

6
H 2222
C 19

37861

**CAOLINES DE LA PROVINCIA
DEL CHUBUT**



**RECOPILACION Y EVALUACION
DE LA INFORMACION EXISTENTE
SOBRE LOS YACIMIENTOS DE LA PROVINCIA**

O/H. 2222
C 19

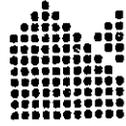
CIIM 1993

L 2222
422283



Centro de Investigación
para las Industrias Mineras

del Sistema INTI
Instituto Nacional
de Tecnología Industrial



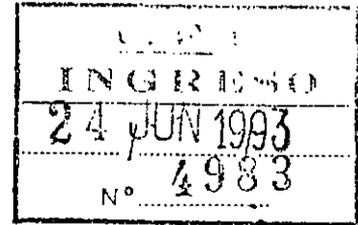
INTEMIN

Parque Tecnológico Miguelete
Casilla de Correo 157
1650 - San Martín
Provincia de Buenos Aires
República Argentina
Tel.: 752-5894 - 755-6161
Internos 542/543
Fax: 755-2102

Tel-Fax 54-1-755-7255 (directo)

Buenos Aires, 24 de junio de 1993

SEÑOR
SECRETARIO GENERAL
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
ING. JUAN JOSE CIACERA
S _____ / _____ D



REF.: EXPTE. CFI 2490/93

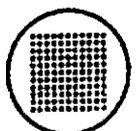
De mi consideración:

Me dirijo a usted con el objeto de hacerle llegar el informe final del estudio realizado sobre los caolines de la provincia del Chubut. El mismo fue realizado en consulta con las autoridades mineras de la provincia mencionada.

Quedando a su disposición para cualquier aclaración sobre el mismo, lo saludo con distinguida consideración.

ING. HUGO NIELSON
INTEMIN

Tres ejemplares del informe quedan en el Arch.
Aprob. de los Recursos





INDICE

RESUMEN

1. INTRODUCCION

- 1.1. Objetivo
- 1.2. Antecedentes
- 1.3. Desarrollo del trabajo

2. APLICACIONES INDUSTRIALES DEL CAOLIN

- 2.1. Usos tradicionales
- 2.2. Otros usos no tradicionales

3. EVALUACION DE LOS ANTECEDENTES DE LOS YACIMIENTOS DE CAOLIN DE LA PROVINCIA DEL CHUBUT

- 3.1. Consideraciones generales
- 3.2. Resumen de los antecedentes de cada yacimiento
 - 3.2.1. Area del valle inferior del río Chubut
 - 3.2.2. Area Alto Rio Senguerr
- 3.3. Plantas de tratamiento
- 3.4. Estudios orientados a la obtención de caolín papelerero

4. CONCLUSIONES

5. RECOMENDACIONES

6. BIBLIOGRAFIA



1. INTRODUCCION:

El presente trabajo se realiza en cumplimiento del convenio firmado entre el Consejo Federal de Inversiones (CFI), la Dirección de Minería de la Provincia de Chubut y el Centro de Investigación para las Industrias Mineras (CIIM-INTI).

1.1. Objetivos:

- Evaluación de los estudios realizados sobre los yacimientos de caolines de la provincia del Chubut, tanto desde el punto de vista mineralógico-geológico como tecnológico, en relación con las posibles aplicaciones industriales de los mismos, en especial en mercados no tradicionales.
- Recopilación de antecedentes bibliográficos en relación con el uso de caolines para diferentes industrias y nuevas aplicaciones.

1.2. Antecedentes:

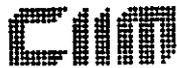
En la Patagonia están ubicadas las áreas caolinizadas más importantes del país: valle inferior del río Chubut (provincia del Chubut) y San Julián (provincia de Santa Cruz), estimándose que el 75% de la producción nacional, proviene de los yacimientos de la provincia de Chubut (Iñiguez, et.al., 1988).

Los depósitos de caolín del Chubut han sido estudiados por distintos investigadores tanto desde el punto de vista geológico-mineralógico como tecnológico.

En cuanto a las posibilidades de su uso, no escapa la evidencia práctica de que la industria cerámica los utiliza desde hace más de cuarenta años.

Respecto a la producción de un caolín apto para la industria papelera, existe en la zona del Dique Ameghino una planta de clasificación por hidrociclonado que se construyó para lograr productos que cumplan con los requerimientos de los grados papeleros (carga y cobertura). Sin embargo, la industria papelera no encuentra satisfecha su demanda en el mercado local y debe recurrir a la importación de dicha materia prima.

Ciertamente, es esta circunstancia la que ha orientado los esfuerzos de distintos investigadores (de empresas y de organismos oficiales) tendientes a estudiar las posibilidades de obtener un caolín grados carga y cobertura a partir de distintos recursos locales, en particular de la zona mencionada.



1.3. Desarrollo del trabajo:

Se realizó una recopilación de todos los antecedentes publicados, disponibles en la biblioteca del CIIM, la Secretaría de Minería de la Nación y la Dirección de Minas y Geología de la Provincia del Chubut, como así también de estudios realizados en forma particular por empresas mineras que se hallan en la actualidad explotando distintos yacimientos en la provincia.

Se efectuó también una búsqueda bibliográfica en relación con las aplicaciones industriales del caolín, tanto sobre las tradicionales, que representan la mayor parte del volumen del mercado de caolines, como sobre otro tipo de aplicaciones no convencionales que en general representan un volumen de mercado menor.

Por último se visitaron la mayor parte de los yacimientos en explotación pertenecientes a las empresas: Piedra Grande SA., Caolinería SRL., Minera Patagónica SA., Minera Ameghino SA. y Caolines Argentinos SA., teniéndose oportunidad de visitar las respectivas plantas de tratamiento de mineral.

2. APLICACIONES INDUSTRIALES DEL CAOLIN:

La evaluación de un depósito de caolín, para distintos usos, depende de una correcta apreciación de los requerimientos del mercado y de las posibilidades y limitaciones del procesamiento del mineral.

Muchas de las propiedades significativas que se requiere de un caolín para sus distintos usos son más bien físicas que químicas. Es por lo tanto muy importante que los tests de control de dichas propiedades se realicen en forma estandarizada e igual tanto por parte de los productores como de los consumidores (Bristow, 1992).

2.1. Usos tradicionales:

2.1.a. Industria del papel:

La producción de papeles para diario, que incluyen de 3-5% de caolín como carga, y la producción de muchos papeles para impresiones y escritura, que incluyen hasta más de un 35% de caolín hacen que, por los volúmenes que se manejan, la industria papelera se constituya en el segmento más importante del mercado de aplicaciones del caolín.

Aún cuando en los últimos tiempos en la industria papelera se produjeron cambios en las tecnologías que permitieron la introducción del uso de otro tipo de minerales como carbonato de calcio, talco etc., el uso de caolín como carga sigue representando un 55 % de todas las cargas usadas y un 60 % de todos los minerales usados como pigmentos de cobertura (Anónimo, 1991).



La incorporación de caolín en el papel como "carga" sirve para disminuir la cantidad de pulpa celulósica usada y como "cobertura" sirve para mejorar las características de la impresión pues aumenta la opacidad, el lustre, la blancura y mejora la absorción de la tinta. Estos grados, carga y cobertura, difieren principalmente en sus propiedades físicas.

En terminos generales, los caolines para cobertura tienden a ser mas blancos y más finos que los usados como carga, y aunque el límite no es algo estricto se acostumbra especificar el porcentaje en peso por debajo de 2 u.m para diferenciarlos.

Ambos usos requieren determinadas distribuciones granulométricas, baja abrasividad y determinados valores de blancura.

Para su uso como cobertura se requiere que además tenga un adecuado comportamiento reológico (dependiente de las impurezas solubles presentes, forma, tamaño y distribución de tamaños de partículas), ya que será usado como una pulpa acuosa, cuya viscosidad es la responsable del peso de la cobertura, de la opacidad y de la uniformidad que se logre (Anónimos: 1988,1989).

Además, es deseable que la abrasión (Valley) oscile entre 5-9 mg de pérdida, no debiendo superar los 20 mg y que se obtengan valores de viscosidad, determinada por normas TAPPI, de 550 cp a 10 rpm y 300cp a 100 rpm, determinadas con huso N^o3 (Favero, 1973).

En el mercado internacional se comercializan caolines para papel en una amplia gama de calidades y precios, obtenidos por distintos procedimientos, según sean las características del mineral en el yacimiento:

- Caolín lavado: obtenido por procesamiento en medio acuoso que incluye desarenado y clasificación por hidrociclones.
- Caolín clasificado por vía aérea: desarenado y clasificado por ciclones aéreos.
- Caolín con alto contenido de partículas finas: obtenido por procesamiento en medio acuoso que incluye clasificación por medio de hidrociclones y centrífugas.
- Caolín blanqueado: obtenido por distintas técnicas como uso de agentes químicos, flotación de impurezas o filtración magnética.
- Caolín delaminado: obtenido por procesamiento en medio acuoso que incluye una delaminación para romper los "libros" de caolín en partículas individuales.
- Caolín calcinado: obtenido por calcinación a bajas temperaturas etc. (Harben, 1979).

2.1.b. Industria cerámica:

La industria cerámica se constituye en otro importante segmento del mercado de aplicación del caolín. Incluye diferentes sectores de producción: vajilla, sanitarios, azulejos, pisos cerámicos, porcelana eléctrica.

En todos estos sectores se producen piezas blancas y en cada uno de estos sectores, se usan una amplia variedad de formulaciones, distintos procesos de producción de las piezas y distintas condiciones de cocido de las mismas, en función de las propiedades

finales que se desean en el producto terminado. Ello permite el uso de caolín y/o de arcillas plásticas (conocidas como ball clay). A diferencia de la industria papelerera, la industria cerámica puede hacer uso de una mayor variedad de arcillas, generalmente más económicas, de provisión local y cercana a las plantas de producción, solas o mezcladas con otras de mejor calidad (Bristow, 1987).

El nombre ball clay, describe un material de granulometría muy fina, muy plástico, compuesto por una mezcla aproximada de 70% de caolinita desordenada, con illita, cuarzo, montmorillonita, clorita y pequeñas cantidades de material orgánico (p.ej. lignito), que determina el color en crudo el cual desaparece durante el quemado (Loughbrough, 1992; Anónimo, 1976).

Si bien el caolín es mucho mas buscado por los ceramistas por su blancura y uniformidad, su grueso tamaño limita la plasticidad de la pasta cerámica, a diferencia de las ball clays que, por su granulometría mucho mas fina, le confieren plasticidad y poder aglutinante a la pasta (Anónimo, 1976).

La selección de una determinada combinación de caolín y ball clay, depende del método de producción usado y de las propiedades buscadas para el producto. Así por ejemplo:

- un alto contenido de materia orgánica en la ball clay modifica la cantidad de defloculantes a usar pero mejora el proceso de moldeo; el color oscuro que le imparte a la pieza, desaparece con un tiempo de quemado adecuado (Bristow, 1989).
- la contaminación con hierro, cobre, cromo o manganeso ya sea en compuestos independientes o adsorbidos en la estructura del caolín, disminuyen la calidad del producto final. En el caso de una porcelana bone china, un contenido total de hierro superior al 0.6-0.7 % de Fe_2O_3 disminuye la blancura.
- la presencia de arcillas expansivas como la montmorillonita, altera la viscosidad de la pasta y el tiempo de moldeo (Anónimo, 1989).

Las arcillas para uso cerámico se comercializan con cierto grado de procesamiento previo, ya sea molienda, mezclado y homogeneización, o lavado para mejorar y/o mantener la calidad de la arcilla para una aplicación específica (Harben, 1979; Anónimo, 1976).

Los cambios tecnológicos más significativos en la industria cerámica son la introducción de técnicas de manufactura de azulejos y vajilla por prensado en seco, lo que permite usar arcillas que de otra forma serían rechazadas por su baja plasticidad, en especial si pueden usarse ligantes inorgánicos, y la fabricación de cerámicas planas por prensado semi-isostático, que requiere de materias primas secadas por spray y alimentadas como mezclas granuladas (Russell, 1988).



2.1.c. Industria de refractarios:

Otro de los mercados tradicionales de aplicación del caolín es la industria de fabricación de materiales refractarios.

Si bien esta industria requiere de materiales de mayores contenidos de alúmina, las arcillas calcinadas que tienen entre un 30-40% de alúmina siguen siendo una de las principales materias primas utilizadas en la fabricación de refractarios.

Un caolín que sin calcinar tenga, alta alúmina y bajos niveles de impurezas, en especial óxido de hierro y álcalis, es una buena materia prima para la obtención de chamote (Anónimo, 1972).

El caolín seleccionado especialmente o procesado, es secado en hornos rotativos hasta un 16 % de humedad, luego briqueteado y secado hasta un 1 % de humedad, antes de entrar al horno de calcinación donde es sometido a temperaturas entre 1300-1525 °C, teniendo en cuenta que, cuanto mayor sea el contenido de alúmina, mayor es la temperatura necesaria para la calcinación, finalmente molido y clasificado (Anónimo, 1971).

Las ball clays tienen aplicación en la fabricación de refractarios ya que se adicionan como aglutinante y como moldeante del material refractario usado (chamote, sillimanita, SiC etc.) que en general es de baja plasticidad. Las ball clays usadas en esta aplicación deben tener alto contenido de alúmina y bajo contenido de impurezas (Anónimo, 1976).

2.1.d. Cargas para plásticos y caucho:

Los caolines y ball clays se pueden usar como cargas con características reforzantes en plásticos y caucho, ayudando a proveer al plástico con un suave y liso acabado superficial, reduciendo la rotura y el encogimiento durante el curado y actuando como reforzador de las fibras. Así por ejemplo, la incorporación de caolín en formulaciones de vainas de PVC para cables metálicos, le confiere propiedades aislantes.

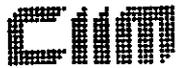
La cantidad de caolín que puede incorporarse a una formulación varía entre el 15 y 60 % (Anónimos: 1991, 1976; Russell, 1988).

Los caolines usados como cargas, que deben estar exentos de arenas abrasivas y de materia orgánica, se tratan superficialmente para mejorar su dispersión y la unión con el polímero. Los caolines recubiertos, actúan como cargas funcionales ya que mejoran las propiedades mecánicas, eléctricas y térmicas en nylon, poliésteres y otra variedad de termoplásticos (Anónimo, 1991).

El caolín calcinado, debido a su buena resistencia eléctrica, se introduce en distintas formulaciones en pequeñas cantidades para mejorar la resistencia y puede ser usado como pigmento, reemplazando hasta un 20 % del TiO_2 (Anónimos: 1988, 1989).

El caolín calcinado mejora la absorción de radiación infrarroja del polietileno cuando es incorporado en la formulación en un 7-8 % (Anónimo, 1991).

En plásticos, el uso de caolines puede otorgar propiedades anti-adherentes en films y cintas.



2.1.e. Industria de pinturas:

En la industria de la pintura, el caolín y el caolín calcinado se usan como carga y pigmento respectivamente, tanto en pinturas alquídicas como en pinturas al agua (Bristow, 1989).

La tendencia a la formulación de pinturas en base acuosa, que se comercializan por volumen y no por peso, ha beneficiado a los productores de caolín lavado ya que favorece el uso de cargas menos densas como el caolín (Anónimo, 1991).

Su incorporación en una formulación contribuye a las propiedades ópticas decorativas de las pinturas: poder cubriente, opacidad y blancura; el rango de tamaño de partículas y su forma mejora las propiedades físicas del film de pintura: permeabilidad, resistencia a la abrasión y a la intemperie y acabado superficial mate (si es un caolín grueso) o brillante (si es un caolín fino), etc..

La incorporación de caolín calcinado a una formulación de pintura reemplaza al TiO_2 en pinturas para pared (Anónimo, 1989); ello no solo permite abaratar el producto sino que le confiere mayor resistencia a la intemperie y opacidad, que lo hace aconsejable para su uso en pinturas de exterior.

2.1.f. Industria farmacéutica:

El caolín se usa, al igual que la bentonita, en la producción de suspensiones, como agente de suspensión del principio activo o como diluyente en comprimidos y cápsulas.

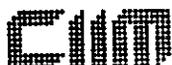
En la industria farmacéutica el caolín se usa en dos formas: liviano y pesado; el primero se usa en la producción de suspensiones aunque a veces, debido a sus propiedades adsorbentes, altera adversamente la velocidad de absorción y hasta la cantidad del principio activo absorbido por parte del cuerpo.

El caolín se usa en concentraciones entre el 7.5 y el 55% cuando se usa como adsorbente y en un 25% como polvo limpiador (usado en operaciones quirúrgicas).

En algunos casos el caolín se utiliza esterilizado por radiación gamma o por óxido de etileno, según se define en varias farmacopeas (Russell, 1988).

2.1.g. Adhesivos y selladores:

El caolín es una de las cargas minerales más usadas en la producción de adhesivos y selladores. Su incorporación en formulaciones confiere cuerpo y tixotropía, rigidez al adhesivo una vez seco y propiedades reforzantes, controlando el tiempo de secado para permitir una buena penetración en el espacio a llenar y disminuyendo el costo del producto. Para estas aplicaciones, se utilizan dos grados de caolines, uno fino con un tamaño de partícula promedio de 0.55 μm (que se usa especialmente para producir selladores) y uno más grueso, con un tamaño de partícula promedio de 4.8 μm . En ambos casos, el caolín debe tener baja abrasividad para disminuir el desgaste en los equipos aplicadores y pueden ser además recubiertos



superficialmente con estearatos para favorecer su dispersión en las resinas orgánicas (O'Driscoll, 1988).

2.1.h. Agroindustrias:

El caolín también puede ser utilizado como agente antiaglomerante en fertilizantes. Para esta aplicación, la arcilla recibe un tratamiento por el cual los hidroxilos superficiales se reemplazan por distintos productos orgánicos, especialmente aminas primarias o secundarias, para facilitar su uso.

La introducción de modificaciones superficiales en caolines y arcillas las hacen aptas para ser dispersas más fácilmente en sistemas orgánicos (Anónimo, 1972).

También se usan como "carrier" para pesticidas y herbicidas y como ligante en la producción de alimentos balanceados para animales. En todos estos usos, pueden utilizarse otros minerales, según sea su precio o disponibilidad, p.ej.: atapulgita, sepiolita, diatomeas etc. (Anónimo, 1976).

2.2. Otros usos no tradicionales:

2.2.a. Nuevos materiales:

La producción de "cerámicos ingenieriles", como muchos de los nuevos materiales cerámicos desarrollados, si bien se producen a partir de compuestos químicos puros, tienden a la búsqueda de materias primas minerales naturales, como por ejemplo la fabricación de sialon a partir de caolín (Bristow, 1987).

Así también, caolines con bajo contenido de hierro se usan para fabricar fibras de vidrio, como fuente de alúmina y sílice (Anónimo, 1991).

2.2.b. Otros usos:

Como una carga barata, pueden usarse caolines o ball-clays en otros sectores como coberturas flexibles para pisos o baldosas plásticas (Bristow, 1989).

En tintas para imprenta el caolín se usa como carga, sin embargo a causa de su naturaleza hidrofílica, es necesario recubrirlo con una sustancia hidrofóbica (Anónimo, 1991).

También algunos grados especiales de caolín, con bajo contenido de hierro y sulfatos, son usados en la manufactura de soportes de cordierita para catalizadores de combustión en automóviles (Bristow, 1989; Anónimo, 1991).

Determinadas zeolitas, producidas a partir de caolín y plomo, pueden ser usadas para reducir el contenido de fosfatos vertidos a los cursos de agua por alguna clase de detergentes (Bristow, 1989).

3. EVALUACION DE ANTECEDENTES DE LOS YACIMIENTOS DE CAOLIN

3.1. Consideraciones generales:

El análisis de la información que se realizó en esta etapa no incluye la información que puedan manejar en forma reservada las empresas que se encuentran radicadas y dedicadas a la explotación y comercialización de caolines y arcillas en la provincia.

En forma general, el análisis de la bibliografía recopilada sugiere una división de los trabajos teniendo en cuenta la orientación técnica dada en cada uno de ellos.

En la mayor parte de los trabajos que se disponen se describen en forma general depósitos y yacimientos dando la composición mineralógica del material caolínico; en algunos se presentan análisis químicos y algún ensayo para determinar su aptitud tecnológica .

El trabajo de Romero, Dominguez y Whewel (Romero et. al., 1974) puede considerarse como una de las mayores contribución al conocimiento geológico-minero del área caolinera del departamento de Gaiman, en el cual se describen y muestrean 22 localidades correspondientes a yacimientos, depósitos y manifestaciones de caolín indicándose las características geológicas, génesis, composición mineralógica y reservas para cada una de ellas. Lamentablemente, no se concretó la segunda etapa de estudios con caracter tecnológico.

Estudios publicados con posterioridad, que adquieren una visión no tanto geológica y/o mineralógica sino mas bien tecnológica en relación con las posibilidades de la aplicación industrial de los caolines de la zona. Se destacan estudios que incluyen, además de la caracterización mineralógica y análisis químico, algún otro tipo de ensayo, en especial sobre la fracción inferior a 44 u.m para concluir sobre posibilidades de uso (cargas para caucho, plásticos y papel).

Otros estudios se refieren a ensayos de aptitud papelera y a veces no se informa específicamente la procedencia de las muestras estudiadas.

En el año 1983 se inicia en el ámbito de la Dirección General de Minas y Geología del Chubut, un programa orientado a la tipificación de arcillas y caolines del Valle Inferior. Como experiencia piloto del proyecto se cumplieron distintas tareas en la mina Cerro Alto I, acompañado por un programa que contempla la realización de ensayos físicos, químicos y especiales imprescindibles para la tipificación definitiva.

Simultáneamente, la empresa Piedra Grande S.A. inicia un plan de exploración, aprobado por la Secretaría de Minería de la Nación (ley 22.095), durante el cual se ejecutaron 149 perforaciones, en los yacimientos de arcillas y caolines que la empresa posee en

producción, con el objeto de cuantificar y clasificar sus reservas. Los yacimientos reconocidos fueron: Sur del Río, II, III, IV y V Sur del Río, VI Sur del Río (Verónica), Don Carlos II, Valeriana, El Chenque, Don Emilio, Maritza, Blaya Dougnac, Don Emilio, Arauco y Don Narciso (Paula). Con las muestras obtenidas en las perforaciones, se realizaron comunes de aquellas semejantes, las que fueron lavadas en la planta piloto y se realizaron estudios de viscosidad y ensayos orientativos cerámicos, permitiendo delimitar sectores para una futura exploración sistemática.

Este estudio generó importantes expectativas en áreas nunca estudiadas en yacimientos en explotación y evidenció la gran variación local en las características y propiedades del material que se extrae concluyéndose que, la magnitud de las reservas calculadas justifica la continuación de estudios futuros tendientes a cuantificar y tipificar las reservas de caolín y arcillas.

En 1988, y luego de una etapa de corte recesivo en toda la actividad minera extractiva como industrial, "resurge" el programa de tipificación de arcillas y caolines del valle Inferior del Río Chubut, para determinar sus aptitudes en diferentes aplicaciones. Se realizaron perfiles y muestreos de 11 minas seleccionadas y se completaron las descripciones petrográficas y macroscópicas. Se realizaron además difractogramas de rayos X para identificación de especies mineralógicas y cuantificación de cuarzo.

3.2. Resumen de los antecedentes de cada yacimiento:

En la provincia se encuentran dos áreas caoliníferas: valle inferior del río Chubut y Alto Río Senguerr.

3.2.1. Area del valle inferior del río Chubut:

Está ubicada en las márgenes del río Chubut entre la localidad Boca Toma y el dique Florentino Ameghino, departamento de Gaiman, abarcando una superficie de 1000 km² aproximadamente y está constituida por depósitos y yacimientos diferenciados por su origen en dos tipos bien definidos: residuales y sedimentarios. Desde un punto de vista comercial son conocidos como caolines los de origen residual y como arcillas caolínicas los de origen sedimentario si bien en ambos casos la caolinita es el mineral mas importante.

Los depósitos residuales se formaron como resultado de la argilización de rocas volcánicas y piroclásticas de edad Jurásico Medio a Superior; los sedimentarios se originaron como consecuencia de la erosión, transporte y depositación de los caolines residuales (Aliotta et al. 1977; Domínguez y otros, 1989; Cravero, 1990)

Las áreas caolinizadas de origen residual presentan ciertas características comunes tales como su localización en el fondo de valles labrados sobre el relieve porfírico (Romero et al. 1974; Treo, 1983 y Domínguez y Murray, 1989), desarrollo horizontal de la caolinización decreciendo rápidamente con la profundidad y la forma tabular circular a ovoidal. La alteración es relativamente mas

completa en brechas y tobas que en riolitas, debido a la mayor porosidad de las primeras (Hayase, 1969; Romero et al., 1974). La capa caolinizada tiene entre 3 y 30 m de espesor con una media de 6 m (Dominguez y Murray, 1989) y presenta una marcada zonación vertical distinguiéndose en general una capa superior de color blanco completamente alterada, le sigue una capa de color pardo rojizo con alteración variable y finalmente una riolita o toba con alteración incipiente (Dominguez et al. 1992).

En los depósitos de origen sedimentario las capas de arcillas caolínicas integran una sucesión sedimentaria, formada en un ambiente continental fluvial, compuesta por psamitas, pelitas y coquinas que se sobreponen en discordancia erosiva a las vulcanitas jurásicas; las arcillas son varicolores y presentan restos vegetales carbonizados.

La composición mineralógica tanto de los yacimientos residuales como sedimentarios es simple. A los efectos descriptivos se la divide en una fracción gruesa retenida sobre malla 325 (arena o grit) y una fracción fina pasante dicha malla, constituida principalmente por arcillas.

La fracción mayor de 44 micrones está compuesta principalmente por cuarzo con impurezas de feldespatos, opacos y minerales accesorios. La fracción menor de 44 micrones está compuesta por caolinita, halloysita (7A), illita y cuarzo con cantidades accesorias de arcillas interestratificadas y esmectitas (Riquelme et al. 1988); presenta como impurezas zircón, ceolitas, magnetita, hematita, rutilo, clorita, calcita, yeso y alunita.

La composición de la fracción menor de 2 micrones, sobre 20 muestras analizadas, es la siguiente: caolinita 30 a 100%, illita 0 a 70% y cuarzo 3 a 13% (Dominguez et al. 1992).

A continuación se dan en forma resumida los datos obtenidos para cada yacimiento a partir de la bibliografía consultada.

Se toma como base principal el trabajo de Romero et al. (1974) el cual divide el área de estudio en tres zonas respecto de su ubicación con el río Chubut: zona I: margen derecha, extremo noreste; zona II: margen derecha, extremo sudoeste; zona III: sector norte. Conviene aclarar que el mismo autor, con el fin de estimar la composición mineralógica en base a los análisis químicos, considera una serie de supuestos, entre ellos que las muestras sólo están compuestas por caolinita, illita y cuarzo, lo cual es evidentemente falso ya que existe en la mayoría de las muestras pequeñas cantidades de feldespatos y montmorillonita. Respecto a las reservas las divide en tres categorías, medidas, indicadas e inferidas, pero con criterio adicional, es decir que las indicadas incluyen a las medidas y las inferidas a las indicadas.

ZONA I

Dentro de esta se ubican los yacimientos Cerro Alto, La Paula, Gay, Gay II, III y IV, Silvia, Maruja, Los Túneles y Marcela.



Cerro Alto

Ubicación: 73 km al SE de Trelew, lotes 20 y 21, Colonia Florentino Ameghino (C.F.A.), departamento de Gaiman.

Características: El material caolínico es de color blanco grisáceo, áspero al tacto y contiene caolinita (56-92%), illita (2-19%) y cuarzo (1-35%); proviene de la alteración "in situ" de rocas piroclásticas, tiene una potencia variable entre 1 y 6 metros y un encape de sedimentitas comprendido entre 1 y 10 metros.

Análisis químico: material natural (Angelelli et al. 1976)

| | % |
|--------------------------------|-------|
| SiO ₂ | 62,60 |
| Al ₂ O ₃ | 24,63 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,06 |
| CaO | 0,18 |
| MgO | 0,14 |
| K ₂ O | 0,52 |
| Na ₂ O | 0,10 |

Reservas:

| | Medidas | Indicadas | Inferidas |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 602.999 | 1.089.744 | 2.076.338 |
| Tonelaje Fracción <44um | 506.037 | 914.513 | 1.742.463 |
| Tonelaje Fracción < 5um | 291.309 | 526.455 | 1.003.079 |

Este yacimiento es explotado a cielo abierto por la empresa Caolinera S.R.L. extrayéndose actualmente entre 100 y 500 toneladas mensuales. El material lavado se destina principalmente como materia prima para la industria cerámica y como cargas en general excepto para papel.

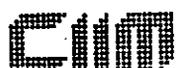
La Paula

Ubicación: 2 km al N de Cerro Alto, lote 20, C.F.A., dpto. Gaiman.

Características: El sector caolinizado ocupa una superficie de 2 hectáreas aproximadamente con una potencia en el frente de cantera de 8 metros y encape de rocas sedimentarias de hasta 5 metros; es de color blanco, ligeramente verdoso, diaclasado y está compuesto principalmente por caolinita (37%), illita (25%) y cuarzo (35%).

Análisis químico: sobre material natural (1) y lavado (2) (Angelelli et al. 1976)

| | 1 | 2 |
|--------------------------------|-------|-------|
| | % | % |
| SiO ₂ | 75,17 | 67,94 |
| Al ₂ O ₃ | 16,10 | 22,00 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,77 | 1,00 |
| CaO | 0,15 | 0,08 |
| MgO | 0,49 | 0,54 |
| K ₂ O | 3,66 | 2,88 |
| Na ₂ O | 0,12 | 0,10 |



Reservas: (Romero et al. 1974)

| | Medidas | Indicadas | Inferidas |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 121.134 | 282.055 | 457.813 |
| Tonelaje fracción <44um | 89.700 | 208.862 | 339.011 |
| Tonelaje fracción <5 um | 42.130 | 98.099 | 159.227 |

En base a los resultados obtenidos a partir de 13 perforaciones se obtuvieron los siguientes valores (Piedra Grande S.A. 1983).

| | Medidas | Probables | Inferidas |
|----------------|---------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 710.000 | 650.000 | 500.000 |

Este yacimiento es explotado actualmente por la empresa Piedra Grande S.A. a través de dos frentes de cantera que en conjunto tienen 110 m de corrida; se obtienen dos productos denominados "paula lavado" y "paula desarenado" empleados ambos en cerámica de colado.

Gay

Ubicación: Lote 13, (C.F.A.), dpto. de Gaiman.

Características: El yacimiento ocupa una superficie de 12 hectáreas reconocidas en parte mediante pozos de exploración. El manto caolínico tiene una potencia de 4,5 metros en el frente de explotación y una cubierta sedimentaria de 5 a 6 metros; es de color blanco, masivo, fuertemente diaclasado y conserva la textura residual porfírica.

Reservas: (Romero et al. 1974)

| | Medidas | Indicadas | Inferidas |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 27.280 | 145.156 | 249.348 |
| Tonelaje fracción <44um | 19.006 | 101.130 | 173.721 |
| Tonelaje fracción < 5um | 11.539 | 61.401 | 105.474 |

El yacimiento es explotado actualmente por la empresa Minera Ameghino.

Aplicaciones: Se emplea, en bruto, como materia prima para la fabricación de pisos, revestimientos y en algunos tipos de lozas.

Gay II, III y IV

Ubicación: Lotes 12 y 13, C.F.A., dpto. de Gaiman.

Características: Son depósitos lenticulares cubiertos parcialmente por sedimentitas en los cuales el material caolínico es blanco y áspero al tacto; Gay III y Gay IV presentan afloramientos naturales del caolín, en cambio en Gay II el depósito está cubierto por un manto de arcillas de 1 a 4,5 m de espesor por debajo del cual se determinó mediante 13 perforaciones un manto caolínico de 2 a 4,5 m de potencia (D.G.M.G. Chubut, 1989).

El depósito pertenece a la empresa Minera Ameghino S.A.



Silvia

Ubicación: Lote 14 de la C.F.A., dpto. de Gaiman.

Características: El yacimiento tiene forma bolsonar con una potencia visible de 8-9 m y un encape de aproximadamente 10 m de espesor constituido por una arenisca calcárea, caliza organógena y rodados. El análisis de la fracción menor de 1 mm de dos muestras revela que el material caolinico está compuesto principalmente por cuarzo (38-42%) y caolinita con escasa proporción de calcita, illita y plagioclasa (D.G.M.G. Chubut, 1989).

Análisis químico: material natural (Logan et al. 1992)

| | % |
|--------------------------------|-------|
| SiO ₂ | 66,00 |
| Al ₂ O ₃ | 23,00 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,00 |
| CaO | 0,11 |
| MgO | 0,19 |
| K ₂ O | 1,00 |
| Na ₂ O | 0,13 |

El yacimiento es explotado por la empresa Caolines Argentinos S.A. a través de un frente de 100 m de longitud por 5 m de altura.

Aplicaciones: el material lavado se utiliza en cerámica y para cargas en general.

Maruja

Ubicación: 3,5 km al NO de la cantera Gay en el límite de los lotes 12 y 13 (C.F.A.), dpto. de Gaiman.

Características: El manto caolinico tiene una potencia de 3,5 metros y un encape de sedimentos terciarios de 5-6 metros; es de color blanco, diaclasado, con textura residual brechosa aglomerádica y está compuesto principalmente por caolinita (44-72%), illita (18-25%) y cuarzo (16-32%).

Reservas: (Romero et al. 1974)

| | Medidas | Indicadas | Inferidas |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 61.894 | 172.972 | 189.457 |
| Tonelaje fracción <44um | 40.021 | 111.844 | 122.503 |
| Tonelaje fracción < 5um | 27.976 | 78.183 | 85.635 |

Los Túneles

Ubicación: 5 km al SO de Cerro Palo, lote 18, C.F.A., dpto. de Gaiman.

Características: El material caolinico es blanco grisáceo, aspero al tacto, con una potencia de 1,5 metros y cubierta sedimentaria de hasta 4 metros; está compuesto principalmente por caolinita (66%), illita (3%) y cuarzo (29%) (Romero et al. 1974).



Reservas:

| | Medidas | Indicadas | Inferidas |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 33.000 | 304.326 | 532.571 |
| Tonelaje fracción <44um | 28.911 | 266.620 | 466.586 |
| Tonelaje fracción <5 um | 23.331 | 215.158 | 376.528 |

Marcela

Ubicación: Lote 19, C.F.A., dpto. de Gaiman.

Características: El depósito de caolín es, aparentemente, de reducidas dimensiones con una potencia visible de hasta 3 metros; presenta un encape de arcillas grises de 2 m de espesor promedio y luego un horizonte de areniscas silíceas ferruginosas de 0,5 m de espesor. El análisis de la fracción menor de 1 mm de cuatro muestras revela que el material caolínico está compuesto principalmente por caolinita y cuarzo con escasa proporción de illita, calcita y plagioclasa (D.G.M.G., Chubut, 1989).

ZONA II

Dentro de esta se ubican los yacimientos Sur del Río, II, III, IV y V Sur del Río, Verónica, Cantera 60, Cerro Palo, Canteras 11 y 12 y Romina.

Area Sur del Río

Comprende los yacimientos Sur del Río, II, III, IV, y V Sur del Río.
Ubicación: 26 km al SE de Las Chapas y a 38 km de la planta de lavado de la empresa Piedra Grande S.A., dpto. de Gaiman.

Sur del Río

Características: El manto caolinizado abarca una superficie de aproximadamente 20 hectáreas con una potencia de 5 metros y una cubierta sedimentaria de 3 metros; es blanco con sectores teñidos de amarillo, verde y rojo, masivo, sin restos de estratificación, con textura residual brechosa y compuesto principalmente por caolinita (40-53%), illita (20-25%) y cuarzo (31-33%) (Romero et al. 1974).

Análisis químico: material lavado (Angelelli et al. 1976)

| | % |
|--------------------------------|-------|
| SiO ₂ | 67,00 |
| Al ₂ O ₃ | 22,40 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,14 |
| CaO | 0,20 |
| MgO | 0,42 |
| K ₂ O | 2,04 |
| Na ₂ O | 0,20 |



Reservas:

| | Medidas | Indicadas | Inferidas |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 154.512 | 435.263 | 1.707.406 |
| Tonelaje fracción <44um | 123.749 | 348.602 | 1.367.461 |
| Tonelaje fracción < 5um | 86.372 | 243.312 | 954.440 |

En base a 24 perforaciones se detectaron un bolsón caolínico de un radio de 150 m con un espesor promedio de 14 m y un manto mineralizado con una potencia media de 4,8 m; a continuación se dan los valores de reservas obtenidos (Piedra Grande S.A., 1983).

| | Medidas | Probables |
|----------------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 1.720.000 | 1.500.000 |

El yacimiento es explotado actualmente por Piedra Grande S.A. a través de un frente de cantera de aproximadamente 150 m de longitud por 70 m de ancho y 15 m de alto con una producción promedio de 10.000 toneladas anuales.

Propiedades tecnológicas: el caolín quema blanco grisáceo y tiene una reología que lo hace apto para diferentes procesos cerámicos.

II Sur del Río

Características: En base a los resultados obtenidos de las 5 perforaciones efectuadas en dos pertenencias se detectaron bolsones de caolín rosado, verdoso y castaño con potencias variables entre 10 y 20 metros con una cubierta que no supera el metro de espesor dada por un suelo poco desarrollado y rodados; en el sector E el manto caolínico presenta un espesor constante de 7 metros.

Reservas: (Piedra Grande S.A., 1983)

| | Probables | Inferidas |
|----------------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 550.000 | 1.800.000 |

III Sur del Río

Características: A través de 4 perforaciones (Piedra Grande S.A., 1983) se reconoció un área bolsionar importante tanto por la cantidad de reservas como por la comodidad de explotación de la misma. En el sector N un bolsón caolínico de color castaño y en parte verdoso con una profundidad media de 25 metros y sin sobrecarga esteril. En el sector centro sur el depósito es tabular con una potencia media de 6 metros de caolín rosado poco arenoso; presenta un encape creciente hacia el sur de 10 metros de espesor promedio.

Reservas:

| | Probables | Inferidas |
|----------------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 6.300.000 | 7.500.000 |



IV Sur del Río

Características: Existe un área caolinizada, reconocida a partir de 6 perforaciones, con 6 m de potencia media, uniforme, en la cual el material es de color rosado y arenoso.

Reservas: (Piedra Grande S.A., 1983)

| | Probables | Inferidas |
|----------------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 580.000 | 3.750.000 |

V Sur del Río

Características: A partir de los datos obtenidos de 7 perforaciones se determinó que el material caolínico es en general rosado en la parte superior oscureciéndose hacia abajo hasta tomar color castaño. Si bien la potencia media es de 9 metros existe un bolsón de 20 m de profundidad de caolín castaño, muy suave al tacto con algunas intercalaciones mas arenosas de color verde; el encape varía entre 2 y 7 m y está dado por arcilitas arenosas.

Reservas: (Piedra Grande S.A., 1983)

| | Probables | Inferidas |
|----------------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 4.500.000 | 6.800.000 |

Verónica

Ubicación: 2 km al oeste del área Sur del Río, dpto. de Gaiman.

Características: La zona caolinizada es de forma bolsonar con colores blanco, rosado y amarillo extrayéndose el material a través de una cantera de 200 m de frente por 5 m de banco.

Labores de exploración (11 perforaciones) permitieron comprobar la continuidad de la mineralización hasta 20 m de profundidad a partir de lo que anteriormente se consideraba piso de explotación. También detectaron un bolsón de 100 metros de diámetro por 20 m de potencia.

Análisis químico: material lavado (Piedra Grande S.A. 1990)

| | % |
|--------------------------------|------|
| P.F.C. | 8,2 |
| SiO ₂ | 60,7 |
| Al ₂ O ₃ | 27,3 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,8 |
| CaO | 0,1 |
| MgO | 0,1 |
| K ₂ O | 1,1 |
| Na ₂ O | 0,3 |
| TiO ₂ | 0,5 |



Reservas: (Piedra Grande S.A., 1983)

| | Probables | Inferidas |
|----------------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 650.000 | 3.250.000 |

Aplicaciones: En cerámica y cargas en general.

Cantera 60

Ubicación: Vértice de unión de los lotes 4, 37 y 44 , C.F.A., dpto. de Gaiman.

Características: El manto caolínico es de color alternativamente blanco o rojo, masivo, diaclasado, con una potencia de 1-2 metros y un encape variable entre 3 y 5 metros; está compuesto principalmente por caolinita (30%), illita (25%) y cuarzo (40%).

Análisis químico: material natural (Logan et al. 1992)

| | % |
|--------------------------------|-------|
| P.P.C. | 6,90 |
| SiO ₂ | 69,00 |
| Al ₂ O ₃ | 19,80 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,80 |
| CaO | vest. |
| MgO | vest. |

Reservas:

| | Medidas | Indicadas | Inferidas |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 19.818 | 68.489 | 107.765 |
| Tonelaje fracción <44um | 15.212 | 52.572 | 82.720 |
| Tonelaje fracción < 5um | 9.937 | 34.340 | 54.033 |

Este yacimiento pertenece a la empresa Caolines Argentinos S.A.

Aplicaciones: En especial, para cerámica blanca y cargas en general.

Cerro Palo

Ubicación: Lote 2, C.F.A., dpto de Gaiman.

Características: El manto de caolín tiene una potencia de 5-6 metros y está cubierto por rocas piroclásticas y pórfiros cuarcíferos; el material es blanco, masivo, fuertemente diaclasado, con textura residual brechosa tobácea, compuesto principalmente por caolinita (29%), illita (25%) y cuarzo (46%) (Romero et al. 1974).

Reservas:

| | Medidas | Indicadas | Inferidas |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 46.904 | 111.235 | 177.375 |
| Tonelaje fracción <44um | 29.845 | 70.779 | 112.864 |
| Tonelaje fracción < 5um | 17.284 | 40.990 | 65.363 |



Canteras 11 y 12

Ubicación: Lote 3, C.F.A., dpto. de Gaiman.

Características: Se han efectuado labores exploratorias en una superficie aproximada de 2 hectáreas que permitieron determinar que la potencia del manto caolínico oscila entre 1,5 y 2,5 metros; el material es blanco o amarillo rosado, sin estratificación, con textura residual brechosa y está compuesto principalmente por caolinita (46-52%), illita (11-24%) y cuarzo (25-31%) (Romero et al. 1974).

Reservas:

| | Medidas | Indicadas | Inferidas |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 28.443 | 97.859 | 748.968 |
| Tonelaje fracción <44um | 23.087 | 79.432 | 607.937 |
| Tonelaje fracción < 5um | 13.798 | 47.471 | 363.324 |

El yacimiento pertenece a la empresa Caolines Argentinos S.A.

Aplicaciones: Utilizado en cerámica blanca.

Romina

Ubicación: Lote 6, C.F.A., dpto. de Gaiman.

Características: El depósito tiene forma lenticular con una potencia visible de 2-4 m y una cubierta sedimentaria (areniscas y rodados) de 3 a 6 m de espesor. El material caolínico es color blanco, homogéneo con bastante cantidad de cuarzo libre; sobre la fracción menor de 1 mm de 8 muestras se determinó cuarzo (29-48%), plagioclasa y caolinita.

Análisis químico: material natural (Logan et al. 1992)

| | % |
|--------------------------------|-------|
| P.F.C. | 7,30 |
| SiO ₂ | 72,00 |
| Al ₂ O ₃ | 19,10 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,80 |
| CaO | 0,30 |
| MgO | 0,20 |

El yacimiento es explotado en forma esporádica por la empresa Caolines Argentinos S.A.

Aplicaciones: El material tratado en la planta de lavado dio buenos resultados, con aptitudes para ser utilizado como carga para papel (D.G.M.G., Chubut, 1988).

Maugenia

Ubicación: 12 km al SSE del dique Ameghino y 25 hacia el SE de Las Chapas.

Características: El manto caolínico tiene una potencia de 3 m en frente de explotación alcanzando los 9 m en pozos de exploración. El



caolín es blanco, compacto y áspero al tacto.

El yacimiento es explotado actualmente por la empresa Caolines Argentinos.

Aplicaciones: Cerámica y cargas para papel y caucho.

ZONA III

Dentro de esta zona se ubican los yacimientos Don Carlos, Don Carlos II, Don Emilio, Maritza, Blaya Dougnac, Don Eugenio, Arauco, Darwin y Delfina.

Don Carlos

Ubicación: 11 km al SE de Las Chapas, lote 20, C.F.A., dpto. Gaiman.

Características: La mena caolínica es blanca, ligeramente verdosa, sin estratificación, con escasa textura residual aparentemente tobácea y está compuesta principalmente por caolinita (42-45%), illita (23-26%) y cuarzo (33%); la potencia varía entre 2 y 6 metros y la cubierta es variable alcanzando hasta más de 15 metros.

El frente de explotación tiene un kilómetro de extensión presentando en ambos extremos la mena caolínica y en la parte central la mena arcillosa correspondiente al yacimiento de arcilla La Valeriana.

Reservas:

| | Medidas | Indicadas | Inferidas |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 103.504 | 317.075 | 493.076 |
| Tonelaje fracción <44um | 71.169 | 218.020 | 339.417 |
| Tonelaje fracción < 5um | 37.582 | 115.130 | 179.236 |

Este yacimiento pertenece a la empresa Piedra Grande S.A.

Don Carlos II

Ubicación: Lote 20, C.F.A., dpto de Gaiman.

Características: El depósito caolínico tiene una potencia visible de 10 metros y un encape de un metro de calcáreos organógenos. El análisis de la fracción menor de 1 mm de dos muestras revela que el material caolínico está compuesto por caolinita, sanidina, cuarzo (23-27%) y escasa illita.

El yacimiento es explotado por la empresa Piedra Grande S.A. a través de una cantera de 60 m de frente por 80 m de fondo y 10 m de altura promedio. (D.G.M.G. Chubut).

Don Emilio

Ubicación: 8 km al E de Las Chapas, lote 20, C.F.A., dpto. de Gaiman.



Características: El yacimiento ocupa una superficie aproximada de 6 hectáreas con una potencia cercana a los 3 metros y una cubierta sedimentaria que no supera los 2 metros de espesor; el material caolinico es de color blanco grisáceo con tono verdoso, a veces con manchas rojizas y amarillentas, áspero al tacto y compuesto por halloisita, montmorillonita, cuarzo y escasa caolinita (Oliveri et al. 1954).

Análisis químico: material natural (Angelelli et al. 1976)

| | % |
|---------------------------------------|-------|
| Ins.en H ₂ SO ₄ | 73,04 |
| Al ₂ O ₃ | 18,00 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,14 |
| CaO | 0,10 |
| MgO | 0,14 |
| K ₂ O | 1,08 |
| Na ₂ O | 0,50 |

Reservas: (Romero et al. 1974)

| | Medidas | Indicadas | Inferidas |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 184.426 | 324.452 | 448.334 |
| Tonelaje fracción <44um | 136.641 | 240.386 | 332.171 |
| Tonelaje fracción < 5um | 66.320 | 116.673 | 161.221 |

El material caolinico tiene baja proporción de alúmina (15 a 18%) y alto porcentaje de residuo insoluble, con contenidos de hierro, calcio, magnesio, titanio, sodio y potasio bajos los cuales no constituyen inconveniente para la utilización industrial del mismo; si bien es poco el enriquecimiento que se logra con el proceso de lavado en planta, que sirve para eliminar cuarzo y feldespato grueso pero no el cuarzo fino, produce una mejora en sus propiedades físicas, especialmente su plasticidad, disminuyendo también su deformación. Los ensayos físicos revelan un material bueno para ser empleado en mezclas cerámicas para moldeo o colado (Oliveri et al. 1954).

El yacimiento es explotado actualmente por la empresa Piedra Grande S.A. a través de dos canteras. Dicha empresa efectuó 8 perforaciones que permitieron detectar otros sectores adyacentes con buenos resultados de continuidad de la mineralización; las reservas determinadas son:

| | Probables | Inferidas |
|----------------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 720.000 | 1.000.000 |



Maritza

Ubicación: 7 km al oeste de la planta de lavado de Piedra Grande.

Características: El material caolínico es de colores blanco y verdoso y presenta un espesor comprendido entre 4 y 6 m con un encape de 4 metros dado por un manto calcáreo clástico-organógeno. En base a 2 perforaciones se comprobó la continuidad del depósito debajo del manto calcáreo.

Reservas: (Piedra Grande S.A., 1983)

| | Probables | Inferidas |
|----------------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 510.000 | 1.750.000 |

Blaya Dougnac

Ubicación: En el área Villegas, 80 km al SO de Trelew, dpto. de Gaiman.

Características: El yacimiento ocupa una superficie de 8 hectáreas en la cual la capa caolínica tiene una potencia de 2 a 4 metros con un encape de hasta 8 metros de espesor. El material caolínico es áspero al tacto, de color blanco aunque en algunos sectores pasa a rosado o gris claro (Angelelli et al. 1976).

Análisis químico: rango de valores sobre 5 muestras de material natural (Angelelli et al. 1948)

| | % |
|--|-------------|
| P.P.C. | 7,02- 8,18 |
| Ins. en H ₂ SO ₄ | 70,87-77,00 |
| Al ₂ O ₃ | 16,86-22,98 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,28- 0,80 |
| TiO ₂ | 0,15- 0,80 |

Reservas: (Romero et al. 1974)

| | Medidas | Indicadas | Inferidas |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | - | 17.600 | 17.600 |
| Tonelaje fracción <44um | - | 14.180 | 14.180 |
| Tonelaje fracción < 5um | - | 10.080 | 10.080 |

Este yacimiento se explotó a cielo abierto y luego en forma subterránea hasta 1976 en que quedó económicamente agotado. La empresa propietaria, Piedra Grande S.A., ha realizado trabajos de exploración mediante 7 perforaciones en tres sectores con dudas sobre la continuidad de la mineralización, los cuales arrojaron resultados negativos.



Don Eugenio

Ubicación: Idem anterior

Características: El caolín es similar al anterior pero con la ventaja de presentar un encape de poco espesor; se extrae de una cantera de 170 m de largo por 50 m de ancho y 7 m de potencia.

Reservas: Están dadas para el material caolínico de coloraciones rojizas y amarillentas (Piedra Grande S.A., 1983).

| | Probables | Inferidas |
|----------------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 330.000 | 680.000 |

Arauco

Ubicación: Idem Blaya Dougnac.

Características: Yacimiento poco homogéneo en cuanto a la calidad del mineral ya que tiene una zona caolinizada muy irregular. El caolín es de color blanco grisáceo, en parte verdoso y amarillento por impurezas de óxido de hierro.

Presenta un frente de explotación de 50 m de longitud con bancos de 5 m de alto.

Análisis químico: material lavado (Piedra Grande S.A., 1990)

| | % |
|--------------------------------|------|
| F.P.C. | 7,2 |
| SiO ₂ | 66,7 |
| Al ₂ O ₃ | 21,3 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,5 |
| CaO | 0,1 |
| MgO | 0,0 |
| K ₂ O | 2,7 |
| Na ₂ O | 0,3 |

Reservas: Determinadas en base a 29 perforaciones (Piedra Grande S.A. 1983).

| | Medidas | Probables |
|----------------|-----------|-----------|
| Tonelaje bruto | 1.210.000 | 950.000 |

Aplicaciones: Uso limitado en cerámica y para cargas en general.

Darwin

Ubicación: Lote 7, fracción C, C.F.A., dpto. de Gaiman.

Características: El manto caolínico es lenticular con una potencia de 4 m en el frente de cantera y una cubierta de rodados de un metro de espesor. El caolín es de color blanco, compacto, homogéneo y está compuesto por cuarzo, caolinita, plagioclasa, calcita e illita. (D.G.M.G. Chubut, 1989).



El yacimiento es explotado actualmente por la empresa Caolinera S.R.L.

Delfina

Ubicación: Lote 7, fracción C, C.F.A., dpto. de Gaiman.

Características: El depósito es bolsonar con una potencia visible de 3 m y un encape de caliza organógena y rodados de aproximadamente 4 m de espesor. El material caolínico está compuesto por cuarzo (25-31%), caolinita, halloysita, cristobalita y tridimita de acuerdo al análisis de la fracción menor a 1 mm de 6 muestras (D.G.M.G. Chubut, 1989).

El mineral se extrae a través de una cantera de 60 m de largo por 25 m de ancho y 4 m de profundidad.

La Colorada

Ubicación: 140 km al oeste de Trelew, dpto. Mártires.

Características: El manto caolínico tiene una potencia media de 4 m y un encape promedio de 0,8 m; el material es blanco con tonalidades verdosas y rosadas y presenta granos de cuarzo y yeso fibroso.

Análisis químico: material natural del frente de explotación (Anselmino, 1962)

| | % |
|--------------------------------|------|
| Humedad | 1,9 |
| P.P.C. | 5,6 |
| SiO ₂ | 72,8 |
| Al ₂ O ₃ | 17,0 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,9 |
| CaO | 0,2 |
| MgO | 1,3 |
| TiO ₂ | 0,1 |
| Na ₂ O | 0,3 |

Reservas probables: 110.000 toneladas (Anselmino, 1962).

Propiedades tecnológicas: Notable plasticidad.

Aplicaciones: Industria cerámica.

La Chiquita

Ubicación: lote 12, C.F.A., dpto. de Gaiman.

Características: El manto caolinizado es heterogéneo con una potencia de 4-5 metros; el material caolínico presenta color blanco grisáceo con tonalidades amarillentas y rojizas, es áspero al tacto y compacto.



Análisis químico: material natural labor N°2 (Anselmino, 1962)

| | % |
|--------------------------------|------|
| Humedad | 1,3 |
| P.P.C. | 6,4 |
| SiO ₂ | 69,2 |
| Al ₂ O ₃ | 20,8 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,5 |
| CaO | 0,7 |
| MgO | 0,4 |
| TiO ₂ | 0,2 |

Reservas probables: 740.000 toneladas

Aplicaciones: Industria cerámica.

3.2.2. AREA ALTO RIO SENGUERR

Se halla ubicada 40 km al NO de la localidad homónima, cerca de Aldea Apeleg y a unos 350 km de Comodoro Rivadavia. Los depósitos caolínicos más conocidos son Grupo Gato, Susana y Estrella Gaucha (Cerro Bayo).

La gran distancia hasta los centros de consumo así como las características climáticas y topográficas de la zona impiden actualmente la explotación económica de estos depósitos.

Grupo Gato

Ubicación: Sector norte de la ladera oriental de la cordillera del Gato, a una altura de 1250 m s.n.m., dpto Alto Río Senguerr.

Características: Los depósitos constituyen afloramientos aislados. El material caolínico está compuesto por dickita, alunita, pirofilita, diásporo, cuarzo, baritina y escasa caolinita.

Susana

Ubicación: 40 km al NO de la localidad Alto Río Senguerr, en la ladera occidental de la cordillera del Gato, a una altura de 1200 m s.n.m., dpto., Alto Río Senguerr.

Características: Los cuerpos caolínicos, producto de alteración de riolita y toba riolítica, son predominantemente lenticulares con espesores que superan los 30 m por debajo de una zona silicificada (Angelelli et al. 1976), y de superficie muy variable con una escasa cubierta edáfica (15 cm). El caolín es de colores gris claro y crema pálido, duro, en parte intensamente diaclasado y con pátinas limoníticas y de óxidos de manganeso (Jutoran et al. 1963); está compuesto por dickita y cuarzo con escasa alunita (Angelelli et al. 1976).



Los sectores enriquecidos están distribuidos irregularmente aunque son frecuentes los bolsones de alta ley (Hayase, 1970).

Análisis químico: (Jutoran et al. 1963)

| | A | B |
|--------------------------------|-------|-------|
| | % | % |
| P.P.C. | 12,2 | 8,1 |
| SiO ₂ | 50,4 | 70,7 |
| Al ₂ O ₃ | 28,1 | 18,1 |
| Fe ₂ O ₃ | 3,0 | 1,6 |
| CaO | 5,2 | 1,0 |
| MgO | vest. | vest. |
| K ₂ O | vest. | vest. |
| SO ₃ | n.d. | n.d. |

Muestras A y B extraídas de superficie y a 10 m de profundidad respectivamente.

Propiedades tecnológicas: El material tiene un punto de ablandamiento de 1718 °C y quema blanco en atmósfera oxidante.

Aplicaciones: refractarios, cargas para caucho y papel (Jutoran et al. 1963) y cerámica blanca.

Estrella Gaucha

Conocido también como Cerro Bayo.

Ubicación: 70 km al NO de la localidad de Alto Río Senguerr, lote 4, sección 8, Colonia Juan Martín de Fueyrredón, dpto. Alto Río Senguerr.

Características: El yacimiento está representado por una faja irregular de alteración hidrotermal sobre tobas riolíticas cuyo ancho máximo es de 300 m. De arriba hacia abajo se distingue 4 zonas: una silicificada de 30 m de espesor, otra compuesta principalmente por alunita de unos 15 m, una tercera rica en caolín con 10 m de potencia y la cuarta donde la roca madre esta alterada a sericita y clorita; el caolín es de color gris claro a verdoso y hasta parduzco, de aspecto compacto y compuesto principalmente por dickita y alunita con cantidades subordinadas de baritina (Hayase, 1970).

Análisis químico: (Fagés 1952)

| | % |
|--------------------------------|-------|
| P.P.C. | 14,32 |
| SiO ₂ | 41,10 |
| Al ₂ O ₃ | 37,24 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,10 |
| CaO | 0,82 |
| MgO | 0,74 |
| TiO ₂ | 0,48 |

Reservas: Si bien el área de alteración es grande, la irregular distribución de los cuerpos de caolín y alunita dificulta la cubicación, siendo necesarios una investigación detallada secundada por trabajos de exploración (Hayase 1970).

Propiedades tecnológicas: baja plasticidad y alto poder refractario.

Aplicaciones: flint clay o material refractario.

3.3. Plantas de procesamiento:

Actualmente existen en el área del valle inferior del río Chubut varias plantas de lavado de caolín que procesan distintos materiales.

La planta de lavado de la empresa Piedra Grande S.A. realiza una separación por hidrociclizado y sedimentación en piletas de espesamiento, previo a la etapa de filtrado por filtro prensa y secado, obteniendo 60-70 t/día de un producto apto para cerámica.

La planta de lavado de la empresa FAPA S.A. también realiza una separación por hidrociclizado y sedimentación en piletas que incluye una posible etapa de separación por centrifugación y posibilidades de secado por spray; mantiene una producción de 250 t/mes de caolín para cerámica.

La planta de lavado de la empresa Caolinera SRL. realiza una separación por conos decantadores en cascada, en reemplazo de los hidrociclones y sedimentación en piletas de espesamiento previo a la etapa de filtrado por filtro prensa y secado.

La planta de la empresa Caolines Argentinos S.A. realiza una separación por tres etapas de hidrociclizado y sedimentación en pileta, previo a la etapa de filtrado por filtro prensa.

3.4. Estudios orientados a la obtención de caolín paplero:

En 1974, la Fundación Bariloche encarga la realización de un trabajo (Romero J., 1974) para profundizar en el conocimiento geológico, mineralógico y genético de los yacimientos del área caolinera del departamento de Gaiman, estudiándose yacimientos tanto de la margen norte como la margen sur del río Chubut.

En el trabajo se concluye que las menas de caolín estudiadas son generalmente blancas, homogéneas, de granulometría constante pero mal seleccionada y de mineralogía variable, acompañadas de cantidades variables de cuarzo (variable entre 8 a 48 %), que puede ser removido por métodos gravitatorios casi en un 90 % de su totalidad ya que se halla en las fracciones gruesas; el 10 % restante siempre acompaña a la fracción < 5u.m. La illita (variable entre 3 a 25 %) también aparece acompañando a la fracciones menores, lo que hace difícil su separación, junto con pequeñas cantidades (<

10 %) de halloysita y montmorillonita.

En este estudio se comparan las propiedades de la fracción < 44u.m, aún cuando tenga mucho cuarzo para los requerimientos en determinados usos específicos.

Entre otras cosas se puntualiza que, de pensarse en un uso papelerero, deben excluirse las menas coloreadas y tenerse en cuenta que solo a causa del tamaño, deberá considerarse como ganga (con posibilidades de ser destinado a otros usos) el 50-70 % del material; no obstante de ser el tamaño un factor muy importante a tener en cuenta, no es el único.

Además las fracciones papeleras (en gral, menores de 5 u.m) contienen cuarzo y en algunos casos cantidades importantes de illita, "aunque no existe en la bibliografía ninguna especificación sobre la cantidad de illita que se acepta como impureza en usos papeleros" y una proporción variable de halloysita, que "según informa el The Clay of Japan, no es un inconveniente para los caolines usados en la industria del papel".

Para usos cerámicos recomienda se destinen materiales extraídos de yacimientos con menas rosadas y algunas amarillas que queman blanco, recomendando se beneficie la fracción menor de 44 um, modernizando las plantas de lavado existentes.

El estudio dentro de sus conclusiones indica que existen reservas medidas que permiten producir 500000 toneladas anuales de caolín menor de 5 u.m grado papel durante 7 años, siempre que la recuperación de la planta sea superior al 80 %, mencionando que es altamente conveniente estudiar la factibilidad tecnológica y económica de una planta que permita beneficiar las reservas descriptas con el objeto de hacerlas aptas para la industria del papel.

En la XI Convención de ATIFCA, se presenta un trabajo (Fasini A., 1975) sobre evaluación de aptitud para uso papelerero de dos caolines nacionales, uno de ellos proveniente de la provincia de Chubut, cedido por el permisionario de la explotación, pero cuyos detalles de ubicación e identificación se reservan.

En este trabajo se detallan los ensayos y los resultados obtenidos en los mismos, tendientes a calificar seriamente la aptitud papelerera del caolín , tanto para carga como para cobertura.

Para ello se obtienen cortes con distinta granulometría, determinándose en cada uno de ellos abrasividad, blancura, análisis químico, estudio de la reología que presentan en suspensiones al 71% y ensayos de retención y carga.

Las características reológicas del caolín en estudio indican la escasa aptitud para su utilización como pigmento para cobertura debido a los elevados valores de viscosidad atribuidos a la baja cristalinidad de la muestra y a la presencia de montmorillonitas y/o illitas que a pesar de estar en bajas proporciones (no siendo detectables por DRX y ATD), afectan a la misma. Se realizan ensayos a nivel laboratorio tendientes a eliminar las fracciones muy finas, hecho que no mejoró en forma sensible las propiedades de flujo.

En base a los valores de abrasividad, granulometría y blancura que se obtuvieron para algunos de los cortes granulométricos, se estimó

que a partir del material original podrían obtenerse grados aptos para carga, que serían más finos que los comúnmente utilizados, necesitando recurrirse al uso de agentes de retención.

En el II Congreso Iberoamericano de Geología Económica, se presenta un trabajo (Bockman S. et al, 1975) donde se exponen los análisis mineralógicos, químicos y los estudios por difracción de rayos y microscopía electrónica sobre muestras tomadas en diferentes yacimientos: Los Túneles I, II y III, Alicia, Susana, Señor Serrano, Juan Roberto Norte, Gabriel y Don Roberto Norte. Se mencionan valores de blancura de 83.7 y un 93 % en peso por debajo de 2u.m, sin aclarar a que muestra pertenecen.

Los resultados obtenidos revelan que las muestras tienen todas una composición semejante, con valores promedios de 75 % de material caolínico, 13 % de cuarzo, 7 % de feldespato caolinizado y 5 % de sílice microcristalina; en la fracción arcillas se identifica caolinita y sólo en la muestra de mina Gabriel se comprobó la existencia de un 95 % de caolinita y 5 % de illita.

Se concluye que por los estudios mineralógicos, químicos y físicos realizados, el caolín analizado posee aptitudes que lo califican específicamente para ser utilizado en la industria del papel, en particular para cobertura, aplicación que requiere de un tratamiento previo del material natural para eliminar los minerales accesorios, primordialmente la sílice libre. Además por la similitud de la composición del material caolínico de los nueve yacimientos, se considera que se trata de un área caolínica de magnitud considerable, de acuerdo a las observaciones realizadas en el terreno. Se recomienda la realización de un estudio geológico-económico de los yacimientos involucrados para evaluar las reservas.

En 1981, la Misión Alemana de Cooperación Técnica elevó un informe de evaluación de los yacimientos y de la planta procesadora de la empresa Caolines Argentinos. Como consecuencia de la misma se realizan distintas recomendaciones, desde la mecanización de la explotación de la mina hasta algunas modificaciones a introducir a la planta para que se produzcan en forma conjunta dos productos, un caolín para cerámica y un caolín grado carga considerando la posibilidad de obtener un grado cobertura posiblemente con dos etapas más de hidrociclado.

En 1982, se presenta en España (Iñiguez A. et al, 1982) un trabajo sobre los caolines del valle del río Chubut, reseñando los estudios realizados sobre muestras de los más importantes yacimientos de cada una de las tres zonas mencionadas en el trabajo de Romero (Romero A. et al, 1974). En las muestras estudiadas se determina la mineralogía en la fracción con granulometría inferior a 325 mallas y se analiza además la fracción < 2 u.m, en la que se estudia la cristalinidad y el grado de ordenamiento de las caolinitas y se estima el porcentaje de cuarzo presente mediante la correlación de alturas de picos de DRX.

Como conclusiones se mencionan que la recuperación media para la fracción < 2u.m en todas las muestras es baja, del orden del 15 %

(dato que tiene mucho error y deberá ser investigado con mayor detenimiento).

Se evalúa el contenido de cuarzo de distintas fracciones granulométricas en las muestras, estableciéndose que un pronunciado escalón en la disminución de cuarzo se produce al pasar de la fracción de 10 a la de 5 u.m, planteando, en virtud de otros ensayos realizados (que no se detallan y cuyos resultados no se presentan), la posibilidad de obtener productos aptos para carga papelera mediante combinación de distintas fracciones menores de 5 u.m, mientras que las fracciones con granulometría superior pueden ser utilizadas en la formulación de barbotinas cerámicas.

Se destaca que los estudios de mineralogía, microscopio electrónico y DRX permitieron detectar la presencia de esmectitas y halloisitas asociadas con la caolinita y verificar la presencia de cristales de cuarzo, determinando su tamaño, considerando de importancia la cuantificación de los mismos ya que, dependiendo de las proporciones en que se encuentran los mismos, ejercen su influencia en el comportamiento físico, en especial en la reología de las suspensiones y abrasividad de los caolines. Finalmente destaca que los materiales caoliníticos estudiados en esta zona, que es la más importante del país, constituyen materias primas aptas para la obtención de un producto refinado para las industrias cerámica y del papel, obviamente profundizando en los estudios y en la tecnología apropiada.

En una serie de tres comunicaciones, dos de ellas presentadas en congresos de ATIPCA y la última publicada en la revista de ATIPCA (Galazzo J. et al, 1981; 1982; 1983), se describen secuencialmente los resultados que se obtienen a partir de un muestreo del distrito caolinero del valle inferior del río Chubut, el que se dividió en 11 sectores, seleccionando en cada uno, yacimientos que se hallan en actividad y presentan labores aptas para un exhaustivo estudio. Se obtuvieron muestras de un total de 30 minas.

En la primera comunicación se analizan los resultados de los estudios de caracterización mineralógica y química de las muestras, concluyéndose que:

- los mejores caolines se encuentran en el sector 10 y 11.
- hay yacimientos que no son aptos para caolín grado recubrimiento pero si pueden ser aptos para carga.
- hay yacimientos de los que puede obtenerse un caolín grado recubrimiento, previo un tratamiento adecuado.
- por la distribución de tamaños, la fracción < 2u.m varía entre 10-40 % en peso, siendo valores aceptables para una posible explotación, más teniendo en cuenta que la fracción mayor a 2u.m puede utilizarse en cerámica.
- la variedad en la mineralogía de las muestras observadas hace que, las muestras que poseen montmorillonita sean descartadas definitivamente para su uso como recubrimiento de papel ya que afecta drásticamente las propiedades reológicas. Las muestras que tienen illita (mientras que sea de color blanco), no afecta las propiedades ópticas, pero un alto contenido, también afectaría las propiedades reológicas.

-en la mayoría de las muestras, el contenido de cuarzo no es muy elevado.

-el contenido de hierro, es en general superior al 1.0 % y debe disminuirse mediante tratamiento químico o físico para mejorar los requerimientos de blancura, brillo etc.

En la segunda comunicación se realizan ensayos reológicos sobre fracciones granulométricas (que tienen entre un 85 a 95 % en peso de las partículas por debajo de 2 μ m), de cuatro muestras del sector 10. Luego de determinar el rango óptimo de pH y de agregado de dispersante para lograr la viscosidad mínima, se evalúa, en dichas condiciones, el efecto de la concentración de sólidos, no siendo posible obtener propiedades de flujo aceptables con más de 60% de sólidos en suspensión, para ninguna de las cuatro muestras. Una de las muestras se ensaya en una planta piloto de recubrimiento, obteniéndose una blancura aceptable, comparativamente con la obtenida usando un caolín importado como referencia.

Se concluye que los caolines del valle inferior del río Chubut pueden utilizarse como pigmento grado recubrimiento, en la medida que se logren condiciones reológicas aceptables a altas concentraciones de sólidos ya que no fue posible lograr condiciones de flujo adecuadas con más del 60% de sólidos y se propone a tal fin intentar la lixiviación para la eliminación de cationes solubles que puedan afectar la estabilidad de la suspensión y mejorar la distribución de diámetros para obtener un sistema polidisperso y de mejor empaque entre partículas.

En la tercera comunicación se presentan los resultados obtenidos al lixiviar un corte enriquecido en material con tamaño menor a 2 μ m utilizando soluciones de distintos cationes de saturación, en este caso se usaron Na e H, procediendo luego de producida la saturación, al lavado para la eliminación del excedente de cationes solubles. Medidas de potencial superficial demostraron la mejora producida por la saturación superficial con Na, no así con la saturación con H. Así también, las propiedades reológicas de la muestra saturada con Na, son las mismas que se alcanzan con un caolín de Georgia, obteniéndose un comportamiento muy cercano a la de un fluido newtoniano. En esta comunicación se concluye que la factibilidad técnica de producir caolines grado recubrimiento a partir de materias primas nacionales ha quedado demostrada, quedando por realizar aún la etapa de diseñar un proceso de recuperación que genere un producto terminado con las especificaciones obtenidas en laboratorio y a un costo de producción competitivo.

Los resultados y conclusiones de estas comunicaciones fueron publicados a nivel internacional (Galazzo J. et al, 1985 y Galazzo J. et al, 1986) luego de haberse contado con el asesoramiento y colaboración en la investigaciones de H. Murray, experto de reconocido nivel en el tema caolines; se concluye sobre los principales factores que afectan las propiedades físicas y químicas de los caolines estudiados. El análisis de variancia realizado indica que el 83 % de la misma en el análisis está en relación con cuatro factores que controlan las propiedades de flujo de una suspensión, siendo las propiedades químicas de la suspensión el

factor controlante principal (33% de la variancia), seguido por la distribución de tamaño de partículas (18.8% de la variancia), la abrasividad (15.8% de la variancia) y la blancura (14.4% de la variancia)

Murray, en un trabajo sobre distintos depósitos de caolines del mundo y sus propiedades (Murray H., 1988), menciona que en Argentina existen grandes depósitos de caolín en la Patagonia que son usados para producir grados cerámicos y un grado carga para papel de baja calidad, pero que muchos de estos caolines pueden ser significativamente mejorados con la implementación de procesos adicionales para lograr un filler de alta calidad ya que, al igual que en China, no ha encontrado en Argentina caolines de baja viscosidad.

Los antecedentes más recientes en relación a los caolines de Chubut son de 1992.

Logan, en su trabajo (Logan A. et al, 1992), hace algunas consideraciones sobre muestras de los yacimientos Cantera 40, Cantera 60, Francisco, Romina y Silvia.

En general en los yacimientos estudiados, la mena presenta una coloración rosada para los de origen primario y en los secundarios una coloración blanca grisácea. En general el material de estos depósitos es algo abrasivo al tacto y es en la Cantera 60 donde la caolinización es más avanzada.

Para todas las muestras se identifican las especies presentes: caolinita (40-95%) y en menor proporción illita, halloysita, cuarzo y esmectita, determinándose que se trata de caolinitas medianamente cristalinizadas. Para el yacimiento Silvia, la illita está libre de expandibles en tanto que para la Cantera 60 la illita tiene pequeña cantidad de esmectita.

El material de estos yacimientos que se destina a la producción de papel tiene valores de sílice mayores que las especificaciones. Se menciona que "la blancura del producto final es de 78 y para el mineral de cabeza varía entre 65-70", y se menciona además que "los valores de abrasividad oscilan entre 26 y 27 mg (AT1000)" pero no se especifica si es sobre producto o mineral tal cual.

Domínguez, realiza una descripción de la ubicación y tipificación de los principales yacimientos del Valle Medio del río Chubut (Domínguez E. et al, 1992). Considera que el recurso mineral es importante con reservas estimadas superiores a los 60 Mt. En cuanto a su utilización en la industria papelera, las posibilidades de enriquecimiento están fuertemente controladas por la composición de las vulcanitas que fueron argilizadas ya que el cuarzo muy fino, presente en la matrix de las tobas queda impurificando las fracciones granulométricas entre 44 y 2 μm que descartan su uso en papel por la alta abrasividad. La fracción menor a 2 μm tiene baja abrasividad y presenta buena respuesta a proceso de blanqueo químico y separación magnética. Por lo tanto, siempre que exista un buen control inicial de los contenidos de caolinita y esmectita y de la blancura inicial, se puede producir un filler de alta blancura y

abrasión moderada, derivándose las fracciones más gruesas a usos cerámicos a fin de realizar una explotación económica racional.

Depetris F. (1992) en un trabajo general sobre los minerales para la industria del papel, sobre las perspectivas para el caolín, en la Argentina, expresa que, la industria nacional no ha tenido mayor éxito hasta el momento en el desarrollo de pigmentos papeleros basados en caolín, atribuyéndolo a limitaciones tanto económicas como del material original, que exhibe problemas en su abrasividad, blancura y propiedades reológicas, señalando que no debe descartarse la posibilidad de lograr por un tratamiento adecuado, un producto para carga que compita con los productos importados.

4. CONCLUSIONES:

Con respecto al uso en cerámica es importante el aprovechamiento que se hace del caolín, tanto sea lavado (para sanitarios, aisladores, vajilla de loza y porcelana) como en bruto (para fabricación de pisos, azulejos y revestimientos). En algunos casos, como consecuencia de la presencia de algunas especies mineralógicas en su composición (ej. illita, montmorillonita), la reología de las suspensiones que se pueden obtener limita el uso en pastas para procesos de colado.

En relación a su uso en cargas hay que establecer una diferencia entre el caolín papelerero y el destinado a otras (caucho, plástico, pintura, etc.).

En el primer caso los requerimientos son muy específicos y sólomente son alcanzados por algunos productores para grado carga o filler.

Todos los trabajos recientes coinciden en mencionar que no han sido posibles de eliminar los problemas que inhabilitan a los caolines de la provincia del Chubut para la obtención de un grado cobertura. En general las limitaciones para alcanzar dicho grado están dadas principalmente por: las características mineralógico-texturales de las rocas argilizadas, en especial la presencia de cuarzo de grano muy fino en la matriz de las tobas y vulcanitas, el cual es difícilmente separable con la infraestructura de procesamiento que existe en la actualidad; esta dificultad influye desfavorablemente en la abrasividad del material. Por otra parte, al igual que lo expresado para cerámica, principalmente la presencia de illita, montmorillonita y sulfatos, en la mayor parte de estos caolines, impiden alcanzar los valores de viscosidad requeridos para este uso.

Para los otros tipos de cargas los requerimientos tecnológicos son menos exigentes y facilitan el uso masivo de esta materia prima.

Con respecto al empleo en otras aplicaciones (farmacopea, pigmentos, etc.) se observa que estas no son desconocidas por los productores.



Sin embargo, por distintas razones, en especial relacionadas con las modificaciones de la infraestructura industrial necesarias para alcanzar determinadas especificaciones, sumada al bajo requerimiento del mercado, la producción de dichas materias primas no resultan atractivas desde el punto de vista comercial.

5. RECOMENDACIONES

De acuerdo a la revisión de todos los trabajos existentes y de las conclusiones obtenidas en consecuencia, se puede plantear una importante expectativa para mejorar la calidad de los productos obtenidos actualmente y ganar nuevos mercados, tanto en el orden nacional como en el extranjero.

Las expectativas se pueden desarrollar por dos caminos diferentes: por un lado sería necesario concluir el estudio de muchos depósitos que solamente han sido analizados desde el punto de vista mineralógico y no se tiene conocimiento de sus propiedades físico-químicas y tecnológicas. También será necesario la caracterización total de muchas manifestaciones de caolin que han sido denunciadas y de las cuales no se tiene ninguna información. Por otro lado será muy importante hacer un buen diagnóstico de las plantas de tratamiento para optimizar los procesos a los efectos de lograr una mejor rentabilidad de la misma y una mejor calidad del producto obtenido.

6. BIBLIOGRAFIA:

- Angelelli, V., I.B. Schalamuk y A. Arrospide, 1976: Los yacimientos de minerales no metalíferos y rocas de aplicación de la región Patagonia-Comahue, Secretaría de Estado de Minería, Anales XVII, pp.54-64.
- Anónimo, 1971. Molichite; English China Clays doubles capacity to 80000 tons a year. Industrial Minerals, November, 20-21.
- Anónimo, 1972. Ione calcined kaolin. interpace's refractory aggregate. Industrial Minerals, August, 37-41.
- Anónimo, 1972. Kaolin in the UK. English China Clay defends its lead in world paper. Industrial Minerals, January, 9-29.
- Anónimo, 1976. Ball and plastic clays. Ceramic bound. Industrial Minerals, August, 15-28.
- Anónimo, 1988. Kaolin. Paper underpins current demand. 'IM' Pigments, Fillers & Extenders, 58-69.
- Anónimo, 1989. Kaolin. Paper underpins current demand. industrial Clays, 19-33.
- Anónimo, 1992. Kaolin: a production review. Coating clays provide optimism. Industrial Minerals, February, 19-37.
- Anselmino, A., 1962: El depósito de material caolínico "La Chiquita", Dep. Gaiman, Pcia. del Chubut, Carpeta 529, DNGM.
- Anselmino, A., 1962: El yacimiento de material caolínico "La Colorada", Dep. Gaiman, Pcia. del Chubut. Carpeta 529, DNGM.
- Anselmino, A. y J. Aspilcueta, 1961: Estudio de los yacimientos de caolín Villegas y María Magdalena, Dep. Gaiman, Colonia Florentino Ameghino, Chubut. Carpeta 507, DNGM.
- Aspilcueta, J. y A. Anselmino, 1962: El depósito de material caolínico "Colón", Dto. Gaiman, Prov. del Chubut. Carpeta 511, DNGM.
- Bockmann, S. y N. Rossi, 1976: Importantes yacimientos de caolines grado cobertura para la industria papelera, II Congreso Iberoamericano de Geología Económica. T.2, Buenos Aires.
- Borella, A., 1983: La explotación de caolines en Patagonia, Cerámica y Cristal 89, pp.34-40.
- Bristow, C.M., 1987. World Kaolins: Genesis, exploitation and application. Industrial Minerals, July, 45-59.



- Bristow, C.M., 1989. World kaolins: Genesis, exploitation and application. *Industrial Clays*, 8-17.
- Bristow, C.M., 1992. An introduction to the evaluation of mineral filler deposits. *Industrial Minerals*, June, 59-65.
- Depetris, P., : Los minerales para la industria del papel. *Panorama Minero* N^o , pp.4-12.
- Depetris, P. y R. Cerro, 1985: El uso de pigmentos como carga para papel. Análisis del estado del arte y tendencias en aplicaciones futuras. XXI Congreso ATIPCA, pp.40-43.
- Dirección General de Minas y Geología, 1988: Programa de tipificación de arcillas y caolines. Inédito.
- Domínguez, E., M. Cravero y A.M. Iñiguez-Rodríguez, 1992: Los caolines cretácicos de la Patagonia. Geología, génesis y aplicaciones en la industria del papel. *Panorama Minero*, N^o 162, pp.20-28.
- Favero, L.A., 1973: Arcillas y caolines. Especificaciones, mercado y sus proyecciones.
- Galazzo, J., P. Depetris y R. Cerro, 1982: Evaluaciones de las aptitudes papeleras de los caolines argentinos. Primera comunicación: La cuenca del Chubut. *ATIPCA*, 21 (3): 47-51.
- Galazzo, J. y R. Cerro, 1982: Evaluación de las aptitudes papeleras de los caolines argentinos. Segunda Comunicación: La cuenca del Chubut. *ATIPCA*, pp.60-63.
- Galazzo, J., P. Depetris y L. Cerro, 1985: Evaluación de las aptitudes papeleras de los caolines argentinos. Tercera comunicación: Tratamiento iónico para mejorar las propiedades reológicas. *ATIPCA*, XIX Congreso Técnico sobre celulosa y papel, II: 73-87.
- Galazzo, J., P. Depetris, R. Cerro y H. Murray, 1986: Viscosity improvement of an argentine kaolin by ionic treatment. *Applied Clay Science*, 1 (1986) pp.367-373.
- Harben, P., 1979. Paper expansions spur kaolin in Georgia. *Industrial Minerals*, December, 23-35.
- Ibáñez, A., J.M. González Peña, F. Sandoval y J. Pais, : Deslaminación del caolín y su utilidad en la fabricación del papel.
- Iñiguez-Rodríguez, A., E. Domínguez, P. Depetris, J. Fronato y H. Murray, 1988: Los caolines del valle del Rio Chubut, Rep. Argentina. *Actas III Congreso Expos. Argentina y II Ibero-Americano de Cer. Vidrio y Refract.*, pp.29-47.



Iñiguez, A. y P. Zalba, 1988: Arcillas: Su distribución, características y aplicaciones en Argentina. Panorama Minero, N°125, pp.4-17.

Jutoran A. y R. Calvelo Rios, 1963: Informe preliminar sobre el material caolinitico de la mina "La Susana", situada en la zona de Alto Rio Senguerr, Departamento Alto Rio Senguerr, Pcia. del Chubut. Carpeta 571, DNGM.

Kulms, M., 1981: Evaluación de yacimientos de cuarzo, arcilla y caolín. Minas y planta de Caolines Argentinos S.A. en Ameghino, Pcia. de Chubut. Cooperación Técnica Argentino-Alemana, B.N.D. Informe N°35, inédito.

Logan A., L. Garrido y R. Etcheverry, 1992: Consideraciones geológicas, mineralógicas y tecnológicas de algunos depósitos de caolín del Dto. Gaiman, Chubut, Argentina.

Loughbrough, R., 1992. Ball and plastic clays. Quality the key to survival. Industrial Minerals, January, 21-33.

Maiza, P. y K. Hayase, 1975: Los yacimientos de caolín de la Patagonia. República Argentina. II Congreso Iberoamericano de Geología Económica, T II.

Murray, H. H., 1988: World kaolins, diverse quality needs permit different resource types. 8th "Industrial Minerals" International Congress. Boston, USA.

O'Driscoll, M., 1988. Minerals in adhesives and sealants. Solving a sticky problem. Industrial Minerals, February, 32-51.

Oliveri J.C. y J.M. Terrero, 1954: El yacimiento de material caolínico "Don Emilio", Dep. Gaiman, Territorio del Chubut. Dirección Nac. de Minería, Boletín N°81, DNGM.

Oliveri, J.C. y J.M. Terrero, 1952: El yacimiento de caolín "Don Emilio", Dt. Gaiman, Territorio del Chubut. Carpeta 241, DNGM.

Ordóñez, C. y A. Fazzini, 1975: Caolines nacionales. Evaluación de su aptitud para uso papelerero. XI Convención de ATIPCA, Buenos Aires.

Piedra Grande S.A., 1983: Programa de exploración de arcillas y caolines. Inédito.

Re Kuhl, G. y E. Chimienti, : Minerales para la industria papelerera. Desarrollo potencial en el país. ATIPCA.

Romero, A., E. Domínguez y R. Whewell, 1974: El área caolinera del departamento de Gaiman, Chubut, Fundación Bariliche, Centro Nac. Patagónico, inédito.

Rossi, N., 1977: Los depósitos de caolín en la República Argentina. Proc. 8th. Int. Kaolin Symposium and Meeting on Alunite, Madrid-Rome numK-18,9 pp.

Rossi, N., 1959: Yacimientos de caolín "María Magdalena" y "Villegas", Colonia Florentino Ameghino, Pcia. Chubut. Proyecto de presupuesto para su estudio. Carpeta 406, DNGM.

Russell, A., 1988. Minerals in pharmaceuticals. The key is quality assurance. Industrial Minerals, August, 32-43.

Russell, A., 1988. Ball & plastic clays. Value added products for ceramic demands. Industrial Minerals, October, 27-47.

Sister, R., 1949: Informe sobre el yacimiento de caolinita de Cerro Bayo, Gobernación Militar de Comodoro Rivadavia.

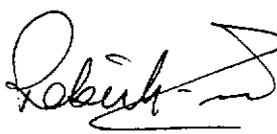
Viera, J., : Proyecto: Caolines del Valle del río Chubut. Interés nacional. Sustitución de importación.



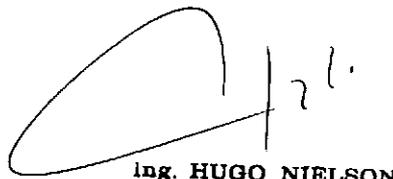
Lic. Ana María Celeda
DIVISION PROCESAMIENTO DE
MINERALES



Lic. GUILLERMO A. COZZI
JEFE DIV. GEOLOGIA Y MINERIA
CIIM-INTI



Lic. ROBERTO P. HEVIA
JEFE
DIV. MATERIALES CERAMICOS



Ing. HUGO NIELSON
DIRECTOR CIIM-INTI