

**PROYECTO:
CAOLINES AREA MAMUEL CHOIQUE, RIO NEGRO, ARGENTINA**

Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR)

GREGORAT Samuel, COZZI Guillermo y JUAREZ Pablo

Buenos Aires, febrero de 2018



SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

Presidente: Dr. Eduardo O. Zappettini

Secretaria Ejecutiva: Lic. Silvia Chavez

INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

Director: Dr. Martín Gozalvez

INSTITUTO DE TECNOLOGÍA MINERA

Director: Lic. Guillermo Cozzi

PROYECTO CAOLINES AREA MAMUEL CHOIQUE, RIO NEGRO, ARGENTINA

Samuel Gregorat¹, Guillermo Cozzi² y Pablo Juarez³

¹ IGRM-SEGEMAR, ² INTEMIN-SEGEMAR, ³ DELEGACION VIEDMA-SEGEMAR



Índice

Resumen	2
Introducción	3
Geología Local	3
Antecedentes	4
Estructura y Mineralización	4
Tipificación de las áreas caolinizadas	6
Descripción de Cuerpos Mineralizados y Labores Mineras	8
Interpretación	15
Bibliografía	16
ANEXOS:	
Anexo I: Tablas	
Tabla 1: Puntos Control GPS	18
Tabla 2: Identificación Muestras Recolectadas	19
Tabla 3: Minas Belgrano-Pama-Composición química y mineralógica	21
Tabla 4: Minas San Martín, Urquiza, Santiago y Juan Manuel de Rosas-Composición química y mineralógica.	22
Anexo II:	
Descripción de muestras	23
Anexo III:	
Difractogramas de rayos X	30
Anexo IV:	
Morfología de los caolines	36
Anexo V:	
Análisis Térmico Diferencial y Termogravimetría	41
Anexo VI:	
Mapas	53
Mapa Geológico del Area Mamuel Choique, Escala 1:2500	
Mapa de Detalle con ubicación de muestras, Minas Pama-Belgrano y Mina San Martín, Escala 1:1000	
Equipo de trabajo SEGEMAR	54

Resumen

El presente informe es el producto de un trabajo coordinado, ejecutado y financiado por el SEGEMAR con el objeto de aportar conocimiento científico técnico del área de caolines Mamuel Choique a todos los actores que integran la comunidad minera y, en particular, a los que participaron en el presente estudio tales como la Secretaría de Minería de Río Negro (SMRN), la Empresa Molienda Tandilia, la Cámara de Minería de Río Negro (CAMIR) y el Instituto Técnico Superior Ingeniero Jacobacci (ITSIJ).

Los depósitos de caolín del área Mamuel Choique, ubicados a 75 km al SE de Ing. Jacobacci, Río Negro, se explotan en forma discontinua desde varias décadas atrás, con destino a la industria cerámica, originados principalmente a partir de la alteración “in situ” de cuerpos ignimbríticos, siendo halloysita el politipo de caolín predominante respecto de caolinita, y acompañadas por cantidades minoritarias de cuarzo, feldespatos, cristobalita, anatasa, goethita, tridimita y esmectitas.

En esta primer etapa se pone énfasis en la caracterización geológica y estructural del área caolinizada, así como en la tipificación y cuantificación de las distintas variedades de caolines, realizando un reconocimiento geológico minero preliminar, muestreo, mapeo de semidetalle y detalle del área caolinizada, y la caracterización química y mineralógica, de las muestras seleccionadas para el análisis, mediante difracción de rayos X (DRX), fluorescencia de rayos X (FRX), análisis térmico diferencial (DTA) y termogravimetría (TG).

Por otra parte, se determinó mediante microscopía electrónica de barrido (MEB), que la morfología predominante de las partículas de halloysita es la esferooidal con diámetros comprendidos entre 200 y 500 nanómetros; la morfología tubular o nanotubos de halloysita está muy subordinada respecto a la anterior y cabe destacar que, en uno de los sectores estudiados, se detectaron nanopartículas halloysíticas “cónicas” de las que, hasta el momento, no se tenía conocimiento de su existencia.

Si bien el politipo de caolín predominante en el área estudiada es mayoritariamente halloysítico se detectaron también cuerpos esencialmente caoliníticos, donde la caolinita se presenta en sus típicos agregados vermiformes o bien agregados laminares pseudohexagonales que potencialmente podrían ser evaluados para otros usos además del cerámico.

En virtud de los resultados obtenidos se recomiendan, con criterio geológico-económico, nuevas áreas de exploración a fin de incrementar las reservas de cada uno de los tipos de caolín determinados y poder diagramar y planificar una explotación selectiva de los mismos con el objeto de hacer un uso racional y adecuado del recurso caolinífero del área.

Introducción

Este trabajo se origina a partir de la consulta de la empresa Molienda Tandilia, productora de caolines del área Mamuel Choique, quien recurre al SEGEMAR solicitando asistencia técnica sobre cómo obtener un producto comercial de mayor valor agregado al que produce actualmente; hasta el momento extraen dos productos a granel destinados a la industria cerámica, los cuales son seleccionados en forma manual y diferenciados entre sí por su contenido relativo en óxidos de hierro.

A partir de este planteo, se procedió al análisis de toda la información y antecedentes aportados por la empresa junto con publicaciones e informes inéditos del SEGEMAR y otras disponibles sobre el tema y área de estudio. Por otra parte, se estableció contacto con otros actores del área minera tales como la Secretaría de Minería de Río Negro (SMRN), Cámara de Minería de Río Negro (CAMIR) y el Instituto Técnico Superior Ingeniero Jacobacci (ITSIJ) con quienes se coordinó una serie de acciones conjuntas tendientes a incrementar la información geológica minera del área.

La coordinación ejecutiva estuvo a cargo de Carlos Cuburu (SEGEMAR, Secretaría Ejecutiva) y el equipo de trabajo del SEGEMAR para las actividades de relevamiento geológico y muestreo estuvo compuesto por Samuel Gregorat (IGRM), Pablo Juárez (Delegación Viedma) y Guillermo Cozzi (Intemin). Asistieron además Flavio Quinteros y Gonzalo Lencina (Policía Minera de la Provincia de Río Negro) y Fernando Pestalardo (Geólogo Consultor, CAMIR); participaron de las tareas de mapeo y muestreo alumnos de la Tecnicatura Superior en Operaciones Mineras del ITSIJ.

En el presente informe se describen las actividades desarrolladas principalmente en el área de Canteras Mamuel Choique, ubicada a 75 km al sudoeste de la localidad de Ingeniero Jacobacci, provincia de Río Negro, considerando dos enfoques principales:

- **Caracterización y cuantificación geológica**, para lo cual se realizó un reconocimiento geológico-minero preliminar, muestreo y mapeo de semidetalle a escala 1:2500 de las propiedades mineras denominadas Pama, Belgrano, San Martín, Urquiza, Santiago y Juan Manuel de Rosas, y el mapeo de detalle a escala 1:1000 de las dos primeras, actualmente en operaciones.

- **Tipificación de caolines**, mediante observación macroscópica, análisis por difracción de rayos X (DRX), análisis térmico diferencial (ATD), termogravimetría (TG), microscopia electrónica de barrido (MEB) y fluorescencia de rayos X (FRX).

Por otra parte, se visitó la cantera localizada en el paraje denominado Pampa Alegre, a 32 km al este de las anteriores, y uno de los blancos detectados con imagen Aster, realizando solo reconocimiento y muestreo preliminar para cada uno de ellos.

Geología Local

En el área de las canteras de caolín de Mamuel Choique afloran rocas ignimbríticas de composición riolítica-riodacítica de edad Paleocena-Eocena pertenecientes a la Formación Huitrera.

Las mismas están compuestas por ignimbritas ácidas con fragmentos líticos y abundante cantidad de fiammes, con tamaños que varían desde pocos milímetros hasta 7 centímetros, y riolitas-riodacitas con abundante contenido de cristales de cuarzo, plagioclasa, feldespatos potásico y

minerales máficos. Estas últimas se encuentran en el sector central del área y, aunque existen escasos datos de campo, podría interpretarse como un cuerpo subvolcánico (?).

Al oeste del área se observa una colada de basaltos “de valle”, con olivinos y escasas vesículas, pertenecientes a la Formación Campana, de edad pliocena.

Más al oeste y fuera del área de trabajo afloran granitoides devónicos correspondientes a los Granitos Viuda de Gallo, y al sur, granitos de la Formación Lipetrén de edad pérmica-triásica inferior.

Con referencia a estas últimas, aunque no afloran directamente en el área de trabajo, en el sector ubicado al oeste y sur de Mina Juan Manuel de Rosas hay presencia de abundantes rodados de composición granítica; también se observa en una pequeña labor la presencia de una brecha argilizada con fragmentos de composición granítica (?).

En el sector sur de Mina Belgrano aflora también una brecha de matriz caolinítica con escasos fragmentos graníticos y metamórficos (gneises) parcialmente alterados a arcillas.

Antecedentes

Al momento de iniciar las tareas no se tienen antecedentes de trabajos de detalle en la zona. La información de base es la correspondiente a la Hoja Geológica Ingeniero Jacobacci escala 1:250.000, descripciones geológicas y tecnológicas del trabajo “Arcillas de Río Negro para uso Cerámico” ambas de SEGEMAR (Dalponte et al., 2014), trabajos inéditos de la zona tales como el Proyecto de Minerales Industriales para Río Negro, 1999, y una serie de publicaciones realizadas en el área por Cravero et al., (2009, 2012, 2014, 2016a, 2016b).

Estructura y Mineralización

La mineralización, compuesta por una caolinización intensa dada por halloysita predominante sobre caolinita, se halla “encajada” en ignimbritas riolíticas con abundantes fiammes y con marcado control estructural.

También se observan afloramientos de una riolita-riodacita con abundante cantidad de cristales de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y máficos levemente caolinizados. Estos afloramientos se localizan en el sector central del área de trabajo, principalmente sobre Mina San Martín, al sur de minas Pama-Belgrano y al norte de Urquiza-Santiago. En principio se interpreta como un cuerpo subvolcánico (?).

Es común observar en los cuerpos mineralizados la presencia de impregnaciones de óxidos de hierro en forma de niveles superficiales o distribuidos en forma errática, muy probablemente asociados con cambios en el nivel freático.

Se determinaron dos controles estructurales que condicionan la distribución de la mineralización y la yacencia de los cuerpos principales. Son preminerales o coetáneos con la mineralización, con direcciones Norte-Sur y Norte 70°-75° con variaciones este-oeste.

En el sistema Norte 70°-75° se desarrollan los cuerpos principales compuestos por brechas de falla, foto 1, constituidas por fragmentos de ignimbritas riolíticas, foto 2, con diferentes grados de caolinización y matriz totalmente caolinizada sobre el eje de la estructura, disminuyendo la intensidad de alteración al alejarse de la misma.



Foto 1: Mina Belgrano, Brecha de Falla con grandes fragmentos de ignimbritas riolíticas aglutinados por una matriz intensamente caolinizada.



Foto 2: Mina Belgrano, detalle de fragmento de ignimbrita riolítica con fiammes parcialmente alterados a caolín.

Las estructuras Norte-Sur también se presentan como brechas de falla similares a las anteriores, pero actúan como límite de alteración. Se observa en Mina Belgrano, donde esta estructura pone

en contacto rocas totalmente caolinizadas en el sector Este, con ignimbritas con leve alteración en el sector Oeste.

La dirección Norte-Sur tiene un marco regional que conecta a todas las manifestaciones, excepto Juan Manuel de Rosas, que también tiene un lineamiento en igual dirección, aunque paralelo al anterior.

En ambos sistemas estructurales es común observar, en las zonas centrales, la presencia de arcillas plásticas verdes (esmectitas), foto 3.



Foto 3: Arcillas plásticas verdes (esmectitas) en brechas de falla.

Existen indicios de un tercer control estructural, con dirección N320°, posiblemente postmineral (aunque requiere mayor chequeo), que estaría controlando los afloramientos de los cuerpos mineralizados.

Tipificación de las áreas caolinizadas

Con el objeto de tipificar las zonas de alteración caolínica identificadas en el área de Mamuel Choique se recolectaron 45 muestras representativas de los frentes de cantera de las minas Belgrano-Pama, actualmente en explotación, y de otras cuya explotación estaba temporalmente paralizada tales como San Martín, Juan Manuel de Rosas, Urquiza y Santiago.

Se seleccionaron 17 muestras para llevar adelante la tipificación de los diferentes cuerpos caoliníferos determinando composición química, mineralógica, morfologías y comportamiento térmico, teniendo en cuenta su empleo actual en la industria cerámica.

El análisis mineralógico comprendió la observación “in situ” de los cuerpos mineralizados y la descripción macroscópica de las muestras recolectadas acompañadas por la determinación de fases

cristalinas mediante difracción de rayos X (DRX), análisis térmico diferencial (ATD), termogravimetría (TG) y microscopía electrónica de barrido (MEB); la determinación de la composición química de los elementos mayoritarios se realizó por fluorescencia de rayos X (FRX).

Considerando que la totalidad de las muestras seleccionadas para análisis son moderadamente friables se estableció el siguiente protocolo: disgregación en seco por debajo de 2", homogeneización y reducción por cuarteo; disgregación por debajo de tamiz ASTM N°4 (4,75mm); homogeneización y luego reducción por cuarteo hasta obtener una masa aproximada de 100g; molienda con mortero de porcelana hasta lograr que el 100% del material pase el tamiz ASTM N°60 (250 µm). Siguiendo este proceso se obtuvieron submuestras para análisis químico, difracción de rayos X, DTA y TG; en cada etapa de cuarteo se reservó una porción como muestra para el archivo.

El análisis por difracción de rayos X se realizó sobre cada muestra previamente pulverizada denominada roca total (RT) y sobre preparaciones orientadas natural (N), calcinada a 550°C (C) y tratada con etilenglicol (G) de la fracción arcilla (FA).

La colección de datos se realizó en el intervalo de barrido 2theta comprendido entre 4 y 70° 2theta (RT) y entre 2 y 30° (FA) con paso/tiempo de 0,03°/2seg, rendijas de divergencia y antidisipación de 1° (RT) y ¼° (FA) y rendija de recepción de 0,2mm. Por otra parte, una vez irradiado el preparado glicolado se lo calienta durante 1hora a 300°C y se lo vuelve a irradiar para la identificación de halloysita-7Å según el denominado "efecto MacEwan".

Las mediciones se realizaron utilizando un difractómetro de polvo marca Philips, X`Pert MPD, con tubo de rayos X con radiación K α de cobre, a 40Kv/40mA, goniómetro vertical theta/2theta, monocromador secundario curvo de grafito y detector proporcional sellado de Xe; se utilizó dispositivo para rotación de las muestras.

La identificación de las fases minerales junto con la estimación del contenido relativo se realizó a partir del análisis e interpretación de los difractogramas utilizando el programa High Score Plus de PANalytical y la base de datos PDF del ICDD (1997).

El análisis químico para la determinación de los elementos mayoritarios se realizó mediante fluorescencia de rayos X dispersivo en longitud de onda empleando como método de preparación de muestras la fusión automática con tetraborato de litio como fundente y empleando materiales de referencia certificados para su calibración y validación.

La observación y análisis de la morfología de las partículas de caolín se realizó con un microscopio electrónico de barrido marca FEI modelo Quanta 250 con detector de electrones secundarios Everhart-Thornley (ETD) a 10 KeV. Se utilizaron esquirlas de roca representativas de cada muestra obtenidas de la fracción pasante tamiz N°4 previamente metalizadas por una delgada capa de oro-paladio.

Con el objeto de aportar mayor información para la caracterización mineralógica y de analizar el comportamiento térmico, las muestras fueron estudiadas en forma simultánea mediante termogravimetría (TG) y análisis térmico diferencial (ATD), ver Anexo 3. Se utilizó un equipo marca TA Instruments, modelo SDT Q600, empleando una rampa a 20°C/min desde temperatura ambiente hasta 1200°C como programa térmico, Aire Analítico SS Linde como gas de purga con 100

cm³/min de caudal, crisol de alúmina con capacidad de 0,001cm³. Los siguientes eventos térmicos y sus correspondientes valores típicos, se utilizaron como referencia principal para identificar minerales presentes en las muestras ensayadas:

-Caolinita y halloysita: Segundo evento endotérmico ATD: entre 500°C y 600°C, con pérdida de masa en TG. Primer evento exotérmico ATD: entre 950°C y 980°C, sin pérdida de masa en TG.

-Goethita: Tienen un pico endotérmico ATD, el cual varía típicamente entre los 300°C y los 400°C, dependiendo del tamaño de partícula, con pérdida de masa en TG.

Descripción de Cuerpos Mineralizados y Labores Mineras

Minas Pama- Belgrano:

En las canteras de mina Pama-Belgrano se distinguen al menos tres tipos de materiales caolínicos en función de su coloración y contenido relativo de óxidos de hierro hidratados (limonitas) que son tipificados para su extracción en cantera como: KC1: “caolín de clase 1 blanco puro”, KC2: “caolín de clase 2 blanco amarillento” manchado o con venillas de óxidos de hierro, KC3: “caolín de clase 3 castaño rojizo” con alto contenido relativo de hierro; actualmente sólo se comercializan los dos primeros. Teniendo en cuenta estas características se seleccionaron 7 muestras para el análisis.



Foto 4: Mina Pama, vista hacia el Este; nótese el tamaño de los fragmentos ignimbríticos de la brecha de falla.

Mina Pama se desarrolla sobre un eje con dirección N70°, sobre una estructura de falla con abundantes fragmentos de ignimbritas riolíticas moderados a intensamente caolinizados, inmersos en una matriz también caolinizada, foto 4.

En el sector central de la estructura la cantidad de matriz caolínica es mayor junto con la presencia de arcillas verdes, mientras que hacia las partes externas de la misma se evidencia un aumento de la cantidad de fragmentos y contenido de óxidos de hierro, que se presenta en forma irregular.

En Mina Pama-Belgrano se desarrollan actualmente los trabajos de minado presentando la mayor cantidad de labores, fotos 5 a 9. En la misma es posible distinguir al menos 3 cuerpos caolinizados diferenciados entre sí por sus características litológicas, grado de alteración y composición química y mineralógica.



Foto 5: Mina Belgrano, a: Vista hacia el sur, pared oeste, brecha de falla con matriz totalmente caolinizada (cuerpo 1), al fondo izquierda, sector derrumbado, brecha caolinizada con escasos fragmentos graníticos y gnéusicos (Cuerpo 2); b: Vista hacia el este, niveles ignimbríticos totalmente caolinizados, con impregnaciones irregulares de óxidos de hierro que se incrementan hacia el techo formando un manto castaño rojizo.

Cuerpo 1: ubicado en el sector central y oeste de la cantera, ver mapa, corresponde a una brecha compuesta por fragmentos de rocas ignimbríticas (60%), angulosos a subredondeados, de tamaño variable entre 5 y 60cm, con escaso a moderado grado de caolinización, inmersos en una matriz (40%) integrada por fragmentos, de igual litología, pero de tamaño inferior y totalmente caolinizados, foto 6. Este material, relativamente más blando es el que se explota, separando manualmente los fragmentos mayores no caolinizados.



Foto 6: Pared oeste, cuerpo 1, brecha de falla; a la derecha, detalle de fragmento ignimbrítico parcialmente alterado aglutinado por una matriz totalmente caolinizada.

Este cuerpo está controlado por estructuras Norte-Sur que presentan en su parte central arcillas esmectíticas de coloración verde claro, foto 6; la distribución de óxidos de hierro hidratado, limonitas, es irregular en torno a las fallas y se presenta en niveles subhorizontales, por variaciones en la freática (?).

La caracterización de muestras representativas de esta matriz, CAO-002 y 017-GCJ, ver anexo I, tabla 2, indica que la misma está constituida principalmente por halloysita con cantidades minoritarias de caolinita y cristobalita, y accesorias de cuarzo, feldespato potásico y anatasa, ver Anexos II y III. Se estima que contiene 80-84% de halloysita+caolinita, con 1,4% de TiO_2 y 0,9-1,5% de Fe_2O_3 , quemando blanco a $1000^{\circ}C$, ver anexo I, tabla 3. En relación a la morfología de las partículas de caolín, predomina halloysita esferoidal con diámetros comprendidos entre 0,1 y $1\ \mu m$, acompañada por escasos agregados laminares de caolinita, ver anexo IV, fotomicrografía 1.



Foto 7: Pared SE, Cuerpo 2, zona derrumbada.

Cuerpo 2: ubicado en el límite sudeste de la explotación, con aproximadamente 20 m de potencia y controlado por estructuras con dirección N95°, corresponde a una brecha “matriz sostén” (80%) constituida por caolinita y fragmentos (20%) de litología granítica y gnéisica, de tamaño inferior a 20cm, levemente caolinizados, fotos 7 y 8; estos fragmentos son apartados manualmente durante la explotación del caolín.

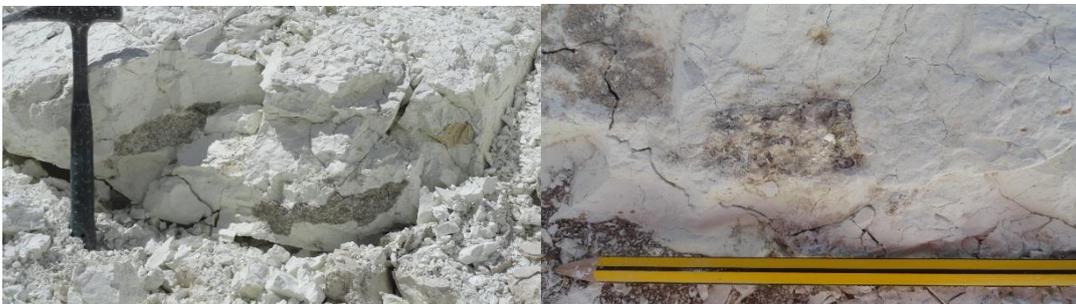


Foto 8: Brecha “matriz sostén”. Muestra CAO-006GCJ, representativa de la matriz caolinítica de la brecha; nótese fragmentos graníticos y gnéisicos levemente alterados.

La caracterización de una muestra representativa de esta matriz, CAO-006GCJ, ver anexo I, tabla 2, revela que está constituida mayoritariamente por caolinita de muy buena cristalinidad acompañada por trazas de cuarzo, ver anexo II y III; se estima que contiene 86% de caolinita, con 0,2% de TiO_2 y 4,9% de Fe_2O_3 , se disgrega en agua con facilidad y quema blanco amarillento a 1000°C, ver anexo I, tabla 3. Respecto a la morfología de las partículas de caolín, predominan agregados laminares de forma irregular o constituyendo paquetes de caolinita, algunos de los cuales alcanzan hasta 100 μm de longitud, ver Anexo IV, fotomicrografía 2.

Cuerpo 3: ubicado en el sector Este de la cantera, está limitado al Norte, con la estructura de Mina Pama con dirección N70°, al oeste por la falla principal Norte-Sur, al sur, por falla, con el cuerpo 2 y

por cuerpo ignimbrítico, poco alterado, distante 20-30 metros; hacia el Este, donde el cuerpo se encuentra abierto, no se observa límite alguno.



Foto 9: Paquete ignimbrítico totalmente caolinizado con escasas impregnaciones de limonitas.

Se trata de un cuerpo ignimbrítico totalmente caolinizado, homogéneo, con una longitud aproximada de 120m, constituido por una serie de niveles subhorizontales que se distinguen por el tamaño relativo de sus fiammes, desde pocos milímetros hasta 7 cm de diámetro, foto 9. A diferencia del cuerpo 1, no se detectaron arcillas verdes esmectíticas, pero presenta impregnaciones de óxido de hierro, sólo en la parte superficial, con potencias variables de algunos centímetros hasta 7 metros; esta variación estaría relacionada con la cercanía de las estructuras, siendo en algunos casos mínima y en otros desaparece sobre las mismas. Algunos niveles contienen además fragmentos líticos con alteración caolínica avanzada.

La caracterización de muestras representativas de este cuerpo, CAO-010, 011 y 012-GCJ, ver anexo I, tabla 2, indica que está compuesto principalmente por halloysita con cantidades accesorias de caolinita, cuarzo, anatasa y goethita, y trazas de cristobalita, con 1,6-2,3% de TiO_2 y 1,2-7,6% de Fe_2O_3 , anexo I, tabla 3 y anexos II y III. En relación a la morfología de las partículas de caolín, predomina halloysita esferoidal con diámetros comprendidos entre 0,1 y 0,5 μm , con halloysita tubular subordinada desarrollándose como agregados solamente en pequeñas cavidades del orden del micrón, ver anexo IV, fotomicrografías 3 y 4.

Respecto a los mantos ignimbríticos caolinizados y teñidos por limonitas (óxidos de hierro hidratados) de color castaño rojizo, posicionados por encima de los mantos blanquecinos o blanco amarillentos, la caracterización de una muestra representativa del mismo, CAO-009-GCJ, ver anexo I, tabla 2, indica en forma orientativa, que están compuestos por halloysita como componente principal con cantidades minoritarias de goethita, accesorias de caolinita y cuarzo, y trazas de cristobalita, ver anexos II y III. Se estima que la muestra contiene 73% de halloysita+caolinita, con 1,4% de TiO_2 y 10,6% de Fe_2O_3 , quemando rojo al ser calcinado a 1000°C, ver anexo I, tabla 3.

Mina General San Martín:

Las labores en este sector se desarrollaron sobre un eje con dirección N 70° a lo largo de 250 m, con potencias de hasta 30 metros. Actualmente no se encuentra en actividad, foto 10.

La roca está representada por riolitas-riodacitas con abundante cantidad de cristales de cuarzo, feldespatos potásicos, plagioclasa, minerales máficos y fiammes(?) pequeños y escasos.

La mineralización se encuentra controlada por una estructura de falla con dirección N70° con fragmentos de ignimbrita riolítica con moderada a intensa caolinización y una matriz caolínica.

En sectores, y con distribución no uniforme, la mineralización presenta impregnaciones de óxidos de hierro que impurifican su calidad.



Foto 10: Mina San Martín. Izq. Vista general de brecha de falla caolinizada con impregnaciones irregulares de óxidos de hierro; der. Contacto estructural entre ignimbrita (izq) y brecha caolinizadas.

En el sector Oeste, el límite del cuerpo es abrupto y está controlado por un lineamiento N320°, no sucede lo mismo en el sector este, donde los límites son difusos y transicionales a una roca ignimbritica con fiammes con alteración leve y un intenso diaclasamiento N310°.

Al igual que en mina Belgrano-Pama se distinguen dos tipos de litologías: brechas e ignimbritas, ambas alteradas a material caolinífero. Se recolectaron 4 muestras de las cuales se analizan dos, CAO-030 y 031-GCJ, ver anexo I, tabla 2, representativas de ambos tipos litológicos, ver foto 10, derecha.

La muestra CAO-030 presenta color blanco grisáceo y está compuesta por halloysita, cristobalita, tridimita, feldespatos y plagioclasa con cantidades accesorias de cuarzo, ver anexos II y III. Se estima que la muestra contiene sólo 20% de halloysita, con 0,2% de TiO_2 y 0,6% de Fe_2O_3 , ver anexo I, tabla 4. En cambio, la muestra 031, presenta coloración similar, pero está compuesta mayormente por halloysita con cantidades accesorias de caolinita, cuarzo y anatasa, y trazas de cristobalita y feldespatos potásicos, ver anexos II y III. Se estima que la muestra contiene 90% de halloysita+caolinita, con 2,4% de TiO_2 y 1,3% de Fe_2O_3 , ver tabla 4.

Mina Santiago:

En esta sólo se observan pequeñas labores de destape con dirección N105°, que se desarrollan sobre dos estructuras paralelas con dirección N75°; están compuestas por una brecha de falla con fragmentos de ignimbrita con abundantes cristales con alteración caolínica moderada y una matriz totalmente caolinizada, foto 11. Al igual que en Mina San Martín, la distribución de las impregnaciones limoníticas es irregular y controlada en parte por variaciones en el paleonivel freático.



Foto 11: Mina Santiago, izq, vista general hacia el Norte; der, Impregnaciones limoníticas en la brecha caolinizada.

En las inmediaciones, afloran al sur, ignimbritas riolíticas con fiammes de hasta 5cm, con caolinización leve, y al norte ignimbritas con abundante cantidad de cristaloclastos y escasos fiammes de 2-3mm.

La caracterización de una muestra representativa de la brecha, CAO-039-GCJ, ver anexo I, tabla 2, indica que está constituida principalmente por halloysita, con cantidades accesorias de caolinita, cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas y anatasa, acompañada por trazas de cristobalita, ver anexos II y III. Se estima que la muestra contiene 87% de halloysita+caolinita, con 1,7% de TiO_2 y 0,7% de Fe_2O_3 , ver anexo I, tabla 4. Respecto a la morfología de las partículas de halloysita, predominan las “esferoidales”, de diámetro inferior a 500nm, acompañadas por escasos agregados laminares de caolinita, ver anexo IV, fotomicrografías 7 y 8.

Mina Urquiza:

En este sector existen pocos afloramientos y los desarrollos mineros son escasos. En base a estos se puede estimar que las rocas afectadas por la caolinización corresponden a ignimbritas riolíticas con abundantes fiammes, con un control estructural Este-Oeste.

La caracterización de una muestra, CAO-040-GCJ, anexo I, tabla 2, indica que la roca presenta textura masiva en la que solo se distinguen cristaloclastos de cuarzo y plagioclasa de grano grueso, <3mm, inmersos en una matriz mayormente caolinizada con granos de cuarzo de tamaño fino, inferior a 0,5mm. Está constituida principalmente por caolinita con cantidades accesorias de feldespato potásico, plagioclasa y cuarzo, ver Anexo II y III. Se estima que la muestra contiene 76% de caolinita, con 0,2% de TiO_2 y 4,5% de Fe_2O_3 , ver Tabla 4.

Mina Juan Manuel de Rosas:

Al igual que en mina Belgrano-Pama se distinguen dos tipos de litologías: brechas e ignimbritas, ambas alteradas a material caolinífero. Las labores de desarrollo se orientan en sentido norte-sur, a lo largo de 50-60 metros, sobre una estructura de falla, foto 12, conformando una brecha constituida por fragmentos de, al menos, tres tipos de ignimbritas con variado grado de caolinización, aglutinados por una matriz caolinizada acompañada por arcillas esmectíticas, color verde claro, en algunos sectores localizados sobre el eje central de la estructura; la presencia de óxidos de hierro es escasa y se encuentra acotada a un pequeño nivel superficial menor de 30 cm de potencia y, en algunos casos, a los fragmentos de la brecha.

La caracterización de una muestra representativa de esta brecha, CAO-041-GCJ, anexo I, tabla 2, indica que presenta coloración general blanquecina con tonalidades amarillentas a castaño rojizas dada por impregnaciones irregulares de óxidos de hierro. La brecha está constituida por fragmentos ignimbríticos de tamaño inferior a 50cm aglutinados por una matriz compuesta por litología similar, pero de grano más fino, ver foto 12, izq.; la muestra recolectada representa el total de la brecha y está constituida principalmente por halloysita y esmectitas acompañada por cantidades minoritarias de cristobalita, tridimita y plagioclasa, y accesorias de cuarzo, ver anexos II y III. Se estima que la muestra contiene 48% de caolinita, con 0,3% de TiO_2 y 1,2% de Fe_2O_3 , ver tabla 4.



Foto 12: Mina Juan Manuel de Rosas, Izq, brecha de falla con fragmentos de diferentes litologías. Der, niveles ignimbríticos caolinizados, con escasas pátinas limoníticas, pared oeste de la cantera.

En contacto por esta falla, en el sector oeste de las labores afloran, con dirección Norte-Sur y buzando 50° al oeste, ignimbritas riolíticas con fiammes de hasta 4cm de longitud, con alteración caolínica avanzada, foto 12, derecha.

La caracterización de una muestra representativa, CAO-042-GCJ, anexo I, tabla 2, indica que se trata de una ignimbrita caolinizada, coloración blanco grisáceo, en la cual se distinguen fiammes totalmente alterados a arcillas de color blanquecino que resaltan de la matriz. Está compuesta principalmente por halloysita acompañada por cantidades minoritarias de esmectitas y accesorias de cuarzo y anatasa, ver anexos II y III. Se estima que la muestra contiene 86% de halloysita, con 2,2% de TiO_2 y 0,8% de Fe_2O_3 , ver Tabla 4. Respecto a la halloysita se presenta en tres morfologías diferentes, esférica, tubular y cónica, acompañada por esmectitas laminares, que parecen “envolver” a la halloysita esférica, ver Anexo IV, fotomicrografías 9 y 10.

Hacia el Oeste afloran basaltos olivínicos de valle, pertenecientes a la Fm. Campana, mientras que hacia el Este se observan gran cantidad de rodados de composición granítica.

Interpretación

- La mineralización presenta fuerte control litológico y estructural, lo que condiciona su distribución, dimensión y calidad.
- No hay evidencias suficientes para determinar la génesis de la mineralización. Si bien las observaciones de campo hacen pensar en un origen hidrotermal con fuerte control estructural, existen antecedentes que aseveran una génesis meteórica (Cravero et al., 2012)
- Las rocas madre a partir de las cuales se desarrolla la alteración caolínica son ignimbritas y brechas ignimbríticas.
- El control estructural dominante es Norte-Sur; el mismo condiciona la ubicación geográfica de los cuerpos mineralizados, encontrándose alineados en esa dirección.
- Los cuerpos se desarrollan principalmente en las estructuras N70°-75° y en las intersecciones de este lineamiento con el lineamiento Norte-Sur.
- No existe continuidad de los cuerpos mineralizados entre las manifestaciones Pama-Belgrano y San Martín, y tampoco entre esta y los cuerpos de Urquiza y Santiago.
- Las manifestaciones Urquiza y Santiago, si bien presentan escasos afloramientos, se estima que pertenecen a un mismo sistema estructural N70°.
- En las minas Pama-Belgrano, la cercanía de las estructuras subparalelas hace que la alteración caolínica sea general e intensa y que afecte todo el paquete ignimbrítico entre las mismas.
- Los sectores con caolinita se encuentran asociados a cuerpos de brechas con fragmentos graníticos y gnéisicos de basamento, lo que hace suponer que estos tendrían una génesis diferente a los de alteración predominantemente halloysítica.

Bibliografía:

Cravero F., Martínez G.A. & Pestalardo F. (2009) Yacimientos de halloysita en Mamil Choique, Provincia de Río Negro, Patagonia. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 65, 586-592.

Cravero F., Maiza P. & Marfil S. (2012) Halloysite in Argentinian deposits. Origin and textural constraints. *Clay Minerals*, 47, 329-340.

Cravero F., Marfil S., Ramos C. & Maiza P. (2014) Coexistence of halloysite and iron-bearing clays in an altered ignimbrite, Patagonia, Argentina. *Clay Minerals*, 49, 377-389.

Cravero F., Fernandez L.G., Marfil S.A., Sanchez M., Maiza P. & Martinez A. (2016) Spheroidal halloysites from Patagonia, Argentina: Some aspects of their formation and applications. *Applied Clay Science*, 131, 48-58.

Cravero F. & Churchman J. (2016) The origin of spheroidal halloysites: a review of the literature.

Dalponete, Marcelo ; Hevia, Roberto ; Espejo, Patricia [et al] *Arcillas de Río Negro para uso cerámico. Aspectos geológicos y tecnológicos*. Buenos Aires, SEGEMAR - IGRM, 2014. (Contribuciones Técnicas. Recursos Minerales, 37)

ANEXO I

TABLA 1: PUNTOS CONTROL GPS

PUNTO CONTROL	GEOLOGO	GEOGRAFIACAS-WGS84		GK-F2 WGS84		COTA	DESCRIPCION
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE		
34	SG	41°37'09.9"	69°58'23.2"	5392142	2418898	1151	Afloramiento Ign. Fiammes caolinización leve.
35	SG	41°41'31"	70°09'18.9"	5383901	2403825	1068	Esquinero 7 General San Martin
36	SG	41°41'14.7"	70°09'20.1"	5384404	2403792	1079	Esquinero 1 General Belgrano
37	SG	41°41'14.7"	70°09'19.3"	5384403	2403810	1081	Afloramiento Ign. Fiammes caolinización leve.
39	SG	41°41'13.4"	70°09'18.4"	5384444	2403829	1080	Afloramiento Ign. Fiammes caolinización leve.
40	SG	41°41'12.3"	70°09'19"	5384477	2403815	1077	Afloramiento Ign. Fiammes caolinización leve.
41	SG	41°41'18.7"	70°09'17.4"	5384279	2403855	1068	Afloramiento Ign. Fiammes caolinización leve.
42	SG	41°41'16.7"	70°09'21.3"	5384340	2403764	1075	Afloramiento Ign. Fiammes caolinización leve.
43	SG	41°41'17.7"	70°09'20.9"	5384309	2403774	1070	Afloramiento Ign. Fiammes caolinización leve.
44	SG	41°41'18.7"	70°09'19.2"	5384280	2403813	1071	Afloramiento Ign. Fiammes caolinización leve.
45	SG	41°41'20.4"	70°09'18.3"	5384227	2403835	1068	Afloramiento Ign. Fiammes caolinización leve.
46	SG	41°41'18.6"	70°09'17.4"	5384282	2403856	1071	Afloramiento Ign. Fiammes caolinización leve+arcillas verdes. Afectada por falla
47	SG	41°41'41.1"	70°09'16.8"	5383587	2403878	1078	Esquinero NW Mina San Martin
48	SG	41°41'35.1"	70°09'05"	5383777	2404148	1092	Afloramiento Ign. Fiammes caolinización moderada.
49	SG	41°41'16"	70°09'10.2"	5384366	2404022	1068	Estación A
50	SG	41°41'17"	70°09'09.7"	5384335	2404032	1067	Estación B
51	SG	41°41'16.3"	70°09'11.1"	5384356	2404001	1071	Estación C
52	SG	41°41'15.2"	70°09'11.2"	5384390	2403997	1072	Estación D
53	SG	41°41'14"	70°09'11.6"	5384426	2403988	1071	Estación G
54	SG	41°41'14.7"	70°09'11.3"	5384405	2403995	1072	Estación E
55	SG	41°41'13.4"	70°09'11.1"	5384444	2403998	1072	Estación F
56	SG	41°41'13.7"	70°09'12.8"	5384435	2403960	1072	Estación H
57	SG	41°41'13.5"	70°09'13.6"	5384442	2403941	1064	Estación I
58	SG	41°41'12.8"	70°09'13.5"	5384463	2403943	1065	Estación J
59	SG	41°41'14.2"	70°09'14.7"	5384419	2403916	1065	Estación K
60	SG	41°41'15.5"	70°09'13.4"	5384379	2403947	1066	Estación L
61	SG	41°41'15.8"	70°09'15.2"	5384370	2403904	1069	Estación M
62	SG	41°41'17.6"	70°09'13.7"	5384316	2403939	1080	Estación NN
64	SG	41°42'03.9"	70°09'19.6"	5382885	2403824	1075	Eje cantera Santiago Tren 105°-Plano falla local Bx falla 78° (estr paralelas??)
65	SG	41°42'03.3"	70°09'21.1"	5382902	2403787	1073	Eje cantera Santiago Tren 105°-Plano falla local Bx falla 78° (estr paralelas??)
66	SG	41°42'08.6"	70°09'16.9"	5382741	2403887	1073	Ignimbrita con fiammes al S de Santiago- Al N aflora Domo Riolitico??
67	SG	41°41'59.6"	70°09'03.3"	5383024	2404199	1099	Urquiza- Lineamiento General 90°-Ignimbritas fiammes caolinizadas+arcillas verdes
68	SG	41°41'17.5"	70°10'03.1"	5384303	2402799	1119	Rosas-Lineamiento cantera N-S (Falla). Al Este Bx con frag ignimbrita 3 tipos, matriz caolin. Al W ign. Fiammes N-S/50°W.
69	SG	41°41'20.5"	70°09'59.6"	5384212	2402879	1138	Esquinero 23 JM de Rosas II
70	SG	41°41'16"	70°09'44.3"	5384356	2403231	1091	Float de roca muy caolinizada. Punto interes para destape.
72	SG	41°41'02.9"	70°09'13.6"	5384768	2403936	1080	Afloramiento Ign. Fiammes caolinización leve.
73	SG	41°41'05.1"	70°09'13.2"	5384699	2403946	1082	Afloramiento Ign. Fiammes caolinización leve.
74	SG	41°41'08.1"	70°09'11.3"	5384610	2403992	1078	Afloramiento Ign. Fiammes caolinización leve.
41	PJ	41 41 12.5	70 09 11.1	5384473	2403998		Limite Belgrano Pama
43	PJ	41 37 10.0	69 58 23.4	5392139	2418893		Punto marcado como blanco alto interes
44	PJ	41 41 34.3	70 06 31.7	5383849	2407694		Desde camino entrada a las canteras
46	PJ	41 41 08.5	70 09 18.5	5384594	2403826		Borde playa de acopio Pama
49	PJ	41 41 15.8	70 09 13.3	5384370	2403949		Mina Belgrano-Trinchera en contacto entre oxido y roca caolinizada
50	PJ	41 41 38.4	70 09 07.7	5383675	2404088		Mina San Martin -Borde cantera
52	PJ	41 41 37.9	70 09 08.9	5383690	2404060		Mina San Martin -Borde cantera
53	PJ	41 41 39.0	70 09 10.2	5383656	2404030		Mina San Martin -Borde cantera
54	PJ	41 41 39.4	70 09 14.2	5383642	2403938		Mina san Martin -contacto entre halo de alteracion y roca fresca
69	PJ	41 41 31.7	70 09 17.6	5383879	2403856		Contacto Roca alterada con fresca Borde de camino antes del puentecito Az 65° Sub Vertical
71	PJ	41 42 08.2	70 09 16.6	5382753	2403894		Cantera Santiago- Borde de Halo de alteracion

SG: Samuel Gregorat; PJ: Pablo Juarez

TABLA 2: UBICACIÓN E IDENTIFICACION MUESTRAS RECOLECTADAS

PUNTO GPS	GEOL.	COORDENADAS WGS84			SITIO	CANTERA	IDENTIFICACION MUESTRA	DESCRIPCION	OBSERVACIONES	
		GEOGRÁFICAS		GAUSS KRUGER						
		LAT/LONG	NORTE	ESTE						
321	GC	S41 41 16.7 W70 09 10.1	5384344	2404023	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-001-GCJ	Ignimbrita	Parcialmente alterada a arcillas, con fiammes totalmente alterados.	
322	GC	S41 41 17.4 W70 09 09.7	5384322	2404033	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-002-GCJ	Brecha de falla	Se toman en forma separada muestra de los fragmentos (F) y de la matriz (M) de la brecha	
323	GC	S41 41 17.6 W70 09 09.3	5384316	2404042	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-003-GCJ	Brecha de falla	Los fragmentos de la brecha estan relativamente mas alterados que en la anterior aunque tambien se observan otros poco alterados.	
324	GC	S41 41 17.5 W70 09 09.2	5384319	2404044	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-004-GCJ	Arcilla verde	Arcilla color verde manzana, plastica. Incluye fragmento de brecha poco alterado	
325	GC	S41 41 17.1 W70 09 09.3	5384332	2404042	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-005-GCJ	Clastos en matriz arcillosa	Fragmentos de composicion variable: graniticos, gneisicos escasamente alterados	
	CAO-006-GCJ						Matriz arcillosa	Comparar texturas entre esta y la matriz de brecha de muestra 002.		
326	GC	S41 41 16.7 W70 09 09.5	5384344	2404037	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-007-GCJ	Ignimbrita	Alterada totalmente a caolin, conserva textura relictica	
329	GC	S41 41 16.0 W70 09 09.1	5384365	2404046	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-008-GCJ	Caolin Clase 2	Caolin manchado levemente con óxidos de hierro (Limonita transportada).	
330	GC	S41 41 15.3 W70 09 09.5	5384387	2404037	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-009-GCJ	Caolin Clase 3	Caolin manchado intensamente con óxidos de hierro.Pot. Aprox. 3m Nivel superficial	
331	GC	S41 41 15.6 W70 09 09.7	5384378	2404032	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-010-GCJ	Caolin Clase 2	Caolin manchado levemente con óxidos de hierro.	
332	GC	S41 41 13.9 W70 09 11.3	5384430	2403994	Mamuel Choique	Pama	CAO-011-GCJ	Caolin Clase 2	Caolin manchado levemente con óxidos de hierro. Nivel Intermedio	
333	GC	S41 41 13.0 W70 09 11.6	5384457	2403987	Mamuel Choique	Pama	CAO-012-GCJ	Caolin Clase 1	Caolin de grano muy fino. Nivel inferior.	
334	GC	S41 41 12.7 W70 09 10.0	5384467	2404024	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-013-GCJ	Brecha de falla	Muestra de fragmento de brecha de hasta 1,5 m de diametro parcialmente alterado a caolin	
335	GC	S41 41 12.9 W70 09 09.8	5384461	2404029	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-014-GCJ		Muestra de matriz de la brecha.	
336	GC	S41 41 13.3 W70 09 10.3	5384449	2404017	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-015-GCJ	Caolin Clase 2	Ignimbrita alterada a arcillas + óxidos de hierro. Contiene fragmentos de Ignimbrita totalmente alterados.	
338	GC	S41 41 12.1 W70 09 10.6	5384485	2404010	Mamuel Choique	Pama	CAO-016-GCJ	Brecha de falla	Muestra de fragmentos de brecha de hasta 1,5m silicificados y con cavidades parcialmente rellenas por agregados esferuliticos silíceos	
							CAO-017-GCJ		Muestra de la matriz de la brecha	
346	GC	S41 41 12.0 W70 09 13.3	5384488	2403947	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-018-GCJ	Brecha de falla		
347	GC	S41 41 11.7 W70 09 13.2	5384497	2403950	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-019-GCJ	Ignimbrita	Alterada a caolin	
348	GC	S41 41 13.5 W70 09 18.4	5384440	2403830	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-020-GCJ	Ignimbrita	Poco alterada	
349	GC	S41 41 14.0 W70 09 13.2	5384426	2403950	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-021-GCJ	Brecha de falla	Muy caolinizada, incluyendo fragmentos de la brecha. Escasos fragmentos ignimbriticos sin alterar	
350	GC	S41 41 15.4 W70 09 12.8	5384383	2403960	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-022-GCJ	Brecha de falla	Fragmentos de Ignimbritas de hasta 2,5m de diametro aglutinadas por arcillas. Algunos fragmentos con oquedades rellenas en parte por silice colofome y otras por arcillas verdes.	
351	GC	S41 41 15.1 W70 09 12.5	5384392	2403967	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-023-GCJ	Brecha de falla	Muestra de arcillas verdes, relleno de oquedades de la Ignimbrita	
	CAO-024-GCJ						Brecha de falla	Material carbonoso? con arcillas		
353	GC	S41 41 15.8 W70 09 13.2	5384370	2403951	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-025-GCJ	Ignimbrita	Ignimbrita alterada a arcillas + oxidos de hierro.	
354	GC	S41 41 15.7 W70 09 15.0			Mamuel Choique	Belgrano	CAO-026-GCJ	Ignimbrita	Ignimbrita alterada a arcillas + oxidos de hierro.	
356	GC	S41 41 15.8 W70 09 15.6	5384370	2403896	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-027-GCJ	Arcilla verde	Delgada capa de arcilla verde de aproximadamente 10 cm espesor, relleno de fractura.	
46	SG	S41 41 20.4 W70 09 18.3	5384227	2403835	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-028-GCJ	Ignimbrita	Parcialmente alterada.	
360	GC	S41 41 38.6 W70 09 07.9	5383669	2404083	Mamuel Choique	San Martin	CAO-029-GCJ	Brecha de falla	Brecha con fragmentos de Ignimbritas totalmente alterados a arcillas. La muestra incluye tanto fragmentos como matriz	

PUNTO GPS	GEOLOGIA	COORDENADAS WGS84			SITIO	CANTERA	IDENTIFICACION MUESTRA	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
		GEOGRÁFICAS		GAUSS KRUGER					
		LAT/LONG	NORTE	ESTE					
361	GC	S41 41 37.9 W70 09 08.1	5383690	2404078	Mamuel Choique	San Martin	CAO-030-GCJ	Contacto Brecha de falla C/Ignimbrita	Muestra de brecha con fragmentos de Ignimbritas totalmente alterados a arcillas. La muestra incluye tanto fragmentos como matriz
							CAO-031-GCJ	Ignimbrita	Muestra de Ignimbrita alterada a arcillas
							CAO-032-GCJ	Ignimbrita	Muestra de Ignimbrita alterada con arcillas verdes
372	GC				Mamuel Choique	San Martin	CAO-033-GCJ	Arcillas	Relleno de arcillas en diaclasas subverticales en arcillas rojas (Clase
381	GC	S41 41 20.8 W70 09 14.5	5384216	2403923	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-034-GCJ	Pila Caolin Rojo Clase 3	
382	GC	S41 41 22.0 W70 09 16.0	5384178	2403889	Mamuel Choique	Belgrano	CAO-035-GCJ	Pila Producción Belgrano Caolin Clase 1	
384	GC	S41 41 32.1 W70 09 17.9	5383866	2403849	Mamuel Choique		CAO-036-GCJ	Ignimbrita alterada	Contacto entre Ignimbrita fresca y alterada. Az 60°, incl SE.
							CAO-037-GCJ	Ignimbrita fresca	
385	GC	S41 41 33.3 W70 09 14.8	5383830	2403921	Mamuel Choique		CAO-038-GCJ	Cuerpo subvolcánico?	
387	GC	S41 42 03.3 W70 09 21.2	5382903	2403786	Mamuel Choique	Santiago	CAO-039-GCJ	Brecha de falla	Brecha con fragmentos finos de Ignimbritas totalmente alterados a arcillas. La proporción de fragmentos respecto a la matriz es del 10%
389	GC	S41 41 59.4 W70 09 01.8	5383029	2404233	Mamuel Choique	Urquiza	CAO-040-GCJ	Ignimbrita? caolinizada	Afloramientos pequeños de Ignimbrita caolinizada
391	GC	S41 41 17.5 W70 10 02.8	5384303	2402805	Mamuel Choique	Juan Manuel Rosas	CAO-041-GCJ	Brecha de falla	Fragmentos de Ignimbrita de tamaño inferior a 1,5m totalmente alterados a arcillas aglutinados por una matriz arcillosa
392	GC	S41 41 17.7 W70 10 03.1	5384296	2402798	Mamuel Choique	Juan Manuel Rosas	CAO-042-GCJ	Ignimbrita alterada	El afloramiento está fuertemente diaclasado
71	SG	S41 41 19.9 W70 09 45.2	5384235	2403212	Mamuel Choique	Este de J. M. Rosas	CAO-043-GCJ	Ignimbrita? caolinizada	Destape, argilización intensa, c/fragmentos de roca equigranular (granitoide??) alterada.
312	GC	S41 40 06.4 W69 51 15.1	5386802	2428863	Pampa Alegre		CAO-045-GCJ	Arcilla plastica	Caolinitica?
393	GC	S41 41 23.9 W70 10 03.8	5384105	2402784	Mamuel Choique	Juan Manuel Rosas	CAO-046-GCJ	Basalto	

SG: Samuel Gregorat; GC: Guillermo Cozzi

Tabla 3: MINAS PAMA-BELGRANO:
COMPOSICION QUÍMICA Y MINERALÓGICA

CANTERA/MINA	PAMA-BELGRANO						
	298-1	298-2	298-3	298-4	298-5	298-6	298-7
INTEMIN Nº	298-1	298-2	298-3	298-4	298-5	298-6	298-7
IGRM Nº	CAO-002-GCJ	CAO-006-GCJ	CAO-009-GCJ	CAO-010-GCJ	CAO-011-GCJ	CAO-012-GCJ	CAO-017-GCJ
SiO ₂ (g/100g)	50,81	46,04	43,98	43,11	48,98	48,49	51,46
Al ₂ O ₃ (g/100g)	33,36	34,04	29,02	32,51	33,65	33,89	31,41
Fe ₂ O ₃ (g/100g)	0,86	4,81	10,58	7,57	1,28	1,19	1,46
TiO ₂ (g/100g)	1,36	0,19	1,45	1,87	1,65	2,32	1,35
P ₂ O ₅ (g/100g)	0,12	0,12	0,09	0,27	0,06	0,06	0,35
MnO (g/100g)	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
CaO (g/100g)	0,35	0,31	0,63	0,37	0,27	0,39	1
MgO (g/100g)	0,16	0,24	0,61	0,22	0,13	0,17	0,32
Na ₂ O (g/100g)	0,13	0,09	0,1	0,1	0,1	0,09	0,12
K ₂ O (g/100g)	0,46	0,09	0,14	0,16	0,35	0,07	0,48
SO ₃ (g/100g)	0,02	<0,01	0,09	0,03	0,03	0,07	0,06
PPC 1000°C (g/100g)	12,22	13,78	13,1	13,49	13,4	12,98	11,79
Al ₂ O ₃ /SiO ₂	0,66	0,74	0,66	0,75	0,69	0,7	0,61
% H+K estimado	84	86	73	82	85	86	80
Halloysita (H)	xxx		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Caolinita (K)	xx	xxx	x	x?	x?	x?	x?
Cuarzo	x	tr	x	x	x	x	x
Cristobalita	tr		tr		tr	tr	xx
Feldespato K	x						x
Anatasa	x			x	x	x	
Goethita			xx	x			
Tipificación Comercial	KC 1	KC 1	KC 3	KC 2	KC2	KC1	KC1
Color pulverizado	Blanco	Blanco	Cast. rojizo	Bco. Am.	Bco. Amar.	Blanco	Blanco
Litología	Bre	Bre	Ign	Ign	Ign	Ign	Bre

Referencias: Estimación contenido: xxx: mayoritario; xx: minoritario; x: accesorio; tr: trazas; ?: dudoso. KC: caolin clase; Bre: brecha; Ign: ignimbrita

Tabla 4: MINAS SAN MARTIN-SANTIAGO-URQUIZA-JUAN MANUEL DE ROSAS

COMPOSICION QUÍMICA Y MINERALÓGICA

CANTERA/MINA	SAN MARTIN		SANTIAGO	URQUIZA	JUAN MANUEL DE ROSAS	
	298-8	298-9	298-10	298-11	298-12	298-13
INTEMIN Nº	CAO-030-GCJ	CAO-031-GCJ	CAO-039-GCJ	CAO-040-GCJ	CAO-041-GCJ	CAO-042-GCJ
IGRM Nº	CAO-030-GCJ	CAO-031-GCJ	CAO-039-GCJ	CAO-040-GCJ	CAO-041-GCJ	CAO-042-GCJ
SiO ₂ (g/100g)	73,45	45,98	49,73	52,45	69,85	47,41
Al ₂ O ₃ (g/100g)	16,89	35,63	34,21	30	19,05	34,06
Fe ₂ O ₃ (g/100g)	0,58	1,29	0,65	4,47	1,19	0,75
TiO ₂ (g/100g)	0,17	2,41	1,68	0,21	0,27	2,16
P ₂ O ₅ (g/100g)	0,06	0,09	0,06	0,09	0,08	0,06
MnO (g/100g)	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,02
CaO (g/100g)	0,15	0,32	0,28	0,36	0,16	0,48
MgO (g/100g)	0,07	0,31	0,29	0,28	0,36	1,38
Na ₂ O (g/100g)	0,29	0,13	0,1	0,1	0,20	0,09
K ₂ O (g/100g)	4,78	0,17	0,16	0,2	2,58	0,05
SO ₃ (g/100g)	0,16	0,02	0,04	0,02	0,04	0,09
PPC 1000°C (g/100g)	3,18	13,49	12,61	11,52	6,01	13,30
Al ₂ O ₃ /SiO ₂	0,23	0,77	0,69	0,57	0,27	0,72
% H+K estimado	43	90	87	76	48	86
Halloysita (H)	xx	xxx	xxx		xxx	xxx
Caolinita (K)		x	x	xxx		
Esmeclitas					xxx	xx
Cuarzo	x	x	x	tr	x	x
Cristobalita	xx	tr	tr		xx	
Tridimita	xx				xx	
Feldespato K	xx	tr	x	x		
Plagioclasa	xx		x	x	xx	
Anatasa		x	x			x
Goethita						
Tipif. Comerc.		KC1				
Color Pulverizado					Mat	RT
Litología	Bre	Ign	Bre	Ign?	bre	Ign

Referencias: Estimación contenido: xxx: mayoritario; xx: minoritario; x: accesorio; tr: trazas; ?: dudoso. KC: caolin clase; Bre: brecha; Ign: ignimbrita

ANEXO II: DESCRIPCION DE MUESTRAS

MINAS-PAMA-BELGRANO:

Muestra CAO-002GCI: Extraída de la pared oeste de la cantera, se trata de una brecha constituida por fragmentos ignimbríticos de hasta 60 cm de diámetro, angulosos a subredondeados, con variable grado de caolinización, aglutinados por una matriz compuesta por fragmentos de igual litología, aunque de tamaño inferior a 2 cm y totalmente caolinizados, ver fotos 6 y 13. La muestra recolectada para el análisis corresponde solamente a la fracción de la matriz caolinizada. Presenta color blanco grisáceo y está compuesta principalmente por halloysita con cantidades minoritarias de caolinita, accesorias de cuarzo, feldespato potásico y anatasa, y cantidades traza de cristobalita, ver Anexo III. Se estima que la muestra contiene 84% de halloysita+caolinita, con 1,4% de TiO_2 y 0,9% de Fe_2O_3 , quemando blanco a $1000^{\circ}C$, ver Tabla 3. En relación a la morfología de las partículas de caolín, predomina halloysita esferoidal con diámetros comprendidos entre 0,1 y 1 μm , acompañada por escasos agregados laminares de caolinita, ver fotomicrografía 1.



Foto 13: Minas Pama-Belgrano. Recolección muestra CAO-002GCI, matriz de la brecha de falla.

Muestra CAO-006GCI: Extraída del frente sur de la cantera, ver mapa, sector de la “brecha” constituida por escasos fragmentos de tamaño variable entre 10 y 20 cm, de composición granítica y/o gnéssica, “flotando” en una matriz de grano muy fino de material caolínico, ver foto 8; la muestra recolectada para el análisis corresponde solo al material de la matriz excluyendo los fragmentos de la brecha. Presenta color blanco con leve tinte amarillento y está constituida mayoritariamente por caolinita de muy buena cristalinidad acompañada por trazas de cuarzo, ver Anexo III; el material se disgrega en agua con facilidad. Se estima que la muestra contiene 86% de caolinita, con 0,2% de TiO_2 y 4,9% de Fe_2O_3 , quemando blanco crema a $1000^{\circ}C$, ver Tabla 3. Respecto a la morfología de las partículas predominan los paquetes de caolinita, algunos de los cuales alcanzan hasta 100 μm de longitud, ver fotomicrografía 2.

Muestra CAO-009GCI: Extraída de la parte superior de la pared Este de la cantera, ver mapa, representativa del manto ignimbrítico caolinizado e intensamente teñido por óxidos de hierro hidratados, ver foto 14. La muestra recolectada para el análisis corresponde a material representativo de la roca total. Presenta color castaño rojizo intenso, textura ignimbrítica de grano fino y está compuesta por halloysita como componente principal con cantidades minoritarias de goethita, accesorias de caolinita y cuarzo, y trazas de cristobalita, ver Anexo III. Se estima que la muestra contiene 73% de halloysita+caolinita, con 1,4% de TiO_2 y 10,6% de Fe_2O_3 , quemando rojo al ser calcinado a $1000^{\circ}C$, ver Tabla 3.



Foto 14: Minas Pama-Belgrano. Recolección de muestra CAO-009GCI, representativa de la roca total, ignimbrítica caolinizada y teñida por óxidos de hierro hidratados.

Muestra CAO-010-GCI: Extraída de la parte inferior de la pared Este de la cantera, ver mapa, en la cual se observa un manto ignimbrítico caolinizado teñido en parte por óxidos de hierro hidratados, ver foto 15; la muestra para el análisis fue recolectada “en canaleta” y es representativa de la roca total. Presenta color general castaño claro, textura ignimbrítica de grano fino, y está constituida principalmente por halloysita acompañada por cantidades accesorias de caolinita, cuarzo, anatasa y goethita, ver Anexo III. Se estima que la muestra contiene 82% de halloysita+caolinita, con 1,9% de TiO_2 y 7,6% de Fe_2O_3 , ver Tabla 3.

Muestra CAO-011-GCI: Extraída de la parte inferior de la pared Este de la cantera, ver mapa, por debajo de la muestra CAO-010, en la cual se observa un manto ignimbrítico caolinizado de color blanquecino levemente teñido por óxidos de hierro hidratados, ver foto 16; la muestra para el análisis fue recolectada “en canaleta” y es representativa de la roca total. Presenta coloración general blanco amarillenta, textura ignimbrítica de grano fino, observándose delgados fiammes de espesor menor a 2 mm totalmente alterados a arcillas; la muestra está constituida principalmente por halloysita acompañada por cantidades accesorias de caolinita, cuarzo y anatasa, con trazas de cristobalita, ver Anexo III. Se estima que la muestra contiene 85% de halloysita+caolinita, con 1,7 % de TiO_2 y 1,3 % de Fe_2O_3 , ver Tabla 3.



Foto 15: Minas Pama-Belgrano. Recolección de muestra CAO-010GJ, representativa de la roca total, ignimbrita caolinizada y teñida en parte por óxidos de hierro hidratados



Foto 16: Minas Pama-Belgrano. Recolección de muestra CAO-011GJ, representativa de la roca total, ignimbrita caolinizada y levemente teñida por óxidos de hierro hidratados.

Muestra CAO-012-GCJ: Extraída de la pared Este de la cantera, ver ubicación en mapa, en la cual se observa un manto ignimbrítico caolinizado teñido levemente por óxidos de hierro hidratados; la muestra para el análisis fue recolectada “en canaleta” y es representativa de la roca total. Presenta coloración general blanquecina, textura ignimbrítica de grano fino, con delgados fiammes de espesor menor a 2 mm; la muestra está constituida principalmente por halloysita acompañada por cantidades accesorias de caolinita, cuarzo y anatasa, con trazas de cristobalita, ver Anexo III. Se estima que la muestra contiene 86% de halloysita+caolinita, con 2,3% de TiO_2 y 1,2% de Fe_2O_3 , ver

Tabla 3. En relación a la morfología de las partículas de caolín, predomina halloysita esferoidal con diámetros comprendidos entre 0,1 y 0,5 μ m, con halloysita tubular subordinada desarrollándose como agregados en pequeñas cavidades del orden del micrón, ver fotomicrografías 3 y 4.

Muestra CAO-017-GCJ: Extraída del sector Norte de la cantera, zona de brecha caolinizada constituida por fragmentos ignimbríticos de hasta 80 cm, angulosos a subredondeados, con variable grado de caolinización, aglutinados por una matriz compuesta por fragmentos de igual litología, aunque de tamaño inferior a 2 cm y totalmente alterados, ver foto 17; la muestra recolectada para el análisis corresponde a la fracción de la matriz caolinizada. Presenta color blanco grisáceo con tonalidad castaño-rojiza y está compuesta principalmente por halloysita con cantidades accesorias de caolinita, cuarzo, cristobalita y plagioclasa, ver Anexo III. Se estima que la muestra contiene 80% de halloysita+caolinita, con 1,4% de TiO₂ y 1,5% de Fe₂O₃, ver Tabla 3.



Foto 17: Minas Pama-Belgrano. Recolección de muestra CAO-017GCJ, representativa de matriz de la brecha caolinizada; obsérvense bloques de hasta 80 cm.

MINA SAN MARTIN:

Muestra CAO-030-GCJ: Recolectada de la pared Norte de la cantera, representativa de la brecha caolinizada constituida por fragmentos ignimbríticos de hasta 20 cm, angulosos a subredondeados, totalmente caolinizados, aglutinados por una matriz arcillosa, ver foto 18; la muestra recolectada para el análisis es representativa del total de la brecha tanto fragmentos como matriz. Presenta color blanco grisáceo y está compuesta por halloysita, cristobalita, tridimita, feldespato y plagioclasa con cantidades accesorias de cuarzo, ver Anexo III. Se estima que la muestra contiene solo 20% de halloysita, con 0,2% de TiO₂ y 0,6% de Fe₂O₃, ver Tabla 4.



Foto 18: Mina San Martin. Recolección de muestras CAO-030-GCJ, brecha alterada, a la derecha de la piqueta, y CAO-031-GCJ, ignimbrita alterada, a la izquierda.

Muestra CAO-031-GCJ: Recolectada de la pared Norte de la cantera, representativa de la ignimbrita caolinizada, en contacto estructural con la brecha, ver foto 18. La muestra recolectada para el análisis presenta color blanco grisáceo y está compuesta principalmente por halloysita y cantidades accesorias de caolinita, cuarzo y anatasa con trazas de cristobalita y feldespato potásico, ver Anexo III. Se estima que la muestra contiene 90% de halloysita+caolinita, con 2,4% de TiO_2 y 1,3% de Fe_2O_3 , ver Tabla 4. En relación a la morfología de las partículas de halloysita predominan las “cónicas” de tamaño inferior a 300nm, formando agregados subesferoidales menores a $2\mu m$, ver fotomicrografías 5 y 6.

MINA SANTIAGO:

Muestra CAO-039-GCJ: Brecha de coloración blanco grisácea, constituida por fragmentos de ignimbrita caolinizada de tamaño inferior a 5 cm aglutinados por material arcilloso asociada con concentraciones ferruginosas, ver foto 11. Está constituida principalmente por halloysita con cantidades accesorias de caolinita, cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas y anatasa, acompañada por trazas de cristobalita, ver anexo III. Se estima que la muestra contiene 87% de halloysita+caolinita, con 1,7% de TiO_2 y 0,7% de Fe_2O_3 , ver Tabla 4. Respecto a la morfología de las partículas de halloysita predominan las “esferoidales” de diámetro inferior a 500nm, acompañada por escasos agregados laminares de caolinita, ver fotomicrografías 7 y 8.

MINA URQUIZA:

Muestra CAO-040-GCJ: Roca de coloración blanco amarillenta de textura masiva en la cual se distinguen cristaloclastos de cuarzo y plagioclasa de grano grueso, <3mm, inmersos en una matriz mayormente caolinizada con granos de cuarzo de tamaño fino, < 0,5mm. Está constituida principalmente por caolinita con cantidades accesorias de feldespato potásico, plagioclasa y cuarzo, ver Anexo III. Se estima que la muestra contiene 76% de caolinita, con 0,2% de TiO_2 y 4,5% de Fe_2O_3 , ver Tabla 4.

MINA JUAN MANUEL ROSAS:

Muestra CAO-041-GCJ: Brecha de coloración general blanquecina con tonalidades amarillentas a castaño rojizas dada por impregnaciones irregulares de óxidos de hierro. Constituida por fragmentos ignimbríticos de tamaño inferior a 50cm aglutinados por una matriz compuesta por litología similar, pero de grano más fino, ver foto 19; la muestra recolectada representa el total de la brecha y está constituida principalmente por halloysita y esmectitas acompañada por cantidades minoritarias de cristobalita, tridimita y plagioclasa y accesorias de cuarzo, ver Anexo III. Se estima que la muestra contiene 48% de caolinita, con 0,3% de TiO_2 y 1,2% de Fe_2O_3 , ver Tabla 4.



Foto 19: Mina Juan Manuel Rosas. Muestra CAO-041-GCJ, brecha caolinizada asociada con impregnaciones ferruginosas de distribución irregular.

Muestra CAO-042-GCJ: Ignimbrita caolinizada, de coloración blanco grisáceo en la cual se distinguen fiammes totalmente alterados a arcillas de color blanquecino que resaltan de la matriz, ver foto 20. La muestra recolectada está compuesta principalmente por halloysita acompañada por cantidades minoritarias de esmectitas y accesorias de cuarzo y anatasa, ver Anexo III. Se estima que la muestra contiene 86% de halloysita, con 2,2% de TiO_2 y 0,8% de Fe_2O_3 , ver Tabla 4. Respecto a la

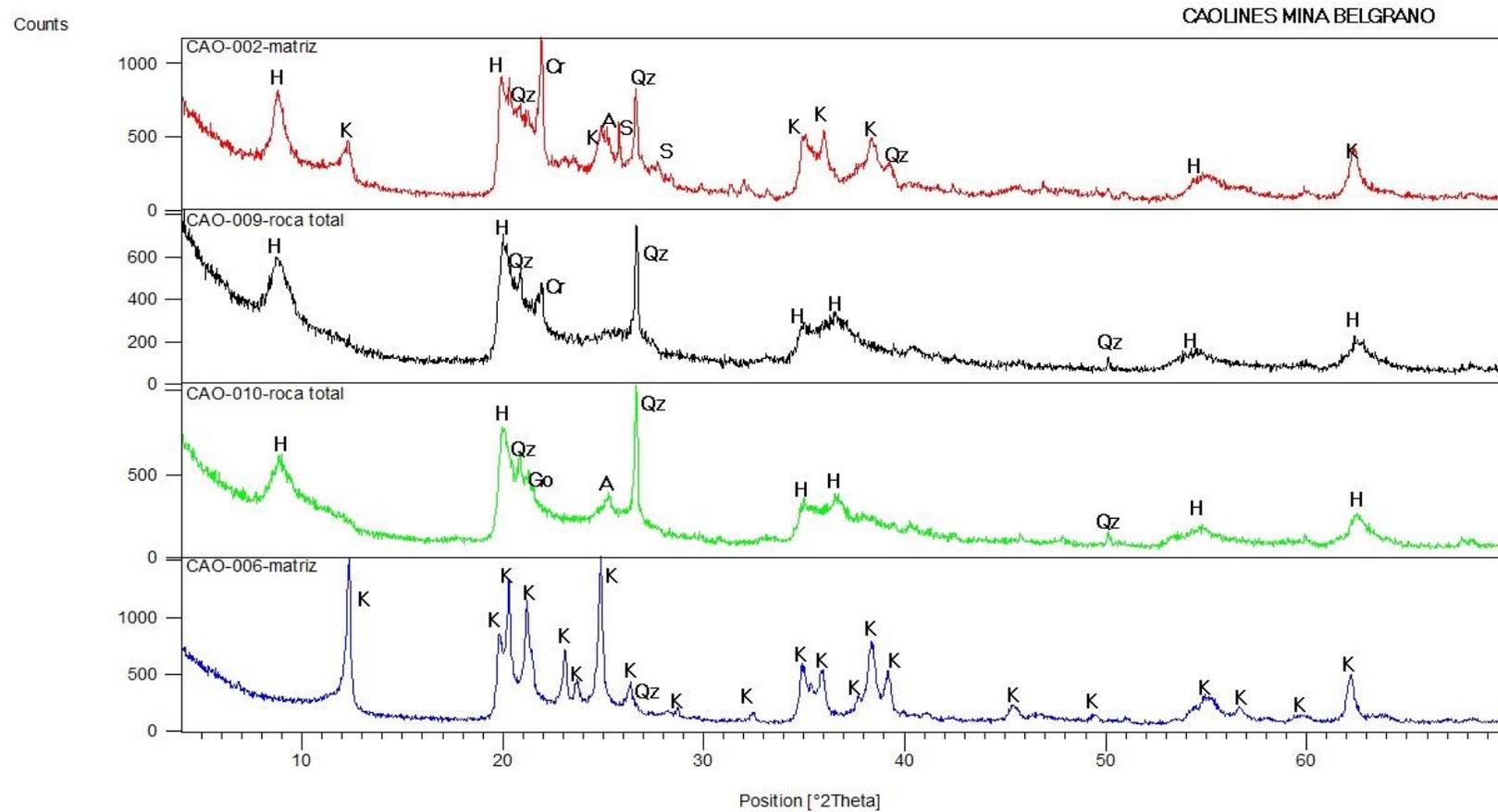
halloysita se presenta en tres morfologías diferentes, esferoidal, tubular y cónica, acompañada por esmectitas laminares, que parece “envolver” a las esferoidales, ver fotomicrografías 9 y 10.



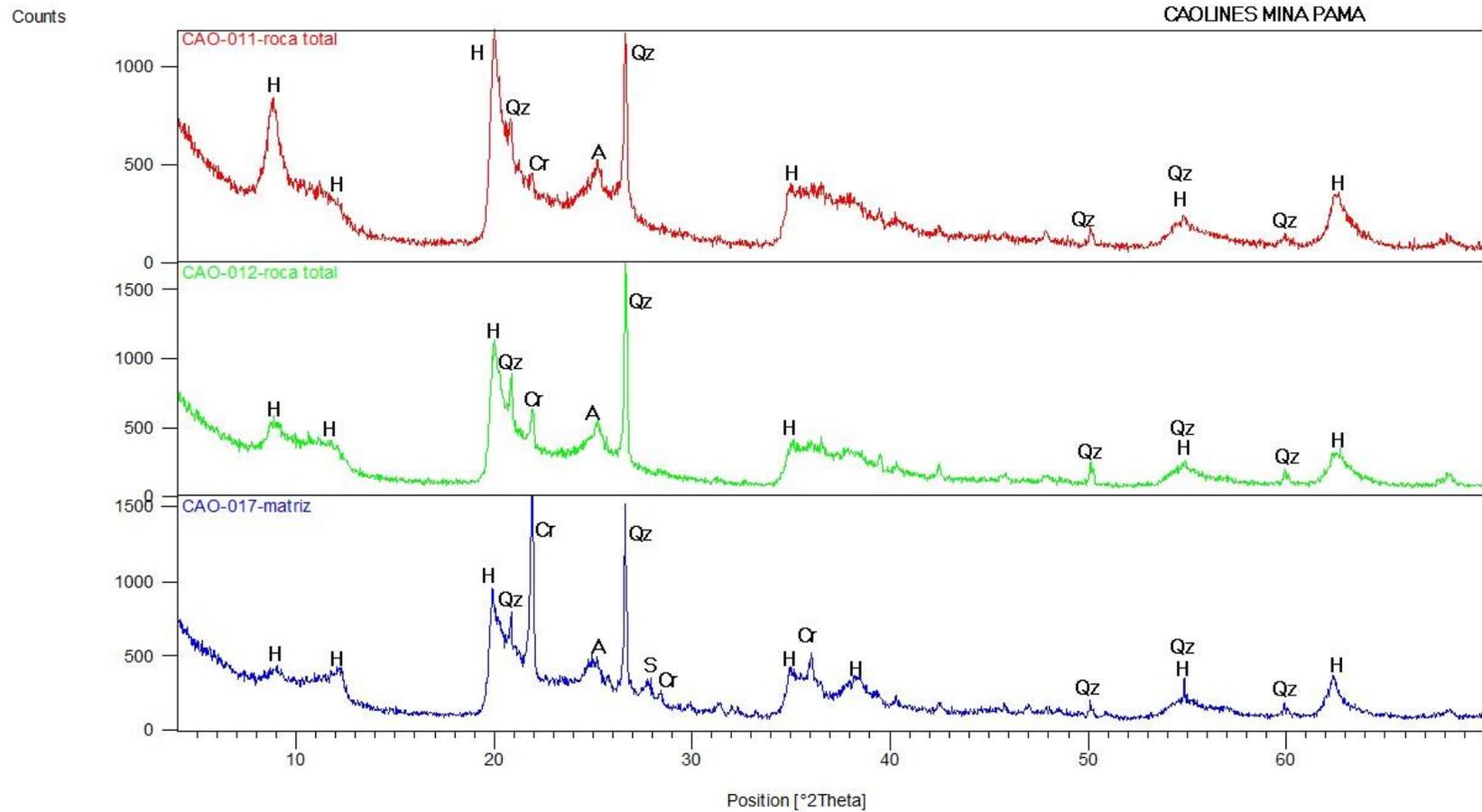
Foto 20: Mina Juan Manuel Rosas. Muestra CAO-042-GCJ, ignimbrita caolinizada moderadamente fracturada.

ANEXO III: DIFRACTOGRAMAS DE RAYOS X

MINAS PAMA-BELGRANO

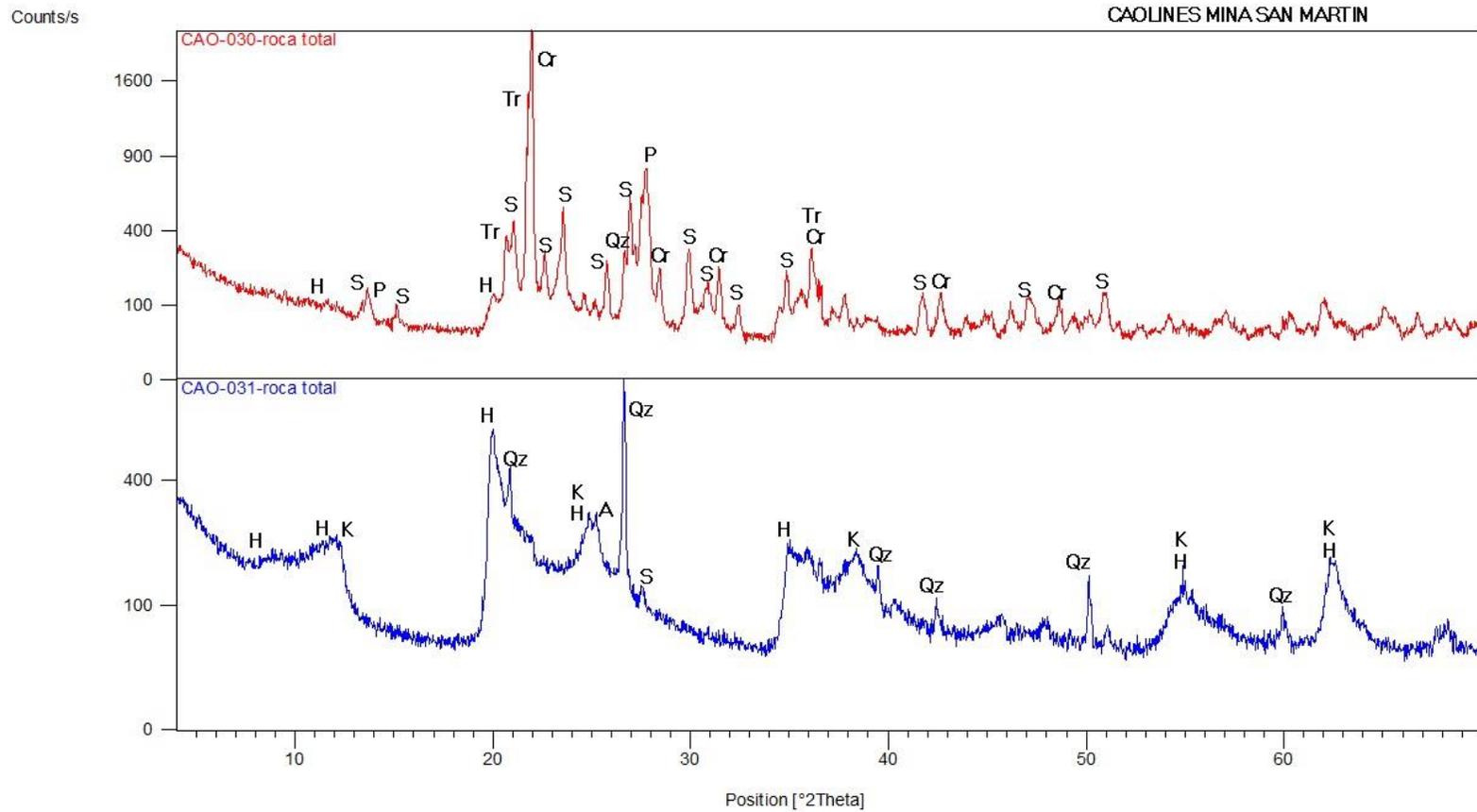


REFERENCIAS: H: HALLOYSITA; K: CAOLINITA; Qz: CUARZO; Cr: CRISTOBALITA; S: SANIDINA; A: ANATASA; Go: GOETHITA



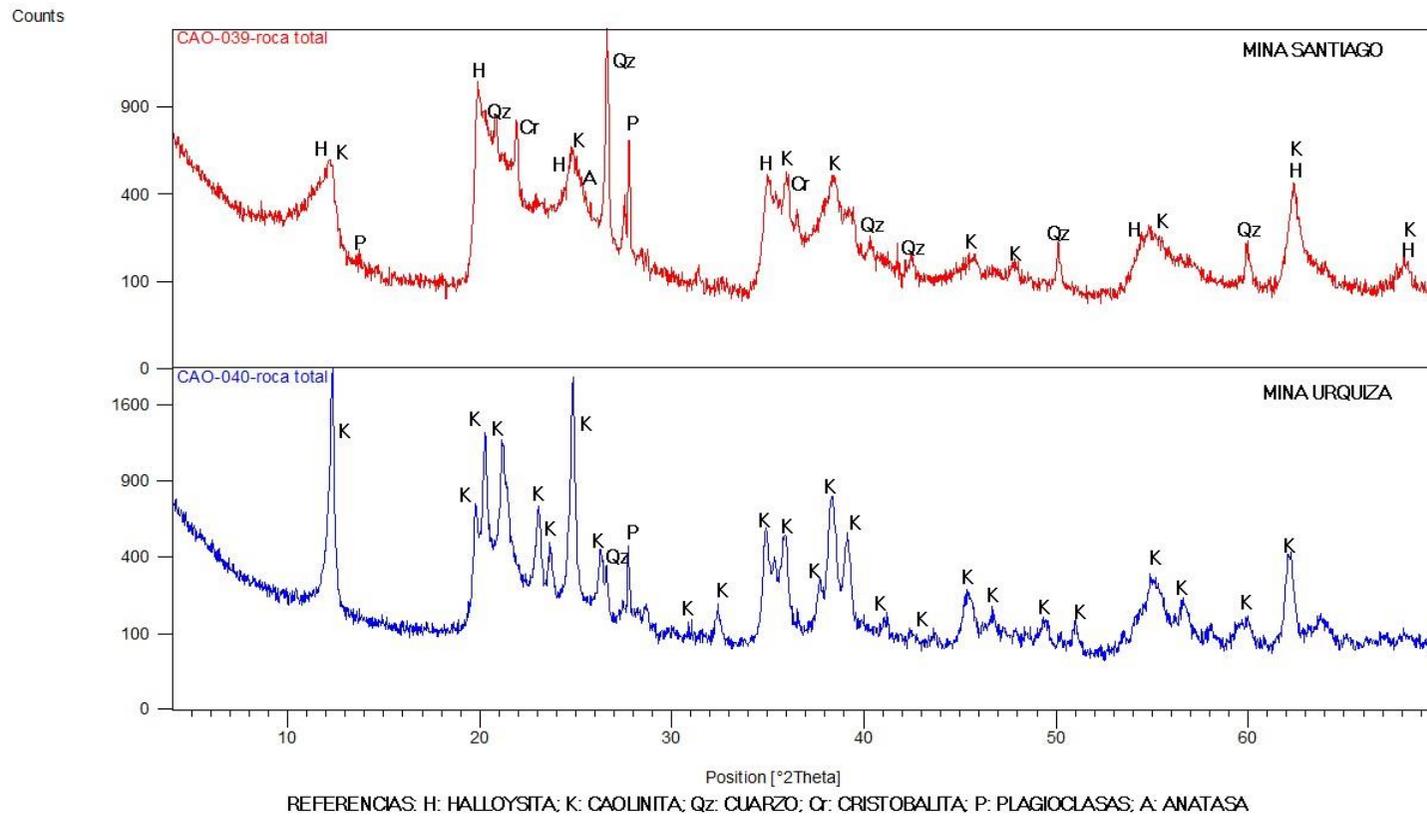
REFERENCIAS: H: HALLOYSITA; Qz: CUARZO; Cr: CRISTOBALITA; S: SANIDINA; A: ANATASA; Go: GOETHITA.

MINA SAN MARTIN



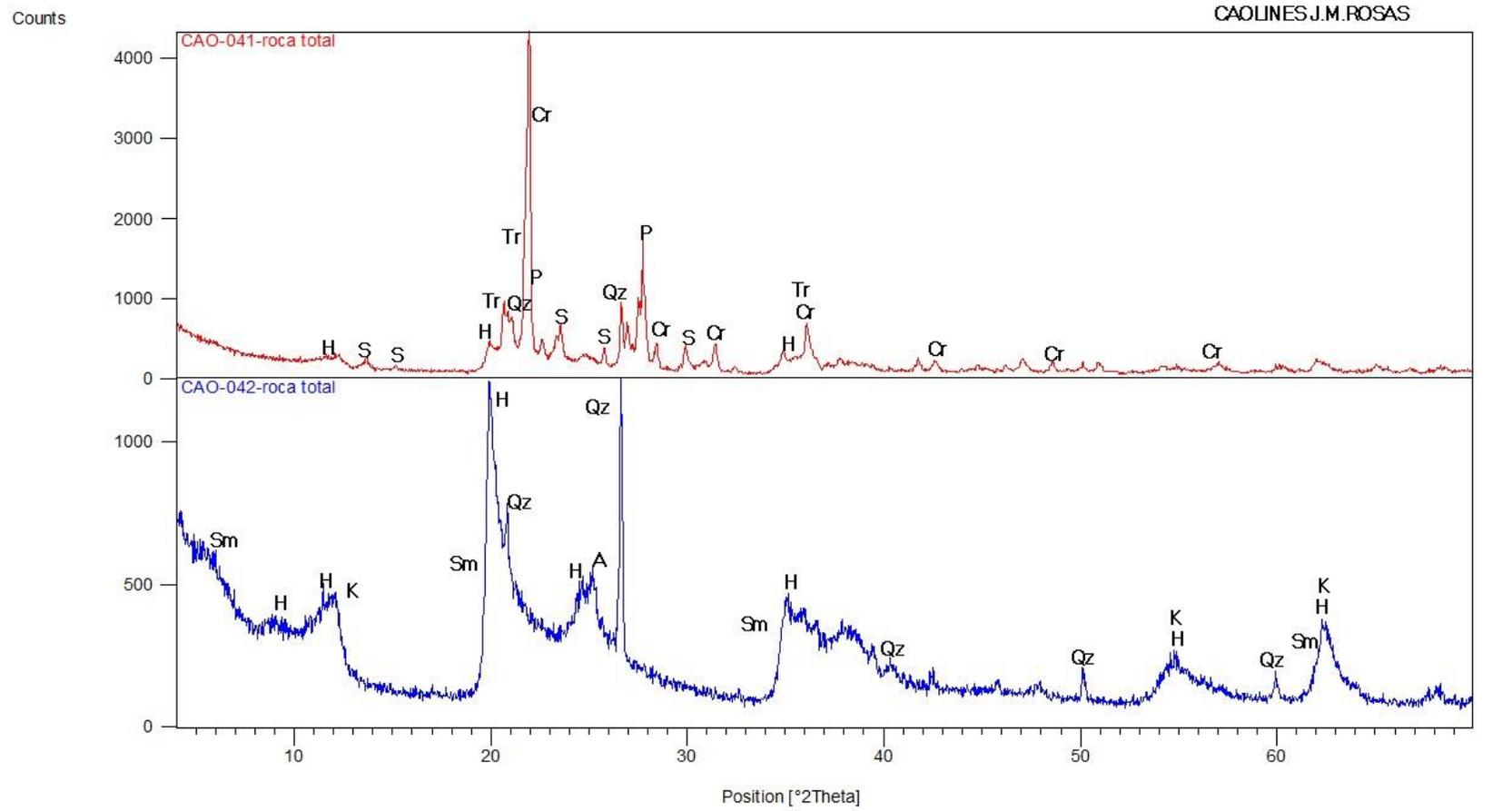
REFERENCIAS: H: HALLOYSITA; K: CAOLINITA; Qz: CUARZO; Cr: CRISTOBALITA; Tr: TRIDIMITA; P: PLAGIOCLASAS; S: SANIDINA; A: ANATASA

MINAS SANTIAGO Y URQUIZA



SDRX-CIGA

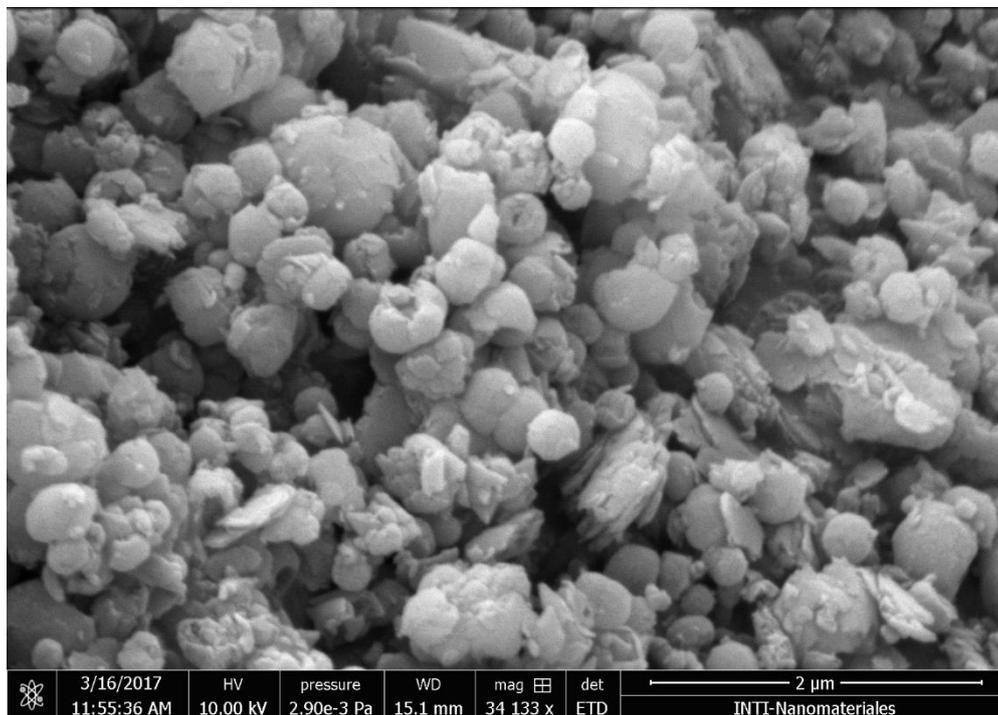
INTEMIN-SEGEMAR



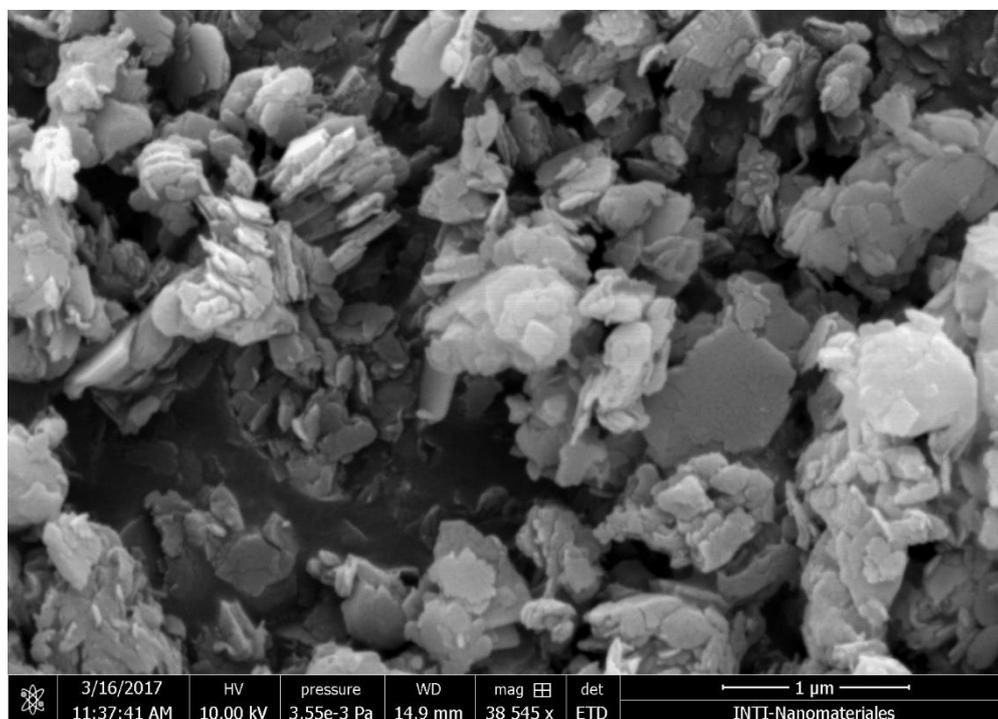
REFERENCIAS: H: HALLOYSITA; K: CAOLINITA; Sm: ESMECTITAS; Qz: CUARZO; Cr: CRISTOBALITA; Tr: TRIDIMITA; P: PLAGIOCLASAS; S: SANIDINA; A: ANATASA

ANEXO IV: MORFOLOGIA

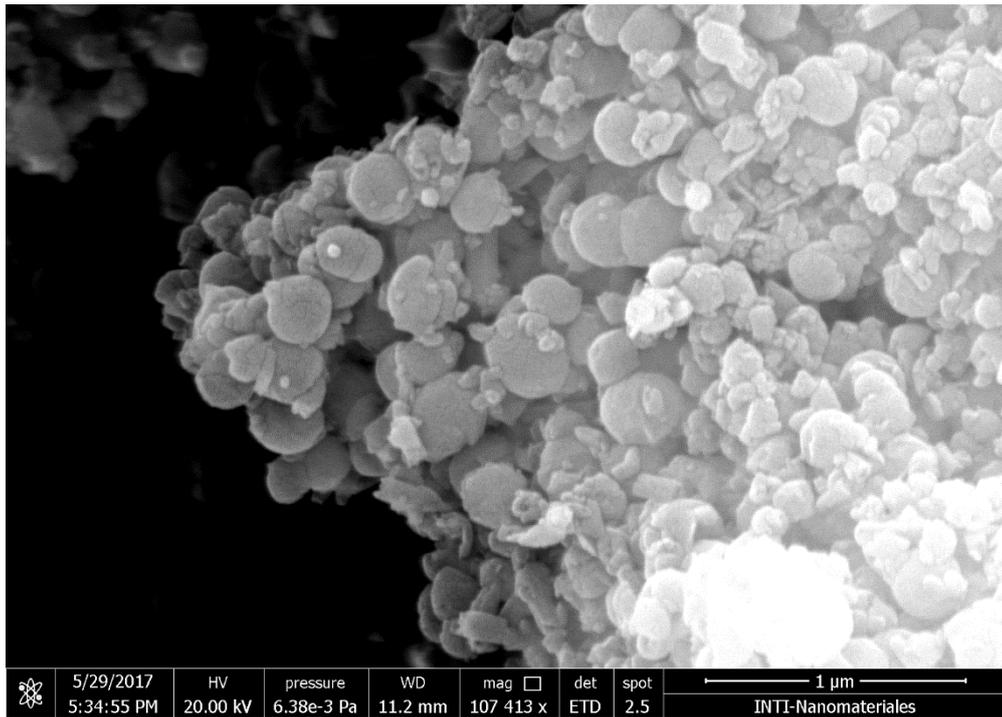
MINAS PAMA-BELGRANO



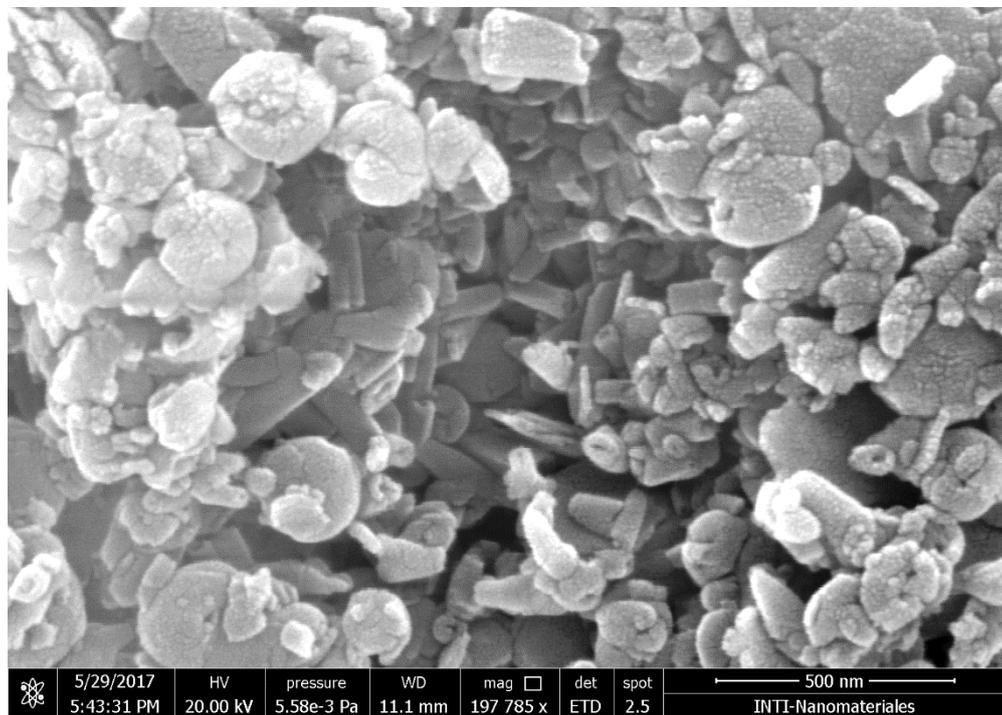
Fotomicrografía 1: Muestra CAO-002-GCJ-matriz: Predomina halloysita esferoidal con diámetros comprendidos entre 0,1 y 1 μ m, acompañada por escasos agregados de caolinita.



Fotomicrografía 2: Muestra CAO-006-GCJ-matriz: Predominan los paquetes de caolinita, algunos de los cuales alcanzan hasta 100 μ m de longitud.

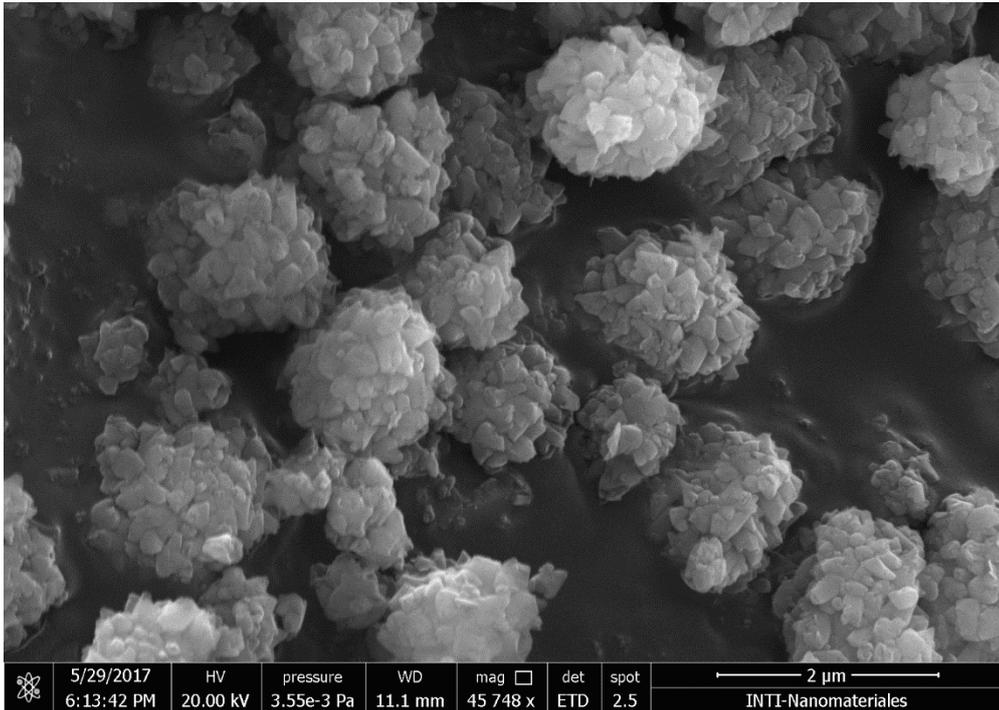


Fotomicrografía 3: Muestra CAO-012-GCJ-roca total: Agregados esféricos de halloysita predominantes sobre los tubulares.

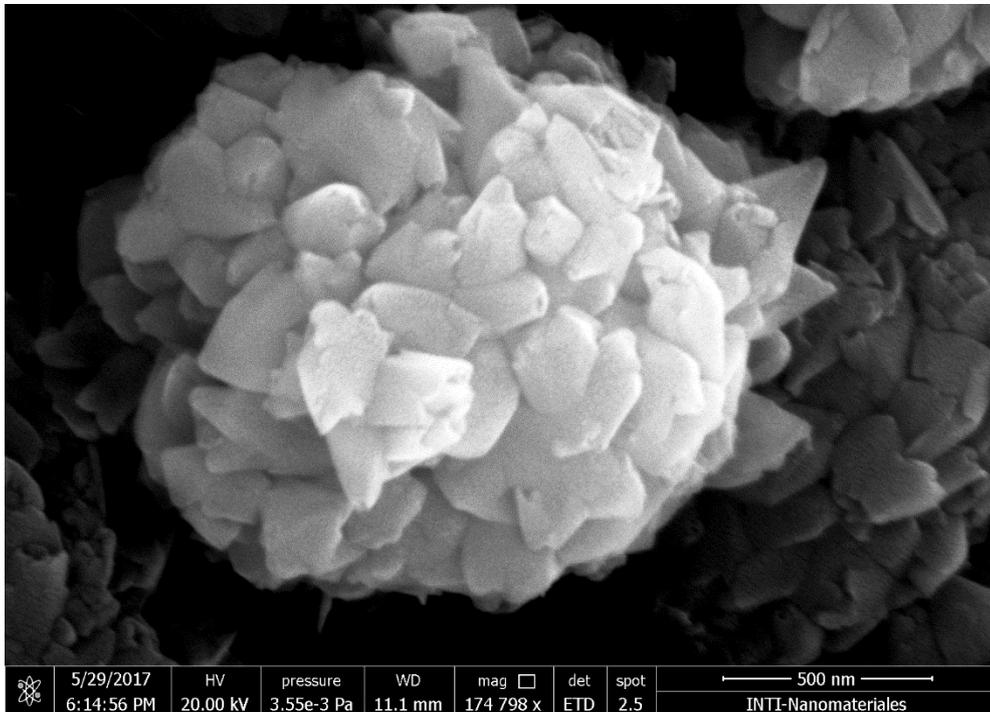


Fotomicrografía 4: Muestra CAO-012-GCJ-roca total: Detalle de agregados de halloysita tubular desarrollados en pequeñas cavidades, zona central, rodeados de agregados de halloysita esférica.

MINA SAN MARTIN

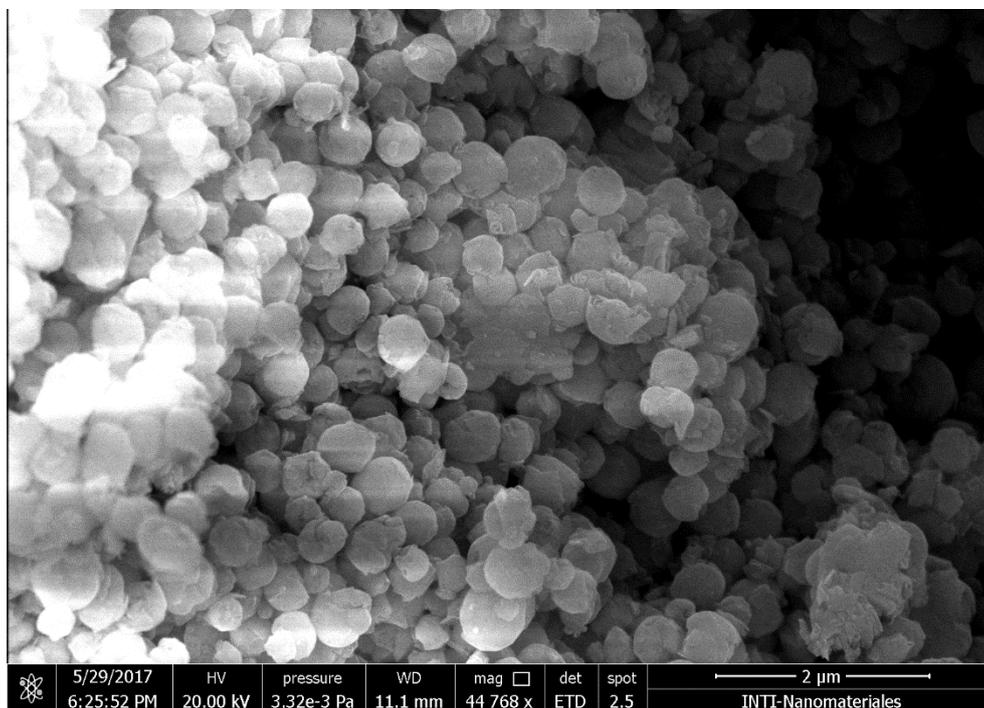


Fotomicrografía 5: Muestra CAO-031-GCJ-roca total: Agregados esferoidales menor a 2μm de cristales de halloysita de morfología cónica.

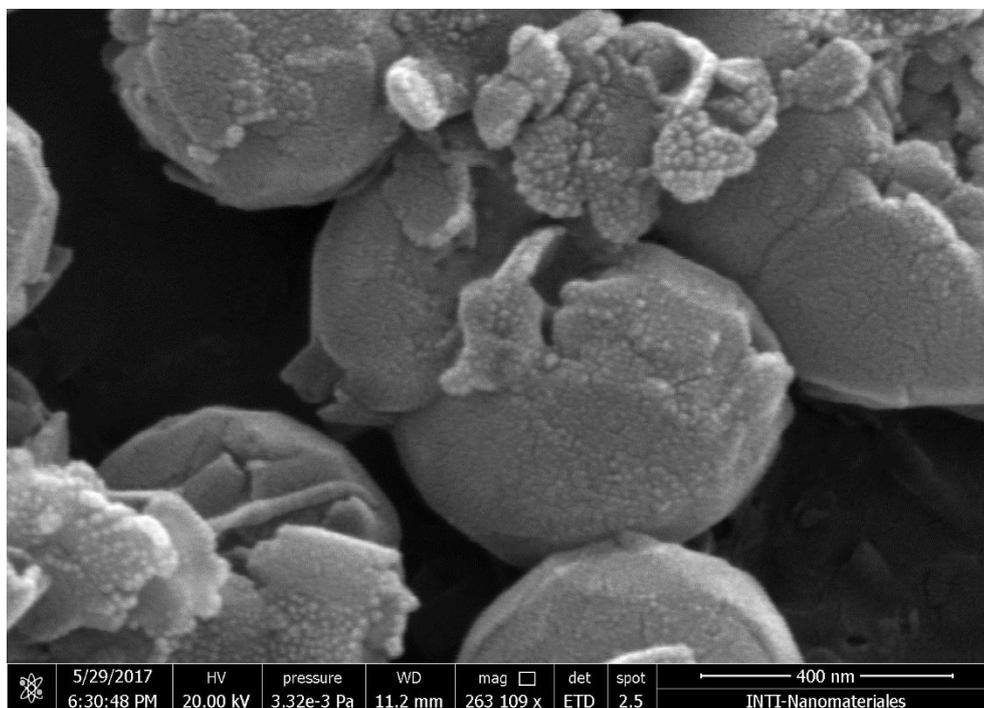


Fotomicrografía 6: Muestra CAO-031-GCJ-roca total: Detalle de imagen anterior en la que se observan cristales de halloysita de morfología cónica de tamaño inferior a 300nm.

MINA SANTIAGO

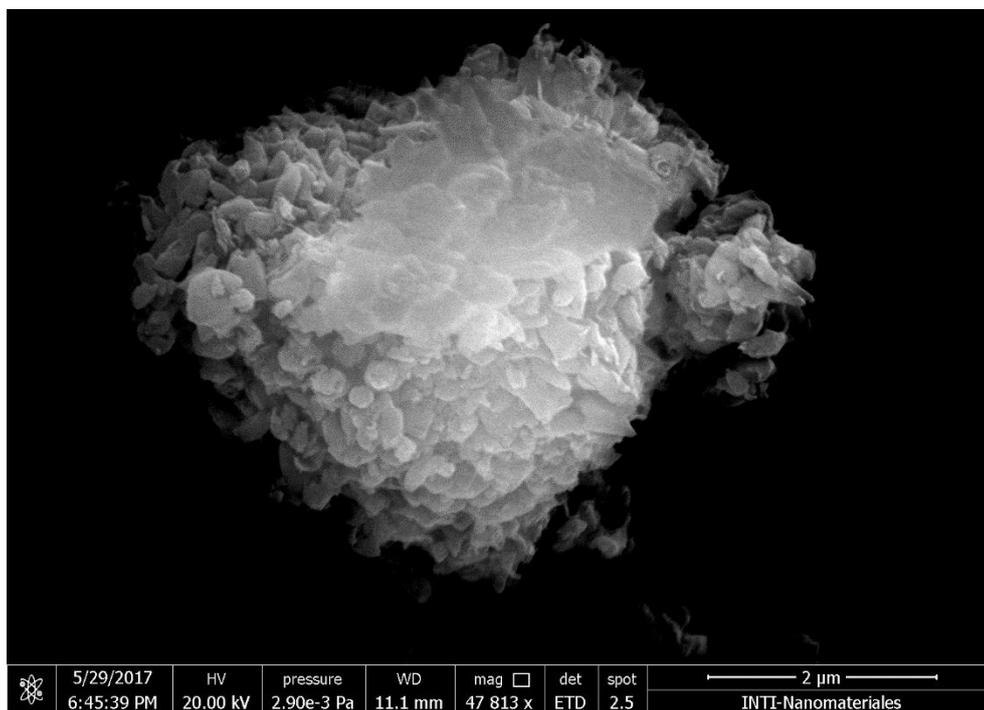


Fotomicrografía 7: Muestra CAO-039-GCJ-roca total: Halloysita esferoidal predominante asociada con escasos agregados de caolinita.

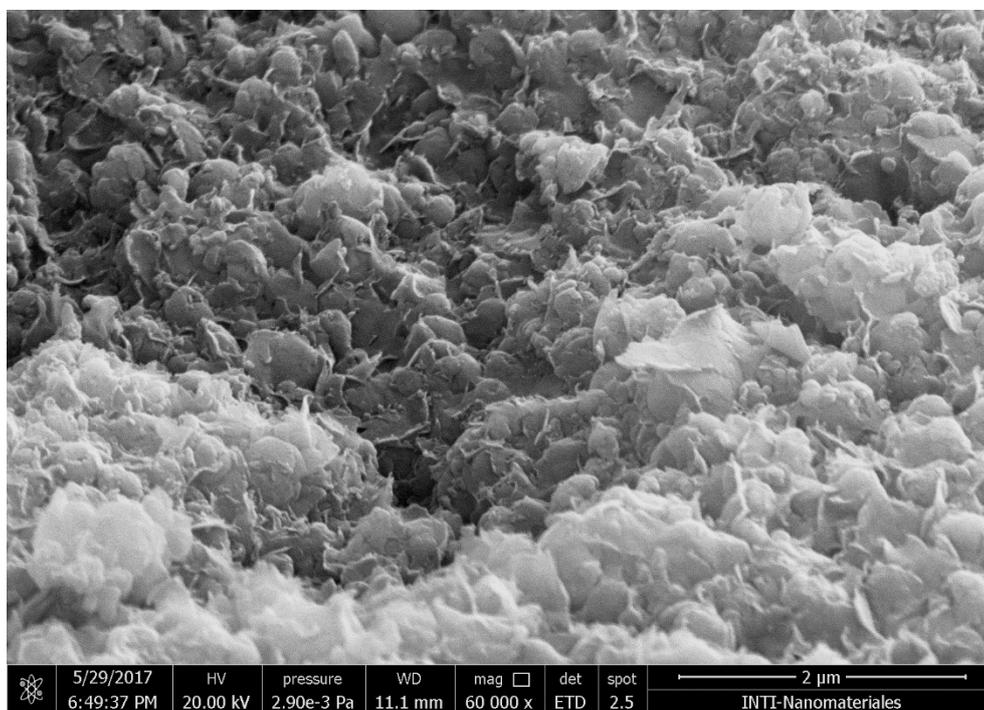


Fotomicrografía 8: Muestra CAO-039-GCJ-roca total: Detalle de halloysita esferoidal con diámetro inferior a 600nm.

MINA JUAN MANUEL DE ROSAS



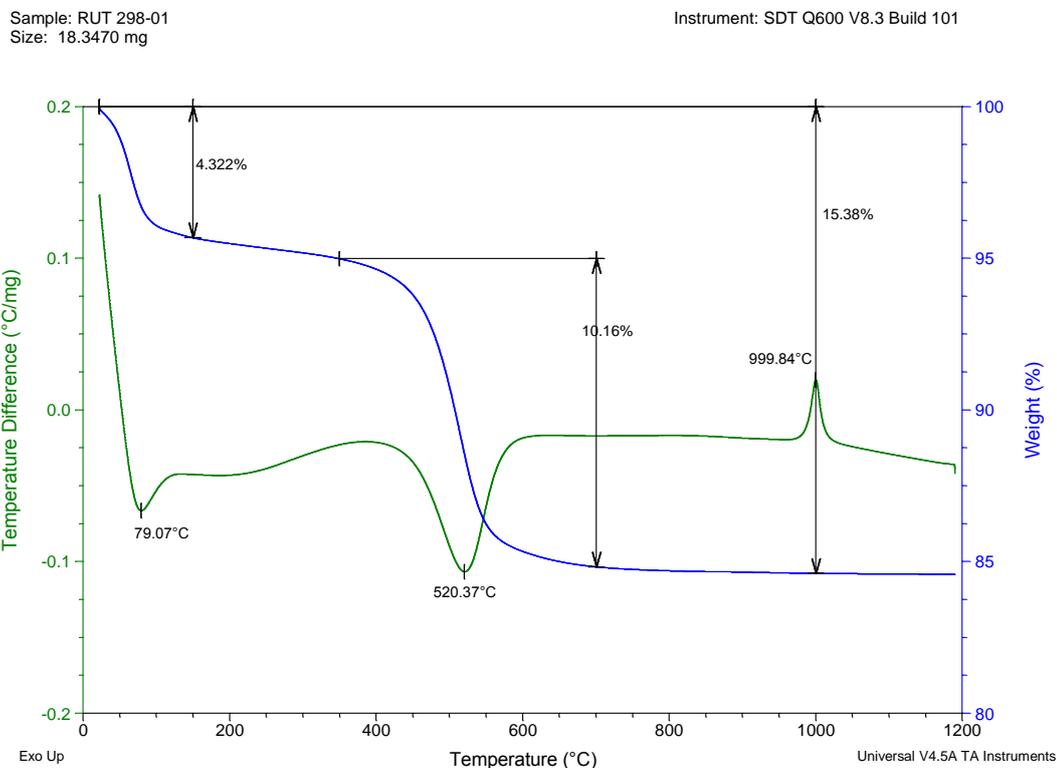
Fotomicrografía 9: Muestra CAO-042-GCJ-roca total: En esta esquirla de roca se observa que está constituida por halloysita presentando tres morfologías diferentes: esferoidal, tubular y cónica, acompañada por agregados laminares de esmectitas.



Fotomicrografía 10: Muestra CAO-042-GCJ-roca total: Halloysita esferoidal menor a 300nm “envuelta” por esmectitas laminares.

ANEXO V: ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL Y TERMOGRAVIMETRIA

MUESTRA CAO-002G CJ



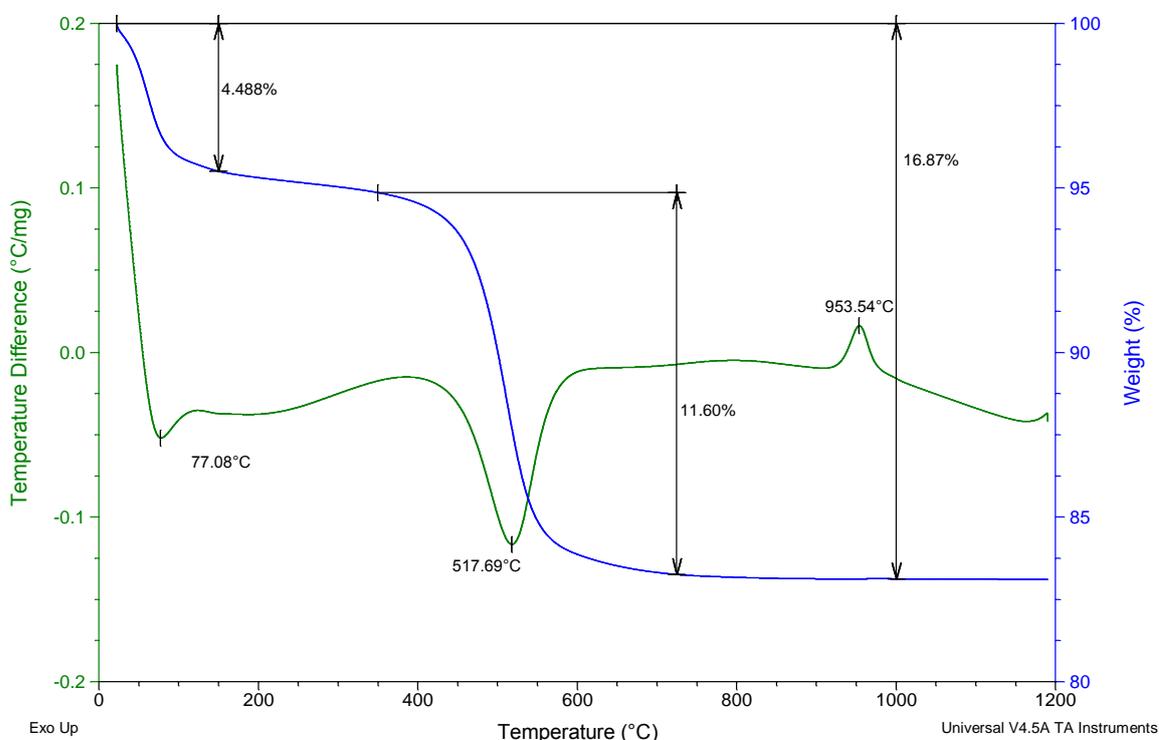
CAO-002G CJ			
TG			
Causa probable	Humedad	Deshidroxilación K/Ha	Evento exotérmico K/Ha
Intervalo temperaturas	25°C - 87°C	464°C - 553°C	-
Pérdida masa, %	4,32	10,16	-
Pico DTG, °C	65	514	-
PPC	15,38		
ATD			
Pico, °C	79	520	999,84
Clase	Endo	Endo	Exo

K: caolinita; Ha: halloysita

MUESTRA CAO-006GCI

Sample: RUT 298-02
Size: 17.4490 mg

Instrument: SDT Q600 V8.3 Build 101

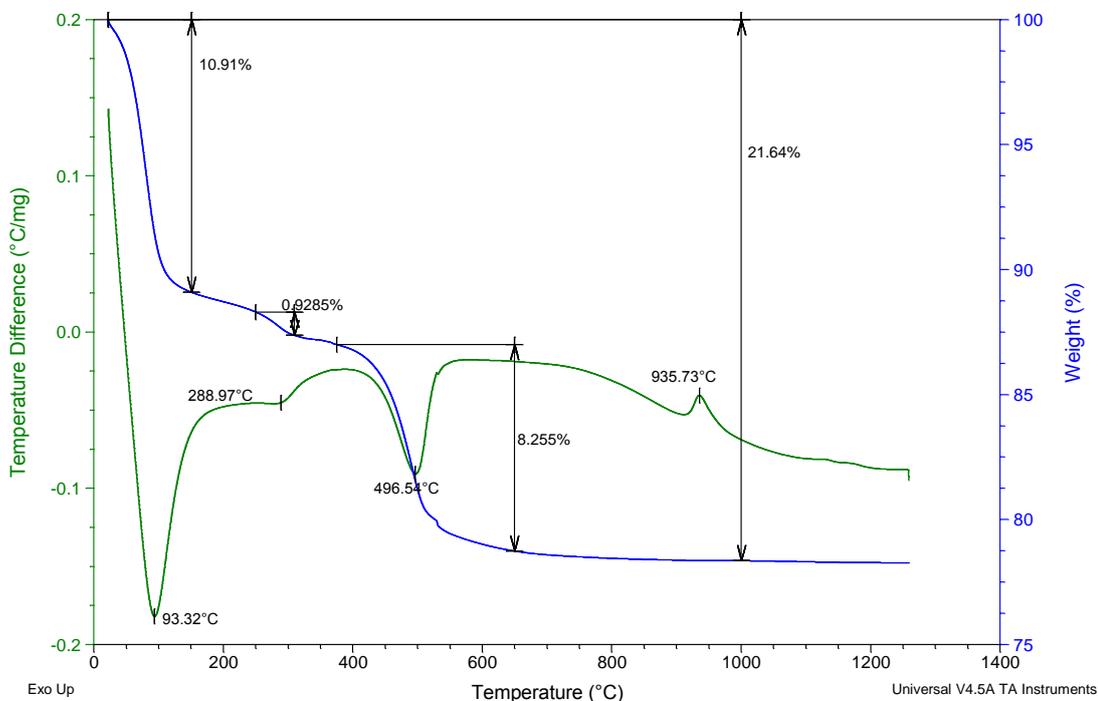


CAO-006GCI			
TG			
Causa probable	Humedad	Deshidroxilación K/Ha	Evento exotérmico K/Ha
Intervalo temperaturas	25°C - 86°C	465°C - 551°C	-
Pérdida masa, %	4,49	11,6	-
Pico DTG, °C	61	511,5	-
PPC	16,87		
ATD			
Pico, °C	77	517,7	953,5
Clase	Endo	Endo	Exo

MUESTRA CAO-009GCI

Sample: RUT 298-03
Size: 18.8650 mg

Instrument: SDT Q600 V8.3 Build 101

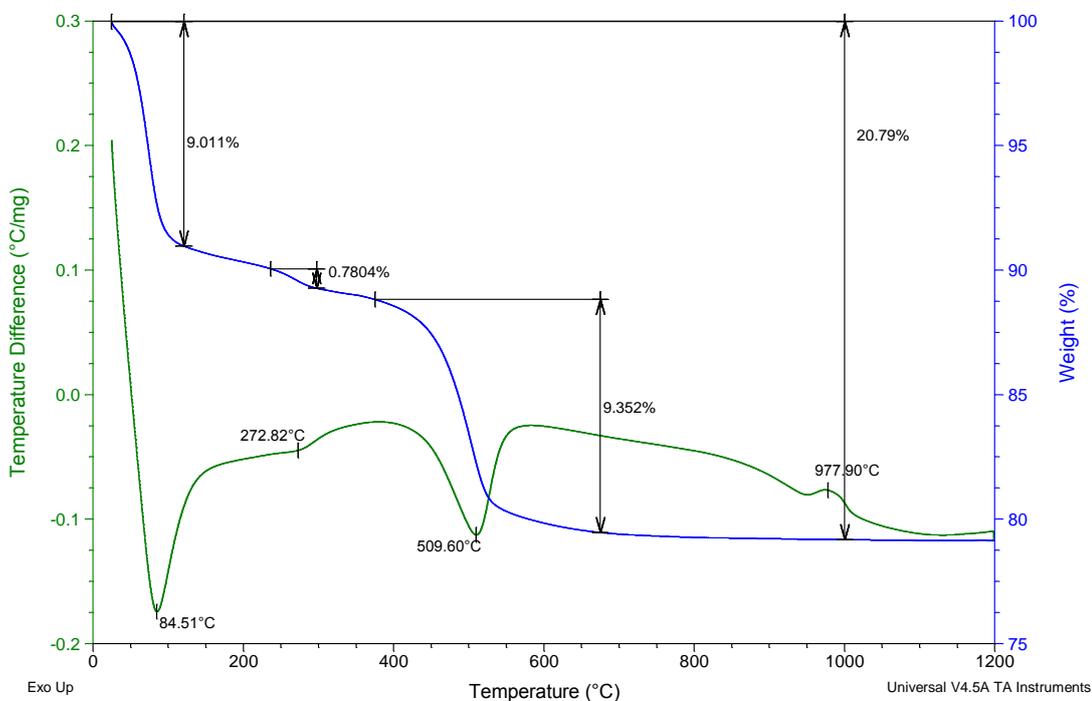


CAO-009-GCI				
TG				
Causa probable	Humedad	Deshidroxilación Goethita	Deshidroxilación K/Ha	Evento exotérmico K/Ha
Intervalo temperaturas	25°C - 102°C	250°C - 310°C	448°C - 520°C	-
Pérdida masa, %	10,9	0,929	8,26	-
Pico DTG, °C	80,6	285,0	489,91	-
PPC	21,64			
ATD				
Pico, °C	93,3	289,0	496,5	936
Clase	Endo	Endo	Endo	Exo

MUESTRA CAO-010GCI

Sample: RUT 298-04
Size: 17.2580 mg

Instrument: SDT Q600 V8.3 Build 101

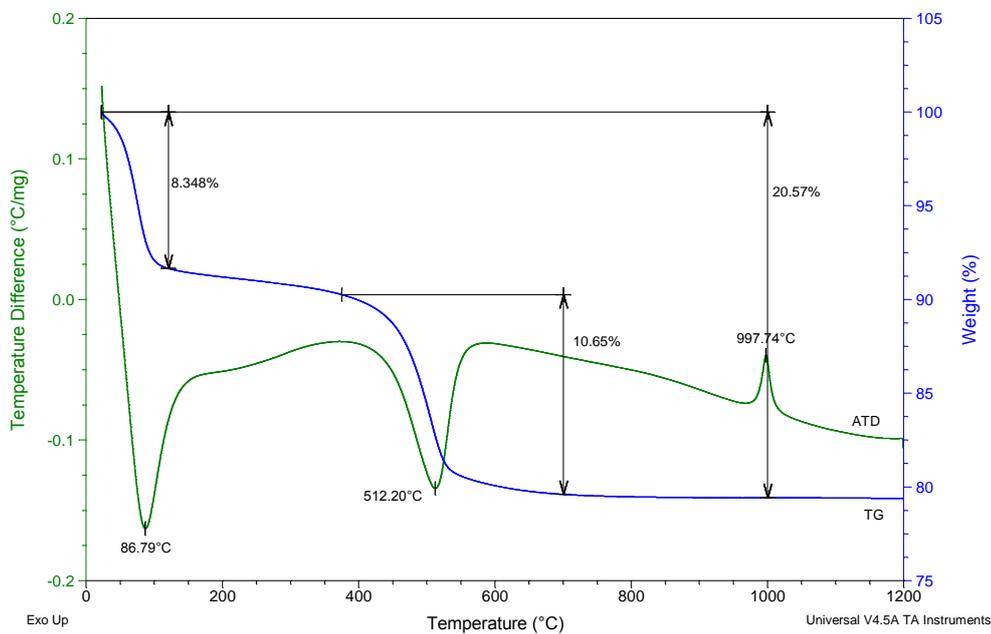


CAO-010GCI				
TG				
Causa probable	Humedad	Deshidroxilación Goethita	Deshidroxilación K/Ha	Evento exotérmico K/Ha
Intervalo temperaturas	25°C - 90°C	240°C - 300°C	460°C - 532°C	-
Pérdida masa, %	9,0	0,78	9,35	-
Pico DTG, °C	73,8	270,8	503	-
PPC	20,79			
ATD				
Pico, °C	84,5	273,0	509,6	977,9
Clase	Endo	Endo	Endo	Exo

MUESTRA CAO-011GCI

Sample: RUT 298-05
Size: 18.1790 mg

Instrument: SDT Q600 V8.3 Build 101

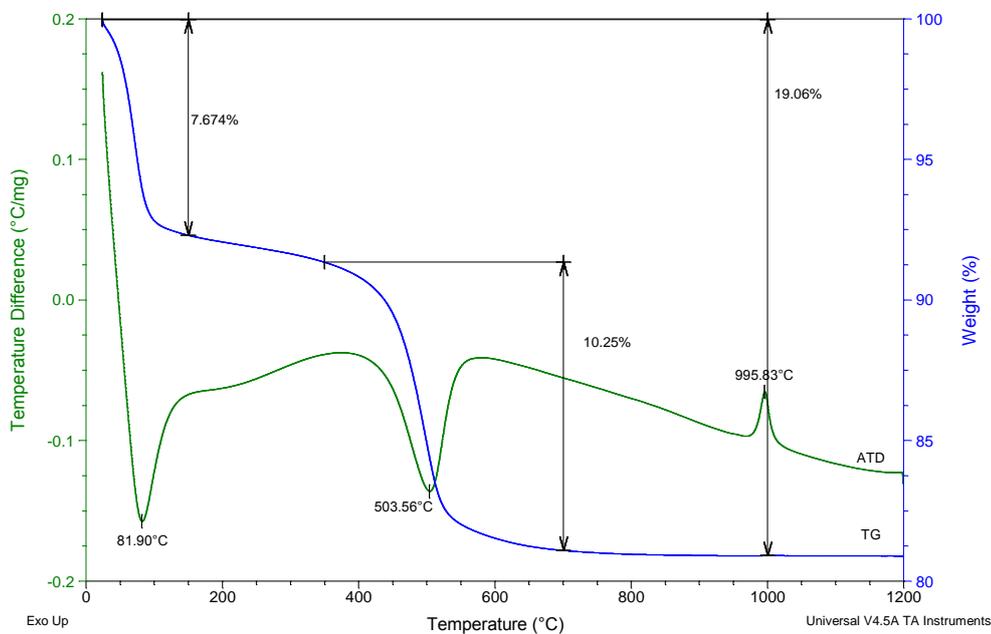


CAO-011-GCJ			
TG			
Causa probable	Humedad	Deshidroxilación K/Ha	Evento exotérmico K/Ha
Intervalo temperaturas	25°C - 92°C	459°C - 534°C	-
Pérdida masa, %	8,3	10,65	-
Pico DTG, °C	74,7	505,7	-
PPC	20,57		
ATD			
Pico, °C	86,8	512	997,74
Clase	Endo	Endo	Exo

MUESTRA CAO-012GCI

Sample: RUT 298-06
Size: 15.8060 mg

Instrument: SDT Q600 V8.3 Build 101

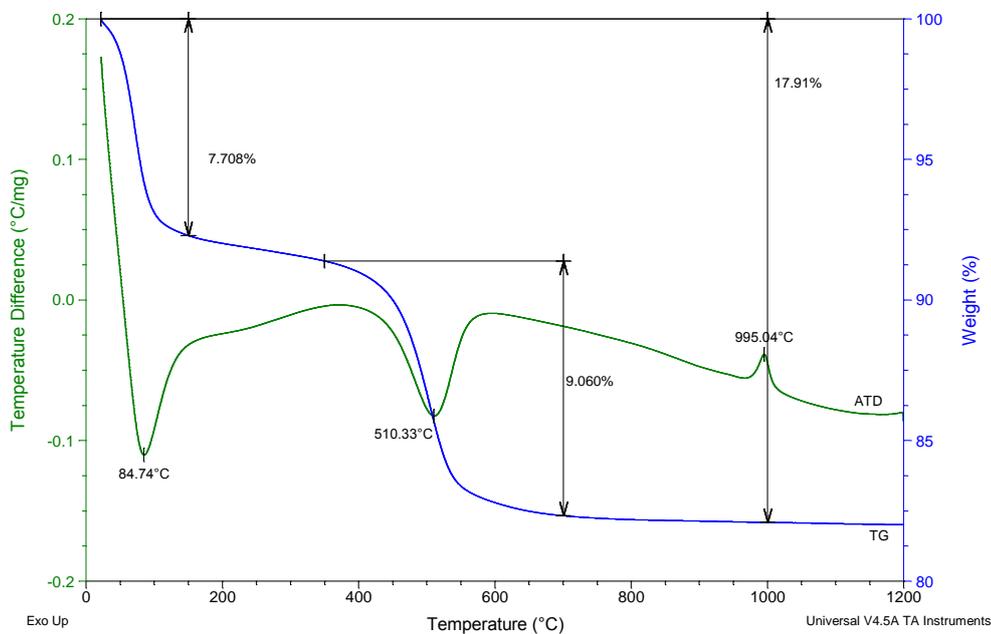


CAO-012-GCJ			
TG			
Causa probable	Humedad	Deshidroxilación K/Ha	Evento exotérmico K/Ha
Intervalo temperaturas	25°C - 89°C	452°C - 529°C	-
Pérdida masa, %	7,7	10,25	-
Pico DTG, °C	71,1	498,3	-
PPC	19,06		
ATD			
Pico, °C	81,9	503,6	995,83
Clase	Endo	Endo	Exo

MUESTRA CAO-017GCJ

Sample: RUT 298-07
Size: 20.3890 mg

Instrument: SDT Q600 V8.3 Build 101

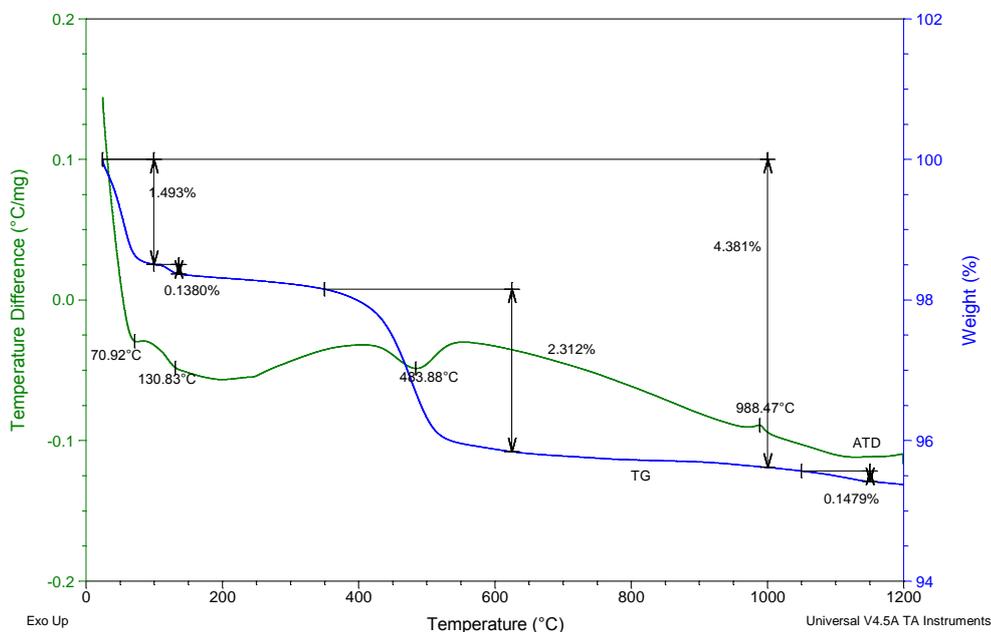


CAO-017-GCJ			
TG			
Causa probable	Humedad	Deshidroxilación K/Ha	Evento exotérmico K/Ha
Intervalo temperaturas	25°C - 94°C	455°C - 544°C	-
Pérdida masa, %	7,7	9,06	-
Pico DTG, °C	75	503,7	-
PPC	17,91		
ATD			
Pico, °C	84,7	510,3	995,04
Clase	Endo	Endo	Exo

MUESTRA CAO-030GCJ

Sample: RUT 298-08
Size: 17.8360 mg

Instrument: SDT Q600 V8.3 Build 101

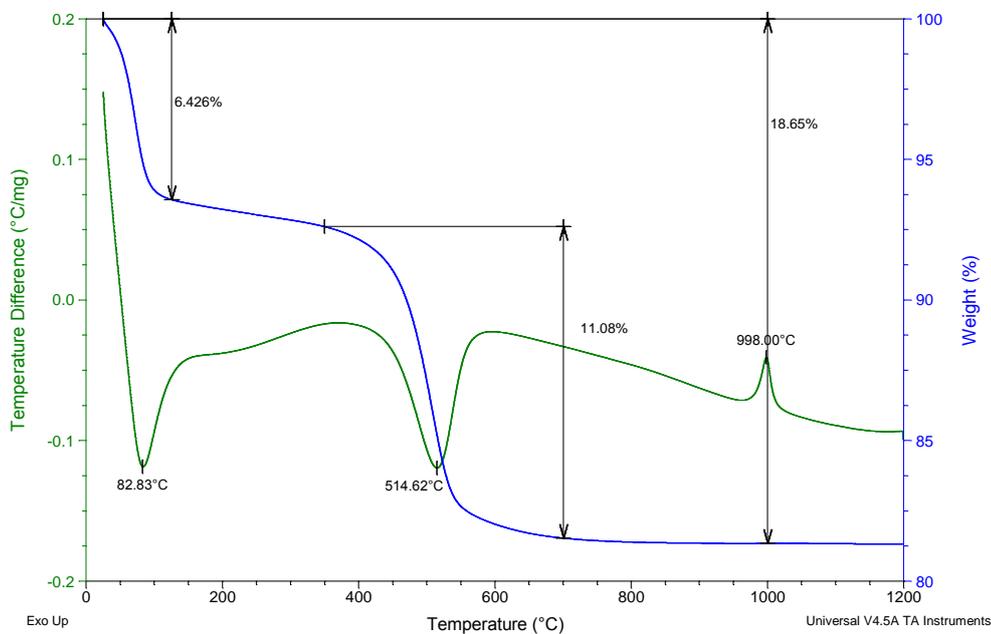


CAO-030-GCJ					
TG					
	Humedad	?	Deshidroxilación K/Ha	Evento exotérmico K/Ha	?
Causa probable	Humedad	?	Deshidroxilación K/Ha	Evento exotérmico K/Ha	?
Intervalo temperaturas	25°C - 69°C	100°C - 135°C	428°C - 515°C	-	1050°C - 1150°C
Pérdida masa, %	1,5	0,14	2,3	-	0,15
Pico DTG, °C	54	119	478	-	1125
PPC	4,381				
ATD					
Pico, °C	71	131	484	988,47	-
Clase	Endo	Endo	Endo	Exo	-

MUESTRA CAO-031GCJ

Sample: RUT 298-09
Size: 19.8310 mg

Instrument: SDT Q600 V8.3 Build 101

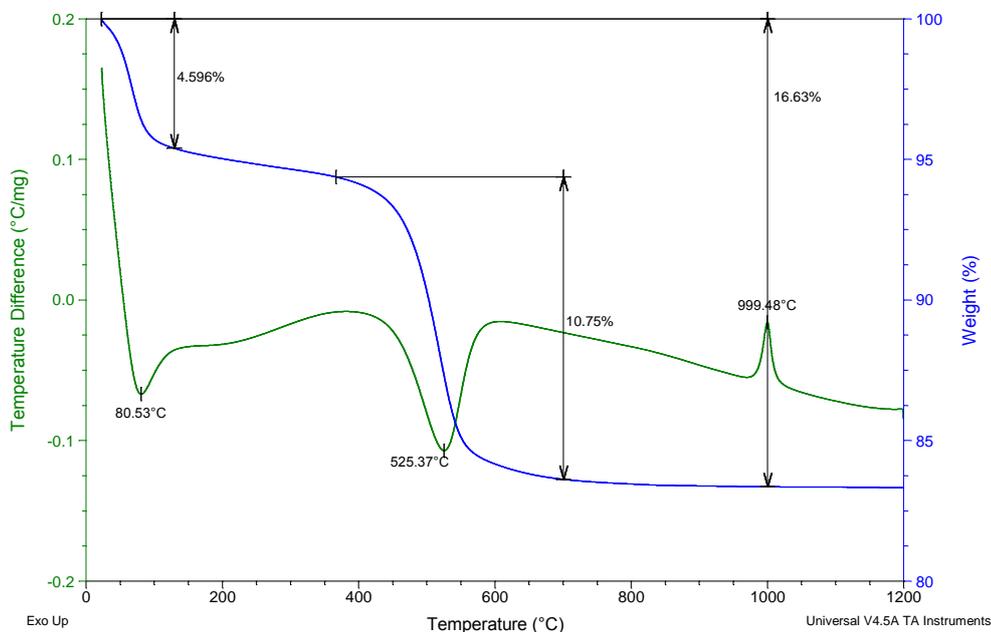


CAO-031-GCJ			
TG			
Causa probable	Humedad	Deshidroxilación K/Ha	Evento exotérmico K/Ha
Intervalo temperaturas	25°C - 90°C	459°C - 542°C	-
Pérdida masa, %	6,4	11,08	-
Pico DTG, °C	71,7	508	-
PPC	18,65		
ATD			
Pico, °C	82,8	514,6	998
Clase	Endo	Endo	Exo

MUESTRA CAO-039GCI

Sample: RUT 298-10
Size: 19.7550 mg

Instrument: SDT Q600 V8.3 Build 101

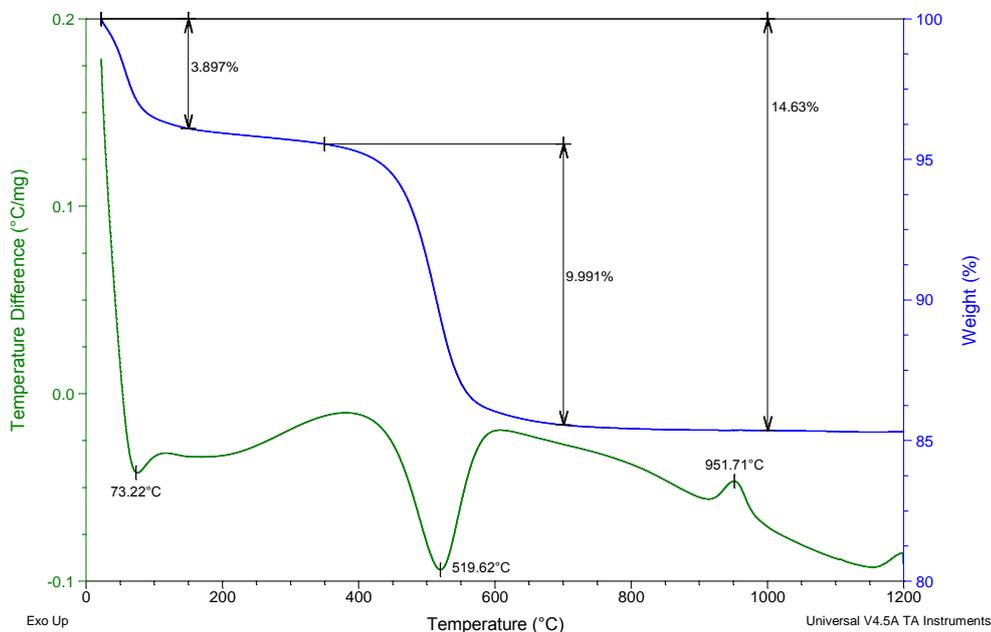


CAO-039-GCI			
TG			
Causa probable	Humedad	Deshidroxilación K/Ha	Evento exotérmico K/Ha
Intervalo temperaturas	25°C - 67°C	470°C - 554°C	-
Pérdida masa, %	4,6	10,75	-
Pico DTG, °C	66,61	518,9	-
PPC	16,63		
ATD			
Pico, °C	80,53	525,37	999,48
Clase	Endo	Endo	Exo

MUESTRA CAO-040GCI

Sample: RUT 298-11
Size: 18.6150 mg

Instrument: SDT Q600 V8.3 Build 101

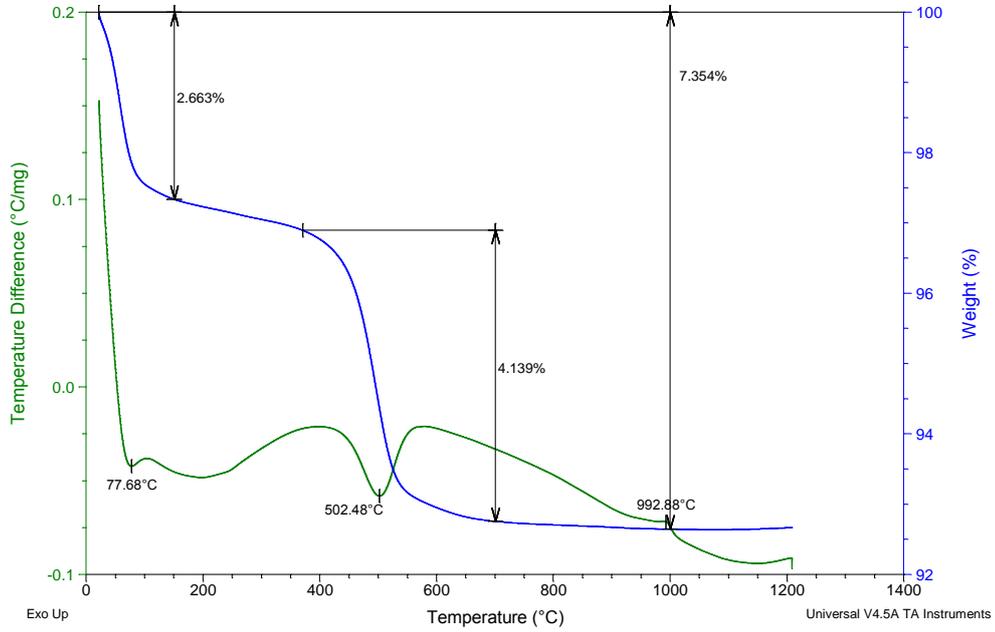


CAO-040-GCI			
TG			
Causa probable	Humedad	Deshidroxilación K/Ha	Evento exotérmico K/Ha
Intervalo temperaturas	25°C - 83°C	463°C - 555°C	-
Pérdida masa, %	3,9	9,99	-
Pico DTG, °C	56,95	513,47	-
PPC	14,63		
ATD			
Pico, °C	73,22	519,62	951,71
Clase	Endo	Endo	Exo

MUESTRA CAO-041GCJ

Sample: RUT 298-12
Size: 18.3410 mg

Instrument: SDT Q600 V8.3 Build 101

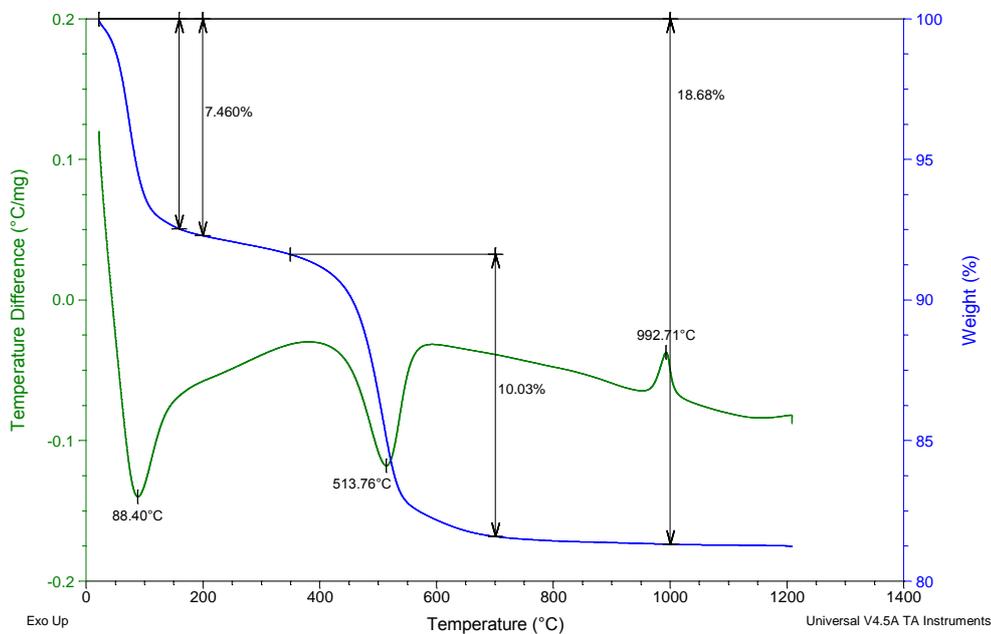


CAO-041-GCJ			
TG			
Causa probable	Humedad	Deshidroxilación K/Ha	Evento exotérmico K/Ha
Intervalo temperaturas	25°C - 81°C	452°C - 535°C	-
Pérdida masa, %	2,7	4,14	-
Pico DTG, °C	58,14	495,48	-
PPC	7,354		
ATD			
Pico, °C	77,68	502,48	992,88
Clase	Endo	Endo	Exo

MUESTRA CAO-042GCJ

Sample: RUT 298-13
Size: 20.2730 mg

Instrument: SDT Q600 V8.3 Build 101



CAO-042-GCJ			
TG			
Causa probable	Humedad	Deshidroxilación K/Ha	Evento exotérmico K/Ha
Intervalo temperaturas	25°C - 100°C	459°C - 543°C	-
Pérdida masa, %	7,5	10,03	-
Pico DTG, °C	73,3	507,13	-
PPC	18,68		
ATD			
Pico, °C	88,4	513,76	992,71
Clase	Endo	Endo	Exo

Anexo VI: Mapas

En sobre adjunto a este informe se hacen entrega de 2 mapas:

- Mapa Geológico del Area Mamuel Choique, escala 1:2500
- Mapa de detalle con ubicación de muestras, minas Pama-Belgrano y San Martín, escala 1:1000.

Equipo de Trabajo:

Relevamiento y muestreo:

Samuel Gregorat¹

Pablo Juarez²

Guillermo Cozzi³

Preparación de muestras:

Karina Romero³

Juan Cruz Medina³

Damián Marileo⁴

Caracterización mineralógica:

Jeimy Diaz Navarro³

Juan Cruz Medina³

Guillermo Cozzi³

Análisis químico:

Patricia Claramunt³

Matías Cunci³

Análisis Térmico Diferencial y Termogravimetría:

Felipe Aza³

Determinación morfología caolines:

Paulina Lloret⁴

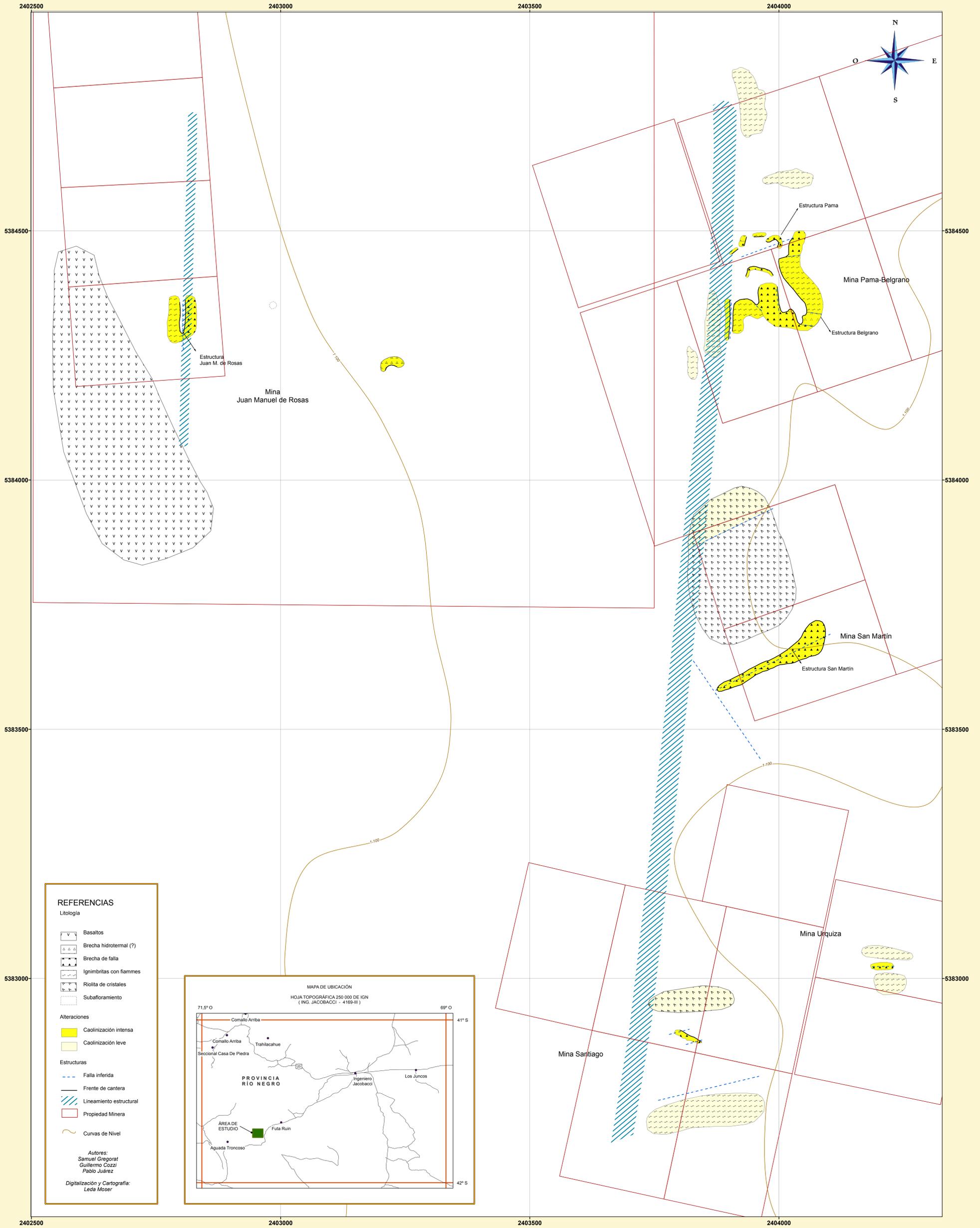
Confeción de mapas:

Samuel Gregorat

Pablo Juarez

Leda Moser¹

¹IGRM-SEGEMAR, ²Delegación VIEDMA-SEGEMAR, ³INTEMIN-SEGEMAR, ⁴ITSIJ, ⁵Procesos Superficiales-INTI.



REFERENCIAS

Litología

- Basaltos
- Brecha hidrotermal (?)
- Brecha de falla
- Ignimbritas con flammes
- Riolita de cristales
- Subaforamiento

Alteraciones

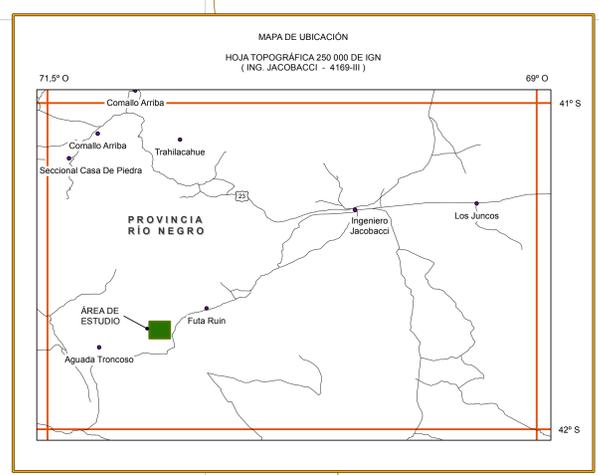
- Caolinización intensa
- Caolinización leve

Estructuras

- Falla inferida
- Frente de cantera
- Lineamiento estructural
- Propiedad Minera
- Curvas de Nivel

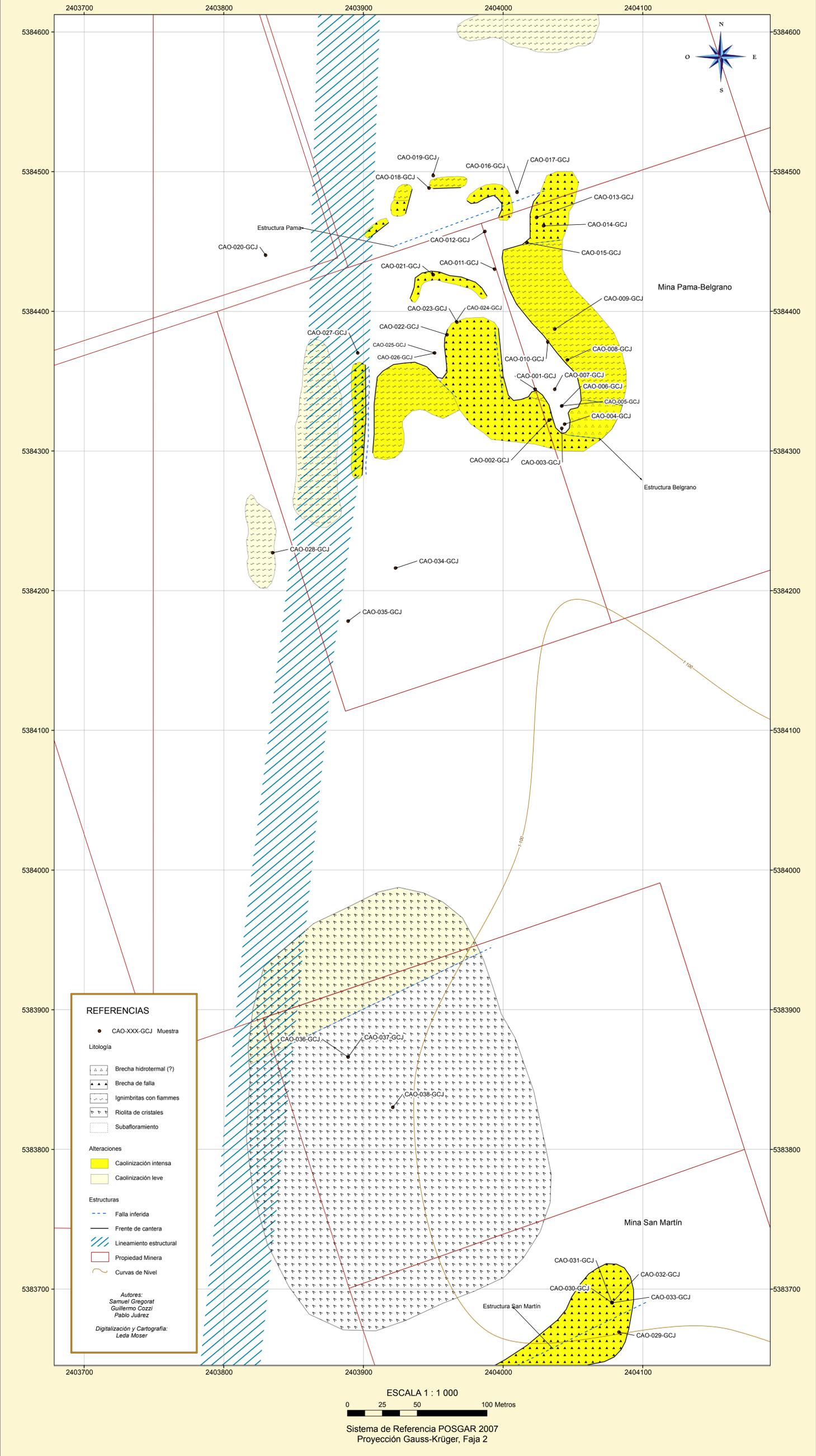
Autores:
Samuel Gregorat
Guillermo Cozzi
Pablo Juárez

Digitalización y Cartografía:
Leda Moser



MAPA DE DETALLE CON UBICACIÓN DE MUESTRAS

CAOLINES MAMUEL CHOIQUE



REFERENCIAS

- CAO-XXX-GCJ Muestra

Litología

- △ Brecha hidrotermal (?)
- ▲ Brecha de falla
- ▨ Ignimbritas con flammes
- ▩ Riolita de cristales
- ▤ Subvolcanismo

Alteraciones

- Caolinización intensa
- Caolinización leve

Estructuras

- - - - - Falla inferida
- Frente de cantera
- ▨ Lineamiento estructural
- ▭ Propiedad Minera
- ~ Curvas de Nivel

Autores:
Samuel Gregorat
Guillermo Cozzi
Pablo Juárez

Digitalización y Cartografía:
Ledia Moser

ESCALA 1 : 1 000

0 25 50 100 Metros

Sistema de Referencia POSGAR 2007
Proyección Gauss-Krüger, Faja 2