Fig. 14 a precios que oscilan entre 66 a 69 US\$ por tonelada

En el caso del comercio exterior de la **cal apagada** Perú, también importa de los Estados Unidos en un 100%, en cantidades pequeñas e irregular .como se puede ver en el cuadro N° 12

## Industrias Consumidoras de Calizas, Cal y Carbonato de Calcio por Regiones en el Perú

Cuadro N° 10

N°	Región	CIU	Actividades	Razon Social
1	Ancash	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno	Messer Gases S.A. (Sucursal Chimbot)
2	Ancash	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno	Messer Gases del Perú Sac.
3	Ancash	2710	Industrias Básicas de Hierro y de Acero	Empresa Siderurgica del Perú Saa. (Sider Perú Saa.)
1	Arequipa	1543	Elaboración de cacao y chocolate y de productos de confitería	Fabrica de Chocolates La Iberica S.A.
2	Arequipa	1553	Elaboración de bebidas malfreadas y de malta	Cia. Cervecería del Sur del Perú S.A.A.
3	Arequipa	1554	Elaboración de bebidas no alcohólicas, embotellado de aguas minerales	Cia. Embotelladora Pedro M. Aranda S.A.
4	Arequipa	1554	Elaboración de bebidas no alcohólicas, embotellado de aguas minerales	Socosan S.A.
5	Arequipa	1554	Elaboración de bebidas no alcohólicas, embotellado de aguas minerales	Embotelladora Sisley S.A.
6	Arequipa	1554	Elaboración de bebidas no alcohólicas, embotellado de aguas minerales	Embotelladora Frontera S.A. (Planta Arequipa)
7	Arequipa	1911	Curtido y adobo de cueros	Curtiembre La Arequipa S.A.
8	Arequipa	1911	Curtido y adobo de cueros	Fabrics America Pedro P. Diaz S.A.
9	Arequipa	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno	Inkabor S.A.C.
10	Arequipa	2422	Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas	Lapicos Y Conexos S.A. (Sur Química S.A.)
11	Arequipa	2520	Fundición de metales no ferrosos	Sacos del Sur S.A.
12	Arequipa	2694	Fab. Cemento, cal y yeso	Yura S.A.
13	Arequipa	2695	Fab. Prod. Hormigón, yeso y cemento	Concretos S.A. (P-12/95)
14	Arequipa	2695	Fab. Prod. Hormigón, yeso y cemento	Prefabricados de Concreto Arequipa S.A. (P-09/00)
15	Arequipa	2699	Fabricación de otros productos no metálicos	Abrasivos Industriales S.A.
16	Arequipa	2710	Industrias Básicas de Hierro y de Acero	Corporacion Aceros Arequipa S.A.
17	Arequipa	2720	Fabricación de productos primarios de metales preciosos y metales no ferrosos	Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. (Cyprus)
18	Arequipa	2731	Fundición de Hierro y Acero	Moly-Cop Adesur S.A.A.
19	Arequipa	1520	Elaboración de productos lácteos	Gloria S.A.
1	Ayacucho	1911	Curtido y adobo de cueros	Conde Medrano Saturnino
2	Ayacucho	1911	Curtido y adobo de cueros	Gonzales De Leonardo Lucinda
3	Ayacucho	1911	Curtido y adobo de cueros	Huamen Hinostraza Narciso
4	Ayacucho	1911	Curtido y adobo de cueros	Ind De Ceramicos Y Derivados S.R.Ltda
5	Ayacucho	2691	Cerámica No refractaria No estructural	Aperio De Sanchez Justina
6	Ayacucho	2691	Cerámica No refractaria No estructural	De La Torre Guerra Edith Socoro
7	Ayacucho	2691	Cerámica No refractaria No estructural	Jeri Quintanilla Pablo
8	Ayacucho	2691	Cerámica No refractaria No estructural	Pizarro Tino Jose Carlos
9	Ayacucho	2692	Fab. Productos de cerámica refractaria	Moscos Santa Rosa Eiri
10	Ayacucho	2692	Fab. Productos de cerámica refractaria	Ore Chavez Virgilio
11	Ayacucho	2692	Fab. Productos de cerámica refractaria	Pariona Barrientos Victor
12	Ayacucho	2693	Fab. Prod. Arcilla No refrac. Para uso estruct.	Conde Medrano Saturnino
13	Ayacucho	2693	Fab. Prod. Arcilla No refrac. Para uso estruct.	Gonzales De Leonardo Lucinda
14	Ayacucho	2693	Fab. Prod. Arcilla No refrac. Para uso estruct.	Huamen Hinostraza Narciso
15	Ayacucho	2693	Fab. Prod. Arcilla No refrac. Para uso estruct.	Ind De Ceramicos Y Derivados S.R.Ltda
16	Ayacucho	2694	Fab. Cemento, cal y yeso	Ochoa Ayala Fausto Victor
17	Ayacucho	2694	Fab. Cemento, cal y yeso	Tello Ruiz Jorge
18	Ayacucho	2694	Fab. Cemento, cal y yeso	Yesera Buena Vista Eiri
19	Ayacucho	2695	Fab. Prod. Hormigón, yeso y cemento	Ayala Garamendi Teofilo
20	Ayacucho	2695	Fab. Prod. Hormigón, yeso y cemento	Efremocost Eiri
21	Ayacucho	2695	Fab. Prod. Hormigón, yeso y cemento	Figueras Castillo Vidal
22	Ayacucho	2695	Fab. Prod. Hormigón, yeso y cemento	Industrias Micasa E.I.R.L.
23	Ayacucho	2695	Fab. Prod. Hormigón, yeso y cemento	Llantoy Cervantes Lucio
24	Ayacucho	2695	Fab. Prod. Hormigón, yeso y cemento	Tello Ruiz Deodato
25	Ayacucho	2710	Industrias Básicas de Hierro y de Acero	García Cardenas Valerio
26	Ayacucho	2710	Industrias Básicas de Hierro y de Acero	Huayta Choque Edmundo Valeriano
27	Ayacucho	2710	Industrias Básicas de Hierro y de Acero	Ore Navarro Juan Antonio
28	Ayacucho	2720	Fab. Prod. Metales preciosos y no ferrosos	Baldleon Paucar Victor Estaban
29	Ayacucho	2720	Fab. Prod. Metales preciosos y no ferrosos	Yakuachi Toro Leon
1	Cajamarca	1520	Elaboración de Productos Lácteos	Minera Phuyu Yuraq II R.I.R. Ltda.
2	Cajamarca	1554	Elaboración de Bebidas No Alcohólicas, Producción de Aguas Minerales	Paredes Reyes Gregorio
3	Cajamarca	1911	Curtido y Adobo de Cueros	De La Cruz Rojas Jesus Gerardo
4	Cajamarca	1610	Fabricación de Vidrio y Otros Productos de Vidrio	Minera Carbonorite E.I.R.L.
5	Cajamarca	2691	Fabricación de Productos de Cerámica No Refractaria Para Uso No Estructural	Calcareos El Sistema S.M.R.L.
6	Cajamarca	2692	Fabricación de Productos de cerámica refractaria	Calera El Pedregal S.R.L.
7	Cajamarca	2694	Fabricación de Cemento, Cal y Yeso	Comercializadora URRSA S.R.L.
8	Cajamarca	2695	Fabricación de Artículos de Hormigón, Cemento Y Yeso	Calizas Gavilán
9	Cajamarca	2695	Fabricación de Artículos de Hormigón, Cemento Y Yeso	Villanueva Mario Segundo Genaro
10	Cajamarca	2710	Industrias Básicas de Hierro Y Acero	Minera San Juan E.I.R.L.
11	Cajamarca	2720	Fabricación de Productos Primarios de Metales Preciosos y Metales No Ferrosos	Calera El Zafal E.I.R.L.
12	Cajamarca	2731	Fundición de Hierro y acero	Calcareos Cajamarca E.I.R.L.
13	Cajamarca	2732	Fundición de Metales No Ferrosos	Minera Nueva Unión
14	Cajamarca	3731	Fundición de Hierro Y Acero	CALCOSAC S.R.L.
15	Cajamarca	2795	Fabricación de Artículos de Hormigón, Cemento, y Yeso	Cia. Multical Cajamarca S.A.C.
1	Callao	2320	Fabricación de productos de refinación del petróleo	Mobil Oil del Perú S.R.L.
2	Callao	2320	Fabricación de productos de refinación del petróleo	Refinería La Pampilla S.A.
3	Callao	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno	Praxair Perú S.A.
4	Callao	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno	Compañía Química S.A.
5	Callao	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno	Aga S.A.
6	Callao	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno	Quimpac S.A.
7	Callao	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno	Reactivos Nacionales S.A. (Renasa)

alimenticios derivados como: industria lechera, azucarera, gelatina y goma animal, panificadora, almacenaje de frutas y legumbres y de desinfectantes. Tratamiento en plantas empacadoras de alimentos, eliminación de azufre de los gases de combustión, neutralizador de tierras ácidas y en el medio ambiente (tratamiento de agua, tratamiento de aguas de desecho, tratamiento de desechos industriales)

Como se puede apreciar en el cuadro N° 9 y Fig. 12 el consumo de la cal ha experimentado ciertas bajas pero con tendencia al crecimiento en cuanto se refiere a la cal nacional, pero en lo que se refiere al consumo de cales importadas las cifras para los años 1999 al 2001 fueron apreciables para luego caer en los últimos 3 años, esta restricción refleja en parte que hubo una mayor demanda de la cal nacional en calidad suficiente a su similar importada.

### Consumo Aparente de Cales en el Perú (En Toneladas Métricas)

Cuadro N° 9

Años	Cal Viva y Apagada		
	Nacional	Importada	Total
1994	373 580		373 580
1995	434 549	110	434 659
1996	429 058	21	429 080
1997	434 937	260	435 197
1998	632 444	3 208	635 652
1999	618 939	23 256	642 196
2000	652 753	22 238	674 991
2001	493 120	42 693	535 812
2002	666 120	6 764	672 883
2003	725 825	3 060	728 885
2004	861 760	2 489	864 249

Fuente: Estimado a partir de la información del mercado de consumo y ADUANET - Perú (1994- 2004)



### 1.2.7.1 Consumo Aparente de Carbonato de calcio

En el mercado internacional de los minerales industriales, se conoce por carbonato cálcico al producto obtenido por molienda fina o micronización de calizas extremadamente puras, por lo general con más del 98,5% de contenido en  $\text{CaCO}_3$ , convirtiéndose por tanto en un producto básico en la industria química y la producción de sus compuestos.

La industria del papel es el mercado más importante para el carbonato de calcio precipitado el cual es utilizado como carga y como cobertura o revestimiento.

En la industria de plásticos, y en particular el PVC, representa un importante mercado usado como carga, mejora el módulo de flexión, la superficie final y el control de la viscosidad.

En la industria de las pinturas es un mercado pequeño pero relativamente estable, su uso depende de un número de propiedades físicas, tales como brillo, tamaño y forma de las partículas, dispersabilidad, absorción de aceites, viscosidad, y resistencia químicas, al calor y humedad.

En la industria farmacéutica y cosméticos, son un mercado relativamente pequeño en términos de cantidad, pero debido a los ajustados requerimientos de especificaciones en cuanto a calidad y pureza, el mercado es significativo en términos de valor, por ejemplo los precios para este rubro oscilan entre \$ 500 a 600 por tonelada, comparado con \$ 200 – 280 por tonelada para el material usado en otras industrias, generalmente en estas importantes industrias es usado como:

- Agente neutralizante en preparaciones antiácidas.
- Neutralizante y ayuda filtrante en la fabricación de antibióticos.
- Agente de disolución en tabletas solubles.
- Carga en tabletas y como una fuente de calcio en tabletas

Es importante también el uso de carbonato de calcio en las industrias de la cerámica, vidrio, hule, alimentos y medio ambiente. El consumo aparente de carbonato de calcio en el Perú, durante el período 1994-2004 como se puede ver en el cuadro N° 8 y Fig. 11 ha tenido bajas seguido de tendencia al crecimiento, consumo que esta en relación a la calidad requerida por cada una de las diversas industrias la cual varia de acuerdo al tipo de industria puesto que es empleado por una gama de industrias que consumen carbonato nacional e importado, proveniente de México, Estados Unidos, Colombia Francia y otros países aunque estas cifras son relativamente pequeñas, no dejan de ser importantes por el grado de calidad que representan

El cuadro siguiente corresponde a las especificaciones técnicas de caliza para aplicaciones importantes consideradas en el Manual para la Devaluación geológica - técnica de recursos minerales de construcción de los Drs. Walter Lorenz & Gwosdz, 2004, consideramos importantes porque presenta el porcentaje de calizas e impurezas que puede soportar su inclusión en determinados productos.

**Especificaciones de la Caliza en Bruto para Aplicaciones Importantes**

Uso	Composición química(%)								
	CaCO <sub>3</sub>	CaO	MgCO <sub>3</sub>	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Fundentes									
Hierro bruto, acero, metales no ferrosos	(>90) >95	(>50.4) >95.2	<10 (<5) (2)	<5 (<2.4) (2)	<1.5 (-6)	<1 (-2)	i.a. <2		i.a. <0.5
Fabricación del vidrio	>98 (3)	>85.2 (3)	no estorbe, MgO <0.8		<0.3 <2	0.3-1.0	0.01-0.3 (4)		<0.05
Lana mineral	>85	>47.6	no muy alto						
Material de relleno; en general:		>52				<0.2	<0.2		
Pinturas, masas (caliza)	>98 (>96)	>55.0	bajo	bajo (<3)	bajo	bajo	bajo		bajo
para juntas (creta)	>99 (>90)	>55.6							
Goma, caucho	98.5	>55.2			bajo	bajo	bajo		bajo
Plásticos	<98.5	<55.2			<1	bajo	bajo	<0.5	<0.5
Alimentos, cosmética, farmacéutica, pasta dentífrica	>98	>54.9					bajo		
Papel	>93	>52.1	<4	<2		<2		<0.01	
Cal forrajera	>95-98 (9)	>53.2-54.9	bajo						
Mejorador de suelos, fertilizante	>70-90	>39.3-50.4			<3				
Asfalto									
Cal	>95 (11)	>53.2	<5 (11)				<0.9		
Fabricación de carburo de calcio	>97-98.5	>54.4-55.2	<1.4				<0.75		
Fabricación de azúcar (14)	(>90) >98.5	(>50.4) >55.2	no estorbe, MgO <4				<1.5		<0.05
Fabricación de sosa	>90 (>98.5)	>50.4 (>55.2)	<3.6	<1.5-3			<1.5		<0.05
Polvo blanqueante	>95	>53.2	<4	<2				<0.3	
Cerámica	>98 (>89)	>53.8 (>49.9)	<1 (<8)	<0.5 (<4)	<2		<0.3		
Preparación de agua potable	>98 (>80)	-32							
Desulfuración de gas de combustión, neutralización de aguas negras	>97 (>85)								
	85-95	47.6-53.2	<10 (<2)	<5 (<1)	bajo (<2)	<1	1-3		
Lecho de filtro	>95	>53.2							
Agricultura (17)					i.a. <1				
Barrera de harina de roca en minas de carbón (19)	>85 (>90)	(>47.6) >50.4	ventajoso		-18	<1	<1		<0.05
Nitrato de amonio y calcio (20)	>90	>50.4	no estorbe		<3 (<5)				
	>85	>47.6			<10		no estorbe		
Grava para granjas avícolas	Pureza no importa						bajo		
Cemento Portland (22)									<1 (25)
Alemania	>75	>42			<15				
India	>72 (-80)	>40 (-45)			<13		4_5		<0.8 (-1.0)
Sudáfrica	>76 (-80)	>42 (-45)							
E.E.U.U.	>75	>42			<16	<5	<3 (27)		0.5
China		>48			<4.0		<1.0		
Cemento natural (28)		28-55			16-35	2_20	1_8		1_7

Fuente: Walter Lorenz & Gwosdz, 2004, Manual para la Evaluación geológica - Técnica de recursos minerales de construcción

### 1.2.7 Consumo Aparente

Es uno de los minerales industriales no metálicos más abundantes y explotados en nuestro país desde tiempos muy remotos. En el Perú, no existe un registro que indique cifras reales de consumo de caliza y sus derivados debido a los múltiples usos y la informalidad existente en el ámbito nacional en producción y consumo, de allí que nos basamos en un consumo aparente, sabiendo que la industria de la construcción, cemento y sus principales derivados son los más grandes consumidores de esta materia

Estabiliza una torta de lodos decantada y es un costo más efectivo que una digestión anaeróbica o la incineración.

#### ❖ **Tratamiento de desechos industriales**

En plantas fabricantes de acero y metal, el desecho del ácido sulfúrico base proveniente del baño químico, se neutraliza con cal.

En plantas químicas y de explosivos como neutralizador en los procesos de muchos productos químicos y farmacéuticos.

En plantas sin chimenea de pólvora y pertrechos neutraliza los concentrados de ácido sulfúrico en los desechos.

Los drenajes altamente ácidos de las minas de carbón

Remueve el color del sulfato en las plantas de pulpa.

En la neutralización de desechos de ácido sulfúrico en plantas de rayón y neutraliza sólidos disueltos de desechos de las plantas textiles de acabados de algodón (estampados en color).

#### ❖ **Desulfuración de gases**

La caliza es ampliamente utilizada para reducir las emisiones de dióxido de azufre de los productos de combustión gaseosa en plantas de generación eléctrica. Los procesos caliza - yeso involucran el paso de gases a través de un lodo circulante de caliza y agua. El dióxido de sulfuro disuelve y reacciona con la caliza para formar sulfato de calcio que luego es oxidado a yeso. El yeso puede ser un subproducto útil. Se requieren límites de calidad para la caliza, aún para un subproducto "desperdicio", exigiendo un contenido mínimo de  $\text{CaCO}_3$  de 90% y limitaciones sobre ciertas impurezas. Para asegurarse la obtención de un subproducto vendible de yeso, tanto en USA como Europa, se requiere caliza de alta calidad y consistencia. Esta debería contener más de 95%  $\text{CaCO}_3$  y cantidades menores de  $\text{SiO}_2$  (<0,65%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (<1%) y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (<0,25%).

#### ❖ **Extracción de magnesia del agua de mar**

La cal hidratada (o dolomía calcinada apagada) es usada para precipitar el magnesio disponible en el agua de mar como hidróxido de magnesio. Este es luego calcinado para obtener magnesia ( $\text{MgO}$ ) que es utilizada en la fabricación de refractarios. Un amplio rango de tipos de magnesia es usualmente obtenido, los productos de más alta ley requieren materiales en bruto extremadamente puros para su manufactura. Las especificaciones típicas demandan bajo  $\text{SiO}_2$  (<0,15%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (<0,05%) y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (<0,15%).

Abate la contaminación del aire eliminando azufre de los gases de chimenea de la industria que quema carbón combustibles altos en azufre.

Un uso reciente es en el tratamiento de desechos sólidos con cal o cal-puzolana, tanto para disponer de ellos, como para darles un uso positivo.

Proporciona calcio y magnesio a las plantas y reduce y neutraliza la acidez de la tierra

#### ❖ **Industria lechera**

Para neutralizar o reducir la acidez antes de la pasteurización si se va a producir mantequilla.

Para la fabricación de derivados de la leche, los cuales son comercializados como una medicina o acidificado para producir ácido lácteo.

#### ❖ **Industria azucarera**

Para remover los materiales fosfáticos y ácidos orgánicos indeseables en la refinación de azúcar de remolacha y el azúcar de caña de azúcar: La caliza y cal son usadas en la industria azucarera como parte del proceso de purificación, la cal y el dióxido de carbono (obtenidos por calcinación de caliza) son usados para ajustar el PH y asistir en la precipitación de las impurezas. Usualmente se especifica caliza de alta ley que contenga al menos 96%  $\text{CaCO}_3$  y <1%  $\text{SiO}_2$ , <0,35  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y <0,3%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

#### ❖ **Industrias de gelatina y goma animal**

Los desperdicios provenientes de obradores y rastros, consistentes en huesos y vísceras son tratados con cal en forma de lechada.

#### ❖ **Industria panificadora**

Para la manufactura de fosfato monocálcico ingrediente del "polvo para hornear".

#### ❖ **Almacenaje de frutas y legumbres**

Permite a las frutas y vegetales permanecer frescos más largos períodos de tiempo absorbiendo el  $\text{CO}_2$  que produce el madurado, para la fabricación de tortillas, harina de maíz y en golosinas de maíz picado.

conservador para ayudar a la recuperación de xanatos, que es otra flotación química.

La cal también se usa mucho en la recuperación de oro y plata, en el proceso con cianuro, para aminorar la pérdida de cianuro, un costoso reactivo en la flotación, y para el control de PH.

Para neutralizar el ácido sulfúrico en plantas embotelladoras, facilitando la recuperación de benzol y amoniaco.

#### ❖ **Industria del hierro y el acero**

La caliza o cal, es usada como un fundente para asistir a la fundición en la extracción de hierro a partir del mineral de hierro. La cal reacciona con impurezas de sílice y alúmina en el mineral y forma una escoria que flota sobre la superficie de la fusión. La caliza de alta pureza (o dolomita) con bajo contenido de azufre y fósforo son generalmente las indicadas para estos procesos, pero la consistencia y el abastecimiento local son usualmente el principal criterio para aceptar los materiales.

Actúa como lubricante cuando las varillas de acero son estiradas por medio de dados en la fundición de lingotes y escorias de altos hornos y neutraliza los últimos rastros del ácido adherido al metal y protege temporalmente de la corrosión.

#### ❖ **Fundición**

Como fundente, en la fundición y refinación del hierro y otros metales, como aglomerante de mena de fierro, así como polvo inerte en minas de carbón y como fundente en la purificación del acero y en la oxigenación básica, y en hornos eléctricos

##### ❖ **Fundición de metales no ferrosos**

En la fundición y refinamiento los vapores nocivos del gas del SO<sub>2</sub> pueden ser neutralizados a través de una lechada en un lavador. Después del fundido del níquel, éste se precipita en una solución de lechada a alta temperatura. Como fundente en la manufactura de bajo carbono y ferrocromos.

##### ❖ **Fabricación de magnesio y alúmina**

Se usa en la mayoría de los procesos para la fabricación de magnesio. Para quitar la sílice del mineral de bauxita y para la **caustización** en manufactura de alúmina.

#### ❖ **Flotado de metales**

Para recuperar metales no ferrosos, mercurio y xanatos, así como de oro y plata y para controlar el PH.

Los productos farmacéuticos y los cosméticos son un mercado relativamente pequeño para el CCP en términos de cantidad, pero debido a los ajustados requerimientos de especificaciones en cuanto a calidad y pureza, el mercado es significativo en términos de valor. Los precios corrientes de cotización para el CCP tipo USP (farmacéutico) es de \$ 506 por tonelada, comparado con \$ 272 – 288 por tonelada para el material tipo técnico

Esta industria utiliza los tipos de carbonato de calcio precipitado, calcíticos y aragoníticos livianos con un tamaño de partículas que van de finas a medianas. El CCP tiene dentro del sector diferentes usos:

- Como agente neutralizante en preparaciones antiácidas.
- Como neutralizante y ayuda filtrante en la fabricación de antibióticos.
- Como buffer y agente de disolución en tabletas solubles.
- Como carga en tabletas y como una fuente de calcio en tabletas.

El CCP ha experimentado un considerable crecimiento en aplicaciones farmacéuticas dado que los fabricantes han incrementado el uso de compuestos a partir de calcio para combatir las deficiencias de calcio en seres humanos. Así también como fuente de calcio, en antibióticos y en otros medicamentos, se usa como relleno inerte en algunas píldoras (aspirinas, hexamina, ácido glucorónico, vitaminas C, D<sub>3</sub> y B<sub>1</sub>).

Otro uso significativo del CCP es en preparación de dentífricos y pastas dentales, aunque últimamente ha disminuido su consumo por la aparición del gel y pasta basadas en fluoruro .

Los principales usos para el CCP en cosméticos son para productos en polvo, donde se agregan para mejorar el flujo del polvo y su capacidad de absorción. Los productos en polvo incluyen polvos para después de afeitarse, talco en polvo, polvo para bebés y productos especiales tales como polvos para los pies. El talco es el principal ingrediente en las formulaciones de productos en polvo,

#### ❖ Insecticida y Funguicida

Por sus propiedades alcalinas, la cal ha sido un importante elemento en la elaboración de insecticidas, fungicidas y desinfectantes, para el control de insectos y plagas que atacan al hombre y a los cultivos.

#### ❖ Diversos productos químicos

- Petroquímicos, la cal es requerida en la producción de etilenglicol o propilenglicol por el proceso "Chlorohidrine". El gas etileno obtenido fácilmente por las refinerías de petróleo, es clorinado para formar etileno diclorado, en dicho cambio se reactiva con la cal para producir etilenglicol.
- Blanqueadores, las formas más comunes de cloro seco son: El cloruro de cal con un contenido disponible de cloro de 25

requieren materiales en bruto extremadamente puros para su manufactura. Las especificaciones típicas demandan bajo  $\text{SiO}_2$  (<0,15%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (<0,05%) y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (<0,15%).

#### ❖ Caucho o Goma

El carbonato de calcio precipitado (CCP) no es suficientemente duro para ser usado como carga en la fabricación de cubierta para automotores, que es el mercado más grande del caucho o goma. Los principales usos para el CCP son en productos de caucho o goma no negros tales como suelas y tacos de zapatos, mosaicos y esterilla, aislamiento de alambres y cables, cintas transportadoras y cubiertas para bicicletas, donde la resistencia a la abrasión es importante. Las cargas duras como el CCP y el caolín imparten rigidez para caucho o goma no curada, previniendo la flexión, alabeo o colapso de productos tales como mangueras, tubos y elementos extruidos.

Los pigmentos secos, que actúan como agentes vulcanizantes o ayuda para la vulcanización, son clasificados como agentes de refuerzo o cargas. Los primeros mejoran las propiedades de los vulcanizantes, mientras que las cargas sirven principalmente como diluyentes. El negro de carbón es considerado como el mejor agente de refuerzo pero la necesidad de otorgar una mejor resistencia a productos no negros de caucho o goma ha significado que varias cargas tales como el CCP, óxidos finos de zinc, silicatos de calcio, sílice, arcillas y carbonato de magnesio sean utilizados por sus propiedades de refuerzo. El refuerzo ha sido descrito como la incorporación en el caucho o goma de sustancias que imparten resistencia a la abrasión, alta resistencia al desgarramiento y resistencia a la tracción, y un incremento de rigidez en la vulcanización. El grado de refuerzo aumenta con la disminución del tamaño y por lo tanto la característica principal requerida para una carga de refuerzo es un tamaño pequeño de la partícula.

El agregado de CCP sin recubrimiento mejora significativamente la resistencia al desgarramiento y a la tracción aunque existe un incremento del módulo. El alto nivel de caucho o goma ligada indica una fuerte interacción carga / polímero. Sin embargo, el agregado de ácido esteárico al sistema reduce en gran medida los niveles de refuerzo y también elimina la unión de la goma o caucho. Por lo tanto mientras el CCP sin recubrimiento interactúa fuertemente con el polímero y provee un importante refuerzo, el efecto probablemente no es muy estable y por ello se requiere el tratamiento superficial de las partículas.

Tradicionalmente, los CCP usados en caucho o goma han sido tratados usando ácidos grasos, particularmente ácido esteárico. Los beneficios de estos tratamientos son menor absorción de agua, más rápido humedecimiento y mejor dispersión en la matriz polímera, también asegura un menor nivel de interacción carga / polímero. En los elastómeros esto se muestra en un bajo módulo que puede ser útil en ciertas aplicaciones.

### ❖ **Estabilización de Presas y Canales de Riego**

La cal es muy efectiva con suelos sumergidos en agua, como vasos de presas, canales de irrigación, diques y represas, desarrollando la suficiente resistencia y estabilidad para prevenir reblandecimientos, reducir filtraciones y resistir la erosión del agua

### ❖ **Cerámica**

La cal es empleada en la fabricación de los ladrillos refractarios amalgamado con alquitrán, así mismo para el recubrimiento de hornos.

También la cal se usa en la producción de alfarería blanca para ligar el caolín y las bolas de arcilla, en los artículos domésticos y hostelería y en la aplicación en muchas fórmulas de esmalte vitrificado que requieren la adición de cal.

Especificaciones técnicas para su uso en cerámica

Cerámica calidad 1 >96% de  $\text{CaCO}_3$  , > 53.8% de CaO  
 Cerámica calidad 2 >89% de  $\text{CaCO}_3$  , > 49.9% de CaO

### ❖ **En la industria del vidrio**

El carbonato de calcio, está entre las principales materias primas de que se compone el vidrio, es usada en la fabricación de vidrio como neutralizante de ácidos, dependiendo del tipo de vidrio, cromo, cobalto o níquel. Generalmente, para esta aplicación se requieren calizas de muy alta pureza, La caliza actúa como un fundente permitiendo la mezcla fundir a una temperatura relativamente baja . Especificaciones técnicas que se requieren en la fabricación de vidrio: >98,5% de  $\text{CaCO}_3$  o 55,2% de CaO y para la fibra de vidrio se requiere > 85% de  $\text{CaCO}_3$  47.6 de CaO

La mayoría de los vidrios están hechos por la fusión de una mezcla de arena silícea, soda ash, caliza, y otros materiales. La caliza actúa como un fundente, permitiendo a la mezcla fundir a una temperatura relativamente baja. La caliza (dolomita) es agregada para inhibir el proceso de desvitrificación a través de la adición de una pequeña cantidad de magnesio al vidrio

### ❖ **En la Industria de refractarios**

La cal, En la elaboración de perfiles, bloques y ladrillos refractarios, así como en ladrillos de alta alúmina. En la elaboración de cemento refractario y resistente a los ácidos. En cajas de arcilla refractaria y para cocer alfarería fina.

En el revestimiento de los hornos de hogar abierto en la industria del acero y el recubrimiento de diversos tipos de hornos. Así también en muchas fórmulas de esmalte vitrificado que requieren la adición de cal. Especificaciones técnicas que se requiere en la fabricación de refractarios > 89 % de  $\text{CaCO}_3$  o > 49.9 de CaO

País	CaCO <sub>3</sub> CaO	
Estados unidos	> 75%	> 42%
Alemania	> 75%	> 42%
India	> 72%(-80)	> 40 (-45)
Sud África	> 76%(->80)	> 42.7%(->45)
China		> 48%
Cemento Natural		> 48%
Perú	> 42.5 %	> 45.2%

La variedad de materias primas usada en el mundo para la manufactura de cemento es muy grande. La mezcla de materias primas pueden ajustarse para alterar la composición química del cemento según las especificaciones deseadas



Foto 12: Vista panorámica de la fabrica de Cementos Selva Rioja San Martín

❖ **Como agregado de construcción:**

Un mercado tradicional para la caliza es el de balasto para las vías férreas, caminos, carreteras, pero la relativamente baja resistencia a la abrasión de la mayoría de los agregados de calizas cuando se humedece, reduce el uso de calizas en esta aplicación prefiriéndose las rocas ígneas. En otras partes del mundo los agregados de caliza son muy usados en esta aplicación.

Cantidades substanciales de agregados son usadas en la corrección de suelos, nivelación de sitios y construcción de terraplenes. Las especificaciones de tales materiales generalmente son demandadas, y muchas de las calizas más suaves y más porosas pueden ser empleadas. Los agregados de calizas también pueden ser utilizados para material de drenaje en camas de tuberías y filtros de drenajes. Los

**Cal Apagada**, se conoce con el nombre comercial de cal hidratada a la especie química de hidróxido de calcio, la cual es una base fuerte formada por el metal calcio unido a dos grupos hidróxidos. El óxido de calcio al combinarse con el agua se transforma en hidróxido de calcio.

**Cal hidráulica**, cal compuesta principalmente de hidróxido de calcio, sílica ( $\text{SiO}_2$ ) y alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) o mezclas sintéticas de composición similar. Tiene la propiedad de fraguar y endurecer incluso debajo del agua.

### Carbonato De Calcio

El carbonato de calcio,  $\text{CaCO}_3$ , es muy abundante en la naturaleza. Aparece en forma de roca caliza, fácilmente erosionables por la acción del viento y la lluvia. El carbonato de calcio puro existe como **calcita** (trigonal) y **aragonita** (rómico). Son formas prácticamente puras de carbonato. El carbonato de calcio tiene numerosas aplicaciones en la industria

#### 1.2.6.1 Sub- Sectores económicos de consumo

En la Fig. 9 podemos apreciar como participan los diversos sub-sectores económicos y grupos industriales en el consumo de calizas y sus principales derivados, es decir la cal y carbonato de calcio, siendo impresionante, puesto que interviene desde la fabricación del cemento hasta la medicina y medio ambiente, que a continuación describimos:

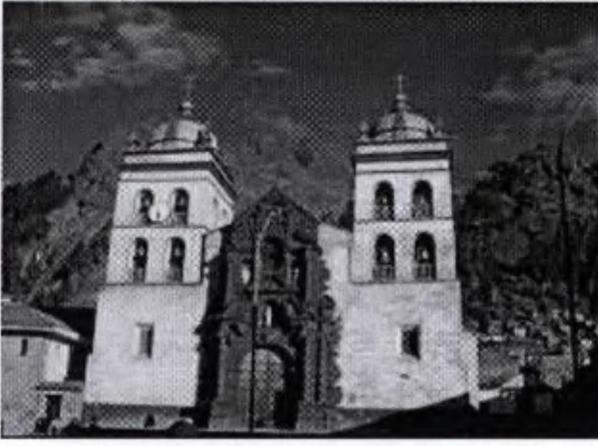


Foto 9: Iglesia San Francisco – Construcción de adobines de caliza Huancavelica – Perú 327



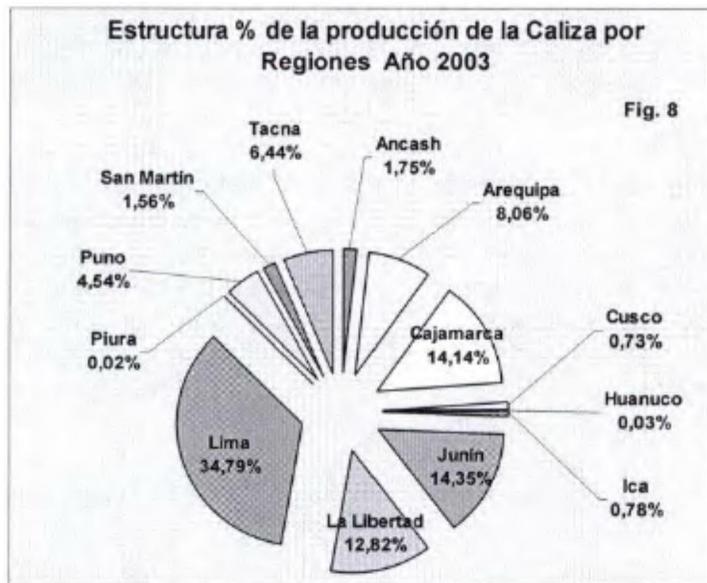
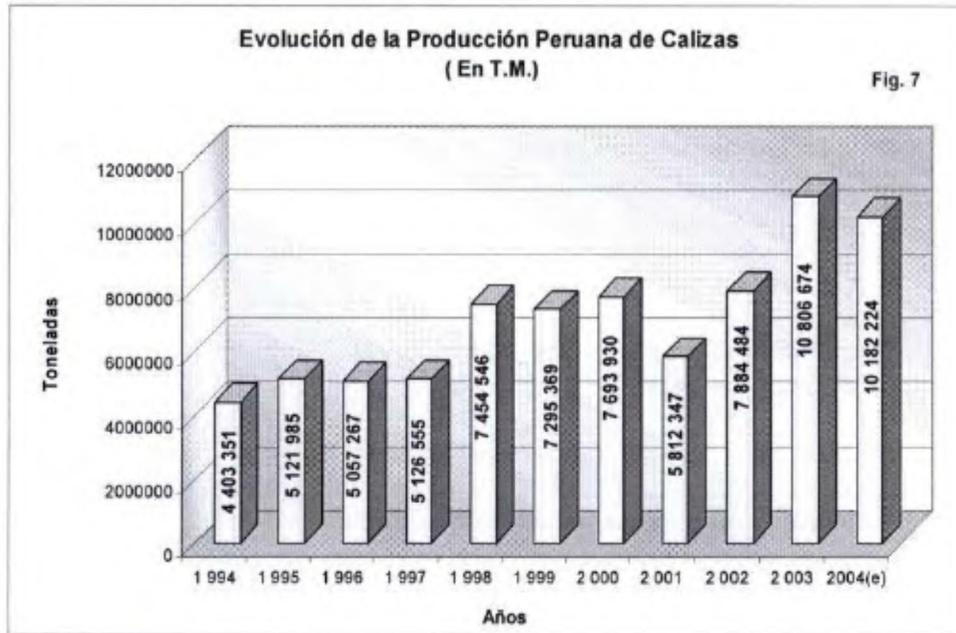
Foto 10: Hotel Presidente – Construcción de adobines de caliza Huancavelica – Perú 328



Foto 11: Iglesia construida con adobines de caliza Chusqui - Ayacucho

La caliza tiene múltiples usos industriales debido a sus características químicas compuesta mayormente por calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) y ocasionalmente por aragonita, la cual posee la misma composición que la calcita pero diferente estructura cristalina, y sólo es económicamente importante aquellas que presentan bajas impurezas, éstas varían considerablemente en tipo y cantidad, pero son importantes desde el punto de vista económico. Las impurezas más comunes son las arcillas, la sílice, los minerales orgánicos y los oxidados de hierro.

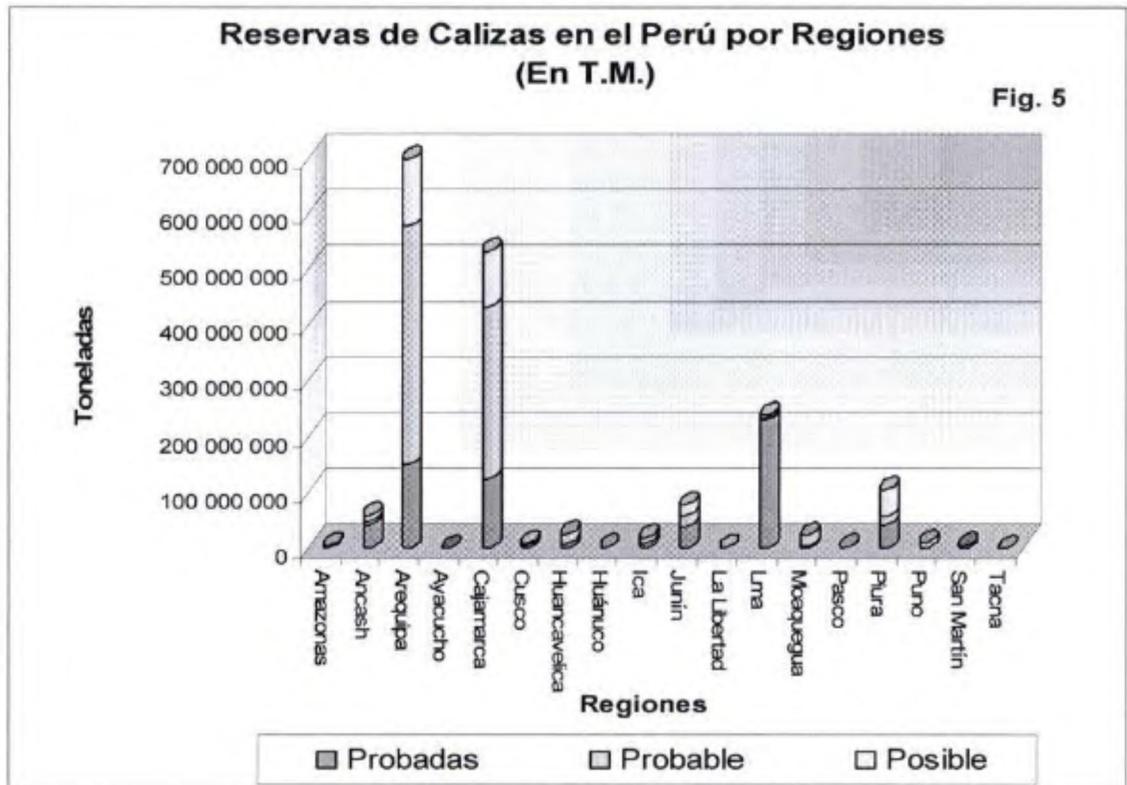
Por tanto la utilización de la calizas esta en relación contenido de carbonato, especialmente el grado químico como podemos apreciar en el siguiente cuadro. Tal definición de pureza química es relativamente simple y puede ser fácilmente usada para ilustrar la distribución de la pureza de la caliza, esta permite comparar con datos químicos de calizas de distintos orígenes geológicos, para su respectivo uso



### 1.2.5.1 Principales productores

El territorio Peruano cuenta con grandes extensiones de superficies en las que afloran las calizas, ofreciendo una gran disponibilidad en este tipo de rocas, las cuales son explotadas por grandes empresas dedicadas a la fabricación de cemento y la Southern Perú Copper Corporation Sucursal del Perú que explota las conchuelas y coquina en Ilo para la fabricación de carbonato de calcio que utiliza en la fundición de cobre.

La mediana y pequeña empresa explotan estos recursos según la información consultada como podemos apreciar en el cuadro N° 6 se ha registrado 46 productores, que operan en cada una de las regiones del país, destacándose 2 empresas Agregados Calcáreos S.A. y la Cia Nacional de Mármoles por registrar sus operaciones mineras en más de 3 regiones en el Perú



### 1.2.5 Producción por regiones

El cuadro N° 5, muestra la evolución de la producción de caliza por regiones en el Perú, durante la última década, cuya tendencia indica un apreciable crecimiento, promedio anual del 13% como se puede observar en la Fig. 7

En la Fig. 8 indica que la producción más importante se lleva a cabo en la región Lima, donde se produce alrededor del 35% del total del país, debido a que las calizas son las más abundantes entre todas las rocas de carbonatos, se explotan las calizas cretáceas de las formaciones Atocongo y Chilca para la fabricación de cemento y otros usos

Región Junín, participa en la producción de calizas con el 14.35% destinada a la fabricación de cemento y para producción de cal, producto que es usado en la actividad minera metalúrgica, y en otros usos industriales.

Región Cajamarca, representa el 14.14% de la producción de calizas del país la cual es dirigida a la fabricación de cementos Pacasmayo en la Libertad y a la producción de cal y carbonato de calcio que son utilizados en el sector industrial, minero y agricultura,

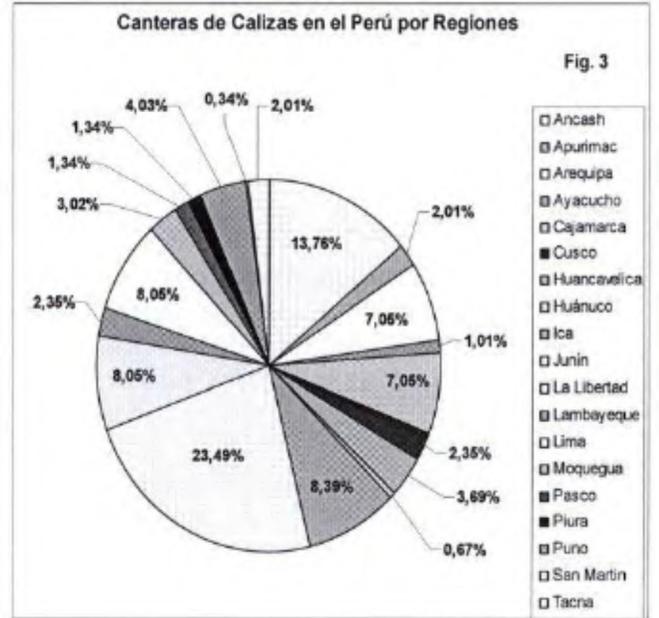
Región La Libertad, tiene el 12.82% de la producción de caliza del Perú, destinada mayormente a la fabricación de cemento y otras industrias como la minería, las pinturas, papel, agricultura, etc.

Canteras de Caliza en el Perú por Regiones 2003

Cuadro N° 2

REGION	Caliza
Ancash	41
Apurimac	6
Arequipa	21
Ayacucho	3
Cajamarca	21
Cusco	7
Huancavelica	11
Huánuco	2
Ica	25
Junín	70
La Libertad	24
Lambayeque	7
Lima	24
Moquegua	9
Pasco	4
Piura	4
Puno	12
San Martín	1
Tacna	6
<b>TOTAL</b>	<b>298</b>

Fuente: elaborado a partir de la información de la Dirección General de Minería, del MEM y Estudios de los recursos minerales de las franjas 1, 2, 3, 4, INGEMMET



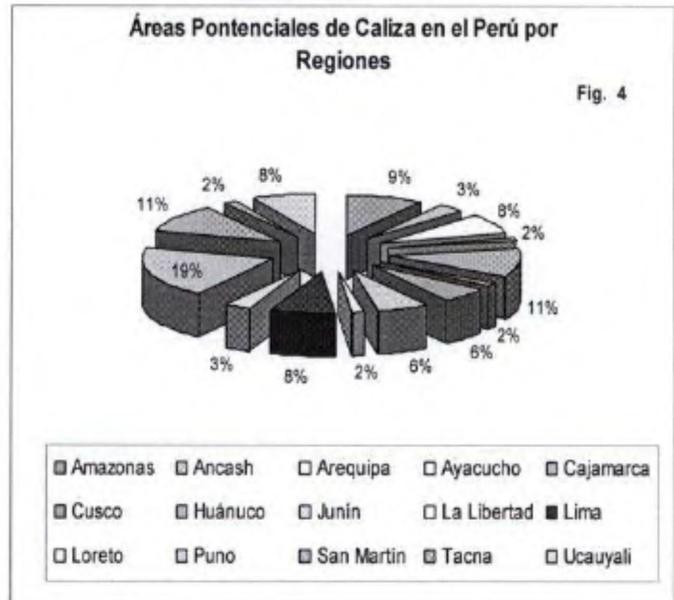
Así mismo, se tiene información de la existencia de 64 áreas potenciales distribuidas en diversas regiones del país como se puede ver en el cuadro N° 3 y Fig. 4 que podrían convertirse en el futuro en interesantes canteras de esta importante materia prima

Áreas Potenciales de Caliza en el Perú por Regiones

Cuadro N° 3

Región	Sustancias	N° de Áreas Potenciales
Amazonas		6
Ancash		2
Arequipa		5
Ayacucho		1
Cajamarca		7
Cusco		1
Huánuco		4
Junín		4
La Libertad		1
Lima		5
Loreto		2
Puno		13
San Martín		7
Tacna		1
Ucauyali		5
<b>Total</b>		<b>64</b>

FUENTE: Elaborado a partir de la información del Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Minería



producto final fabricado (caso de la construcción). Este producto a su vez, se subdivide en tres tipos de cales que para su comercialización internacional toman las siguientes posiciones arancelarias relacionadas con las cales (excluidos áridos y piedra ornamental y de cantería)

Posición	Tipo de cal
2522.10.00.00	Cal viva
2522.20.00.00	Cal apagada
2522.30.00.00	Cal hidráulica

- Carbonato de calcio, es el producto obtenido por molienda fina o micronización de calizas extremadamente puras, por lo general con más del 98,5% de contenido en  $\text{CaCO}_3$ , de allí que la Asociación de Productores de Caliza Pulverizada de Estados Unidos (PLA), lo define como un producto procedente de la molienda de caliza o dolomita con una pureza mínima del 97% y un tamaño de grano inferior a 45 mm.

En Europa no se considera como tal el producto procedente de las dolomitas, por lo que las materias primas para la fabricación de carbonato cálcico son calizas, mármol o cretas. Los carbonatos cálcicos micronizados se conocen en la industria como carbonatos de calcio técnicos.

Este producto para su comercialización ocupa la siguiente posiciones arancelaria relacionadas con el carbonato cálcico para usos industriales (excluidos áridos y piedra ornamental y de cantería): 2836.50.00

### 1.2.2 Panorama Nacional

El mercado se desarrolla positivamente y basado en un gran potencial de estos recursos en el país, de allí que la minería de calizas es la más voluminosa entre los productos no metálicos del Perú, se extrae entre 5 600 000 y 10 000 000 toneladas anuales de las calizas de los cuales más del 70% se utiliza para la fabricación de cemento. El resto se emplea para la fabricación de cal producto dirigido a la industria minera, metalúrgica y siderúrgica se utiliza la cal para escorificar la sílice y otras impurezas de la mena de hierro y de las cenizas del carbón, vidrio, industria química, agrícola.

Las fábricas de cemento tienen para su abastecimiento, depósitos de calizas cada vez más grandes, debido a que su capacidad instalada de producción de las 7 plantas instaladas en Perú, superan ampliamente la demanda local, abastecen a nivel país, así mismo tienen capacidad para exportar. De allí que es necesario tener presente este hecho para la instalación de nuevas plantas de cemento en las regiones las cuales deberían ser dimensionadas para uso local, alternativa utilizada ampliamente en China Continental.

abundantes en la corteza terrestre, y tampoco se tiene cifras de su consumo en los principales sectores demandantes como: construcción, fabricación de cemento, elaboración de cales, industria siderúrgica y carbonato cálcico molido o precipitado, etc

La obtención de datos estadísticos de producción de caliza a nivel mundial es relativamente difícil, salvo en los países industrializados, de allí que las cifras que se indican en el cuadro N° 3 se refiere a la cal principal derivado de la caliza, además existe la diversidad de calidades y tipos de cales, tecnologías de producción de las industrias que fabrican cales, originándose una habitual confusión con la producción de calizas y dolomitas por lo que no se puede disponer de cifras exactas de la producción de cal mundial.

Según Mineral Comoditty Summaries de la Geological Survey de Estados Unidos de Norte América, registra la producción de cal durante la última década, como se puede observar en cuadro N° 1 y Fig.1 cuya evolución refleja una tendencia creciente en los 4 primeros años para decrecer significativamente en el año 1998, permaneciendo con ligeras variaciones en los siguientes años.

En la Fig. 2 , podemos ver la participación de los principales países en la producción de cal, ocupando el primer lugar China con el 19%, Estados Unidos el segundo lugar con el 15% , Rusia el tercer lugar con el 7%, Alemania, Brasil, México y Polonia con el 6% respectivamente. de la producción mundial Todos los demás países del mundo no identificados representan el 19% que viene a ser igual que la producción China

### Producción Mundial de Cal

(Miles de toneladas)

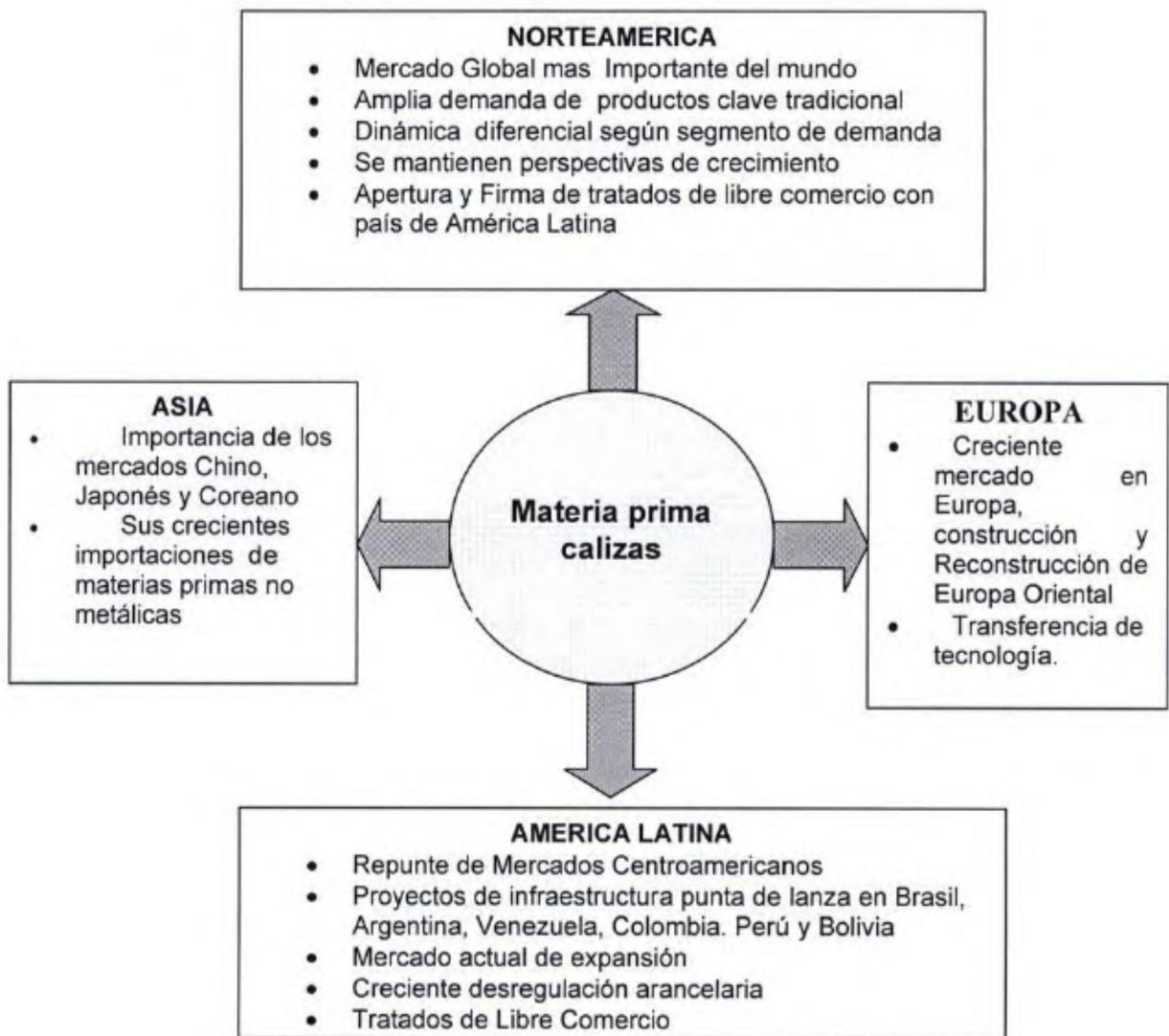
Cuadro N° 1

País	1 994	1 995	1 996	1 997	1 998	1 999	2 000	2 001	2 002	2003*
Estados Unidos	17 400	18 500	19 100	19 300	20 100	20 500	19 600	18 700	17 900	18 200
Bélgica	1 750	1 700	1 800	1 800	1 750	1 800	1 750	1 700	2 000	2 000
Brasil	5 700	5 700	5 700	5 700	5 700	5 700	5 700	6 300	6 300	6 500
Canadá	2 390	2 400	2 500	2 500	2 514	2 500	2 600	2 500	2 220	2 250
China	19 500	20 000	20 000	22 000	21 000	22 000	21 500	22 000	22 500	23 500
Francia	2 500	2 500	3 000	3 000	2 800	2 800	2 400	2 400	2 500	2 500
Alemania	7 500	7 500	8 000	8 000	7 600	7 800	7 600	7 600	7 000	6 800
Italia	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500	2 000	2 000
Japón	7 710	7 700	7 670	7 700	8 100	8 200	7 650	7 600	3 000	3 000
México	6 500	6 500	6 600	6 600	6 600	6 600	6 500	6 000	8 050	7 400
Polonia	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	6 500	6 500
Rumania	3 000	3 000	1 700	1 700	1 700	1 750	1 700	1 500	2 000	2 000
Rusia							8 000	8 000	8 000	8 000
Sudáfrica	1 600	1 600	1 691	1 700	1 500	1 600	1 345	1 300	1 600	1 600
Reino Unido										
	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 000	2 000
Otros	34 000	34 400	35 000	35 000	28 136	28 250	21 200	21 000	22 430	23 000
<b>Total mundial (redondeado)</b>	<b>118 050</b>	<b>120 000</b>	<b>121 261</b>	<b>123 500</b>	<b>116 000</b>	<b>118 000</b>	<b>116 045</b>	<b>115 100</b>	<b>116 000</b>	<b>117 250</b>

Fuente: Mineral Commodity Summaries, 1994 - 2003.

Las calizas es uno de los recursos no metálicos más importantes, debido a su utilización en la producción de diversos productos industriales de cada uno de los sectores económicos, de allí que existe perspectivas de consumo a nivel mundial, el siguiente esquema nos diagnostica esta importancia

### Existe Mercados Estratégicos a Nivel Mundial para el Consumo de estos Materiales



#### 1.2.1 Panorama mundial

En el nuevo milenio, el mundo se caracteriza por vivir momentos de grandes transformaciones. La geografía política mundial ha cambiado vertiginosamente en la última década, nuevas naciones han surgido, ha concluido la guerra fría, la economía se globaliza, se pondera la economía de mercado, existe una intensa revolución tecnológica, se vive una fuerte pugna entre las economías



Foto 8: Área de Otuzco – Cajamarca planta para la elaboración de cal

explotadas mecanizadamente por empresas grandes son las que extraen caliza para la industria cementera.

Se explotan por medio de canteras, los materiales que se extraen son mayormente rocas calizas, margas, travertinos, mármol y en menor proporción mineral de calcita; La calcita que se presenta en vetas se utiliza el método de minado subterráneo para se extracción.

Debido a que los carbonatos tienen una dispersión areal muy grande, normalmente las canteras se ubican en lugares donde los costos de extracción sean los más convenientes, ya sea por su cercanía a vías de comunicación, cercanía a centros poblados, también se considera las condiciones de facilidad de la extracción de estos materiales como por ejemplo poca cobertura superficial estéril de desbrozarse.

Generalmente la extracción es por vía seca, es decir que el yacimiento se encuentra por encima del nivel freático. Las canteras que abastecen caliza a las industrias cementeras son las mas tecnificadas, explotándose con dirección de profesionales y empleando maquinaria apropiada, son las canteras de calizas que mueven mayor volumen de material. Existen canteras de calizas que se utilizan para fabricar cal, que se trabajan mecanizadamente: Otuzco y China Linda en la región Cajamarca

La mayor parte de canteras son para explotar calizas para elaborar cal o para ser utilizados como para áridos de construcción, unas se trabajan semi mecanizadamente y la mayor parte por métodos manuales o artesanales. Las trabajan pequeños mineros artesanales que tienen amplia experiencia , normalmente son lugareños. La extracción no es continua generalmente se trabaja cuando tienen pedidos.

Para la fabricación de cal los pequeños productores mineros utilizan hornos artesanales, quemando combustibles que tengan cerca, mayormente como leña, en ciertos casos utilizan carbón mineral y petróleo. El material calcinado es pulverizado en pequeños molinos y luego ensacados para la venta.



**Foto 6 Afloramiento de calcita Pallac – Celendín - Cajamarca**  
 Coordenadas UTM: 9 243 760 N 814 199 E 2,557 msnm

### Otuzco

Ubicación: Se localiza en la margen izquierda del río Chonta, a 10 Km al este de la ciudad de Cajamarca, en el distrito de Otuzco, provincia y departamento de Cajamarca.

Coordenadas UTM: 9 211 208 N 781 745 E 2,748 a 3,050 msnm

En el área de Otuzco afloran rocas calizas de la Formación Cajamarca del Cretaceo superior, conformadas por calizas micríticas de color gris oscuro, ricas en fósiles con delgadas intercalaciones de lutitas y margas; estas se encuentran extensamente plegadas, formando estructuras de anticlinales y sinclinales de 2 a 3 Km de ancho, con rumbos NO – SE. También se presentan rocas de la Formación Yamagual que consiste en una secuencia de calizas gris oscuras, margas y escasos niveles de lutitas. La Formación Mujarrún infrayace con discordancia paralela a la Formación Cajamarca, consiste de calizas grises, margas y lutitas pardo amarillentas. La Formación Celendín infrayace en discordancia angular al Volcánico Huambos, esta compuesto por calizas de tonos claros, margas y lutitas.

De acuerdo a un convenio entre el INGEMMET – BGR ( Cooperación Minera peruano – Alemana), en la década del 90, se realizó estudios detallados, llegándose a realizar cinco perforaciones explorativas por método de perforación diamantina. Se más detalladamente el área norte y sur de la Quebrada Campanarume, donde predominan las calizas de la Formación Celendín, estas presentan una fuerte alteración hidrotermal, donde las fallas presentes han permitido el de soluciones hidrotermales; la mayor parte de fallas y fracturas se encuentran cubiertas por óxido de hierro.

Se determinó reservas de 37 500 000 TM de un área principal, básicamente donde se encuentra su cantera, cerca de la carretera. Las arcillas son adecuadas para fabricación de cemento, cal viva y otros.

Cuarzo = 0.48 %



Foto 4: Afloramiento de Caliza : Nueva Nora Sofia - Huancavelica  
 Coordenadas UTM: 8 587 648 N 505 596 E 3,754 msnm

### Pucapampa

Ubicación: Se localiza en el paraje denominado Pucapampa, provincia y departamento de Huancavelica.

Coordenadas UTM: 8 590 672 N 523 342 E 4,264 msnm

Se encuentran rocas calizas que pertenecen a la Formación Chulec, del Cretáceo inferior. En este sector existen los filones de diferentes espesores constituidos por relleno de calcita.

Las vetas rellenas con calcita, tienen como rumbo N 80° E y buzamiento vertical, su grosor promedio es de 60 a 80 cm. La roca caja es la roca caliza.

Se encontró varias trincheras con fines de exploración, pero no evidencias que se ha explotado esta calcita. La muestra tomada es del mineral de calcita.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
AD - 13	<0.01	0.02	<0.01	0.02	<0.005	54.61	0.34	0.01	<0.01	0.48	42.92

Calcita = 95.38 %  
 Yeso = 4.38 %  
 Cuarzo = 0.24 %

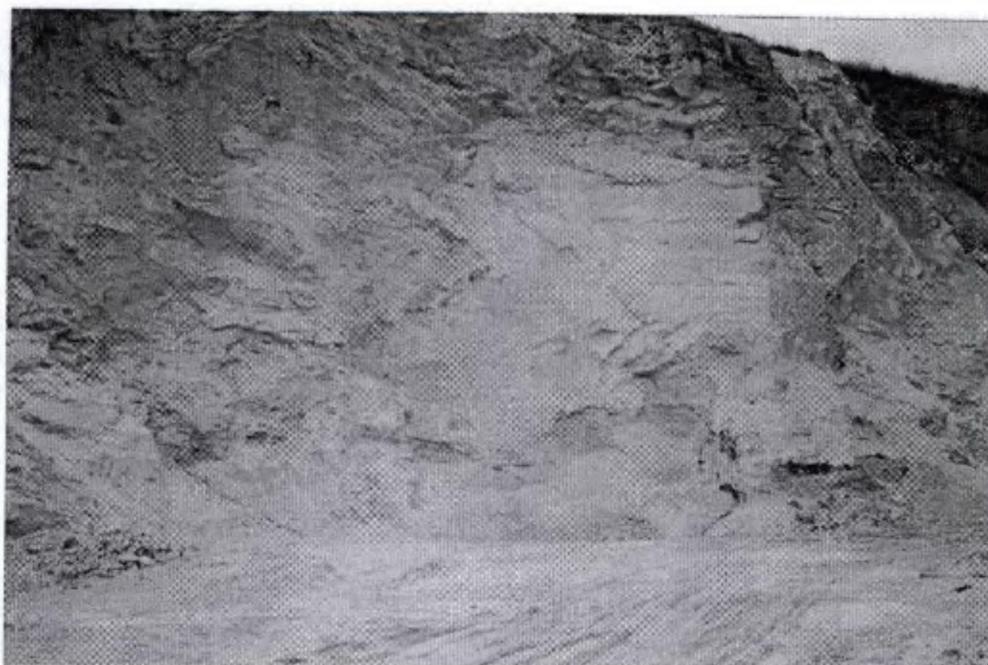


Foto 2: Cantera de calizas Romacha Jauja Junín  
 Coordenadas UTM: 8 700 462 N 421 876 E 3,554 msnm

### Chacapalca

Ubicación: Se localiza en la provincia Jauja, departamento de Junín.

Coordenadas UTM: 8 701 176 N 421 313 E 3,588 msnm

La caliza que se explota pertenece a la Formación Casapalca del Terciario inferior, por Jauja esta formación alterna niveles calcareos y travertinos, los que se explotan por el lugar mayormente pertenecen a esta formación.

Pertenece a la Compañía Minera Mármoles y Granitos S.A. Esta cantera se trabaja muchos años extrayéndose caliza y travertino. Su explotación actual es mecanizada, sacándose bloques y escaya. Los bloques que se extraen son generalmente travertinos; la escaya de caliza y travertino se vende para diferentes empresas como para alimentos balanceados, cal y pinturas.

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
AD - 6	<0.01	0.04	<0.01	0.01	0.005	54.63	0.33	0.01	<0.01	0.38	42.92

Calcita = 96.19 %  
 Yeso = 3.81 %

Se ubica 2 km al Oeste del Aeropuerto de San Juan y el acceso es Lima – Nazca – 79 km a la localidad de San Juan de Marcona, vía asfaltada, la cantera se encuentra aproximadamente a 2.5 km al Este de esta localidad.

Depósito de dolomita recristalizada (mármol) color gris blanquecino, cortado por diferentes venillas de calcita, con escasa presencia de muscovita, fuertemente fracturada y con esporádicos hilos de oxidación. La estratificación tiene un rumbo de N 30° E, buzamiento de 40° NO y una potencia visible de 20 m, geológicamente pertenece a la Formación San Juan.

El derecho minero es de propiedad de la Cia Shougang Hierro Perú S.A.A.

Se obtuvo una muestra y su análisis químico en INGEMMET reportó 28.68% de CaO y 20.56% de MgO.

### **Piedra Santa (dolomita)**

Políticamente pertenece al distrito de San Juan de Marcona, provincia de Nazca, departamento de Ica. Las coordenadas UTM de su punto central son:

8 304 543 N y 484 586 E a una altitud de 53 m.

Se ubica cerca de la mina Marcona, el acceso es Lima–Nazca por la carretera Panamericana; desde allí vía a la localidad de San Juan de Marcona por una carretera asfaltada de 75 km hasta el desvío, desde este lugar 4 km hasta llegar a la cantera.

La cantera explora dolomita recristalizada (mármol), de color blanquecino ahumado grisáceo en superficie, siendo su color más blanquecino a medida que se profundiza. Pertenece a la Formación San Juan

En la actualidad se explota a razón de 80,000 a 100,000 TM/año, teniendo un precio de U.S.\$ 20.00 la TM, este producto es vendido en una fragmentación primaria luego de pasar por una malla y chancadora a Sider Perú, que la emplea en el control del pH de la planta de peletización del hierro (control de sílice).

El material más fino es utilizado para pinturas y es administrado por un concesionario. Se obtuvo una muestra y su análisis químico en INGEMMET reportó 28.4% de CaO y 17.51% de MgO.

### **Mina 15 (caliza)**

Políticamente pertenece al distrito de San Juan de Marcona, provincia de Nazca, departamento de Ica. Las coordenadas UTM de su punto central son:

8 326 071 N y 482 470 E a una altitud de 780 m.

Se ubica a 24 km al Norte en línea recta del Puerto de San Juan, es accesible por una vía asfaltada que llega hasta las inmediaciones del depósito.

Las calizas son de color beige, a marrón violáceo, presentan un buen compactamiento y moderado diaclasamiento.

El horizonte calcáreo tiene una potencia promedio de 1.80 m con rumbo N 70° E y buzamiento 35° NO.

8 256 913 N y 810 130 E a una altitud de 3 400 m.

Se ubica 2.4 km al Sur del pueblo de Huambo, a un costado de la carretera que va de Huambo a Alto Sigüas y en la margen izquierda del río Huambo.

El depósito consiste de una secuencia de estratos de travertino de 0.05 m a 0.50 m de potencia, que presenta oquedades de disolución, las que han diseñado una estructura de pequeños canales a través de toda la ocurrencia.

En afloramiento se observa intercalaciones de capas de carbón de 0.02 m a 0.04 m de espesor. Los estratos tienen un rumbo N 30° E y buzamiento 35° NO. El talud de explotación tiene una potencia variable que fluctúa entre 6 m y 10 m.

Este depósito se explota en pequeña escala por contratistas en un área de 3,000 m<sup>2</sup>, sin embargo, se estima un área de 4 km de longitud que bien podría aprovecharse.

La edad de este depósito corresponde al Cuaternario reciente.

Consta de tres canteras a lo largo de la carretera afirmada que pasa por Huambo, el travertino se extrae de manera artesanal, en forma periódica, por pequeños mineros para ser vendido en la ciudad de Arequipa.

### **Cerro Pucará (caliza)**

Se ubica en el departamento de Moquegua, a 3 km en línea recta del pueblo de Omate, en el cerro Pucará. Tiene como coordenadas UTM 8 156 558 N y 291 250 E, con una altitud de 2,365 msnm.

El depósito consta de un horizonte de caliza de tonos gris oscuro a negro, con un grosor promedio de 3 m, con rumbo N 10° E y buzamiento 6° a 10° Sur Este. El color atractivo de estas calizas hace que se utilice preferentemente como roca ornamental. Estas rocas pertenecen a la Formación Gramadal (Grupo Yura).

Se explotan de forma artesanal y discontinua.

### **Huyllaracra (caliza)**

Ubicación: La cantera se encuentra a unos 7 Km en línea recta al Noreste de la ciudad de Huancavelica, distrito de Antacocha, provincia y departamento de Huancavelica.

Coordenadas UTM: 8 588 664 N, 509 916 E Altitud: 3, 927 m.

Acceso: El acceso es por la carretera asfaltada de Huancavelica a Huancayo hasta el desvío de Huayllaracra 4 Km, siguiendo un carretera carrozable de 2.Km hasta la cantera de Huyllaracra.

Marco Geológico: En el área afloran rocas calcáreas margosas correspondientes a la formación Chulec, con rumbo N 20° E, buzamiento 55° SE, la estratificación de las calizas margosas es en horizontes con espesores de 0.30 m – 0.40 m, de color beige amarillento con patinas de óxidos de hierro en los planos de estratificación y algo de lodolitas.

Las calizas margosas son extraídas como lajas para luego procesarlas como piedras ornamentales para enchapes, actualmente la cantera se halla en producción.

Análisis químico realizado por Ingemmet, muestra de canaleta: Huyllaracra

Muestra N°	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	PxC
302160	58.80	16.10	0.95	6.52	0.080	5.36	2.11	3.74	2.41	0.45	0.87

regenerativo que quema con petróleo residual. Tanto la cantera como la planta se trabajan con tecnología moderna y mecanizadamente.

Las leyes promedio son :

Carbonato de calcio	CaCO <sub>3</sub>	94.30 %
Carbonato de magnesio	MgCO <sub>3</sub>	1.58 %
Sílice	SiO <sub>2</sub>	2.93 %
Aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.50 %
Hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.36 %

Las reservas al año 2,000 llegaron a 1'774,000 TM, con 96 % de CaO. Actualmente la producción mensual es de 32,000 TM/mes (Fuente: Ing. Julio Rodos M. )

### **La Unión (caliza)**

El denuncia "La Unión", se encuentra en el departamento y provincia de Cajamarca, distrito de Otuzco, en la margen izquierda de río Chonta, a 10 km hacia el Este de la ciudad de Cajamarca. Sus coordenadas UTM son:

9 211 375 N, 782 309 E, su altitud se ubica entre 2,750 y 3,050 msnm

El denuncia se ubica al norte y el sur de la quebrada Campanarume, cuyas rocas corresponden a las formaciones Quilquiñan – Mujarrún, Cajamarca y Celendín, siendo la segunda formación la mas importante por la calidad de la caliza.

### **Yura (caliza)**

En el distrito de Yura, provincia y departamento de Arequipa, se encuentran varios denuncios por calizas que primordialmente abastecen a la Fábrica de Cementos Yura. Las canteras se encuentran a 26 km de la ciudad de Arequipa y a 30 km de la Planta Cementera.

Sus coordenadas UTM son : 8 211 320 N y 200 507 E

Las rocas caliza que se explotan, se pertenecen a la Formación Arcurquina (Cretácio medio – superior), son calizas de tonalidades gris claro, beige y rosados, generalmente en capas medianas a gruesas. Su potencial de reservas es grande.

### **Coquina**

Políticamente pertenece al distrito de Yauca, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa. Las coordenadas UTM del punto central son:

8 276 694 N y 529 718 E a una altitud de 65 m.

Se ubica a la altura del km. 554 de la Carretera Panamericana Sur, luego 1 km hacia el Oeste por una trocha carrozable hasta el depósito.

Las conchuelas (coquina) tienen dimensiones variables que van desde ¼ a 2 ½ pulgadas, siendo la proporción de material de 30 a 40% de conchuelas con 70 – 60% de arena que en partes están estratificadas. Se aprecian sectores de arena ferruginosa en regular cantidad.

### Tragadero (travertino)

Ubicación.- Políticamente pertenece al distrito de Molinos, provincia de Jauja, departamento de Junín. Se encuentra entre las coordenadas UTM: 8 706 381 N y 459 717 E, con una altitud de 3 850 m.

Acceso.- Desde la ciudad de Lima hasta la ciudad de Jauja 252 km carretera asfaltada (ruta a Huancayo), luego Jauja – Los Molinos – Comunidad Quero – Tragadero 19 km por carretera afirmada, la cantera se ubica en el extremo NE de la Comunidad de Quero.

Marco Geológico.- Este depósito tiene las mismas características que el de Punapanca, se presenta masivo y compacto de color beige amarillento, dentro de una secuencia de calizas de la Formación Chambara de edad Triásico superior. La extensión de la ocurrencia es aproximadamente de 80 m de largo, 50 m de ancho y 60 m de altura. Su explotación ha sido a tajo abierto en un área de 4,000 m<sup>2</sup> (80 m x 50 m) con la finalidad de comercializarlo para obtener cal viva.

El análisis químico de la muestra 405027 realizado en INGEMMET reporta un valor de 54.85 % CaO.

### Caracoto (caliza)

Políticamente pertenece al distrito de Caracoto, provincia de San Román, departamento de Puno. Las coordenadas UTM de su punto central son:

8 276 628 N y 379 270 E a una altitud de 3 984 m . .

El acceso es por carretera asfaltada que va de Puno a Juliaca con un recorrido de 33.5 km., luego se toma un desvío hacia la izquierda por carretera asfaltada de 1.3 km.

Se trata de un potencial considerable de calizas, destacando las de la Formación Ayayacas de edad Cretáceo superior que afloran en grandes áreas. La explotación más resaltante es en la Cantera de Caracoto, explotada por la Compañía Cementos Sur S.A. para la fabricación de cemento. La fábrica de cemento está muy cerca a la ciudad de Juliaca.

Una muestra tomada en el depósito reportó un valor de 48.20% de CaO.

Según la tabla de Usos de Minerales Industriales (W. Lorenz, 1991), estas calizas son apropiadas para los siguientes usos: metalurgia, fibra de vidrio, agricultura, fertilizantes, soda, cerámica, neutralización de aguas servidas, cemento Pórtland, avicultura y cal.

### Cerro Laramani (caliza)

Este depósito se ubica en el departamento de Puno, teniendo como coordenadas UTM 8 155 500 N y 442 500 E. Puno cuenta con un potencial considerable de rocas calizas, estas rocas mayormente pertenecen a la Formación Ayavacas.

Los resultados geoquímicos de una muestra dan:

CÓDIGO MUESTRA	DE	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
104066		11.12	0.91	0.03	1.25	0.19	46.23	0.54	0.15	0.41	0.31	38.53

Estas calizas son apropiadas para la industria del cemento y otros.

El depósito se encuentra emplazado en calizas de la Fm. Condorsinga cuyo origen probablemente ha ocurrido por la precipitación del carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ); provenientes de las calizas, dando lugar a la formación de travertino, que tiene forma de un manto, extendido a lo largo y ancho de la concesión; el rumbo general de estos estratos es de  $\text{N}25^\circ\text{E}$  y buzamiento de  $30^\circ\text{SE}$ . Existen dos frentes principales de explotación denominados zona 1 y zona 2.

Laboratorio de INGEMMET dan los siguientes resultados:

Muestra N°	$\text{SiO}_2$ %	$\text{Al}_2\text{O}_3$ %	$\text{TiO}_2$ %	$\text{MnO}$ %	$\text{CaO}$ %	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ %	$\text{MgO}$ %	$\text{Na}_2\text{O}$ %	$\text{K}_2\text{O}$ %	$\text{H}_2\text{O}$ 105°C (%)	Px C %
0404013	0.20	0.03	0.02	0.02	54.30	0.04	0.21	0.02	<0.02	0.17	43.22
0404014	0.30	0.06	0.01	0.02	54.17	0.05	0.15	0.03	0.02	0.64	42.58



Foto 1 Cantera de travertino Albertino Jauja – Junín, cortesía Ing. Angel Porras

### El Milagro (travertino)

Ubicación.- Políticamente pertenece al distrito de Quichuay, provincia de Huancayo, departamento de Junín, en el paraje Sutumachqui. Se encuentra entre las coordenadas UTM: 8 687 944 N y 471 422 E, con una altitud de 3 700 m.

Acceso.- Desde la ciudad de Lima hasta la ciudad de Jauja 252 km carretera asfaltada (ruta a Huancayo), luego Jauja - Concepción 20 km carretera asfaltada, luego hacia Quichuay por carretera afirmada de 8 km, desde esta localidad se realiza un recorrido de 6 km por trocha carrozable hasta llegar a la ocurrencia.

Marco Geológico.- Este depósito de travertino fue formado por las precipitaciones de carbonatos de calcio, se presenta masivo y compacto de color amarillento, dentro de

### ❖ Industria del Plástico

Los plásticos, y en particular el PVC, representa un importante mercado para el CCP. El uso de minerales de carga en plástico brinda beneficios positivos mejorando el rendimiento específico de los materiales plásticos, como incrementando el endurecimiento y la resistencia al calor, o sea que el carbonato es incorporado a los plásticos como extensores inertes o como reforzadores de bajo costo. Requerimiento de carbonato para esta industria > 98.5% CaCO<sub>3</sub> o >55.2% de CaO.

Cargas de Carbonato de Calcio en algunos plásticos seleccionados

Plástico	Carga (%)
PVC flexible	17 – 38
PVC plastisols	17 – 50
PVC rígido para caños de agua potable	1 – 5
Otros PVC	30
PVC para baldosas o mosaicos	44 – 80
Poliéster termoplástico – SMC	67
Poliéster termoplástico – BMC	70
Poliéster termoplástico Marino	63 – 67
Polipropileno	30 - 40

El carbonato de calcio molido (CCM) es por lejos la carga mineral más importante en plástico en el mercado de América del Norte y Europa Occidental. La industria plástica en Europa consume aproximadamente 90.000 toneladas por año de carbonato de calcio precipitado (CCP) en tanto que el mercado de USA es menos significativo alcanzando un valor de 30.000 toneladas por año.

### ❖ Industria Hulera

La cal participa en la fabricación del hule ya sea en forma de cal viva, como agente deshidratador para eliminar el exceso de humedad en el proceso, ya en forma de cal hidratada, para acelerar su velocidad de vulcanización.

### ❖ Industria de Pinturas:

La industria de la pintura es un mercado pequeño pero relativamente estable para el carbonato de calcio precipitado (CCP), este es un extensor y pigmento de carga en pinturas y se agrega a la pinturas por tres razones principales:

- Para reducir la cantidad de un pigmento primario caro, principalmente el dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>).
- Para dar una deseada propiedad geológica a la capa de pintura manteniendo la dispersión, y proveer de cuerpo a la pintura.
- Para mejorar el procesamiento, almacenamiento y propiedades de aplicación a la capa de pintura.

El CCP es normalmente utilizado conjuntamente con otros minerales, incluyendo carbonato de calcio molido (CCM), talco micronizado y arcillas calcinadas. Estos son los principales extensores minerales utilizados en pintura. El CCP es mas utilizado en pinturas de base de

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2.0% a 4.0%  
 Fe<sub>2</sub>O 0.5% a 3.0%  
 Álcalis Totales ≤ 0.6%

Las reservas de las calizas en la cantera Atocongo, al 31 de diciembre del 2001 son de 134,136.017 Tm.

### Ucumani (caliza)

Ubicación.- Pertenece al distrito y provincia de Oyón, departamento de Lima. Se encuentra entre las coordenadas UTM 8 820 598 N y 309 188 E, a una altitud de 3 950 msnm

Acceso.- Es accesible por la carretera afirmada entre Oyón – Mina Uchuchacua, el desvío a la cantera esta a 3 Km, y desde el desvío es accesible a la cantera por trocha carrozable 3 Km.

Marco Geológico.- Pertenece a la Formación Santa, del Grupo Goyllarisquizga, que consta de calizas de color gris oscuro a negras con horizontes de calizas arcillosas de edad Cretácica Inferior, presentan venillas de calcita. Tiene las siguientes dimensiones: 100 m. de largo por 25 m. alto y 20 m. de ancho. El propietario actual es el Sr. Francisco Porras Meléndez.

Actualmente hay tres hornos funcionando de un total de diez, y queman con carbón mineral que es comprado de Quichas. La cantera produce desde el año 1970, venden a la mina Caudalosa para su planta de fundición (500 sacos mensuales de 60 Kg. por cada uno). El producto salido del horno es pasado por dos mallas, una de media pulgada y la otra más fina que da el producto final que es embolsado para su comercialización. Rumbo de los estratos N30° E y buzamiento 40° NO, la potencia de los estratos es de 4m. promedio

Muestreo geoquímico:

CÓDIGO DE MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	H <sub>2</sub> O 105°C %	PxC %
401108	4.91	0.29	0.03	0.18	0.02	52.2	0.36	0.09	0.06	0.32	40.37

### Cerro Palo (caliza)

Ubicación.- Las canteras que rodean y habilitan material a la fábrica Cemento Andino S.A. están localizadas en la localidad de Condorcocha, distrito de La Unión – Leticia, provincia de Tarma, departamento de Junín, está localizada en la Sierra Central del Perú. Se encuentra entre las coordenadas 8 742 222 N y 414 705 E, a una altitud de 3 960 m. y a 220 km. al este de la ciudad de Lima.

Acceso.- A la fabrica se llega desde Lima por la Carretera Central hasta La Oroya 170 Km, La Oroya – Desvío – Fábrica 52 Km. toda la carretera se encuentra asfaltada.

Marco Geológico.- En el área afloran rocas correspondiente al Grupo Tarma (lutitas grises y negras intercaladas con calizas a veces bituminosas de colores claros a oscuras, fosilíferas) y el Grupo Mitu del Paleozoico (conglomerados, areniscas y lutitas de colores marrón rojizo y marrón, que se intercalan con gruesos miembros piroclásticos y derrames volcánicos, verdosos, marrones y purpúreos, sobreyaciendo en discordancia angular a las formaciones más antiguas) y rocas del Grupo Pucará del Mesozoico (Formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga, que se componen de una secuencia de calizas, calizas dolomíticas y dolomitas, con intercalaciones de lutitas,

### 1.1.2.3.3 Análisis y ensayos básicos según la utilidad de los carbonatos

- Para la industria del cemento
  - Análisis químicos: Se debe determinar el contenido de CaO, MgO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
  - Estudio petrográfico sedimentológico
- Para rocas ornamentales
  - Se debe determinar el contenido de CaO, MgO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
  - Estudio petrográfico sedimentológico
  - Tallado y pulido de una muestra
- Para ser utilizado como áridos
  - Se debe determinar el contenido de CaO, MgO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
  - Comportamiento ante el So<sub>4</sub>Mg
  - Peso específico real y aparente
  - Coeficiente de desgaste "Los Angeles"
  - Absorción
- Como material de construcción
  - Se debe determinar el contenido de CaO, MgO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
  - Estudio petrográfico sedimentario

### 1.1.3 Áreas potenciales

En Perú, las calizas son las más abundantes entre todas las rocas carbonatadas. Los yacimientos en la Costa son las más accesibles. Cerca de Lima se explotan las calizas cretáceas de las formaciones Atocongo y Chilca para la fabricación de cemento y otros usos. En la costa de Ancash se han encontrado relativamente pequeños e irregulares yacimientos de las calizas Santa del Cretáceo Inferior. La ciudad de Trujillo se abastece de calizas muy puras de la Formación Simbal. En el departamento de Lambayeque se explotan calizas cretáceas que se presentan en pequeños yacimientos. En el departamento de Piura para obtener carbonato de calcio se recurre a la explotación de conchuelas. A lo largo de toda la costa peruana se encuentran depósitos de coquina o conchuela; las más abundantes se encuentran entre Pisco y Tacna.

Las calizas en la Cordillera Occidental constituyen una transición entre los yacimientos de la Costa y la Franja Interandina, presentándose en las mismas formaciones. En el norte, las calizas de mayor interés son las de la Formación Cajamarca (Cretácico superior), utilizadas para la fabricación de cemento y cal; por ejemplo el yacimiento de la cantera Tembladera. En el centro del Perú, las calizas Jurásicas Condorsinga son las

## Ensayos mecánicos

### - Resistencia a la compresión

Este ensayo es quizá el más importante a realizar en una roca, por ser este esfuerzo como generalmente se hace trabajar a las rocas. La forma de la rotura varía con la naturaleza de la roca y forma de la probeta. Las rocas duras y compactas se rompen dividiéndose en prismas rectos de sección irregular, siendo sus generatrices paralelas al sentido de los esfuerzos, y a veces salen proyectados con gran violencia.

Las rocas blandas se rompen según planos que pasan por las aristas de las bases, formando un ángulo menor de  $50^\circ$  con la dirección de la presión.

### Resistencia a la flexión

Se practica este ensayo con las rocas con prismas de  $16 \times 4 \times 4$  cm, apoyados sobre 2 cuchillos distantes 10 cm y cargándolo en un punto medio. Para materiales en forma de placas como pizarras, baldosas, fibrocemento, etc. se emplea un dispositivo adecuado.

La resistencia de las rocas a la flexión es aproximadamente  $1/10$  de la resistencia a la compresión.

### - Resistencia a la tracción

Esta prueba no es muy usual, varía mucho la forma de las probetas según la máquina que se emplee, no está normalizado en casi ningún país. La resistencia a la tracción de las rocas varía entre  $1/8$  y  $1/57$  de la resistencia a la compresión, tomándose como término medio en las rocas usadas en construcción  $1/28$  de la resistencia a la compresión.

### - Resistencia a la cortadura

Se determina colocando una probeta de  $4 \times 4 \times 16$  cm sobre dos apoyos metálicos a los que se sujetan fuertemente y ejerciendo una compresión con una prensa hidráulica mediante un taco metálico.

La tensión de rotura a cortadura, viene ha ser  $1/15$  de la resistencia a la compresión.

### - Resistencia al desgaste

Por frotamiento se determina, sometiendo las probetas de 7.07 cm de arista, previamente pesadas, a un frotamiento sobre una pista circular giratoria con interposición de una sustancia abrasiva, arena silícea o limaduras de acero. Cuando las rocas son heterogéneas y tienen elementos de diferente dureza, se aprecia mejor el desgaste sometiendo las probetas a un chorro de arena a presión de 2 atmósferas y durante un minuto. Se expresa el desgaste por el cociente de la pérdida de peso por la densidad o por centímetros cuadrados, apreciándose además las irregularidades de la superficie desgastada, pudiéndose fotografiar.

Las rocas destinadas a afirmado de carreteras se ensayan al desgaste por rozamiento mutuo con el aparato Deval o con bolas de acero en el Rattler, estando formados por unos cilindros o tambores en los que se introduce el material previamente pesado, y hacen girar cierto número de vueltas, determinando la pérdida de peso.

Es un mineral muy abundante formador de las rocas calizas, también es un mineral secundario de las rocas ígneas.

#### Dolomita

Carbonato de calcio y magnesio  $(\text{CO}_3)_2\text{MgCa}$ , de cristalografía hexagonal a romboédrico; presenta brillo vítreo con tonalidades rosadas, pudiendo ser incoloro, es transparente a translúcido. Es el mineral que constituye las rocas dolomíticas, también se presenta como un mineral filoniano junto a minerales de plomo y zinc.

#### Hidroboracita

Este mineral puede ser clasificado dentro de los carbonatos o dentro de los boratos, su fórmula química es:  $\text{MgCa}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3]_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ , su dureza es de 2 a 3, tiene una densidad de 2.17, con exfoliación perfecta, de fractura irregular, es incoloro, con raya blanca, de brillo vítreo. Es un mineral de origen evaporítico, se asocia con la colemanita, ulexita, yeso, halita y a la colemanita. Cuando se presenta en grandes cantidades, se utiliza para extraer ácido bórico y sales para la industria química y farmacéutica, cosmética, de esmaltes para acero, de vidrio y fundentes y aleaciones

#### Carbonato de sodio (Trona) $\text{Na}_2\text{CO}_3$

El carbonato sódico, conocido también por su nombre comercial de sosa, es una sustancia blanca cristalina, que contiene un número variable de moléculas de agua según la temperatura. Sus cristales eflorescen en el aire, se encuentran mezclados con otras sales, se disuelve bien en el agua, y su solución acuosa tiene una reacción alcalina. Se encuentra en los depósitos lacustres salinos. Se emplea en la fabricación de vidrio, jabones, industria textil.

#### 1.1.2.3.1 Diversos análisis y ensayos para rocas carbonatadas

Se describe en que consisten los ensayos o análisis a manera de ilustración, para entender la utilidad que tienen los materiales carbonatados.

#### **Propiedades físicas**

Color  
Raya  
Estructura  
Fractura

#### **Definiciones**

##### Densidad

Se define como el cociente del peso de un cuerpo por su volumen. Según como se aprecie este volumen, se obtendrá la densidad aparente cuando se considera el volumen de los poros, y densidad real cuando se excluyen (pulverizando la muestra hasta que pase por malla 900).

característica estructural de especial consideración. Las rocas de carbonatos presentan diversidad de texturas, parte de ellas son reconocidas en muestras y testigos de perforación.

- Costas mixtas:

Se definen las costas mixtas como aquella en que la sedimentación de carbonatos ocurre tan cerca de tierra firme que contribuyen no solo a las facies de mar abierto, sino a los depósitos costeros de plataforma: Costas de carbonatos y depósitos. Existen muchas áreas en el mundo recubiertas por secuencias de calizas relativamente finas (en general menos de 600 m) de miles de kilómetros cuadrados, con una estratigrafía fácilmente correlacionable en forma de capas sucesivas parecidas a un pastel. La paleontología indica, que estos depósitos se formaron en condiciones marinas abiertas de poca profundidad. Estos depósitos se formaron en extensas plataformas de muy suave pendiente (Selley 1976). arrecifes. Los geólogos denominan arrecife a las lenticulas formadas por los esqueletos calcáreos de organismos.

Los arrecifes son estructuras geológicas de origen biológico, sólidas, masivas y con formas variadas, que cubren la matriz rocosa de algunos fondos marinos tropicales y subtropicales. Estos son creados por organismos fijados al fondo que forma esqueletos pétreos de carbonato de calcio (principalmente corales pétreos). Este hábitat es el más diverso y rico de los biotopos marinos, comparado solo con las grandes selvas tropicales. La mayoría de los arrecifes crecen en aguas poco profundas de mares tropicales, su crecimiento óptimo se lleva a cabo en aguas de menos de 50 m. Los sedimentos de la laguna están compuestos por pellets, arenas de foraminíferos y lodos calcáreos finos.

Los arrecifes están compuesto por el armazón calcáreo, resistente formado por esqueletos orgánicos, la parte superior es plana. Dicho armazón puede ser muy poroso, con porosidades registradas de hasta 50 %.

Los frentes arrecifales, se localiza en el borde que da al mar abierto, es un acantilado, con un talud en su base, esta compuesto por restos del arrecife, acarreados por las mareas y el oleaje. Cummings y Pettijohn, clasificaron a estos en dos tipos:

- a) Bioermo: Arrecife, banco o montículo, con aspecto de arrecife, montículo lente u otras limitadas de origen estrictamente orgánico encajadas entre rocas de litología diferente
- b) Biostroma: Estructuras estratificadas exclusivamente como capas de conchas, de crinoides, de corales, etc. construidas fundamentalmente por organismos y no se elevan en montículos aislados.

- Carbonatitas

Las carbonatitas son rocas ígneas volcánicas del tipo ultrabásico que se producen por procesos químicos de concentración de carbonatos a temperaturas de 700 a 500 grados centígrados a altas presiones.

Las rocas carbonatíticas, se relacionan con las kimberlitas, conociéndose algunos centenares de ellas en diversos lugares del mundo. Algunas son cilíndricas, aunque de sección muy irregular, a manera de chimeneas, con zoneamiento concéntrico muy bien desarrollado; otras son irregulares y no presentan ningún tipo de zoneamiento. Todas las carbonatitas, están compuestas de carbonatos, entre los que predomina la calcita, dolomita y la siderita, son sin embargo de origen ígneo. A

### 1.1.2.1 Clasificación

Las rocas carbonatadas se determinan por el contenido de carbonato de calcio el contenido de este, puede ser usado para clasificar las calizas de grado químico, sin embargo tal definición de pureza química es relativamente simple y puede ser fácilmente usada para ilustrar la distribución de la pureza de la caliza. Esta clasificación, también, está disponible para la comparación de datos químicos de calizas de distintos orígenes geológicos.

- Calizas

Pettijohn, clasifica a las rocas calizas, como autóctonas y aloctonas. Las autóctonas se forman in situ por una acumulación de calizas, orgánicas, no transportadas, y se pueden subdividir a su vez en dos, las Bioermales, si son de extensión restringida y bioestromales si son de carácter extendido. Las calizas aloctonas son formadas por materiales formados en otros sitios y depositados en el lugar.

También existen dos clasificaciones, la de Folk (1959) que denomina a los constituyentes esenciales de las calizas como aloquímicos y ortoquímicos y la de Dunham (1962) que considera la textura depositacional sobre la base de la presencia o ausencia de lodo carbonatado, abundancia de granos carbonatados y signos de ligadura o unión entre las estructuras orgánicas.

Según Folk y Dunham, sobre los ambientes de formación de las calizas, las grandes formaciones de caliza están relacionadas principalmente a depósitos de costa mixta, plataforma, y a arrecifes.

La calcita precipita cuando disminuye el  $\text{CO}_2$  de las aguas del mar, lagos y ríos, por aumento de temperatura o por descenso de la presión, lo último puede ser debido a la agitación de las aguas marinas o a la emersión de aguas subterráneas de zonas calcáreas. Esto explica, él por qué de las provincias carbonatadas recientes se localiza entre los paralelos de los dos trópicos, cerca de las líneas de costa y en aguas someras con influencia de rayos solares (H. Palacios, 1992). Las rocas carbonatadas requieren un ambiente de aguas claras, cálidas y someras.

- Travertino

El travertino proviene de rocas carbonatadas que son disueltas y redepositadas por las aguas. Normalmente estas rocas son translúcidas teniendo tonos blancos o ligeramente amarillos

El contenido de calcio en los travertinos permiten utilizarlo para diferentes usos industriales, también se utiliza como roca ornamental.

- Margas

Estas rocas son mezclas semifriables de materiales arcillosos y carbonato de calcio, tiene de 35% a 65 % de carbonato y un contenido complementario de arcilla (normalmente 22 %). Las margas son rocas intermedias entre calizas y arcillas; cuando contienen aproximadamente igual cantidad de ambas

En la primera parte se ha efectuado un análisis general de estos recursos, se analiza los aspectos geológicos – económicos con énfasis en el origen, formación y características geológicas, propiedades físico – mecánicas, principales análisis y ensayos, clasificación por su composición química, áreas potenciales, principales canteras en el ámbito nacional y caracterización de algunas canteras visitadas, en las regiones de Amazonas, San Martín, Cajamarca, Junín, Huancavelica y Ayacucho.

En la segunda parte se analiza el mercado para cada una de las sustancias y sus principales derivados o productos, en el caso de las calizas corresponden al carbonato de calcio, la cal y el cemento, en cuanto a la sílice, que comercialmente se conoce como arenas silíceas, cuarzos, cuarcitas, etc., así también el yeso, cuyas variedades se conoce con el nombre de yeso calcinado, anhidrita o yeso natural, y el alabastro etc. Estos materiales son estudiados para el periodo 1993 – 2004, desde el punto de vista de la oferta y la demanda.

Se esboza el panorama tanto mundial como nacional, resaltando la importancia de la producción mundial; las reservas peruanas estimadas para cada uno de estos recursos, la producción nacional sus principales productores por regiones, así también los usos por principales sub-sectores económicos y grupos industriales involucrados en el consumo, y el consumo aparente del Perú. En cuanto al comercio se analiza las importaciones y exportaciones de los principales importadores y exportadores, los precios, la balanza comercial y el saldo de divisas que cada una representa.

El Capítulo IV denominado "Perspectivas industriales para el desarrollo de los materiales calcáreos, sílice y yeso", se analiza la evolución y tendencia que representan cada una de las variables y factores involucrados en el desarrollo de estos recursos, tales como: el PBI, la red vial, crecimiento de la población, tendencia de la producción, consumo, comercio (importaciones y exportaciones), y la utilización de la capacidad instalada de las principales industrias consumidoras de caliza, cal, carbonato de calcio arenas silíceas, cuarzos y yesos en el Perú .

## RESUMEN

El presente estudio abarca todo el territorio del Perú, pero a nivel de información existente en la institución, otras fuentes oficiales, así como información privada y bibliográfica, incluido algunas canteras seleccionadas de calcáreos, sílices y yesos ubicadas en las Regiones de Amazonas, San Martín, Cajamarca, Junín, Huancavelica y Ayacucho, de las cuales se recogió información geológica y económica insitu, siendo importante para determinar las características físico-químicas y el grado de desarrollo alcanzado en la explotación y aplicación industrial de estos recursos.

Estos materiales calcáreos, sílices y yesos tienen una gran importancia por su uso en los diversos sub - sectores económicos del país, así como por la tendencia al incremento de las exportaciones de sus principales productos, por tanto su futuro dependerá de un mayor conocimiento de sus depósitos (canteras), sus características, propiedades físico-mecánicas, así como su aplicación en la industria

En la actualidad, la actividad productiva de los materiales calcáreos principalmente de calizas, sílices y yesos, se desarrolla a un nivel de gran volumen (para cemento) , mediana, pequeña minería y artesanal; esto esta en estrecha relación con la industria, siendo el mercado limitado es necesario por tanto darle un mayor valor agregado a la producción que facilite su utilización y comercialización local o internacional.

Los materiales calcáreos son materias primas de mayor actividad, tanto por su volumen de explotación dirigida para la industria del cemento; así como por la cantidad de canteras donde se extraen estos recursos para la fabricación de cal y carbonato de calcio dirigidos a diversas aplicaciones industriales, excepto la utilización de estos materiales como ornamentales, que debido a su importancia fue materia de un estudio anterior denominado rocas ornamentales en el Perú: mercado y perspectivas (Boletín N° 13 serie B INGMET - A. Díaz, 2003).

Las sílices, comercialmente se conocen como arenas silíceas, cuarzos, cuarcita, y sílice estos recursos están dirigidos al mercado interno principalmente a la industria del cemento, vidrio, fundición, cerámica, abrasivos, industria eléctrica, etc. Así mismo se exporta como arena silícea y cuarzo, también se importa para cubrir la demanda de algunas industrias.

El yeso, en el mercado se consume como yeso calcinado, yeso natural, mayormente en la industria de construcción, cerámica, química, agricultura, alimentos, electricidad, arte decorativo, etc. También se exporta a países vecinos una pequeña cantidad, así mismo registramos la importación de algunas variedades principalmente para la industria farmacéutica y medicina.

El presente estudio se ha dividido en 4 capítulos:

Tres de ellos denominados:

- Capítulo I Caracterización y mercado de los materiales calcáreos
- Capítulo II Caracterización y mercado de la sílice, cuarzo, cuarcita
- Capítulo III caracterización y mercado del yeso

Cada uno de estos capítulos, se ha dividido en 2 partes:

3.2.9.4	Exportación de yeso natural peruano por países de destino .....	230
3.2.9.5	Importación peruana de yesos calcinados por países de origen .....	230
3.2.9.6	Importación peruana de yeso natural: anhidrita por países de origen ....	230
3.2.9.7	Principales exportadores de yeso calcinado y natural en el Perú .....	235
3.2.9.8	Principales importadores de yeso calcinado y natural en el Perú .....	238
3.2.10	Precios .....	238
3.2.11	Balanza comercial peruana de yeso .....	240

**Capítulo IV .....241**

**Perspectivas industriales para el desarrollo de las sustancias no metálicas, calizas, sílices y yesos .....241**

4.1	Tendencia del Mercado Mundial .....	241
4.2	Tendencia del Mercado Nacional .....	243
4.3	Perspectivas del mercado .....	251

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....253**

**ANEXOS**

Relación de canteras

Mapas

**BIBLIOGRAFÍA**

1.2.8.2.2	Exportación de cales por Países de Destino .....	81
1.2.8.2.3	Importación de carbonatos de calcio por Países de Origen .....	83
1.2.8.2.4	Principales empresas importadoras de carbonato de calcio .....	85
1.2.8.2.5	Exportación de carbonato de calcio por principales Países de Destino ..	86
1.2.8.2.6	Principales empresas exportadoras de carbonato de calcio en el Perú ..	86
1.2.8.2.7	Exportación de cementos en el Perú por Países de Destino .....	87
1.2.8.2.8	Principales empresas exportadoras de cemento en el Perú .....	88
1.2.8.2.9	Importación Peruana de Cementos por Países de Origen .....	89
1.2.8.2.10	Principales empresas importadoras de cemento en el Perú .....	91
1.2.9	Precios .....	93
1.2.10	Balanza Comercial Peruana de los principales derivados de la caliza ....	95
<b>Capítulo II .....</b>		<b>100</b>
<b>CARACTERIZACIÓN y MERCADOS de SÍLICE, CUARZO y CUARCITA .....</b>		<b>100</b>
<b>2.1</b>	<b>Geología Económica .....</b>	<b>100</b>
2.1.1	Formación y características geológicas .....	100
2.1.2	Clasificación .....	100
2.1.2.1	Grupo del cuarzo .....	103
2.1.2.2	Arenas silíceas .....	105
2.1.2.3	Gravas de cuarzo .....	105
2.1.2.4	Areniscas de cuarzo .....	105
2.1.2.5	Cuarcitas .....	105
2.1.2.6	Calcedonia .....	105
2.1.3	Propiedades y características de la materia prima silícea .....	106
2.1.4	Áreas potenciales .....	108
2.1.5	Principales canteras en el Perú .....	108
2.1.5.1	Canteras con material se sílice visitadas durante las comisiones de campo en 2004 .....	111
2.1.6	Proceso de explotación de sílice .....	118
2.1.6.1	Caracterización de algunas muestras de sílice .....	120
<b>2.2</b>	<b>Mercado .....</b>	<b>123</b>
2.2.1	Panorama mundial .....	123
2.2.1.1	Producción mundial .....	123
2.2.1.2	Comercio .....	125
2.2.2	Panorama Nacional .....	125
2.2.3	Potencial de la sílice por regiones .....	126
2.2.4	Reservas por regiones .....	127
2.2.5	Producción por regiones .....	128
2.2.5.1	Principales productores .....	129
2.2.6	Usos .....	131
2.2.6.1	Sub - sectores económicos de consumo .....	132
2.2.6.2	Sub - sector construcción .....	133
2.2.6.3	Sub - sector químico .....	142
2.2.6.4	Sub - sector Minero - Metalúrgico .....	144
2.2.6.5	Otros usos .....	147
2.2.7	Consumo Aparente .....	150
2.2.7.1	Principales industrias consumidoras de sílice en el Perú por regiones ...	150
2.2.8	Comercio exterior .....	153
2.2.8.1	Principales canales de Comercialización .....	153
2.2.8.2	Importaciones de arenas silíceas por países de origen .....	154