



APARTIDO 869
- TELF. 40196
LIMA-PERU

REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS
ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

00002

- MINERALES NO-METALICOS -

ARCILLAS.- I.- CAOLIN

Preparado por:

Ing^v. Augusto Cabrera La Rosa

Lima, Abril de 1964.

TBB/.-



APARTIDO 869
- TELF. 40196
LIMA-PERU

REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS
ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

00002

- MINERALES NO-METALICOS -

ARCILLAS.- I.- CAOLIN

Preparado por:

Ing^v. Augusto Cabrera La Rosa

Lima, Abril de 1964.

TBB/.-



REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y OBRAS PUBLICAS
ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO-METALICOS

APARTADO 889
TELEFONO 40196
LIMA PERU

- MINERALES NO-METALICOS -

ARCILLAS.- I.- CAOLIN

Preparado por:

Ingeniero Augusto Cabrera La Rosa.

- S U M A R I O -

A.- INTRODUCCION

B.- CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES DE LOS CAOLINES

C.- YACIMIENTOS DE CAOLIN.- OCURRENCIAS.- CAOLINES PERUANOS

D.- MINERIA Y TRATAMIENTO DE LOS CAOLINES

E.- CONCESIONES MINERAS EMPADRONADAS

F.- INDUSTRIALIZACION Y COMERCIALIZACION DE LOS CAOLINES

1.- Usos

2.- Especificaciones

3.- Mercados y Precios

4.- Producción

5.- Consumo Nacional

6.- Comercio Exterior.- Importaciones

7.- El Caolín como Materia Prima para la Producción de Aluminio Metálico

8.- El Caolín en la Industria Cerámica

G.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

H.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Lima, Abril de 1964.

REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y COMERCIO EXTERNO
ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO-METALICOS

APARTADO 889
TELE. 40196
LIMA - PERU

- MINERALES NO-METALICOS -

ARCILLAS.- I.- CAOLIN.

A.- INTRODUCCION.-

La presente memoria relativa al caolín, es otra de la serie (°) que por disposición superior viene preparando y publicando el suscrito desde hace algún tiempo, con el fin de contribuir por medio de la difusión de las informaciones técnicas y económicas pertinentes, a la diversificación e incremento del "quantum" de la producción minera nacional, que puede lograrse en parte mediante la intensificación del desarrollo de la industria extractiva de los minerales no-metálicos, la que a pesar de ser sus recursos muy variados y de gran magnitud potencial como ya se ha comprobado en varios casos, su desenvolvimiento se ha realizado por lo general hasta ahora, espontáneamente y sin previo planteamiento por el sector privado, con ritmo lento que no es compatible con las condiciones cruciales que prevalecen actualmente tanto en el Perú como en los demás países de la América Latina y también en algunos de los otros continentes, todos

(°).- MINERALES NO-METALICOS.- I.- Fosfatos en el Perú.- II.- Sienitas nefelínicas.- Col. Serie Memorandum No. 5 del I.N.I.F.P.- La Caritina en el Perú.- Col. Serie Memorandum No. 6 del I.N.I.F.P.- I.- Bentonitas.- II.- Diatomitas.- Col. No. 7 del I.N.I.F.P.

///...



APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - Perú

/// 2.-

los que componen el conjunto heterogéneo de naciones al que se ha dado en denominar con el término genérico de "tercer mundo" (Third World), que se refiere según lo definen J. Lacouture y J. Maurier en su libro "Un milliard d'hommes, le royaume du tiers monde" (16), al grupo de países que se encuentran en diferentes grados de sub-desarrollo, y cuyo denominador común se caracteriza por su firme determinación para superar su presente estado de insuficiente desarrollo, promoviendo la solución de sus propios problemas económicos, sociales y políticos, mediante la movilización de sus esfuerzos, para poner en marcha planes de acción destinados a desarrollar el aprovechamiento intensivo de sus recursos naturales y para elevar el nivel material y cultural de sus habitantes.

La diversificación de nuestra producción minera que resultaría de un mejor desarrollo de la explotación de los minerales no-metálicos, permitiría disponer a las actuales industrias manufactureras nacionales, de materias primas que actualmente importan por no producirse en el país, así como también podrían implantarse nuevas industrias a base de algunos minerales industriales que todavía no se producen, aunque existen yacimientos susceptibles de explotarse económicamente en nuestro territorio; además del consumo nacional, puede considerarse la posibilidad de exportar con provecho ciertas sustancias minerales no-metálicas, con lo que mejoraría la situación de nuestro intercambio comercial, frecuentemente deteriorado en lo que a economía minera se refiere, por la inestabilidad de los precios vigentes en los mercados internacionales para los más importantes productos de nuestra exportación minera, que son los que se obtienen de la extracción y tra-

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y OBRAS PUBLICAS
ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO-METALICOS

APA YADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

1113.-

Estudio de los minerales básicos no-ferrosos (carbon, plomo y zinc).

La utilización de las arcillas como materiales industriales ha alcanzado alto grado de importancia económica en el campo de la minería de las sustancias minerales no-metálicas en los últimos tiempos, lo que ha hecho necesaria la revisión de los antiguos conceptos sobre la composición y la estructura molecular de las especies minerales integrantes de las rocas arcillosas, que están comprendidas dentro de la común denominación de "minerales de la arcilla", y cuyas características se han sido objeto actualizante de varias investigaciones y estudios, como factores esenciales (adsorbibilidad, actividad coloidal, permeabilidad de iones, capacidad para soportar altas temperaturas, etc) de las propiedades generales de los conjuntos mineralógicos que constituyen los diferentes tipos de arcillas, y que determinan sus diversas aplicaciones en las industrias.

Entre los numerosos estudios e investigaciones que se han venido realizando recientemente, se destacan los de Ralph W. Criss, profesor de investigaciones geológicas de la Universidad de Illinois (U.S.A.) cuyo libro "Clay Mineralogy" (13), se considera obra clásica en la materia, y las numerosas investigaciones de diversa índole sobre las arcillas y sus minerales, publicadas con el título de "Clays and Clay Minerals" (14), donde se han insertado los trabajos presentados ante la Seventh Conference Nacional sobre Arcillas y sus Minerales, que tuvo lugar en Lafayette, Indiana (U.S.A.), del 5 al 10 de octubre de 1960 patrocinada

111...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 4.-

por el Comité de Minerales de la Arcilla de la National Academy of Sciences, el National Research Council y la Universidad de Purdue (Indiana).

También han influido en el progreso tecnológico experimentado en la utilización industrial de las arcillas, los sorprendentes progresos alcanzados respecto al conocimiento de la estructura molecular y constitución íntima de la materia, debidos a los adelantos logrados en el campo de la Cristalografía, considerada antes como una humilde rama de la Mineralogía, pero cuyo dominio se ha extendido rápidamente desde hace poco tiempo con tal amplitud, que actualmente constituye según Louis Armand (*), la encrucijada donde se encuentran físicos, químicos, mineralogistas y hasta biólogos, interviniendo también las Matemáticas, que permiten emplear nuevos métodos de trabajo, como por ejemplo las series de Fourier, mediante cuya aplicación se puede analizar e interpretar en corto tiempo el abundante material documentario contenido en los numerosos clichés tomados en las observaciones de fenómenos que se producen periódicamente.

(*).- Louis Armand.- Le Carrefour des Cristaux.- "Realités - No. 209.- Juin 1963 - pp. 38-41.

///...



APARTADO 889
TELEF. 40196
LIMA - PERU

///5.-

B.- CAOLINITA FUNDAMENTALES DE LOS CAOLIN

La caolinita es una de las especies minerales que forman parte del grupo de los caolines, perteneciente al género de las arcillas, familia mineralógica que por la diversidad y creciente incremento de sus aplicaciones industriales, ocupa en la actualidad un lugar prominente en la industria extractiva y en la tecnología de los minerales no-metálicos. La caolinita es el principal integrante de dicho grupo de los caolines, formado por varias especies minerales de la misma composición química, silicato de alúmina hidratado ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O \cdot SiO_2$), pero que tiene diferente estructura cristalina.

El caolín que es la arcilla de mayor pureza, debe su nombre a la corrupción de las voces chinas "kau" que significa alto y "ling" colina, o sea "Alta Colina", que es el nombre de una prominencia del terreno situada cerca de la localidad de Jaucau Fu, lugar donde se extrajo dicho material por primera vez hace muchos siglos. Por su color y aplicaciones el caolín ha sido también llamado "tierra blanca" "arcilla blanca" y "tierra de porcelana".

Caracteres Físicos y Químicos de los Caolines y Caolinitas.- La caolinita que como se ha dicho, es la especie mineral que predomina en la composición de los caolines, se caracteriza por sus propiedades físicas y químicas individuales y por otras de carácter más general que constituyen los factores que determinan la adaptabilidad de los diferentes grupos mineralógicos que integran el género.



REPUBLICA PERUANA
 MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 829
 TELF. 40196
 LIMA - PERU

/// 6.-

ro de las arcillas para los diferentes usos industriales en que pueden ser utilizadas.

Las propiedades físicas propias de la caolinita, son las siguientes:

Clivaje o exfoliación perfecta en pequeñas láminas hexagonales, delgadas y flexibles, pero no elásticas.

Dureza: 1-á-2.5

Peso Especifico: 2.60-á-2.63

Indice de Refracción:..... 1,561

Punto de Fusión: En estado puro alrededor de 1,850°C., pero que desciende en relación con la proporción de las impurezas contenidas.

Fracturas: Concoidal, terrosa.

Color: Blanco, amarill., verdoso, azulado y otros tonos de coloración, según la clase de impurezas presentes.

Caracteres Opticos Internos: Trasparente a translúcido; opaco.

Raya: Blanca, amarillenta, rojiza, gris.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 7.-

Disgregación = "Slaking". (del inglés "to slake" = disgregarse):

Propiedad física que consiste en la facilidad de disgregarse o dispersarse, convirtiéndose en finas plaquitas de aspecto micáceo, al ser sumergido un trozo de sustancia en agua dulce. (°).

Caracteres Organolépticos:

Untuosa al tacto; se adhiere ligeramente a la lengua y desprende olor a tierra húmeda con el aliento.

Las propiedades químicas de los caolines dependen particularmente tanto de la naturaleza como de la proporción de las impurezas presentes. El caolín es insoluble en los ácidos nítrico y clorhídrico, pero es descompuesto en caliente por el ácido sulfúrico; desprende agua al ser calentado en tubo cerrado. Las pruebas químicas de reconocimiento más usadas corrientemente, son las de tratamiento por vía húmeda con solución de nitrato de cobalto, cuya reacción produce una masa de color azul cielo; por la vía seca se obtiene el esqueleto de sílice con la perla de fósforo.

Para determinar si las arcillas caolínicas procedentes

(°).- La caolinita asociada con la "montmorillonita" como principal componente y otros minerales de la arcilla, forman parte de la composición de muchas "bentonitas", importante grupo de sustancias minerales arcillosas, que también cuenta entre sus propiedades físicas la del "slaking", con mayor intensidad aún que en los caolines, pues al introducirse en el agua un pequeño trozo de bentonita, se disgrega completamente en pocos segundos como un terrón de azúcar.- Cabrera La Rosa (9).

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 8.-

de un determinado yacimiento, pueden cumplir con las especificaciones requeridas para su utilización como materias primas en las industrias cerámicas, es necesario verificar antes y después de someterlas a las pruebas rutinarias en los hornos de cocción, el grado en que poseen las propiedades físicas generales que se mencionan en seguida.- Ladoo & Myers (18):

Comportamiento antes de la Cocción:

a).- Plasticidad, que es la propiedad física que tienen las arcillas de cambiar de forma sin sufrir ruptura al ser sometidas a presiones y de retener la nueva forma después de haber cesado los esfuerzos de compresión. No se conocen las causas que motiven la plasticidad, pero son objeto de muchas investigaciones y controversias en la actualidad.

b).- Textura o fineza del grano, lo que ejerce influencia importante en las otras propiedades físicas como la plasticidad, contracción o encogimiento, y porosidad.

c).- Cohesión, es la propiedad que causa que las masas de una misma clase de arcilla se adhieran entre sí después de haberse puesto en contacto, y de haberse ejercido presión entre ellas.

d).- La cantidad de agua que se requiere para producir el máximo de plasticidad, o agua de temperación (tempering water), tiene un rol importante en la contracción que se produce posteriormente en las arcillas, al desecarse.

e).- Encogimiento ó contracción; al desecarse en el aire, las arcillas se contraen o encogen siempre, en mayor o menor proporción, lo que debe tomarse en cuenta cuando se necesita obte-

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PÚBLICAS
ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METÁLICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 9.-

ner productos de tamaño determinado. Un alto porcentaje de encogimiento al desecarse, da lugar a menudo a distorsiones y agrietamientos; la tendencia de una clase de arcilla a rajarse o agrietarse cuando se seca, es un defecto que no puede remedirse, y que anula el valor de tal material arcilloso para casi todos los usos a que podría ser destinado.

f).- Disgregación (slaking), ya se ha explicado en lo que consiste esta propiedad física como una de las características de los caolines, a lo que sólo debemos agregar que las arcillas de "slaki" rápida son las más apreciadas por su mejor calidad.

g).- Resistencia a la tensión, es una propiedad que sirve para determinar los esfuerzos que pueden soportar las piezas cerámicas en las manipulaciones que sufren después del proceso del moldeado.

h).- Porosidad, que es la proporción entre el espacio ocupado por los poros o espacios vacíos que separan las partículas de arcilla, como porcentaje en el volumen total del material; depende del tamaño de los granos y de su forma; tiene influencia en el secado y en la cocción del material arcilloso.

Comportamiento durante y después de la Cocción:

Cuando una arcilla es sometida a la cocción, ocurren cierto número de cambios en sus propiedades físicas y químicas; las temperaturas a las que tiene lugar dichos cambios y el comportamiento de la arcilla durante la operación de cocción, constituyen factores importantes en las propiedades que alcanzarán los productos finales; las modificaciones experimentadas por dichas propiedades se

///...



APARTADO 839
TELF. 40196
LIMA - PERU

REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS
ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

/// 10.-

realizan según Ladoo & Myers (Ob.cit.), durante los períodos siguientes:

1.- Período de Deshidratación, que es aquel en que comienza el proceso de cocción y en el que se expela la humedad.

2.- Período de Oxidación, es el segundo que se alcanza en el curso de la cocción, a medida que se eleva la temperatura del horno de cochura y durante el cual se produce la eliminación de la materia orgánica y el azufre; el bióxido de fierro (FeO_2) se oxida más, y pasa al estado de óxido férrico (Fe_2O_3).

3.- Período de Vitrificación, es el que sigue al de oxidación; como consecuencia del incremento continuado de las temperaturas, se destruye la textura original de la arcilla, lo que da por resultado una fusión parcial del material y reacciones químicas entre sus componentes. Las temperaturas de vitrificación y la escala de vitrificación, que es la comprendida entre la que corresponde a la vitrificación incipiente y el punto de viscosidad, o sea el de fusión completa hasta convertirse en una masa blanda y viscosa, son factores de suma importancia. Si se pretende obtener un producto vitrificado y los términos extremos de la respectiva escala de vitrificación se encuentran muy próximos, puede ser imposible controlar las temperaturas del horno de cochura con la precisión necesaria para que el artículo en proceso de fabricación, no se funda ni pierda su forma.

Según la naturaleza del uso a que debe ser destinada, la arcilla cocida debe ser sometida a prueba por todas o algunas de las siguientes propiedades:

///...



APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

/// 11.-

Encogimiento después de la cocción.- resistencia a la tensión - Porosidad - Grado de Absorción - Tendencia al agrietamiento, alabeado, y a la formación de ampollas.- Color - Translucidez - Dureza y tenacidad.

Si la arcilla caolínica en cuestión debe usarse con otras materias primas tales como el feldespato y la sílice en el caso de la preparación de la pasta para la fabricación de la porcelana, debe probarse su comportamiento con una mezcla "standard".

Estructura molecular de los Caolinas.-

Generalizando los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas por el Profesor Linus Pauling del Californian Technology Institute (Caltech), sobre la estructura de las micas y otros minerales afines, numerosos investigadores han logrado determinar posteriormente con bastante detalle la estructura molecular de los "minerales de la arcilla", resultando que en la gran mayoría de los casos, consiste en dos unidades estructurales, una de las cuales se compone de dos delgadas capas laminares de moléculas de oxígeno u hidrógeno (OH), estrechamente distribuidas de manera que estén contiguas las unas de las otras, y entre las que los átomos de aluminio, fierro o magnesio, se hallan incrustadas en coordinación octaédrica, de tal modo que se encuentran equidistantes de seis oxígenos u hidrógenos; la segunda clase de unidades estructurales está constituida por tetraedros de silicio; en cada tetraedro un átomo de silicio está equidistante de los cuatro oxígenos u hidrógenos, que se necesitan para equilibrar la estructura acomodada en la forma de un tetraedro, con un átomo de silicio en el centro.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 12.-

Los grupos de tetraedros de silicio están arreglados para formar una malla reticular que se repite indefinidamente dentro de una capa laminar de composición $Si_4O_6(OH)_4$; los tetraedros están además acomodados de manera que las puntas de todos ellos se orientan en la misma dirección, encontrándose sus respectivas bases en un mismo plano.

Algunos "minerales de la arcilla" son fibrosos, y eso sus unidades estructurales son diferentes de las que acabamos de describir y que son las que corresponden a la mayoría de los grupos de minerales arcillosos.- R.E. Grim . . .

En lo que respecta particularmente a la estructura de la caolinita, fué sugerida de manera general por primera vez por Pauling, expuesta después con mayor detalle por Brunner y revisada posteriormente por Brindley y otros, todos ellos citados también por R.E. Grim (ob.cit.). En forma esquemática puede decirse que la estructura de la caolinita consiste en una sola lámina tetraédrica y también otra única lámina octaédrica, combinadas ambas en tal forma, que las puntas de los tetraedros están orientadas en una sola dirección y hacia el centro de la nueve unidad común compuesta por las láminas tetraédricas y octaédricas. En las capas comunes a los grupos octaédricos y tetraédricos, dos tercios de los átomos están compartidos por el silicio y el aluminio, y entonces los oxidrilos se convierten en oxígenos.

Las estructuras de los minerales del grupo de los caolines consisten en los dos tipos de unidades laminares anteriormente descritos, apilados los unos encima de los otros siguiendo la dirección del plano en que están orientadas las bases de los

///...



APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO METALICOS

- /// 13.-

tetraedros; las variaciones que diferencian a los miembros del grupo referido, consisten en las distintas posiciones posibles de los átomos de aluminio en las capas o lechos laminares octaédricos. Numerosas conclusiones referentes a las propiedades de las diversas arcillas del grupo de los caolines, se han obtenido como resultado del estudio detallado de sus respectivas estructuras moleculares.

Aunque desde hace tiempo se aplica el estudio de los efectos de la difracción o desviación de los rayos X en los cristales, para conocer la estructura de las moléculas de los "minerales de las arcillas", recientemente se está utilizando una nueva técnica que se basa en la difracción de los rayos X por los "amas" ó "bolsonadas" de electrones, lo que permite situar la posición de los átomos en el interior de una molécula, habiéndose llegado mediante esta nueva técnica, puesta en práctica por el equipo de los cinco hombres de ciencia de la Universidad de Cambridge (Inglaterra), que recibieron los premios Nobel de Química y Medicina de 1962, a hacer extensiva a las moléculas orgánicas, las investigaciones sobre su estructura íntima, lográndose como en el caso de las complicadas moléculas de proteínas, fijar la situación en un espacio de tres dimensiones de más de 10,000 átomos contenidos en el interior de una sola de dichas moléculas.- (Revista Realités - Juin 1963 - pp.66 et seq.)

Los datos que se obtienen mediante la aplicación de los métodos convencionales de difracción de los rayos X para la identificación individual de los diversos "minerales de la arcilla", tropiezan con el inconveniente de que las características que se obtienen son similares para muchos de ellos, de manera que su identificación precisa se dificulta.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40198
LIMA - PERU

/// 14.-

En lo que se refiere a la determinación general de las arcillas pertenecientes al grupo de los caolines, la aplicación de los métodos de difracción de los rayos X es simple y efectiva, pero la determinación individual de cada uno de los miembros del grupo, resulta difícil.- R.L. Grim (ob.cit.) p.87.

///...



APARTADO 889
 TELF. 40186
 LIMA - PERU

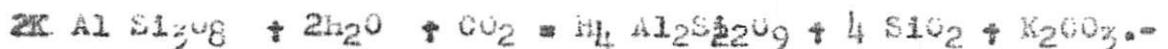
/// 15.-

C.- YACIMIENTOS DE CAOLIN.- OCCURENCIAS.- CL. DE PERUANO.

1.- YACIMIENTOS DE CAOLIN.

El proceso genético de la formación del caolín, fué hace tiempo ^{materia} de vivas discusiones que se suscitaron a consecuencia de una hipótesis lanzada en Alemania por H. Rosler, en la que se llegaba a la conclusión de que el origen del caolín debía atribuirse solamente a un proceso neumatolítico ó a otros procesos hidrotermales afines, debidos a la acción de las aguas y gases liberados de los magmas ígneos a altas temperaturas, opinión que fué rechazada por considerársele inaceptable y citando como argumentos contrarios concluyentes varios ejemplos, entre ellos el del yacimiento de caolín de Weissen en Sajonia (Alemania) de donde se extrae la materia prima para la elaboración de una de las porcelanas más afamadas de Europa.

Según W. Lindgren (19) y otros, el caolín es una arcilla de tipo residual que debe su origen a la descomposición de los feldespatos ortoclásicos (potásicos) por el agua, proceso que se acelera en presencia del bióxido de carbono que acompaña a las aguas pluviales, la solución acuosa resultante no contiene usualmente en las mismas proporciones, los elementos que constituyeron el mineral original; a causa de la hidrólisis dicha solución acusa en la mayoría de los casos reacción alcalina. La descomposición del ortoclás puede explicarse por medio de la siguiente ecuación:



El producto es caolín o también productos coloidales afines.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40195
LIMA - PERU

/// 16.-

El caolín es una sustancia mineral de origen supergénico o sea que fué producida según Lindgren (ob.cit.) - pp. 327 y 833, por alteraciones debidas á oxidaciones directas ó indirectas causadas por el intemperismo y por la infiltración de aguas atmosféricas superficiales ó aguas supergénicas, que ocasionaron principalmente la descomposición de los feldespatos ácidos contenidos en las rocas ígneas originales como pegmatitas, granitos y protógina (*) en las que la moscovita (mica potásica ó mica blanca), aparece asociada con el cuarzo y otros silicatos razón por la cual los residuos de dichos minerales que resistieron a la acción del intemperismo mientras se realizaba la descomposición de los feldespatos, acompañan al caolín como impurezas. Los sedimentos calcáreos no suelen contener nada de caolinita y sólo excepcionalmente en muy pequeñas cantidades, ya que el calcio impide la formación de dicho mineral arcilloso.

Los caolines supergénicos yacen frecuentemente asociados con los depósitos de sulfuros metálicos que contribuyeron a facilitar la descomposición de las rocas ígneas de las que se derivan las arcillas caolínicas, ya que las aguas ácidas descendentes producidas por la oxidación de los sulfuros, aceleraron el referido proceso de descomposición. Las condiciones que favorecieron la formación de tal clase de arcillas, parecen haber sido enteramente similares a las que intervinieron en la formación de algunos yacimientos de halloysita, no conociéndose la razón por la cual el mismo proceso realizado en el mismo mineral original, dió origen a la formación halloysita en algunos casos y de caolinita en otros.

(*).- Roca granítica en la que la mica ha sido reemplazada parcialmente por el talco, y a veces por la serpentina asociada al feldespato (ortosa) y cuarzo.

///...



APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

/// 17.-

Se objeta como errónea la denominación de "caolines sedimentarios" que se aplica impropia-mente a un supuesto sub-grupo de dicho tipo de arcillas que corresponden a depósitos secundarios de caolines que se encuentran en el distrito de Spruce Pine en Carolina del Norte (EE.UU.) y en los que la formación del caolín se originó al constituirse las superficies de erosión, probablemente en el terciario inferior.

Con respecto a la relación de la edad geológica con la formación de los caolines, se ha sugerido que dicho tipo de arcillas es menos abundante en formaciones más antiguas que las de edad devónica; se puede suponer que los caolines pre-existentes formados en los sedimentos muy antiguos, pudieron haber sufrido transformaciones debidas a procesos metamórficos que habrían ocasionado la adsorción de álcalis y tierras alcalinas, que dieron lugar a su transformación en micas. Desde que la caolinita se forma por la acción del intemperismo bajo determinadas condiciones y no bajo otras, sería de esperarse que los antiguos sedimentos de una edad particular y de un área también particular, puedan contener grandes cantidades de caolines, o absolutamente nada de dichas sustancias minerales no-metálicas.

Aunque es indudable que el proceso que dió origen a la formación de los caolines, se debió a la acción del intemperismo, en el caso de los depósitos de Cornwall y Devonshire en Inglaterra, hay evidencia de que la descomposición de la roca original, granito con feldespato ortoclásico, se realizó por vapores a altas temperaturas que contenían boro y flúor en minerales como turmalina y espatofluor, que se encuentran en los residuos - (Encyclopaedia Britannica - Vol. 5- p. 549).

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PÚBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
YELF. 40196
LIMA - PERU

/// 18.-

2.- OCURRENCIAS.-

La distribución geográfica de los yacimientos de cao-
lín es muy vasta, encontrándose en gran parte de países, pero los
de óptima calidad por su alto grado de pureza, son bastante esca-
sos, por encontrarse frecuentemente el material caolínico mezcla-
do con cuarzo, feldespatos no descompuestos, y otras materias extra-
ñas, siendo por tal causa casi imposible enumerar todos los depósi-
tos de probable valor comercial que hay en el mundo; citaremos tan-
solo los siguientes entre los más importantes; separadamente nos
referiremos a los caolínes peruanos:

A m é r i c a

Estados Unidos.- La producción de caolín en los Estados Unidos ex-
perimenta un continuo aumento en su tonelaje y valor anual. Las úl-
timas cifras estadísticas que conocemos (Minerals Yearbook-1960)
(26), acusan para dicho año una producción total de 2.730.451 tone-
ladas cortas, con un valor de US.\$ 45.677,005; habiéndose importa-
do 127,000 toneladas cortas de dicho mineral no-metál. o en el ci-
tado año, lo que representó una disminución de 10% sobre las impor-
taciones del mismo mineral en el año anterior.

México.- Es también un país productor de caolín en regular escala
exporta parte de su producción a los Estados Unidos.

Chile.- Según datos proporcionados por el Departamento de Minas y
Petróleo y transcritos por Tomás Vila (31), la producción de cao-
lín en Chile en el año 1950, fué de 14,000 toneladas, que se con-
sumieron íntegramente en el país.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 19.-

Europa

Francia.- El caolín que se explota desde hace mucho tiempo atrás en los antiguos yacimientos de Saint-Irieix cerca de la ciudad de Limoges, es el que se emplea en las célebres fábricas de porcelana de Sévres y Limoges.

España.- Los yacimientos más conocidos son los de Talapagar y Valdemorillo (Madrid), Lureba (Galicia), Busturia (Bilbao), Cabarrús y Sierra Morona (Andalucía).

Las fábricas de porcelana españolas más importantes, son las de Pickman en Sevilla, Sargadelos (Galicia), Busturia (Bilbao) y Segovia; el caolín de los depósitos de Cabarrús, se empleaba en las antiguas fábricas de porcelana del Retiro y Mancha en Madrid.

Inglaterra.- Se destacan por su importancia, el yacimiento de tierra de porcelana en Plyton en el Devonshire, que abastece a las manufacturas de Liverpool, y también los yacimientos caolínicos del Cornwall.

Alemania.- Los yacimientos de la región de los bosques de Turingia y del valle de Aue en Sajonia así como los de Raesau en Baviera, producen el caolín que se emplea en las famosas fábricas de porcelana ubicadas en dichas regiones de Alemania.

Unión Soviética.- Se espera que a base de la explotación de los depósitos de caolín de buena calidad en el Kazakhestan Oriental recientemente descubiertos, se pueda implantar en Rusia la manufactura de porcelana y otros productos cerámicos.- (The Mining Journal, Vol. 258- No.6611.- London, May 25-962).

///...



APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

/// 20.-

También se explotan en escala considerable en Europa, los yacimientos de caolín de Chiesi en Italia, y los de Apang en Austria descubiertos hace poco y que ya produjeron 78,000 toneladas en 1962, con reservas estimadas para 25 años; así mismo se explotan en Austria con resultados ventajosos los antiguos yacimientos de Pilsen en Bohemia.

A s i a

Además de China y el Japón países tradicionalmente productores de caolín de muy buena calidad y fabricantes de porcelana, Pakistán produce caolín de calidad comercial.

El Gobierno de Ceilán está planeando la erección de una planta de concentración y refinamiento de caolín con una capacidad de 1,500 toneladas anuales, cerca del lugar Boralesgamuwa donde están ubicados los depósitos con reservas probables de dicho mineral arcilloso; el caolín procesado se empleará en una planta de cerámica instalada con ayuda de las Naciones Unidas.- (The Mining Journal- Vol. 258 - No. 66000 - London, Feb. 16-1962. p. 171).

A f r i c a

Egipto y la nueva Federación de Rodesia y Nyasaland, son los principales países productores de caolín en el continente africano.

- - - - -

Como la composición de los distintos caolines tiene gran importancia en el uso a que van a ser destinados, has

///...



REPUBLICA PERUANA
 MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
 TELF. 40196
 LIMA - PERU

/// 21.-

ta el extremo de que cada fábrica emplea los de procedencias determinadas, no sólo por consideraciones económicas sino por las especificaciones particulares que requieren sus productos; se expone a continuación un cuadro ilustrativo sobre las composiciones de varios caolínes, que se emplean en la fabricación de porcelana

Composición Química de Varios Caolínes de Procedencias Diversas, Empleados en la Fabricación de Porcelanas

Ref: Diccionario Enciclopédico Hispano-Americano : 10.-Tomo XVII.-p.33.

Procedencia	SiO ₂	Al ₂ O ₃	H ₂ O	CaO	K ₂ O	K ₂ O	Na ₂ O	Residuo
(1) Saint Irieix	36.25	33.35	12.00	---	2.40	---	---	16.00
(2) Plynton (Hemvonsshire).	44.26	36.81	12.74	2.72	---	---	---	4.30
(3) Passau (Baviera)	45.34	35.18	17.24	1.55	---	---	---	3.4
(4) Aue (Sajonia)	35.98	34.12	11.09	---	0.69	---	---	18.00
(5) Sosa	45.07	38.15	9.69	---	1.80	---	---	5.53
(6) Lockkarewshe	46.75	34.98	13.70	1.25	0.48	0.29	1.34	0.95
(7) Tong-Kong	50.50	33.70	11.20	---	0.80	1.90	---	1.80
(8) Sy-Kang	55.30	30.03	8.02	---	0.40	1.10	2.70	2.00

- (1).- Francia.
 (2).- Inglaterra.

///...



REPUBLICA PERUANA
 MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889

TE. F. 40006

LIMA - PERU

11/22.-

3.- CAOLINES PERUANOS.-

El Ingeniero L. Armas B. (3), señala la existencia de yacimientos de caolín en las siguientes localidades del territorio nacional:

Macato	Prov. de Huaylas
Tacporaque	" " Huaroachiri
Hda. Canibamba	" " Otuzco
Región de Arayoc	" " Cajatambo
Lurigancho	" " Lima

El Ingeniero G. Riverá Plaza (4) (p.133), cita las siguientes ocurrencias de depósitos de arcillas caolínicas en el país:

Localidades.-

- - Muy pura, prov. Chancay y en Castrovirreyna.
- - Con más o menos impurezas: Cercado de Huancavelica, Tamboraque (Huarochiri); alrededores de Pampas (Tayacaja).
- - En los cerros de Hecuary conocida como tierra refractaria.
- - Arcilla plástica saturada de preferencia de NaCl, Salpo.
- - Porcelanita, variedad de color nácar, se encuentra en Puyo (Farinacoches); id. dist. y prov. Concepción.
- - Folarita, var. existente en los esquistos arcillosos. Se parece al talco, esteatita y agalmatolita al extremo de que pueden confundirse fácilmente por sus caracteres físicos, puesto

11/22.-



REPUBLICA PERUANA
 MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
 TELF. 40196
 LIMA - PERU

/// 23.-

que tienen la misma dureza baja, brillo argentino, tacto untuoso, en particular las dos primeras, y color variado: blanco, amarillo, azulado, etc.. Sin embargo, la composición química de la falerita es completamente diferente y en prueba de ello copio los análisis dados por el señor José Luis Paz Soldán (citado por Antonio Raimon dy), de dos muestras procedentes del dist. San Pablo, prov. Cajamarca, donde la ág. y álcalis se encuentran en proporciones mínimas

Análisis de Falerita

<u>Granular escamosa</u>		<u>Compacta</u>	
Sílice	= 49.80%	Sílice	= 40.00
Alúmina	= 28.00"	Alúmina	= 42.10"
Oxido de Fe	= 11.30"	Oxido de Fe.	= 0.40"
Cal	= 1.42"	Cal	= 0.70"
Magnesia	= 0.97"	magnesia	= 0.90%
Agua	= 7.00"	Litina	= c.ssn
Potasa	= c.ssn	K, Na, Cu.	= trz.
		Agua	= 14.00%
	<hr/>		<hr/>
	98.99		98.10 "

Al suscrito le fueron entregadas varias muestras de caolines procedentes de la provincia de Cajatabo, sin especificación pro

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 24.-

cisa de las localidades en que se encuentran los yacimientos respectivos; dichas muestras fueron examinadas en el Gabinete de Mineralogía del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros por los Ingenieros señor Hugo Vásquez Rosas y Srta. Amada Ruiz Caro, y enseguida pasaron para ser analizadas al Laboratorio de Química de la misma institución, habiéndose obtenido los resultados que se insertan enseguida.

La primera muestra signada "A", fué recibida por el suscrito en Diciembre de 1962; el resultado del respectivo estudio mineralógico, consta en el informe suscrito por el Ing. Hugo Vásquez Rosas, con fecha 14 del citado mes y año, y cuyo extracto es el siguiente:

" Muestra "A"

Estructura: terrosa
Color: blanco
Dureza: 1-á-2
Peso Específico: 2.6 (método de Le Chatellier)
Untuoso al tacto.
Adherencia a la lengua y olor terroso al estar humedecida.
En presencia del agua no se hincha, sino que se desmorona en terroncitos.
Forma masas plásticas en contacto con el agua.

Teniendo en cuenta estas características la muestra puede ser clasificada dentro del grupo del CAOLIN."

En los análisis químicos practicados sobre la misma muestra, se obtuvieron los siguientes resultados que aparecen en el

///...



REPUBLICA PERUANA
 MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
 TELF. 40106
 LIMA - PERU

/// 25.-

informe suscrito por el Ingeniero Darío Pachas S., con fecha 10 de Enero de 1963:

" Muestra "A"

SiO ₂ - - - - -	49.60 "
Al ₂ O ₃ - - - - -	43.00 "
Fe ₂ O ₃ - - - - -	Trazas
CaO - - - - -	0 "
H ₂ O - - - - -	0.10 "
Pérdida - - - - -	6.48 "
Alcalinos - - - - -	0.00 " "

Posteriormente en Marzo de 1963, se recibieron otras cuatro muestras de arcillas caolínicas procedentes también de la provincia de Cajatambo y que fueron signadas con los números 1-2-3-4; los resultados de los exámenes mineralógicos y de los análisis químicos practicados, fueron los que se indican en seguida y que extractamos de los correspondientes informes fechados el 26 de Marzo y 27 de Abril de 1963, suscritos por los ingenieros Amada Ruiz Caro C. y Dante Rocca Pereyra respectivamente. También insertamos copia de un cuadro con las características mineralógicas de dichas muestras, preparado por la señorita Ingeniero Amada Ruiz Caro C.:

" Examen mineralógico

Muestras Nos. 1-2-3-4.

Las muestras Nos. 1-2 y 3 de acuerdo a las características físicas determinadas, pueden ser clasificadas dentro del grupo "el caolín."

///...



REPUBLICA PERUANA
 MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889

TELF. 4015

LIMA - PERU

/// 26.-

La muestra No. 4 no ha sido comprendida dentro de ningún grupo debido a que en su composición se observa una mezcla de material arcillosos con granos de cuarzo (pequeña proporción) y probablemente algo de tripoli. "

Se adjunta un cuadro con las pruebas efectuadas:

	Muestra No. 1	Muestra No. 2	Muestra No. 3	Muestra No. 4
ESTRUCTURA	masiva	masiva	masiva	en polvo
DUREZA	1 - 2	1 - 2	1 - 2	no se raya - mancha al vidrio.
COLOR	plomizo con manchas amarillas de óxido de Fe.	plomizo claro	blanco con manchas amarillas de óxido de fierro.	pardo amarillento
PESO ESPECIFICO	2.27	2.5	2.63	2.08
ADHESIVIDAD	Untuoso al tacto. Se adhiere a la lengua.	untuoso al tacto. Se adhiere a la lengua.	untuoso al tacto. Se adhiere a la lengua.	un poco áspero. No es untuoso.
COMPORTAMIENTO EN EL AGUA (hinchamiento)	No se hincha. Se desmorona	No se hincha Se desmorona	No se hincha Se desmorona	- - -
FORMA ESPECIFICA	forma masa plástica	forma masa plástica	forma masa plástica	no forma masa plástica.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 829
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 27.-

Análisis químicos

Muestras Nos. 1-2-3-4

	<u>No. 1</u>	<u>No. 2</u>	<u>No. 3</u>	<u>No. 4</u>
SiO ₂	45.25%	58.22%	57.92%	-----
Al ₂ O ₃	44.94"	37.52"	40.88"	-----
Fe ₂ O ₃	0.45"	0.17"	Trazas	-----
CaCO ₃	-.-	-.-	-.-	95.22
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	
	90.65%	95.91%	98.80%	

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889

TELF. 40195

LIMA - PERU

/// 28.-

D.- MINERIA Y USO DEL TIEMPO EN LAS CAOLINAS.-

1.- Minería.

Las arcillas comunes de calidad ordinaria, sólo podían ser explotadas hasta ahora con razonable margen de utilidad, en la superficie y hasta pequeñas profundidades, para que su costo no excediera a su bajo valor intrínseco, pero los modernos equipos mecánicos para trabajos a cielo abierto se han perfeccionado tanto últimamente, que ya permiten aumentar la profundidad hasta la cual puede extenderse la explotación económica de grandes volúmenes de arcillas a bajo costo, sustituyendo actualmente a los antiguos sistemas de trabajo manual, que están cayendo en desuso.

Las arcillas de alta calidad entre las que prevalecen los caolinos, se explotan mediante la aplicación de alguno de los tres métodos más generalizados para esta clase de trabajos que son: Explotación a cielo abierto.- Disfruto por medio de pozos poco profundos; y o por labores mineras subterráneas convencionales. También se emplean en algunos casos los métodos de minería hidráulica, tanto en las explotaciones superficiales como en las subterráneas poco profundas, en algunos depósitos de caolín residual en Carolina del Norte (EE.UU.) y en casi todos los depósitos de Cornwall en Inglaterra; la desintegración de los depósitos de arcilla se lleva a cabo atacando los frentes de explotación con chorros de agua que salen a presión por las boquillas de los dispositivos llamados "monitores", con mecanismos análogos a los usados en la explotación de "aventaderos" auríferos; al desintegrarse las arcillas caolínicas por el impacto del agua a presión, se incorporan en una pulpa constituida por la suspensión arcilla-agua, la que se eleva a la superficie por bombeo o por elevadores a cuntillo

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889

TELF. 40196

LIMA - PERU

/// 29.-

nes como se hace en el yacimiento de Spruce Pine en Carolina del Norte (EE.UU.), para ser después transportada a la planta de concentración y refinación, por gravedad ó por bombeo. Las pulpas de caolín son en algunos casos bombeadas a distancias considerables (10 á 12 millas); el procedimiento usual en Georgia (EE.UU.) consiste en colocar el material y pasarlo por un mezclador a paletas (blunger) instalado cerca de la mina, adicionándole un desflopolante a la pulpa y bombeándola después hasta la planta. Si el caolín debe ser pre-concentrado antes de llegar a su destino, debe someterse a un proceso de lavado previo, en canales inclinados de madera o en acequias.

El uso de explosivos es muy limitado en la explotación de las arcillas caolínicas, empleándose sólo pequeñas cargas para desintegrar y derribar el material; en algunas explotaciones a cielo abierto se utilizan máquinas cepilladoras (planers), que se aplican a los frentes de explotación de las arcillas y lutitas.

La sobrecarga que recubre los depósitos de caolines es removida en los trabajos a cielo abierto, por medio de dragas ó cangilones de arrastre y por palas excavadoras mecánicas; en los pequeños depósitos de origen residual la sobrecarga se remueve generalmente a mano.

El transporte de los caolines desde los frentes de trabajo en las canteras o desde las boca-minas, se efectúa por lo general en camiones, salvo en los casos en que resulte más conveniente hacerlo por vía férrea ó por fajas transportadoras.

2.- Tratamiento.-

Como gran parte de los minerales metálicos y no-metálicos, los caolines necesitan después de ser extraídos de los depósitos

///...



APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

/// 30.-

donde yacen y antes de ser ofrecidos en las lonjas ó mercados de productos minerales no-metálicos como materias primas industriales, deben ser sometidos a operaciones preliminares de pre-concentración o enriquecimiento por los procedimientos usuales de preparación mecánica de los minerales. Los caolines de alto grado de pureza sólo requieren para despacharse a los mercados, ser secados, molidos y tamizados al tamaño de grano deseado; el material fino es ensacado para despacharlo, el grueso pasa a un clasificador de aire donde se separa la fracción que debe desecharse y el resto se somete a una nueva operación de molienda, en la que se obtiene un producto final con granulometría de 325 mallas por pulgada cuadrada, que es la especificación más adecuada para ser empleado en la industria del jabe. Los caolines residuales suelen contener frecuentemente considerables cantidades de cuarzo, mica y aún feldespato no descompuesto, impurezas que deben ser removidas del caolín antes de ser enviado al mercado, para lo que se requiere un tratamiento adicional cuyos procesos pueden variar, pero que todos se ajustan a los principios generales de hidráulica y gravimetría. La pulpa constituida por la suspensión de la arcilla desleída en el agua, se somete al proceso de levigación, haciéndola pasar por series de largas canoas y bateas estrechas de poca profundidad y ligeramente inclinadas, en cuyo recorrido se asienta la arena y los granos gruesos de mica, todo lo que se extree con palas o por medio de un dispositivo mecánico; de allí la pulpa pasa enseguida a otra serie de bateas de mayor longitud y menor inclinación, a lo largo de las cuales se deposita la mayor parte de la mica restante que se encontraba todavía incorporada a la pulpa en estado de suspensión, y finalmente sigue a unos grandes tanques de sedimentación donde se deposita el caolín. Algunas veces se adiciona a la pulpa un electrolito como el carbonato de sodio, antes de entrar a la primera serie de bateas, con el fin de deflocular a la arcilla y acelerar su asentamiento mediante el uso cuidadoso de los electrolitos adecuados y de

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// ...

Los agentes floculantes en los momentos precisos, se puede mejorar mucho la calidad final de las arcillas caolínicas. La arcilla espesada en los tanques de asentamiento, pasarse seguida a un agitador y después es bombeada a un filtro prensa ó a cualquier otro tipo de filtro de rotación continua, como los filtros Oliver o Portland; la torta ó "cake" filtrado, se seca al aire libre o bien en superficies especialmente preparadas sobre serpentines de vapor, en secadores rotativos, ó en carros cargados que recorren túneles calentados como hornos (tunnel kilns).

Los métodos anotados son los métodos clásicos de tratamiento descritos por Ladoo & Myers en su libro "Nonmetallic Minerals" (18), donde también se indica que aunque dichos métodos todavía se usan, están siendo sustituidos en las plantas modernas, por otros basados en los mismos principios de preparación mecánica, pero valiéndose de equipo perfeccionado en los que se utilizan mesas de concentración, crias vibratorias (jigs), nuevos tipos de clasificadores, habiéndose introducido también el empleo de los modernos procesos de concentración por flotación.

Los caolinos que reúnen las especificaciones generales requeridas en los mercados para su industrialización, son muchas veces sometidos después por los compradores a otros procesos adicionales de tratamiento, para conformarlos a las especificaciones especiales que requieren sus respectivas industrias.

Los yacimientos que producen los caolinos que después de concentrados, alcanzan al 37% ó más de Al_2O_3 y menos de 1% de Fe_2O_3 , pueden ser considerados como fuentes potenciales para la producción de aluminio metálico, con la aplicación de los novisi-

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PÚBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METÁLICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 32.-

mos procedimientos que ya se están poniendo en práctica; más adelante en el capítulo relativo a la "Industrialización y Comercialización de los Caolines", trataremos separadamente sobre "El Caolín como Materia Prima para la Producción de Aluminio Metálico"; en el mismo capítulo nos ocupamos también separadamente y en forma detallada sobre "El Caolín en la Industria Cerámica".

El caolín que se destina como materia prima para la fabricación de esmaltes, o como revestimiento para cubrir la superficie de ciertas plases de papeles, debe ser atonizado en partículas tan finas que solamente un pequeño porcentaje del total del producto, puede exceder de 1 a 2 micrones en sus dimensiones máximas granulométricas.

///...



APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 33.-

E.- CONCESIONES MINERAS EMPADRONADAS.

Padrón de Concesiones Mineras del Año 1963.

Concesiones No-Metálicas de Explotación.- Sustancia: Caolín.

JEFATURA REGIONAL DE MINERIA DE CAJAMARCA

Provincia de Cajamarca

No. 6.- 22 de Noviembre.- Ind.Nac.Cerámica y Anexos S.A. 300 hs. Hda.Jigón

JEFATURA REGIONAL DE MINERIA DE CERRO DE PASCO

Provincia de Pasco

No. 1.-	Amapola	Ind.Nac.Cerámica y Anexos S.A. (50%) Ladislao Aparicio (46%), y Lucio A. Tello (4%)	3	hs.	P.Rucupuri y
"	14.-	Callinhuara	Dedicación He	8	" Yanacancha
"	31.-	Soltero	Lomingo Celadita P.	12	" Jencacancha
"	48.-	Recuperada	Pierre Scarcerieau	24	" "
"	56.-	Elena No. 2	Pedro Aparicio G.	16	" Carhuacocha

JEFATURA REGIONAL DE MINERIA DE HUARAZ

Provincia de Carhuaz

No. 9.- Gaudencia S.M.R.L.Gaudencia de Huaraz 16 hs. Reg.Ushacomabr

///...



REPUBLICA PERUANA
 MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889

TELF. 40196

LIMA - P. 40

111 34.-

JEFATURA REGIONAL DE MINERIA DE LA OROYA

Provincia de Concepción

No. 2.- Don Luis S.M.R.L. Don Luis
de La Oroya 6 ms. C. Pichur

Provincia de Jauja

No. 29.- Rocosa S.M.R.L. Rocosa
de La Oroya 8 ms. C. Huaycha. I.

Provincia de Tarma

No. 72.- San Juan Cía. Minera de
Agregados Cal
careos S. A. 30 " Yuracmarca
y Pinchot

No. 73.- San José No. 2 Cía. Minera de
Agregados Cal
careos S.A. 60 " Yuracmarca
y Pinchot.

JEFATURA REGIONAL DE MINERIA DE LIMA

Provincia de Cajatambo

No. 1.- Inca No 1. Ind. Mac. Cerámica
y Anexos S.A. 40 " Reg. Antarayoc.

" 4.- Félix 2° Ind. Mac. Cerámica
y Anexos S. A. 40 " C. Coloma.

" 5.- San Miguel Ind. Mac. Cerámica
y Anexos S.A. 40 " C. Cutacocha

Provincia de Huancachis

No. 70.- San Antonio
Número Uno S.M.R.L. San Anto
nio Número Uno
de Lima. 24 " C. Chamallán.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PÚBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 36.-

ller's earth" y "miscellaneous clays". (26).

Considerando lo expuesto, es posible que además de las referidas concesiones que aparecen insertas en el Pedrón de Minas, con la denominación estricta de la sustancia mineral a que se refiere, como "caolín", se encuentren englobadas "sensu lato" bajo el rubro general de "arcillas", algunas otras, cuya finalidad sería la explotación de yacimientos de "caolín".

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889

TELF. 40196

LIMA - PERU

/// 37.-

F.- INDUSTRIALIZACION Y COMERCIALIZACION DE LOS CAOLINES.

Las arcillas que integran el grupo de los caolines, deben su nombre y se caracterizan por ser la caolinita la especie mineral que predomina en su composición; ocupan lugar de importancia en la rama de la minería no-metálica por su valor económico como materias primas para varias industrias.

Los caolines suelen clasificarse empíricamente desde los puntos de vista de sus respectivas composiciones y de sus aplicaciones industriales en:

Caolines granulados ó en forma de grava; se presentan en granos cuarzosos duros, mezclados con otros blandos de naturaleza arcillosa.

Caolines Arenosos, que son friables, de textura fina, pero no suaves al tacto, en ellos se encuentra gran porcentaje de granos de arena muy fina.

Caolines Arcillosos, menos friables que los precedentes, forman pasta con el agua y son suaves al tacto, constituyendo por lo tanto la verdadera tierra de porcelana

Hay otro caolín que contiene feldespatos laminares no descompuestos, al que se llama "petunzé", que por presentar propiedades muy diferentes del caolín ordinario, se considera y así debe ser, como un material diferente.

1.- Usos.- Los usos principales de los caolines son en la industria cerámica y como materia prima para la producción de aluminio ne

///...



APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

/// 38.-

tálico; se tratarán en detalle más adelante. Enseguida nos referimos a los usos industriales siguientes:

En la 'Época Colonial se empleaba en el Perú el caolín mezclado con cenizas y fuertemente pisoneado, en la segunda etapa de las operaciones de fundición de minerales de plata en los hornos de reverberos llamados "hornos de pachamanca"; después de desarmar la bóveda para enfriar y extraer el "plomo de obra" obtenido en la primera operación de fundición, se daba comienzo a la segunda etapa para lo que se preparaba el piso con caolín y cenizas, haciéndose en el unas cavidades o copelas, sobre las que se colocaba "el plomo de obra" en pedazos; se volvía a cerrar la bóveda y se prendía fuego, continuando después el proceso en la forma ordinaria de copelación.- Carlos P. Jimenez (15) p. 35.

El caolín se usa en Farmacia como excipiente compatible e inerte en la preparación de ciertas píldoras de sustancias oxidantes como el nitrato de plata y el permanganato de potasio, que no pueden ser asociadas con materias orgánicas. También se emplea el caolín en Farmacia, como sucedáneo de las sales de bismuto en el tratamiento de las úlceras gástricas.

En la industria papelera se usa el caolín como material de relleno y para darles a ciertas clases de papeles una superficie lisa y lustrosa; siendo esa industria fuerte consumidora de caolín como materia prima secundaria.

También se emplea el caolín en las operaciones de estampado sobre algodón en la industria textil, en la clarificación de inos y de líquidos turbios mucilaginosos que contienen además

///...



/// 39.-

sustancias grasas, que tambien son filtrados por papel. Ademas en las industrias quimicas, en la del caucho, y en la fabricacion de cosméticos e insecticidas. En la refinacion de petroleo los cañales se emplean como agentes cataliticos, y para aumentar la viscosidad de los barros en las operaciones de perforacion de los pozos de petrolio por el sistema rotativo, propiedad que es el mismo tienen las bentonitas.

Otras industrias que tambien consumen caolin en diversas proporciones como una de sus materias primas secundarias, son las del cemento, mayolica, y fertilizantes; en la industria de pintura como material espesador (filler) como extendedor (extender) de las sustancias colorantes; en las manufacturas de hilos y linoles, en la de discos fonograficos, en la preparacion de materiales refractarios y como material suave.

Segun Ladoo & Myers (op.cit.), el 55% de la produccion total de caolin de los Estados Unidos en 1946, fue usada en la industria papalera (paper filler and extender), 12% en la del caucho (fillers de automoviles y otros articulos de jete endurecidos), 10% en materiales refractarios y 8% en la industria ceramica.

En un articulo recientemente publicado en la revista "International Science and Technology" por W.G. Boller (5), se da cuenta de las investigaciones que se estan llevando a cabo actualmente en Oak Ridge National Laboratory y en Hanford (E.U.A.), para desarrollar nuevos metodos de tratamiento por adsorcion, para los residuos de desecho (wastes) radiactivos y como el posible empleo con tal fin de materiales naturales como los caolines y otros materiales arcillosos y zeolitos minerales.



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 40.-

2.- Especificaciones.- Aunque existen muchas especificaciones ya establecidas para los caolines y demás grupos de arcillas, por la American Society for Testing Materials (ASTM), por la American Foundrymen's Association, American Oil Chemists Society, American Petroleum Institute (API), Technical Association of the Pulp and Paper Industry, y algunas otras organizaciones nacionales en los Estados Unidos, muchos productores y consumidores de materias primas arcillosas confían en las pruebas realizadas y especificaciones preparadas por ellos mismos, para aplicarlas en conformidad con sus propias necesidades.

Las especificaciones que rigen para los caolines, como son los límites de tolerancia en la composición mineralógica, el tamaño de las partículas y otras propiedades físicas y químicas, son determinadas por los usos finales a que van a ser destinados como materias primas, así por ejemplo, las cualidades más estimadas en los caolines de óptima calidad, que son los que se utilizan en la preparación de las pastas para la fabricación de la porcelana, son la blancura y el grado de fineza de sus granos, así como su plasticidad e infusibilidad durante el proceso de cocción en los hornos cerámicos.

En la industria papelera que como ya hemos manifestado, es la mayor consumidora de caolín como materia prima, las especificaciones esenciales que se requieren son la de una alta retención del material caolínico en las fibras del papel y la de contener baja proporción de sílice y otras impurezas abrasivas, que causan desgaste en la maquinaria que se emplea en los procesos de manufactura; cuando el caolín debe ser empleado para cubrir las superficies de ciertas clases de papeles de una superficie lisa y lustrosa (paper coating), debe ser de un grano sumamente fi-

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 869
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 41.-

no, extenderse uniformemente y producir un buen lustre. Los caolines de grano más grueso se emplean como material de relleno para darles mayor consistencia a papeles de determinada calidad. Las pruebas a que deben ser sometidos los caolines que se pretende usar como materias primas en algunas ramas de la industria del papel, para cumplir con las especificaciones requeridas, son laboriosas y severas.

La presencia del fierro que podría introducirse en las pastas cerámicas o en las pulpas para la fabricación de papeles, es particularmente importante desde el punto de vista del color del producto final fabricado. La presencia de mica blanca (moscovita), es indeseable a causa de los álcalis que se introducirían con dicha impureza, los que tenderían a bajar el punto de fusión de la pasta. Los caolines del tipo denominado en inglés "china stone" que se diferencian de la propia tierra de porcelana o "china clay", y en la que el feldespato de la roca original de donde proviene dicha arcilla, sólo se haya parcialmente descompuesto, y que por lo tanto contiene un porcentaje mayor de álcalis, hace que la pasta sea más fácilmente fusible cuando se emplea como materia prima, cualidad que se aprovecha en la etapa final de la cocción para impartirle lustre vidriado a la porcelana.

La propiedad individual de mayor significación en los caolines y otras arcillas que se emplean como materiales refractarios, es la que se conoce en la industria respectiva con las iniciales P.C.E. (Pyrometric Cone Equivalent), que se determina comparando como se comporta al ablandamiento la muestra de arcilla que se examina, en relación con las temperaturas-tiempo standard de los conos o pirámides triangulares tipos especialmente catalogadas. Los caolines que

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE COMERCIO Y OBRAS PÚBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METÁLICOS

APARTADO 889
TELF. 40197
LIMA - PER

/// 42.-

se usan como material refractario, no sólo deben tener un P.C.E. aceptable sino que deben poder soportar cargas a altas temperaturas en forma de ladrillos standard y cumplir con los requisitos de las pruebas de astillamiento prescritas en las especificaciones, formuladas por la American Society for Testing Materials (ASTM).

Los caolines y otras arcillas que se utilizan en la manufactura de cemento, se seleccionan especialmente para corregir los porcentajes o deficiencias en sílice, óxidos de fierro, o alúmina, que no se encuentran presentes en las rocas calizas disponibles como materias primas básicas para la fabricación de cemento.

Los caolines y bentonitas más adecuados para usarlos en la preparación de barro para la perforación de pozos de petróleo por el sistema rotativo, son las que se hinchan o aumentan de volumen al humedecerse con agua.

Las arcillas caolínicas o de otros tipos, apropiadas como agentes decolorantes y como medios filtrantes, son las que tienen alto grado de absorción y alta actividad para el intercambio de iones. Ladoo & Myers.- Nonmetallic Minerals (18); T. de Po lo.- Clays.- Mineral Facts and Problems (25).

3.- Mercados y Precios.- Según los datos estadísticos oficiales que aparecen publicados periódicamente en los Anuarios de la Industria Minera en el Perú a partir de 1959, los volúmenes anuales y valores respectivos de la producción nacional de caolín son bastante pequeños, aunque es posible que la producción efectiva de dicha sustancia mineral no-metálica sea realmente mayor, debido a que parte de ella se encuentre englobada en las cifras correspondientes

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 43.-

a otros grupos de arcillas.

Los Estados Unidos ocupan un lugar prominente como país productor y consumidor de caolín en el mundo. Según la publicación oficial "Minerals Yearbook" del U.S. Bureau of Mines en 1960 (26), se registró por segundo año consecutivo un sustancial aumento en el tonelaje total y valor de la producción doméstica de dicho tipo de arcilla, que abastece suficientemente su consumo industrial. Las importaciones y exportaciones de ciertas cantidades de dicha materia prima, con especificaciones especiales para determinadas industrias, no alcanzan porcentajes considerables de la producción total, notándose una tendencia a la disminución en las importaciones y al aumento en la exportación. Las importaciones de caolín en los Estados Unidos disminuyeron en 10% durante 1960, y las exportaciones aumentaron en 7% en el curso del mismo año. La mayor parte del caolín importado provino del Canadá, México y Holanda; el mayor porcentaje de las exportaciones fué destinado al Canadá y México. Las cotizaciones del caolín en los Estados Unidos se publican periódicamente lo mismo que la mayor parte de las cotizaciones de los demás minerales no metálicos, en la revista "Oil Paint and Drug Reporter". Sendo el Estado de Georgia el mayor productor de caolín en los Estados Unidos, y en el que están establecidas las plantas de mayor capacidad de concentración y refinación de dicho mineral, es allí donde funcionan los principales mercados donde se cotizan los precios por "short tons" (toneladas cortas de 907 kgs.); en Diciembre de 1960 regían según el citado "Minerals Yearbook" del U.S. Bureau of Mines, los siguientes precios:

Caolín de Georgia, molido en seco, 99% de los granos á 325 mallas por pulgada cuadrada y clasificado en

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889

TELF. 40196

LIMA - PERU 44.-

flotador de aire, en sacos f.o.b. Planta: U.S. \$ 11.00 a 17.00 por "short ton." en carros completos de P.C.- La misma calidad en cantidades menores de carro completo: U.S. \$ 13.50 a 22.50 por "short ton."

Los precios de venta en Chile durante el primer trimestre de 1952, por tonelada de caolín en montón puesto en cancha en la mina, fueron los siguientes:

Caolín de 1a. (33-35% Al_2O_3 y 0.24% Fe_2O_3) = 800-á-1,000 pesos chilenos.

Caolín de 2a. (32% Al_2O_3) = 600 pesos chilenos

Caolín de 3a. (32% Al_2O_3 y 2.10% Fe_2O_3) = 350 pesos chilenos. (31).

Según se desprende de las valorizaciones de las producciones de caolín en 1961 y 1962, que son las últimas publicadas en el Anuario de la Industria Minera en el Perú (23), el precio unitario por tonelada métrica de caolín en el país, que fué de s/o. 450.26 en 1961, subió a más del doble s/o. 983.90 en 1962, lo que aparentemente refleja la indicada tendencia al incremento del precio en los Estados Unidos y probablemente en otros países que exportan caolín al Perú.

4.- Producción.- Según las estadísticas oficiales, la producción nacional de caolín durante el período comprendido entre los años 1952-1962 fué la siguiente:

///...



/// 45.-

1952	158	T.M.
1953	143	"
1954	187	"
1955	87	"
1956	104	"
1957	66	"
1958	49	"
1959	123	"
1960	601	"
1961	466	"
1962	350	"

En el resumen estadístico publicado como Anexo 2 del Anuario de la Industria Minera del Perú (Vol. No. 11 del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros), bajo el rubro "Cinuenta años de minería" aparece (p. 328), que la producción total de caolín durante el período 1903-1953, fue de: 6,517 T.M., con un valor de S/o. 898,173.00

Fuentes de información: Anuarios de la Industria Minera del Perú, correspondientes a los años 1952 a 1962 inclusive (Boletines Nos. 10-11-14-17-19-20-22-23 y 24 respectivamente del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros y Boletines Nos. 25 y 26 correspondientes a los años 1961 y 1962 preparados por la Oficina de Estadística y Economía de la Dirección de Minería.

5.- Consumo.- Las cifras relativas al consumo industrial de caolín producido en el país durante el año 1961, nos fueron comunicadas por el Departamento de Estadística Industrial de la Sub-Dirección de Industrias del Ministerio de Fomento y Obras Públicas, y

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO-METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 46.-

son las que se consignan a continuación:

Año 1961.- Caolín Utilizado por las Industrias Manufactureras Nacionales

<u>Grupos Principales</u>	<u>No. de Registro</u>	<u>Cantidades en Krs.</u>
3312	3.66	5,267
3312	4,544	63,450
3332	193	77,200
3332	1,190	1,398,900
3334	657	75,000
3339	4,124	131,000

El total de caolín consumido conforme a las cifras anotadas, asciende a: 1.774,000 krs. y su valor a S/o. 988,733.00.

Las industrias manufactureras consumidoras de caolín consignadas en los cuadros que se acaban de insertar, pertenecen al Gran Grupo 33 de la "Clasificación Industrial Internacional de las Industrias Manufactureras" que comprende a las "Manufacturas de Productos Minerales No-Metálicos, excepto los Productos Derivados del Petróleo y del Carbón" que se sub-divide en los Grupos Principales siguientes:

- 331.- Manufacturas de Productos de Arcilla para Construcciones.
- 333.- Manufacturas de Cerámica, Loza y Arfarería.
- 334.- Manufacturas de Cemento Hidráulico.
- 339.- Fabricación de Productos Minerales No-Metálicos, no clasificados en otra parte.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40156
LIMA - PERU

/// 47.-

Las Empresas manufactureras se diferencian individualmente por sus respectivos números de registro, que aparecen en la segunda columna del cuadro. Las consumidoras de caolín en 1961 fueron las siguientes:

- 366.- Mayólica Nacional .- Av. Argentina 1710.- Lima.
- 4544.- Cerámicas Mosaicos S.A.- Ap. Ancón Km. 6.
- 193.- Industrias Cerámicas.- Manoa 198.- Lima . . .
- 1190.- Industria Nacional Cerámica y "nexos S.A.- Av. Argentina 3855.- Callao.- Loza Inca (actualmente en liquidación).
- 657.- Electro Cerámica Chimbote.- Villavicencio 250.- Chimbote.
- 4124.- Cía. Min. de Agregados Calcáreos S.A.- Acomayo 101.- Lima.

Una estimación del consumo aparente del caolín por la industria nacional en 1962, se obtendría sumando la producción nacional de caolín en dicho año, que fué de 350 T.M., con la cantidad de caolín importado del extranjero en el mismo año, que ascendió a, alrededor de 561 T.M., ó sea que el consumo total alcanzó a 911 T.M. aproximadamente.

6.- Comercio Exterior.- Importaciones.- Como se ha visto, la producción nacional de caolines sólo abastece parcialmente la demanda de nuestro mercado interno, por cuya razón el Perú no figura entre los países exportadores de dicho tipo de arcillas. Las importaciones de caolines al Perú durante el año 1962, fueron las siguientes:

///...



REPUBLICA PERUANA
 MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
 TELF. 40196
 LIMA - PERU

/// 48.-

<u>Partidas Arancelarias</u>	<u>Cantidad-Kgs.bruto</u>	<u>Valor S/o.</u>
<u>No. 2133</u>		
Caolín y otras arcillas blancas, para uso industrial. -----	555,206	670,897
<u>No. 2134</u>		
Caolín purificado para uso medicinal. -----	5,933	50,094

Los países de origen de donde se importó caolín para uso industrial en 1962, fueron: Alemania Occidental, Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña y México; los puertos marítimos de ingreso fueron: Callao, Matarani y Talara.

El caolín importado para uso medicinal, procedió de Alemania Occidental, Estados Unidos y Gran Bretaña, é ingresó todo por el puerto del Callao.

Fuente de Información: "Estadística del Comercio Exterior 1962".-
 Publicación del Departamento de Estadística de la Superintendencia General de Aduanas del Ministerio de Hacienda y Comercio.- Lima, 1962.
 (24).- p. 496.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PÚBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METÁLICOS

APARTADO 889

TELF. 40195

LIMA - PERU

777 49.-

Importaciones de Loza y Productos Cerámicos
en el Perú, durante el período 1957-1961.

(En toneladas métricas)

	1957	1958	1959	1960	1961
Artículos de loza para uso doméstico	1,536.0	664.8	179.1	255.1	615.2
Artículos de Porcelana	249.3	158.9	114.9	70.8	175.9
Mayólica	1,218.4	918.6	122.7	59.1	54.7
Aparatos Sanitarios	1,379.5	1,151.7	1,272.3	923.3	1,233.5
Otros Artículos de Cerámica	127.4	300.4	68.2	64.6	94.2

Fuente de Información:- "Programación del Desarrollo- Actividades productivas del Perú, 1963.- 3er. Tomo.- La Industria Manufacturera".- p.139.- Publicación del Banco de Reserva del Perú.

7.- El Caolín como Materia Prima para la Producción de Aluminio Metálico.

a.- Generalidades.- Aunque el aluminio es uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre, por encontrarse formando parte como constituyente asociado con otros elementos, en casi todas las clases de rocas; el óxido de aluminio ó alúmina (Al_2O_3) que es el compuesto de dicho metal que por diversas razones se ha venido empleando hasta ahora casi exclusivamente como materia prima en todas partes, para producir el aluminio metálico, sólo se encuentra en la naturaleza bajo condiciones especiales en

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889

TELF. 40196

LIMA - PERU

/// 50.-

en depósitos minerales de alta ley y gran tonelaje, que pueden ser explotados provechosamente. Actualmente la única sustancia mineral importante conteniendo alúmina es todavía la "bauxita", que no es una especie mineral definida, sino un material producido por la descomposición de varias clases de roca, especialmente las feldespáticas, siendo sus componentes principales la "gibbsita" ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$), la "bohemita" ($AlO(OH)$), y la "diaspora" ($AlO(OH)$); la "eliaquita" ($Al_2O_3 \cdot (H_2O)^x$), es una variedad amorfa de grano fino. En general la palabra "bauxita" se emplea para denominar a las mezclas de minerales que contienen óxidos monohidratados y trihidratados de aluminio, que se usan como material primario en la producción de alúmina (Al_2O_3); las mayores impurezas en dichos minerales, son óxidos de fierro, silicatos de alúmina y óxidos de titanio.

Desde fines del Siglo XIX época en que comenzó a ponerse en práctica comercialmente el procedimiento electrolítico de recuperación del aluminio contenido al estado de óxido de alúmina, el consumo de dicho metal liviano de múltiples aplicaciones industriales, continúa creciendo incesantemente hasta la fecha, constituyendo su consumo "per cápita" un índice económico aceptado, para comparar el grado de sub-desarrollo ó de desarrollo relativo, alcanzado por los diferentes países del mundo entero; en 1960 los Estados Unidos consumieron 24 libras (10.88 kgs.), por habitante, y cerca de 10 libras (4.50 kgs.) en promedio anual por cabeza, en todos los países de Europa, en tanto que en los países sub-desarrollados de América Latina, Asia y Africa, el consumo promedio de aluminio metálico "per cápita", no alcanzaba a una libra (0.45 kgs.) al año.

Durante los últimos tiempos, en Estados Unidos que es el mayor productor de aluminio metálico en el mundo, sólo la quinta parte de la "bauxita" consumida como materia prima para la extrac-

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 51.-

ción de su contenido del citado metal, fué producido en el país, y el resto fué importado; en el Canadá otro de los grandes productores mundiales de aluminio, se importan también anualmente unos 11 millones de toneladas de "bauxita". La mayor parte de la "bauxita" de alta ley que importan como materia prima los países altamente industrializados que producen aluminio metálico en gran escala, proviene de países tropicales industrialmente sub-desarrollados, como Jamaica, Guyana de Oro y Brasil (3).

En el Perú no se ha constatado hasta la fecha la existencia de yacimientos de "bauxita" que alcancen el porcentaje mínimo de 73.9% de Al_2O_3 que deben tener las menas de aluminio para ser comercialmente aprovechado.

La insuficiencia de las reservas explotables de "bauxita" en la mayor parte de los países altamente industrializados, que no permite su auto-abastecimiento de dicha importante materia prima, y el anhelo de otros países que como el Perú están tratando de superar lo más pronto su actual estado de sub-desarrollo, ha inducido a los últimos a incluir en sus planes de crecimiento industrial la implantación de su industria propia de producción de aluminio metálico, ya que refiriéndonos a nuestro propio caso, al desarrollarse como se está proyectando, el gigantesco potencial eléctrico del Perú, se contará en el próximo futuro, con abundante energía eléctrica a muy bajo costo, elemento indispensable en la etapa final de producción del metal no-ferroso que nos ocupa, cuyo consumo deberá acrecentarse sustancialmente, como es lógico preverse, al elevarse el "standard" de vida de nuestra población. Las causas anotadas están estimulando desde hace mucho tiempo la realización de investigaciones tecnológicas en los países industrialmente desarrollados, que no cuentan con reser

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 52.-

vas suficientes de "bauxitas", para lograr sustituir el empleo casi único de dicha clase de minerales como fuente primaria para la producción económica de aluminio metálico, por otra mena del mismo metal. Aunque son de diferente índole las razones anotadas, tanto el Perú como los Estados Unidos tienen gran interés por el desarrollo de los nuevos procesos de extracción del aluminio de las arcillas, que son técnicamente factibles, pero que todavía sólo resultan rentables en determinados casos, según se informa en la revista "Mining Journal" (London, Feb. 7-1964-p.89).

En el estudio preparado por el suscrito y publicado en el Bol. No. 5 del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Minero (9), sobre las Sienitas Nefelínicas en el Perú, se expusieron los resultados obtenidos en Rusia Soviética con un nuevo procedimiento metalúrgico que permite producir económicamente en gran escala aluminio metálico, partiendo de la "nefelina" como materia prima en condiciones más ventajosas que el mismo metal que se obtiene partiendo de la "bauxita", siguiendo el clásico procedimiento Bayer.

b.- Procedimiento C.S.I.R.O.- Otra solución satisfactoria del problema anotado, que también puede resultar interesante para nuestro país, parece ser la alcanzada por C.S.I.R.O. División de Química Mineral del Gobierno Australiano, por medio de un nuevo procedimiento para extraer la alúmina contenida en el caolín previamente calcinado y enseguida tratado con ácido sulfúrico; eventualmente puede usarse dicho procedimiento de algunos otros minerales arcillosos crudos, con baja ley original de Al_2O_3 . El procedimiento C.S.I.R.O. tiene la ventaja de que puede recuperarse con facilidad el anhídrido sulfuroso (SO_2) que se produce en la reacción, el que puede después volver a convertirse en ácido sulfúrico regenerado.

///...



APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

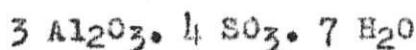
REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

/// 53.-

En caso de emplearse como materia prima algún otro mineral arcilloso en lugar de caolín, no es necesario someterlo al proceso de calcinación previo.

En síntesis, el procedimiento C.S.I.R.O. para extraer la alúmina contenida en el caolín por medio del ácido sulfúrico, se realiza en dos etapas durante las cuales la materia prima que ingresa al sistema, se pone en contacto con el ácido sulfúrico que debe estar a 180°C. de temperatura en la primera etapa, en la que como resultado, se produce un residuo que se desecha y una solución consistente esencialmente en sulfato ácido de aluminio, a la que se añade, en contra-corriente más ácido sulfúrico a la temperatura de 130°C. en la segunda etapa, para convertir así la solución ácida en solución de sulfato de aluminio, al mismo tiempo que se precipita gran parte del fierro y toda la sílice y el titanio. El licor resultante en dicha segunda etapa de digestión, tiene un pH de 3.0 á 3.5 y es de color castaño oscuro, debido a la presencia de una pequeña proporción de sulfato férrico básico, que debe ser removido antes de llegar al producto final, con SO₂ producido con azufre, ó pirritas. Calentando después la solución a una temperatura de 220°C. se obtiene un sulfato básico de aluminio de alto grado de pureza; el producto de la reacción iónica por hidrólisis, tiene en promedio una composición que puede ser representada por la fórmula:



con un contenido de 39.5% de Al₂O₃. El agua y el anhídrido sulfúrico (SO₃), se remueven por calcinación a temperaturas que excedan los 1,200°C.; como resultado final se obtiene alúmina para apropiada para ser convertida en aluminio metálico, mediante el tratamiento electrolítico.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 54.-

Los gases excedentes que contienen SO_2 y SO_3 que pasan con el filtrado en la etapa de la hidrólisis, sirven para regenerar el ácido sulfúrico que vuelve a usarse en la primera etapa de digestión, resultando así un proceso cíclico. Se considera aceptable un escape de 10% de S. con los gases excedentes, pero la pérdida final de azufre en el circuito sólo alcanza a 4%, ya que la mayor parte se recupera en el filtrado después de realizada la reacción iónica de la hidrólisis, y sirve para regenerar en gran parte el ácido sulfúrico reciclado que se emplea en el procedimiento.

La alúmina que se obtiene como producto final es muy pura, pues contiene menos de 0.02% de Fe_2O_3 y 0.02 de SiO_2 , con cantidades insignificantes de otras impurezas. La alúmina obtenida partiendo del caolín como materia prima, resulta con especificaciones superiores a la que se produce empleando "bauxita" de baja ley y otros materiales arcillosos también con bajo contenido de Al_2O_3 .

Todavía no se han determinado con exactitud los costos de tratamiento usando el nuevo procedimiento, para compararlos con los que resultan usando el proceso Bayer partiendo de "bauxitas" de alta ley, pero se cree que el costo de la alúmina producida mediante el proceso C.S.I.K.O. de digestión con ácido sulfúrico que hemos descrito, partiendo del caolín y algunas otras menas de aluminio de baja ley, debe ser al final considerablemente más económico, por emplearse materia prima más barata.

Fuente de Información.- Alumina from Low Grade bauxites and Clay.-
The Mining Journal.- Vol. 259 - No. 6632.- London, September 28-1962.
(1).- pp. 280-83.

c.- Otras Posibilidades y Procedimientos.- Durante parte del mes de Agosto del año pasado 1963, el suscrito y el Ingeniero Luis Alva

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889

TELF. 40196

LIMA - PERU

/// 55.-

Saldaña del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros, recorrieron parte de la región comprendida entre los distritos de San Benito y Cascas de la provincia de Contumazá, el distrito de Cospán de la provincia de Cajamarca y los de Lucma y Uscuil de la provincia de Huánuco, en la zona limítrofe entre los departamentos de Cajamarca y La Libertad, respectivamente, con el objeto de formular con carácter tentativo, un planteamiento para la explotación e industrialización conjunta, de algunos de los recursos minerales existentes en la parte alta de la cuenca de los ríos Chicama y Jequetepeque; los resultados de las observaciones e informaciones obtenidas directamente en el terreno, y los análisis y determinaciones realizadas a nuestra solicitud en los laboratorios y gabinetes del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros, constan en el informe presentado a la Dirección de Minería en Diciembre del citado año. (°).- Entre las posibilidades estudiadas, se contempló la del aprovechamiento en la industria cerámica y como materia prima para la producción de aluminio metálico, de las pirofilitas y otros minerales arcillosos que yacen en la zona metamórfica de contacto que circunda el macizo granodiorítico de Calvayaque, plutón que emerge a ambos lados de la línea imaginaria que constituye el lindero entre los citados distritos de San Benito y Cascas. En el referido informe se dió cuenta de que la Reynolds Metals Co. de Estados Unidos, ha revelado recientemente (Chemical Engineering- Jul. 23-1963 - p.69), que proyecta construir una planta para la reducción electrotérmica de las arcillas con carbón, para producir aleaciones de aluminio y silicio (silumin); se afirma que esas plantas de reducción pueden construirse a bajo costo y que pueden ope -

(°).- Ensayo Preliminar Sobre un Planteamiento para Desarrollar la Explotación e Industrialización de Algunos Recursos Minerales, en la Zona Limítrofe entre los Departamentos de La Libertad y Cajamarca (región del Alto Chicama).- Dic.1963. (Informe Inédito).

/.



REPUBLICA PERUANA
 MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
 TELF. 40196
 LIMA - PERU

/// 56.-

rar económicamente a pequeñas capacidades. Además, el proceso consume menos energía, por lo que no es tan necesario disponer de energía eléctrica muy barata. Reproducimos a continuación un extracto de la descripción que hicimos del referido procedimiento, en nuestro ya citado informe: "La separación del aluminio del silicio se lleva a cabo mediante un proceso desarrollado en Francia por las compañías Pechiney y Uginé (Chemical Engineering - Oct.17-960.- p. 90), el cual consiste en poner la aleación (Al Si) en digestión con triclóruro de aluminio (Al Cl₃) a 1,800°K., con cuya reacción se produce el mono-cloruro de aluminio (Al Cl) volátil, el cual se condensa posteriormente y se descompone espontáneamente en el tricloruro, liberando dos átomos de aluminio muy puro. El tetracloruro es reciclado.

Dicho procedimiento electrolítico de reducción de la arcilla es conocido y fácil de realizar. La aleación que resulta del horno eléctrico es generalmente porosa y quebradiza, su composición varía según la materia prima de la que procede; una composición normal es:

}	Al	-	44.4 %
	Si	-	39.0 "
	Fe	-	3.9 "
	Ti	-	4.1 "

(USA Bureau of Mines.- Report of Investigations - No. 4535 - August 1949).

Los hornos eléctricos son generalmente de arco, con electrodos de carbón o grafito; la recuperación del aluminio de la arcilla es del orden del 90%. La ley de la aleación en aluminio es susceptible de incrementarse si la arcilla es muy aluminosa, o si se añade a la carga aluminio metálico de una operación anterior, aunque no es aconsejable tener aleaciones de más de 50% de Al.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 57.-

La carga del horno es una mezcla de arcilla y carbón, el carbón se añade en un 75% de la proporción estequiométrica, con el objeto de evitar que se forme excesiva cantidad de carburo de silicio, el que se acumularía como carga infusible en el horno.

El titanio forma un compuesto con el aluminio de fórmula $Ti Al_3$, y también forma compuestos con el silicio del tipo $Ti Si_2$ & $Ti_2 Si_3$. Gran parte del titanio se separa durante el enfriamiento de la masa fundida. La aleación extraída del horno pasa posteriormente al tratamiento con tricloruro de aluminio para la obtención del metal puro.

En relación con la cuestión económica, hay que decir que según las referencias disponibles, el valor de las inversiones en una planta de aluminio a partir de arcillas por el proceso electro-térmico es del orden de US. \$ 300 ton/año sin incluir la fuerza eléctrica, de modo que la inversión en una planta para la producción de 15,000 toneladas de aluminio al año, sería del orden de los 4.5 millones de dólares.

El consumo energético se estima en 12,000 kvh. por tonelada de aluminio refinada; hay que señalar el gasto de energía representa aproximadamente el 80% del costo de producción.

El valor de la producción de 15,000 toneladas de aluminio por año, representa al precio de US. \$ 500 por tonelada, la cifra de US. \$ 7,500,000, es decir algo así como 210 millones de soles oro.

Una producción de 15,000 toneladas de aluminio por año, representa un consumo de antracita del orden de 135,000 toneladas; este dato resulta de que se estima que con antracita de 10,000 BTU/lb. y produciendo energía eléctrica mediante vapor de 400 lbs.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 58.-

por pulgada cuadrada de presión, se requieren 5 toneladas de carbón por tonelada de aluminio".

La recuperación del titanio de los residuos de la aleación, puede ser una actividad lucrativa anexa a la actividad principal; el titanio puede obtenerse como óxido ó en estado metálico y constituye un valioso sub-producto.

En la Unión Soviética como ya se ha dicho, se produce aluminio metálico utilizando como materias primas los concentrados de nefelina (silicato de sodio y alúmina de la familia de los feldespatos, que en su estado natural contiene siempre potasa), que se obtienen como sub-productos del tratamiento de las sienitas nefelínicas, que proceden de los depósitos que existen en la península de Kola en la costa del Mar Báltico, y que se utilizan en la elaboración de fertilizantes fosfatados y potásicos. Mediante un nuevo procedimiento, se aprovechan los referidos concentrados de nefelina para producir aluminio-metal. Sobre las ocurrencias de sienitas nefelínicas en el Perú, el suscrito ha informado en un estudio preliminar publicado en 1962, como Boletín Serie-Memorandum No. 5 del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros (9).

8.- El Caolín en la Industria Cerámica.- La palabra cerámica, se deriva del vocablo griego "keramos", cuyo significado se refiere al arte de fabricar vajillas y otros productos, basado en la propiedad de ciertas arcillas de formar con el agua una pasta plástica que se convierte en sólida e inalterable, después de ser sometida a la cocción.

Entre las arcillas que se emplean en la preparación de las pastas para la fabricación de productos cerámicos, la de mayor pureza es el caolín, materia prima básica componente de las pastas que se utilizan en la elaboración de la porcelana, que se dis-

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 59.-

tingue de los otros productos cerámicos, por ser manufacturada con pastas cerámicas caolínicas, duras, translucientes, difícilmente fusibles, y que por la cocción se hacen impermeables y compactas. La porcelana (en inglés "chinaware") se diferencia de la loza corriente (earthenware), por una simple prueba que consiste en interponer un dedo entre el objeto que se supone ser de porcelana auténtica, y la luz, debiendo en caso afirmativo percibirse a través el contorno del dedo.

Los productos cerámicos en general se clasifican según la naturaleza de la pasta cocida que se emplea en su elaboración, en productos porosos e impermeables, los primeros se distinguen por tener una fractura terrosa, permeable a los líquidos y a las grasas, comprende a todos los productos de alfarería, hechos con pastas de barros más o menos coloreados de rojo como son las terra-cotas, y otros productos de barros cocidos; los productos impermeables vitrificados, entre los que son típicos los de porcelana que se caracterizan por ser los más finos, y por ser el caolín la materia prima que forma parte en su composición en mayor porcentaje.

El caolín es como se acaba de decir, la materia prima básica que entra en mayor porcentaje en la preparación de las pastas que se emplean en el proceso de elaboración de las porcelanas, que son los más preciados productos cerámicos por su calidad extraordinaria; los principales centros de producción de las porcelanas se distinguen entre sí, por las características especiales y por la alta calidad artística de sus productos. Entre los más antiguos y famosos de dichos centros de producción, citaremos los siguientes:

Limoges y Sévres (Francia)
Staffordshire (Inglaterra)

/// ...



APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

///60.-

Turingia y Baviera (Alemania)
Copenhague (Dinamarca), y los
de Checoeslovaquia, China y
Japón.

Además del caolín, también entran en la composición de las pastas que se utilizan en la elaboración de las porcelanas, otros ingredientes secundarios que se emplean como flujos o fundentes en proporciones que varían según la composición de las arcillas caolínicas básicas, de su disponibilidad en condiciones económicas en las regiones donde ubican las respectivas fábricas, y de los diversos tipos y calidades de las porcelanas que producen. Entre esos ingredientes secundarios, los más usados son:

1.- Un material rocoso silíceo, que se clasifica como un tipo especial de grés ó asperón (china stone or grit), que se extrae de las canteras donde yace, mediante cargas de dinamita colocadas en huecos taladrados por medio de equipos de perforación accionados por aire comprimido.

2.- Feldespatos, que son silicatos y álcalis, principalmente de potasio y sodio, con pequeñas proporciones de óxidos de fierro, cal y magnesio.

3.- Huesos calcinados (bone ash).

Ref:- Encyclopaedia Britannica.- Vol. 5.- pp. 550 et seq. (14)

De la Enciclopedia "Larousse" du XXme. Siecle" - Tomo 2.- pp. 82-3 (17), extractamos en forma somera los procesos descritos que se usan en Francia para la fabricación de la porcelana: Las pastas se preparan por vía húmeda mezclando íntimamente los ingredientes, ya sea en aparatos desleidores (délayers) o bien en dispositivos mezcladores (malaxeurs) o en molinos pulverizadores (moulin broyeurs), según los casos; el exceso de agua se elimina por filtra

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 61.-

ción en filtros-prensas ó simplemente por desecación parcial al aire libre. Las pastas ya preparadas, se emplean en forma de pulpa o de pasta plástica; los principales procedimientos que se emplean para trabajar las pastas plásticas, son el del torneado conocido desde los tiempos más antiguos y que comprende dos operaciones, la del bosquejado, y la del modelado, que puede ejecutarse a mano o en máquinas; en seguida se llevan a cabo otras operaciones adicionales de acabado que varían según la clase de producto que se elaboran, como el calibrado, prensado, etc. Terminadas de modelar y bien secas, las piezas de cerámica en proceso de fabricación, se someten a la cocción en hornos contruidos con materiales refractarios. En general, salvo para las piezas no esmaltadas, la cocción comprende dos etapas, en la primera se dá a la pasta modelada una consistencia suficiente para que pueda ser sometida al esmaltado por inmersión, por pulverización o por insuflación; las piezas más finas de fayenzas y porcelanas, son cocidas separadamente en compartimientos (cazettes). La decoración de las piezas cerámicas, se hace aplicando las sustancias colorantes bajo o sobre la cobertura a la que se dá el color directamente o bien se colorea la pasta misma (engobe). Las porcelanas duras se decoran casi siempre sobre la cobertura con colores vitrificables, pero también suele hacerse la decoración bajo la cobertura, como se procede con la porcelana Sévres, en la que a veces se colorea la pasta.

Los principales metales cuyos compuestos se emplean en los colores usados para los productos cerámicos, son: el cobre para los colores verdes y azul turquesa, el manganeso para los tonos violetas, el cromo para los verdes, rosa y coral, el antimonio para los amarillos, el estaño para el blanco; el oro se emplea en forma metálica o en compuesto, para los carmines, rosas y violetas. Para medir las temperaturas y seguir el desarrollo de la cocción, se emplean pirómetros, relojes fusibles y "testigos" llamados también "relojes"

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 62.-

modelados con las mismas pastas de los productos sometidos a la cocción; algunos ceramistas de gran experiencia, juzgan todavía "al ojo" las operaciones de cocción.

Glosario de algunos Vocablos Usados en la Industria Cerámica

- Alfarería.- (Inglés: Pottery.- Francés: Poterie.- Arte de fabricar vasijas y otros objetos de barro cocido.- Ver: Cerámica.
- Arcilla.- "Es un término petrográfico, y como la mayor parte de las rocas está constituida por un cierto número de minerales en proporciones variables. La palabra arcilla se emplea con relación a un material de grano fino, terroso, que se hace plástico al ser mezclado con algo de agua".- Dana-Murlbut-Manual de Mineralogía.- p. 160.- (11).
- Arcilla Figulina.- La que contiene caliza, arena, óxidos de fierro, etc. y es de uso corriente en la alfarería.
- Asperón.- (Inglés: China-stone ó Brit.- Francés: Grés).-arenisca de cemento siliceo o arcilloso.
- Biscocho.- (Francés: Biscuit).- Se dá este nombre a las piezas de porcelana no esmaltadas, sometidas a una primera cocción.
- Callana.- (Americanismo).- Recipiente de barro - pedazo de olitesto.
- Caolín.- (Inglés y Francés: Caolin).- Debe su nombre a la corrupción de las voces chinas "kau" que significa "alto", y "ling" colina, ó sea "Alta Colina" (Kau-Ling), nombre de una prominencia de terreno cercana a la localidad de



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

111 63.-

Jauchau Fu, lugar de donde se extrajo dicho material por primera vez hace muchos siglos.- Término petrográfico que se aplica al grupo de arcillas en cuya composición entra como principal integrante la especie mineral "caolinita".- Por su color y aplicaciones el caolín ha sido llamado también "tierra blanca", "arcilla blanca" y "tierra de porcelana".

Caolinita.-

Es una de las especies minerales que forma parte como principal integrante del grupo de los caolines, pertenecientes al género de las arcillas. La composición química de la caolinita es: $(Al_2O_3 \cdot 2H_2O \cdot SiO_2)$ silicato de alúmina hidratado, que es la misma composición química de varias otras especies minerales del mismo grupo, pero que tiene diferente estructura cristalina.

China-Stone.-

Ver: Asperón.

Earthenware.-

(Inclós).- Vajilla hecha de barro cocido

Engobe.-Engobado.-

(Francia).- Operación que consiste en recubrir las piezas de cerámica, totalmente o en parte, con una ligera capa de materia terrosa blanca o coloreada, que oculta el color natural de la pasta. Los "engobes" son generalmente arcillas muy puras desleídas en agua, con óxidos colorantes o con fundentes. La aplicación se hace algunas veces sobre la pasta cruda y otras sobre la pasta cocida. El "engobado" era un procedimiento ya conocido por los antiguos griegos, que solían raspar el "engobe" en algunos sitios de la pieza cerámica y formar así dibujos



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889

TELF. 40196

LIMA - PERU

/// 64.-

grabados, dejando al descubierto la pasta desnuda.- Larousse du XXme. Siécle.- (17).

Fayenza.-

(Francés: Faïence).- Porcelana ordinaria barnizada o esmaltada, que se fabricó originalmente en el cantón de ese nombre del distrito de Draguignan, departamento de Var-Francia.

Figulina.-

(Del latín, Figulinus derivado de Figulus = Alfarero).- Pieza de cerámica de barro cocido.

Grés.-

Ver: Asperón.

Grit.-

Ver: Asperón.

Loza.-

(Del Latín, Lutea, de barro).- Barro fino cocido y barnizado de que están hechos platos, tasas, etc.- Diccionario de la Lengua Española.- XVII Edición.

Mayólica.-

(Del Italiano: Majólica y esta palabra, del latín: Majorca (Mallorca), donde tuvo principio esta manufactura.- Loza común con esmalte metálico, fabricada antiguamente por árabes y españoles, que la introdujeron en Italia.

Mitu.-

(Quechua).- Barro, Arcilla, para alfarería.

Petuncé.-

(Palabra francesa derivada del chino: Petún-Tsé).- Es la denominación que se da en la industria cerámica a la "pegmatita", roca cuyos principales componentes son el cuarzo y el feldespató, y que se usa como materia prima secundaria en la fabrica -

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889

TELF. 40196

LIMA - PERU

/// 65.-

ción

ción de la porcelana. La palabra Petun-Tsé no tiene el mismo significado en Europa donde se aplica a la materia prima tal como se encuentra en la naturaleza, que en la China, donde sirve para designar dicho material sometido de antemano a una preparación preliminar, y que se expende en forma de panes o la drillos.

Porcelana.-

Cerámica blanca de calidad muy fina impermeable y translúcida, de superficie muy dura y pulida.

Poterie.-

(Francés).- Ver: Alfarería.

Pottery.-

(Inglés).- Ver: Alfarería.

Stoneware.-

Cacharros, objetos de barro cocido como cazuelas, tiestos y ollas de barro.

Terra-Cotta.-

(Italiano) = Tierra cocida.- barro que se dá a una calidad especial de producto cerámico de alfarería.

Tiesto.-

Ver: Callans -Stoneware.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 66.-

G.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

A las "Consideraciones Generales acerca de los Minerales No-Metálicos y su Régimen Legal en el Perú", expuestas en nuestro informe presentado ante la Dirección de Minería con dicho título en Julio de 1962, y como síntesis de todo lo manifestado en esta Memoria, debemos agregar las siguientes Conclusiones y Recomendaciones que se refieren especialmente a la posibilidad de desarrollar en mayor escala la explotación de la importante rama de la minería no-metálica que comprende la extracción y concentración de los llamados "Minerales de la Arcilla", entre los que se encuentra el grupo de los caolines, cuyas características en sus diferentes aspectos como minerales industriales han sido el tema del presente estudio, porque pueden contribuir en proporción considerable a la diversificación de nuestra producción minera, como fuente de materias primas para nuestra industria manufacturera, muchas de las cuales deben importarse, pudiendo producirse otras, que permitirían la implantación de nuevas industrias manufactureras.

- Conclusiones -

a).- Aunque está comprobada la existencia en el Perú de algunos yacimientos de caolín de buena calidad, su explotación se ha realizado hasta la fecha en pequeña escala, por no haberse estudiado todavía debidamente el potencial minero de los depósitos de dicha sustancia mineral descubiertos hasta ahora, y que por las condiciones genéticas "sui generis" que determinan su manera de yacer, raras veces suelen alcanzar en otros países proporciones de magnitud considerable.

///...



APARTADO 889

TELF. 40196

LIMA - PERU

/// 67.-

b).- Como puede verse en los párrafos "4.- Producción" y "5.- Consumo" del "Capítulo F.- Industrialización y Comercialización" de la presente Memoria, la producción nacional de caolín no abastece actualmente las necesidades del consumo industrial del país, observándose que entre las industrias manufactureras consumidoras de nuestra modesta producción de dicha materia prima, sólo figuran las industrias cerámicas, de lo que se desprende que nuestra industria de papel que está desarrollándose en forma satisfactoria y con perspectivas muy favorables para el futuro inmediato, y que tanto en los Estados Unidos como en otras del mundo, es la que requiere un mayor consumo de caolín, en nuestro país debe abastecerse solamente de las importaciones de dicho material.

c).- A pesar de que como se acaba de manifestar la mayor parte de la producción nacional de caolín es consumida por las industrias cerámicas en el país, dicha sustancia a pesar de su alto grado de pureza, no se utiliza en la fabricación de porcelana fina, en la composición de cuya pasta básica, forma parte el caolín como principal e insustituible materia prima, sino que es empleado en mezclas con otras materias primas arcillosas, en la fabricación de loza, mayólica y otros productos cerámicos de calidad intermedia. Los antiguos peruanos famosos por su habilidad artesanal y artística tradicional en la elaboración de objetos cerámicos, destinados tanto a fines utilitarios como al arte ornamental y decorativo; no alcanzaron a conocer la técnica de los procedimientos de fabricación de la porcelana fina, cuya manufactura no ha llegado a implantarse hasta ahora en el país, no obstante de que como se ha dicho, actualmente se explotan algunos depósitos de caolín de buena calidad.

d).- No se tienen datos precisos sobre las fuentes de abastecimiento de las demás industrias manufactureras nacionales (textiles, químicas, caucho, cosméticos, fertilizantes, insecticidas, pi.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889

TELF. 40196

LIMA - PERU
/// 68.-

turas, materiales refractarios, abrasivos, discos fonográficos, etc.), que usan caolines como materias primas secundarias.

En lo que respecta al caolín que consume la industria del petróleo en la perforación de pozos por el sistema rotativo, y en las operaciones de refinación, se supone que debe ser material importado, por ser Talara uno de los puertos peruanos por los que se interna caolín del extranjero; y

e).- Los notables progresos alcanzados recientemente como resultado de las investigaciones realizadas sobre la reducción electrotérmica de las arcillas con carbón, para producir aleaciones de aluminio y silicio (silumin), en las que posteriormente se separa el aluminio metálico mediante un proceso desarrollado en Francia por las compañías Pechiney y Ugine, que han puesto de manifiesto la posibilidad de producir aluminio metálico, partiendo de los "minerales de la arcilla" como materia prima, en plantas de costo moderado, que pueden operar económicamente a bajas capacidades, con las ventajas adicionales de que en el proceso se consume menos energía eléctrica que en los procedimientos convencionales, por lo que no es tan necesario contar con el suministro de energía eléctrica muy barata. En reciente información ya citada anteriormente, se ha revelado que la Reynolds Metal Co. que se cuenta entre las mayores productoras de aluminio en los Estados Unidos, planeaba construir una planta para producir "silumin" partiendo de las arcillas.

También ofrece perspectivas económicas muy halagüeñas, la posibilidad de la aplicación del procedimiento australiano C.S.I.R.O. para producir aluminio metálico partiendo del caolín y de algunas otras menas de aluminio de baja ley.

Como hasta ahora no se han descubierto en el Perú depósitos de "bauxita", mineral que ha sido hasta ahora la única fuente

///..



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889
TELF. 40196
LIMA - PERU

/// 69.-

te de materias primas para la producción comercial de aluminio metálico por los procedimientos convencionales de la metalúrgia de dicho metal, que tiene en la actualidad destacada importancia industrial, por lo que es muy conveniente seguir de cerca el perfeccionamiento de los nuevos métodos destinados a extraer el aluminio metálico contenido en las arcillas, en condiciones económicas.

- Recomendaciones -

1.- Con respecto a la necesidad de desarrollar la explotación de los depósitos de caolín cuya existencia se conoce en el territorio nacional, y a las labores de prospección encaminadas hacia el descubrimiento de nuevos yacimientos de dicha sustancia mineral no-metálica, insistimos sobre la recomendación que formulamos anteriormente en varias oportunidades con carácter general, sobre la necesidad de que el Instituto Nacional de Planificación acuerde la prioridad que le corresponde por su importancia, a la intensificación por todos los medios (levantamientos aerofotográficos y geológicos, investigaciones geológicas y geofísicas y demás métodos de prospección minera), empleando por los organismos técnicos estatales dependientes de la Dirección de Minería (Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros, Comisión de la Carta Geológica Nacional), así como estimular la iniciativa privada, dándole facilidades en los laboratorios y gabinetes y ayuda del personal técnico de dichas dependencias del Estado, para fomentar el descubrimiento de nuevos depósitos de sustancias minerales no-metálicas comercialmente explotables, y a la vez estudiar el potencial minero de los yacimientos cuya existencia es ya conocida.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889

TELF. 40196

LIMA PERU

/// 70.-

2.- Tratar de conseguir por medio de nuestros representantes ante las Conferencias Internacionales a las que concurre el Perú, y que se están realizando con frecuencia ahora, y que tienen por objeto acordar nuevas normas para el intercambio comercial, tales como la Conferencia de Ginebra, y otras convocadas por organizaciones especiales como GATT (Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio), ALALC (Asociación Latino Americana de Libre Comercio), ALPRO (Alianza para el Progreso), CIAP, ACE, CIES, CECLA, OCEP, CEPAL, ALALAR, etc., con el fin de negociar condiciones equitativas de intercambio con los países que las integran, para las materias primas minerales que exportamos e importamos.

3.- Necesidad de establecer una clasificación y formular una nomenclatura precisas, de las sustancias minerales no-metálicas que se producen en el país y las que se importan del extranjero, lo que entre otras ventajas, permitiría realizar la coordinación efectiva de las informaciones estadísticas a que se refieren las disposiciones contenidas en el Artº 23 de la Ley No. 13720 de Promoción Industrial y en los Arts. 82º, 93º y 94º de su Reglamento, y que el Instituto Nacional de Normas Técnicas Industriales y Certificaciones (INATEC), facilite su labor de establecer las normas y especificaciones técnicas a que deben sujetarse las materias primas industriales de origen no-metálico.

4.- Necesidad de establecer en el Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros, un Departamento de Investigaciones Geológicas y Tecnológicas de los "Minerales de la Arcilla", de organización similar a los que ya funcionan en México como dependencia del Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas (IMIT), en Venezuela, del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889

TELF. 40196

LIMA - PERU

/// 71.-

(IVIC), en Francia, de la Société Française de Ceramique, y en Bélgica, del Comité Belge pour l'Etude des Argiles; y

5.- Planificar la racionalización general de la productividad de la Minería No-metálica, en la que se incluye la explotación de los caolines.

Lima, Abril de 1964.


Ing. Augusto Cabrera La Rosa.

Al: Sr. Ing. Andrés Bravo Bresani
Director de Minería.

TBB/-



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889

TELF. 40196

LIMA/PERU 72.-

H.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.-

- (1).- Alumina from Low Grade Bauxites and Clay.- The Mining Journal.- Vol. 259.- No. 6632.- London, September 28-1962.
- (2).- Argall, Jr., G.O.- Industrial Minerals of Colorado.- Quarterly of The Colorado School of Mines.- Vol. 44 - No. 2 - Golden, Colorado (USA).- April, 1949.
- (3).- Armas Berendsohn, L.- Algunos Recursos No-Metálicos de Probable Desarrollo en el Territorio Nacional y su Clasificación en los Mercados.- Informaciones y Memorias, Boletín de la Soc. de Ingenieros del Perú.- Tomo XLIV.- No. 1 - Lima, 1943.
- (4).- Bates, R. L.- Geology of the Industrial Rocks and Minerals.- Harper & Brothers, Publishers.- New York, 1960.
- (5).- Belter, W.C.- Radioactive Wastes.- International Science and Technology.- No. 12 - New York, December, 1962.
- (6).- Blondel E.- L'Economie du Sous-Sol dans les Pays Sous-Developés.- Collection Tiers-Monde.- Presses Universitaires de France.- Paris, 1961.
- (7).- Brady, J.S.- Clays and Clay Products.- Canadian Mineral Industry.- 1959 (Preliminary).- Department of Mines and Technical Surveys.- Ottawa, Canadá, 1959.
- (8).- Bravo, J.J.- Lecciones de Mineralogía.- II Parte.- Mineralogía Descriptiva.- Familia de los Silicatos de Alúmina (Género Arcillas) - pp. 29-30.- Copias editadas por sus alumnos de la Escuela de Ingenieros.- Lima, 1908.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889

TELF. 40196

LIMA - PERU

/// 73.-

- (9).- Cabrera La Rosa, A.- Minerales No-Metálicos.- II-Sienitas Nefelínicas.- bol. Serie Memorandum No. 5. del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros.- Lima, 1962.
- (10).- Clays and Clay Minerals.- Vol. 9.- Proceedings of the Ninth National Conference on Clay Minerals of the National Academy of Sciences, National Research Council Purdue University.- Pergamon Press Ltd.- London, 1962.
- (11).- Dana-Hurlbut.- Manual de Mineralogía.- Tercera edición.- Editorial Reverté.- Barcelona, 1960.
- (12).- Enciclopedia Universal Ilustrada, J. Espasa é Hijos.- Caolín.- Tomo 11.- pp. 374 et seq.- Barcelona, 1922.
- (13).- Grin, R.A.- Clay Mineralogy.- Mc.Graw-hill Book Co. Inc.Editors. New-York, 1953.-
- (14).- Match, J.H.- Caolín (China Clay).- Encyclopaedia Britannica.- Vol. 5 - pp. 545 et seq.- Chicago - Toronto - London. 1942.
- (15).- Jiménez, C.I.- Historia Histórica de la Minería en el Perú.- Separata de Síntesis de la Minería Peruana.- Tomo I.- Publicación de la Dirección de Minas y Petróleo.- Imprenta Torres Aguirre.- Lima, 1924.
- (16).- Lacouture, J. et Baumier, J.- Un milliard d'Hommes, le Poids du Tiers Monde.- Arthaud, Editeur.- Paris, 1962.-
- (17).- Larousse du XVe. Siécle, publié sous la direction de Paul Augé
Caolín.- tome 4me.- Paris, 1931.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PÚBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METÁLICOS

APARTADO 889

TELF. 40196

LIMA - PERU

/// 74.-

- (18).- Ladoo, R.S. & Myers, W.M.- Nonmetallic minerals.- Mc.Graw-Hill Book Co. Inc.- Second Edition.- New York, 1951.
- (19).- Lindgren, W.- Mineral Deposits.- Mc.Graw-Hill Book Co.Inc.- Edition.- New York, 1919.
- (20).- Mineral Information Service.- Aluminum.- Vol. 10 - No. 7.- July 1-1957.- Department of Natural Resources.- Division of Mines.- State of California.- U.S.A.
- (21).- Ministerio de Fomento y Obras Públicas.- Dirección de Industrias y Electricidad.- Informativo No. 5-Del 4.- Establecimientos Industriales Inscritos en el Padrón Industrial durante el Tercer Trimestre del año 1961.- Lima, Octubre de 1961.
- (22).- Ministerio de Fomento y Obras Públicas.- Dirección de Minería. Padrón de Concesiones Mineras del año 1963.-
- (23).- Ministerio de Fomento y Obras Públicas.- Dirección de Minería. Anuario de la Industria Minera del Perú, 1962.- Bol. no. 26 preparado por la Oficina de Estadística y Economía.- Lima, 1962.
- (24).- Ministerio de Hacienda y Comercio.- Departamento de Estadística de la Superintendencia General de Aduanas.- Estadística del Comercio Exterior 1962.- Lima, 1962.
- (25).- Polo T. de.- Clay.- Mineral Facts and Problems.- Bull.585-U.S. Bureau of Mines.- Government Printing Office.- Washington, 1960.
- (26).- Polo T. de, & Brett, E.A.- Clay.- Minerals Yearbook 1960.- U.S. Bureau of Mines.- Government Printing Office, Washinton, 1961.

///...



REPUBLICA PERUANA
MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS

ESTUDIOS SOBRE MINERALES NO - METALICOS

APARTADO 889

TELF. 40196

LIMA - PERU

111 75.-

- (27).- Rivera Plaza, G.- Métodos de Examen Mineralógico.- Segunda parte.- Minerales de Aluminio.- Lima, 1956.
- (28).- Selective flotation.- The Mining Journal - Vol. 259 (July-December 1962).- p. 187.
- (29).- U.S. Geological Survey.- Clay Investigations in the Southern States.- (1934-1935).- Government Printing Office, Washington, 1940.
- (30).- Vásquez Losas, A.- Guía Minera.- Lima, 1957.
- (31).- Vila, F.- Recursos Minerales No-Metálicos de Chile.- Tercera Edición Actualizada.- Editorial Universitaria S.A.- Santiago de Chile, 1953.