

Tesis de Posgrado

Geología y mineralogía del yacimiento de arcilla de Comallo (Río Negro)

Favero, Luis A.

1964

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Geológicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Favero, Luis A. (1964). Geología y mineralogía del yacimiento de arcilla de Comallo (Río Negro). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1234_Favero.pdf

Cita tipo Chicago:

Favero, Luis A. "Geología y mineralogía del yacimiento de arcilla de Comallo (Río Negro)". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1964.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1234_Favero.pdf

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

"GEOLOGIA Y MINERALOGIA DEL YACIMIENTO
DE ARCILLA DE COMALLO (RIO NEGRO)

LUIS A. FAVENO

Tesis presentada para optar al título
de
Doctor en Ciencias Geológicas

-1964-

- 1234 -
ef. 6

INDICE

- a) Resumen
- b) Introducción
- c) Rangos geográficos y morfológicos
- d) Geología regional
- e) Geología del yacimiento
 - 1) Descripción
 - 2) Correlaciones
 - 3) Rangos estructurales
- f) El manto de arcilla
- g) Análisis químicos
- h) Microscopía electrónica
- i) Efectos de la temperatura
 - 1) Pérdida de peso
 - 2) Análisis térmico diferencial
- j) Rayos X
- k) Propiedades físicas
 - 1) Génesis de las arcillas
- m) Explotación de los yacimientos
- n) Lista de referencias
- o) Figuras y gráficos

Resumen

A 35 Km. al norte de la localidad de Comallo (Pcia. de Río Negro), se encuentra un yacimiento de arcilla sedimentaria, en explotación intermitente desde hace varios años, que se utiliza como materia prima en la industria refractaria.

El yacimiento consiste de un estrato de arcilla, compuesta por caolinita, halloysita y escasa illita, intercalado entre un manto de basalto subyacente y unos estratos de tobas de variada coloración, todas ellas integrantes de la formación Collón-Cursá, de edad generalmente atribuida al Mioceno Superior. La potencia máxima de esta formación en ese lugar es de 32 metros, de los cuales corresponden 5 metros al manto arcilloso, el que a su vez, se acusa en los bordes de la cuenca que abarcan las minas explotadas.

Los estratos han sido sucesivamente deformados, en pliegues muy abisotos, con fallas de corte rechazo, aumentando la inclinación máxima de 6 grados. En una de las minas el manto ha sido arrastrado hasta tomar la inclinación del plano de falla, casi vertical, consiguiente de la deformación (Casualidad II).

Se describen las propiedades físicas y tecnológicas del mineral explotado.

Introducción

Este trabajo es presentado, como requisito para optar al título de Doctor en Ciencias Geológicas de la Universidad Nacional de Buenos Aires.

La tesis es el estudio geológico y petrográfico de un yacimiento de arcilla refractaria, situado al norte de Comallo (Río Negro), complementado por el análisis mineralógico y la determinación de las propiedades técnicas del mineral explotado.

El tiempo utilizado en el estudio de campo, fué de 55 días, en dos campañas que se extendieron durante los meses de Marzo de 1959 y Abril, de 1960, además de dos viajes de corta duración, realizados durante el año 1961.

El levantamiento de superficie se efectuó con plancheta y cinta, mientras que el de las galerías, se llevó a cabo con teodolito para determinar niveles y con brújula y cinta para completar los detalles necesarios.

Durante casi una semana, he estado en el campo con la valiosa ayuda del Director de Tesis, Doctor Félix Gonzales Honorino, quién también me orientó y asesoró en los trabajos de laboratorio.

El trabajo de campo fue posible gracias al apoyo de A.P. Green Argentina S.A., en cuyos laboratorios se realizaron además, las determinaciones físicas.

Los análisis químicos y termidiferenciales, se llevaron a cabo en el Departamento de Cerámica del Laboratorio de Ensayos de Materiales e Investigaciones Tecnológicas de la Provincia de Buenos Aires. A su Director, Doctor Pedro Carrizuiriborda, y al Jefe del citado Departamento Doctor Luis Marucci y a su personal, agradezco respectivamente, la autorización y ejecución del trabajo.

Los análisis radiográficos y microscopía óptica fueron realizados en el Laboratorio de Sedimentología del Departamento de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Buenos Aires, bajo la dirección del Doctor F. Gonzales Honorino.

Las electromiografías han sido tomadas en el Laboratorio del Departamento de Biología Experimental de la misma casa de estudios. Agradezco, por último, a los Doctores A.J. Amis, B.J. Martino y Ida. Di Paola, por la ayuda prestada en diversos aspectos del trabajo.

Base de las condiciones y morfología

La zona que nos ocupa se halla a 35 Km. al norte de Comallo, punto situado sobre la línea férrea de San Carlos de Bariloche a San Antonio Oeste.

El clima de la región es árido con intensos vientos predominantes del oeste.

La vegetación es xerófila, típica de la estepa patagónica, consistiendo en arbustos (jarilla, nance, uña de gato), y pastos duros.

Los pocos árboles que crecen en la región (álamos, algarrobos, sauces), han sido plantados por los pobladores a orillas de cursos de agua, acequias o vertientes.

La principal fuente de recursos, fuera del yacimiento, es la cría de ganado ovino, y escasamente vacuno.

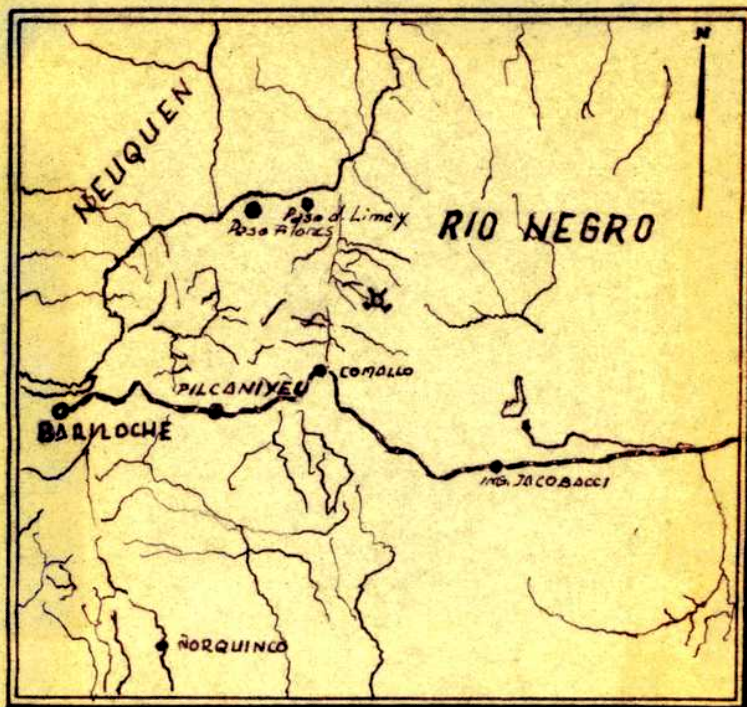
La morfología propia del ambiente de la Patagonia Australina, se caracteriza por el relieve de terrazas con gradaderas subhorizontales. Los mantos de basalto, principales reguladores del relieve, presentan leve pendiente al oeste, lo que se refleja en la inclinación de las superficies de terrazas (Figura N° 1).

El área estudiada está cruzada de NE a SW por un valle limitado por afloramientos de granito y tobas al norte, de basalto al oeste y sur con una falla, en cuya escarpa se abren las bocas de las galerías de las minas Casualidad I y II, y por la elevación mayor, de basalto, al este. El valle cubierto por relleno, es interrumpido por afloramientos graníticos y basaltos redondeados, o por afloramientos de tobas con paredes verticales.

Las tobas que coronan las escarpas a ambos lados del valle, las han portejado contra la erosión, como se observa especialmente en la zona de las minas Casualidad I y Carnaval.

Generalizando podemos decir que, salvo los frentes originados por fallas, el relieve se suscita con pequeñas elevaciones de cimas redondeadas, por lo que el aspecto mesetiforme, propio de la Patagonia Australina, no aparece bien desarrollado.

POSICION DE LA ZONA



ESCALA 1:2.500.000

Geología Regional

El área estudiada forma parte de la hoja geológica 39 c (Paso Flores) del mapa Geológico-Económico de la República Argentina, sobre la cual existe un estudio inédito de A.J. Anos (1954).

Además se conocen trabajos de Roth (1922), Frenguelli (1940), Foraglio (1949) y otros, sobre áreas vecinas.

Los tipos de rocas que afloran en la región son variados, predominantemente las volcánicas y piroclásticas del Terciario Medio y Superior. Ellas asientan indistintamente sobre rocas de variada antigüedad y aún sobre el basamento, en lugares donde la columna estratigráfica no posee continuidad; esta última característica, se presenta con suma frecuencia.

Anos (1954), cita la presencia intermitente del basamento, compuesto por granito y metamorfitas parcialmente intrudidas por riolitas hipabisales, en la zona central formando un bloque positivo alargado, que se continúa hacia el norte y sur en las hojas Piedra del Aguila y Comallo, respectivamente.

En el borde del bloque, al noroeste de la hoja, asientan las volcanitas epiclásticas de la formación Paso Flores (Rotianse), sobre la que se superpone, ya dentro de la hoja Piedra del Aguila, la formación hombrina (Galli-1953).

A 20 Km. aproximadamente al norte de la zona del yacimiento, cubre al basamento la formación Cañadón Chileno de edad Junásico (Anos-1954), constituida por areniscas y conglomerados, cubiertos a su vez, por las volcanitas de la formación Bagnaleo (Anos-1954).

En la parte central y sur de la misma hoja, Paso Flores, se halla sobre el basamento un manto de basalto, denominado basalto O, infrecuente a las rocas piroclásticas Miocenas, constituidas por las riolitas Limay (Anos-1954), y las tobas de la formación Collón-Gurá, superpuestas. Estas últimas, en la zona del yacimiento, asientan directamente sobre el basalto O, en discordancia erosiva.

El hiatus entre el basamento y la formación Collón-Gurá, correspondería al tiempo en que se depositaron en otras partes de la

Patagonia, la "Serie Andesítica", y el Patagónico marino y continental (Gonzales Bonorino, 1944; Foraglio, 1949; Methol, 1952), de los cuales, los afloramientos son muy limitados en la región.

Al noroeste de la hoja Comallo, Methol (1952) observa una pequeña aparición de la "Serie Andesítica", a la cual también puede corresponder un afloramiento de liparita que se halla al suroeste de la zona de las minas, aunque los datos que poseemos no permiten ubicar estratigráficamente con certeza, dicho afloramiento. En caso afirmativo, sería el único miembro de la Serie citada, presente en la zona.

El desarrollo de la formación Collón-Curá, es extenso pues cubre áreas de las provincias de Río Negro y Neuquén.

Se compone de rocas piroclásticas y localmente, de arcillas, con un conglomerado intercalado de escasa potencia, depositados en ambiente terrestre, rellenando las depresiones precuicas.

El manto de arcilla en estudio, es un ejemplo de deposición lagunar, local.

Methol (1952) al noroeste de la hoja Comallo, identifica un conglomerado que asienta sobre el basalto O, que podría corresponder con el que se halla intercalado en la formación Collón-Curá, citado anteriormente. Ello sería prueba del carácter local, de la deposición del manto arcilloso.

Geología del yacimiento

Introducción:

Asentado sobre el basamento granítico, que incluso afuera aisladamente, se hallan rocas volcánicas y residuos de alteración redepositados del Terciario medio y superior.

En ellos se distinguen unos miembros efusivos y piroclásticos, representados los primeros, por un manto de basalto y por un afloramiento de liparita (Fig. N° 2), cuya relación de precedencia es de difícil determinación, debido a que no se hallan formando mantos que permitan correlacionarlos. Entre los miembros piroclásticos, se halla una toba blanca, cinerítica, con afloramientos de distinto desarrollo.

Completan las rocas presentes, tobas de variada coloración (grises y verdes), que asientan sobre unos mantos de conglomerado y arcilla, los cuales a su vez, cubren al basalto citado anteriormente.

El estudio de dichos mantos, constituidos por arcilla blanca o parcialmente impregnada y el conglomerado en el techo, es el que ha originado el presente trabajo.

La estratigrafía del área se resume en el cuadro siguiente:

	relleno		Loose y detritus
Discordancia erosiva	Formación	Toba gris	28-29 m.
	Calán-Cará	Toba verde	4 m.
		Conglomerado	1 m.
		Arcilla	5-6 m.
Discordancia erosiva	Rocas efusivas y piroclásticas	Toba cinerítica Liparita	
		Basalto	15 m.
	Basamento	Granito	
	Potencia total		55 m.

La ubicación en el cuadro de la toba cinerítica y de la liparita, no indica fehacientemente que así se encuentren, debido a la imposibilidad de determinar su edad y correspondencia de edad con los otros tipos de rocas, por lo que se las ha ubicado juntas, más por similitud de características estructurales, que por una razón cro-

mológica determinada.

Descripción:

Granitos

Aflora solo en tres lugares del área, en forma de elevaciones bajas (Figura N° 2).

Su aspecto es fresco, con señales de cataclasis visibles macroscópicamente. Posee estructura gruesa gruesa, con un color predominante rosado claro, dado por el feldespato potásico.

Microscópicamente se ha identificado el citado como el componente esencial más abundante (40 %), del que predomina microclino y en menor proporción, ortosa le siguen luego, cuarzo (35 %), albita (15 %) y mica blanca (aprox. 10 % ϕ , con un ínfimo porcentaje de accesorios.

La textura es granular panhalotricoria.

El microclino, que se halla casi siempre moleado, se presenta en tamaños variables de hasta 2,5 mm., anhedral, frecuentemente alterado a cuolinita submicroscópica y a mica blanca. La ortosa presente, no difiere mayormente del microclino descripto, aunque la proporción en que se halla es mucho menor.

Los individuos anhedrales de cuarzo, en tamaños no mayor de 2 mm., muestran señales de deformación, (extinción ondulada), las que a su vez se repiten en el moleado polixintético de la albita, con tablillas de maclas en forma de cuñas.

Muscovita es el último componente, y se presenta en laminillas de zonas de 0,5 mm.

Basalto

Asentado sobre el granito con características mantiformes definidas, en la base de la formación terciaria, se halla un manto de basalto olivínico de 15 metros de potencia, con escasa disyunción columnar.

Es una roca fresca con vesículas que varían, de grandes y abundantes (3 a 4 cm. de diámetro) en la parte superior del manto, a escasas y pequeñas (menores de 1 mm.) en su base.

Su color es rojizo oscuro a negro, muy finamente granular, con pequeñas lentas (1 a 1,5 mm.) de olivina alterada, uniformemente distribuidas.

Frecuentemente la atraviesan venas de hasta 1 cm. de espesor de calcita, sin una orientación definida.

La textura es porfirítica con una pasta microlítica.

Los fenocristales son de olivina, y muy escasos de labradorita. La pasta se halla formada por labradorita (50 %), olivina (20 %), y 30% de magnetita, spatita, vidrio, y un pseudomorfo de iddingsita.

Los cristales cubredrales de 1 mm. de largo de olivina se hallan total o marginalmente alterados a iddingsita, de cuya composición química se infiere el carácter del mineral original, y en menor proporción a calcita. La labradorita se presenta en forma de tablillas alargadas de 0,15 mm. de longitud, siendo el componente más abundante de la pasta. Su aspecto es fresco, nacida, mostrando vaga orientación fibrosa.

Se observan además, cristales prismáticos de 0,50 mm. de longitud de pirroxeno; individuos idiomorfos, aciculares o esqueléticos de 0,1 mm. de magnetita; agujas finas incoloras o pálido verdosas de spatita; vidrio color castaño, y un pseudomorfo de iddingsita, distribuido irregularmente.

Las características apuntadas, se mantienen constantes en varias muestras de basalto de la zona.

Liparita:

El otro componente efusivo de esta serie de rocas, lo constituye una liparita que aflora únicamente al suroeste del área del yacimiento.

El afloramiento posee forma alargada de 20 metros por 10 metros de ancho, con dirección norte-sud, sobresaliendo muy poco de las rocas circundantes (Figura N° 2).

Se halla netamente separado del basamento granítico limftrefo, por lo que suponemos existe entre ambos un plano de falla, no visible por hallarse cubierto por detritus.

El color de la roca es blanco grisáceo, y se compone por fenocrista-

tales de feldespatos potásico (sanidina) y cuarzo, con pequeñas inclusiones de biotita. Constituyen ambos, prácticamente el total de los feno cristales presentes.

La pasta se halla compuesta por sanidina, cuarzo y biotita, en cristales muy pequeños (menores de 0,1 mm.), entrecruzados.

Toba cinerítica:

El miembro piroclástico lo constituye una toba cinerítica blanca, que aflora aisladamente al sur, norte y noreste de la zona, en afloramientos que en general poseen 100 metros de longitudinal y 80 metros de ancho, aunque el que se halla al noreste, posee aproximadamente 800 metros de largo por 300 metros de ancho. Las paredes son más o menos verticales de hasta 25 metros de altura, formando un dique.

La roca es de color blanco amarillento en aspecto y composición en todo su espesor visible, con pequeñas manchas (1 a 2 mm.) punto rojizas, regularmente distribuidas de óxido de hierro y biotita.

Microscópicamente se observa una masa fundamental vitroclástica, que constituye el 80 % del total, en parte desvitrificada e impregnada con óxido de hierro, en la que se hallan distribuidos, pequeños nódulos de polvo volcánico, cuarzo, plagioclasas, biotita y calciclina, en tamaños que no exceden los 50 micrones.

Los fenocristos presentes son escasos, predominantemente oligoclasa, de forma tabular muy delgada (0,7 mm.), cuarzo y biotita, frescos, con escaso idiomorfismo.

La formación del dique no es claramente observada, debido a la presencia en sus márgenes de fallas recientes que no permite identificar los contactos ígneos que eventualmente puedan haberse producido. Si así no fuera, cabría la posibilidad de que la roca considerada sea una ignimbrita, aunque no se observa fluidalidad de su masa, ni variaciones de composición notables verticalmente, en el afloramiento.

Formación Collón-Curá:

Los miembros componentes, tal como aparece el perfil en las minas Casualidad I y Carnaval, son los siguientes:

4) Toba gris	28-29 metros
3) Toba verde	4 "
2) Conglomerado	1 "
1) Arcilla	5-6 "

Discordancia erosiva

Bases basalto

Potencia total: 40 "

Arcilla: Se halla formando un manto con una sección inferior de coloración rosada, que pasa gradualmente pero en forma heterogénea a la arcilla blanca.

El manto posee como límite inferior el basalto venicular, hallándose separado ambos, por una discordancia erosiva; el techo lo constituye el conglomerado, limitados ambos netamente por los productos de oxidación de óxido de hierro.

La identificación y nomenclatura de los distintos tipos de arcillas, basada en solo un criterio cromático distintivo, tiene asidero para el manto arcilloso que se halla en las zonas de explotación Casualidad I y Casualidad II, que así en la mina Carnaval en el que no existe un manto de coloración definida, sino que se compone de numerosas lentes con variado grado de impregnación, por lo que la presencia y posibilidades de explotación de la arcilla blanca, son muy limitadas.

Por ser el estudio de este manto, el objeto del presente trabajo, volveremos luego a considerarlo en detalle.

Conglomerado: Es del tipo poligénico, hallándose compuesto por pequeñas guijas de cuarzo (de hasta 10 cm.), cañeros de basalto en diverso estado de alteración, y escaso cemento limonítico, lo que le otorga intensa coloración rojiza oscura.

El manto no aflora por hallarse cubierto por derrame de la toba sobreyacente.

Toba: Constituyen un manto de 32 a 33 metros de potencia que se asienta irregularmente sobre el conglomerado, aunque el contacto no ha sido posible observarlo. Su aspecto es áspero y deleznable al tacto. Se distinguen en él dos coloraciones, que identifican a otras tantas capas: una variosa inferior de 4 metros de potencia, y otra superior

de color pardo claro de 28-29, metros de potencia aproximada. La diferencia mineralógica estriba en la mayor proporción de montmorillonita presente en la primera en el terreno su distinción es inmediata.

Signo de ambiente de deposición subacuosa, lo da su estratificación torrencial que se observa con facilidad.

El estudio microscópico muestra una roca vitrocríсталina con, a 70 % de vidrio aproximadamente y 30 % de piroclastos de oligoclasa, andesina, fragmentos líticos, clinopiroxeno, hornblenda verde y hematita.

Los vitroclastos son irregulares, de hasta 0,7 mm., en partes impregnado con mineral de hierro. Su textura es porfírica, con oquedades rellenas con montmorillonita de color verde pálido.

Los cristaloides revelan idiomorfismo incipiente, conservándose frescos, especialmente la plagioclasa. El tamaño medio es de 0,3 mm.

Los fragmentos líticos son de basalto con un tamaño de 0,4 mm. mostrando textura pilotárica.

Ballasto:

Se halla representado por detritus, productos de descomposición de los basaltos y tobas liparíticas, formando una aureola alrededor de los afloramientos respectivos. Los sedimentos recientes se componen por lecas que rellena la cubeta central y las depresiones.

Correlaciones:

El basalto que asienta sobre el granito, es la base de la formación Collón-Curá, lo cual permitiría correlacionarlo con el basalto O de Greber(1946).

Por ello sería posterior a la "Serie Andeítica", que aflora al oeste, aunque no habría diferencias texturales con algunos miembros de dicha serie, tales como olivínicos y mantiformes.

Basaltos olivínicos en la Patagonia septentrional, han sido descritos por Fambro-Nichmann en Valcheta(1939), Faruglio-Cannoci en la zona de Manuel Hupi(1939), Gonzalez Bonerino en Río Fuyal(1944), y en zonas vecinas por el mismo autor(1946), y Petersen en Cerro Mirador(1946), en las cuales algunos se hallan encima y otros debajo de la formación Collón-Curá.

Amos(1954) reconoce la presencia de basalto O, procolluncurensis, en las vecindades de Coquillón. De acuerdo a él, serían los estratos de arcilla, conglomerado y tobas, los representantes en la zona de la formación Collón-Curá.

No hemos encontrado rasgos paleontológicos identificativos que nos permitan confirmar la correlación de esta formación procolluncurensis con la citada precedentemente, deduciéndolo por la similitud litológica entre los componentes de ambas formaciones en nuestra zona y en las de otras vecinas. Ello ha servido para ubicarla como de edad Mioceno superior (Colluncurensis), aunque no como ejemplo típico de dicha formación sino como descripción de una de las facies que la componen.

Faruglio cita (1949) la presencia de tobas cineríticas y purpúreas en la zona cuya extensión alcanza a "... todo lo largo del borde oriental de la cordillera"... "hasta el valle del río Collón-Curá, y más al norte".

La ubicación cronológica de las tobas, ha sido establecida por varios ejemplares numéricos estimados por Ameghino, Faruglio, Cabrera y Roth en el valle del río Collón-Curá.

Así mismo Roth(1922), menciona el hallazgo de impresiones de moluscos de agua dulce en las barrancas del arroyo Leggá, los que según Feruglio(1943), pertenecen al Collemarensis.

Frangulli(1940), a su vez, cita la presencia de restos de mamíferos y nidios de eucarabidos en la laguna de la Escondida, semejantes a los descritos por Cabrera y Roth en el río Collón-Carré. Recientemente Anco(1954) encontró ejemplares semejantes a los de Frangulli en los miembros piroclásticos de Paso Flores y otros afloramientos próximos.

La facies lagunar, por estos autores mencionada, estaría representada en el área en estudio, por el monto de arcilla, indicando su presencia cierta interrupción local de la actividad volcánica o en la sedimentación de materiales volcánicos, o bien, una variación en las condiciones ambientales que han permitido su deposición en cuencas locales.

El cuadro se completa, con los miembros efusivos piroclásticos que aparecen formando filones, y que precisamente por ello, es difícil establecer su ubicación en la columna con relativa certeza. Sin embargo, podríamos considerarlos como manifestaciones en la zona, de la intensa actividad volcánica de fines del Terciario.

Lineas estructurales

Las líneas tectónicas más notables del área estudiada, son fallas de rumbo NNW que dieron origen a bloques volcados al oeste.

Una de ellas pasa frente a la mina Casualidad I, hasta llegar al afloramiento meridional donde el granito se halla en un mismo nivel con el basalto. Además al granito se halla un afloramiento de liparita, cuya intrusión se produjo probablemente a través del plano de falla. Esta a su vez delimita el borde occidental del valle, originando una escarpa pronunciada coronada por los mantos de basalto, tobas y arcillas.

Una pequeña falla como efecto secundario de las mayores, pasa frente a la mina Carnaval; su plano es aproximadamente paralelo a las anteriores, con su labio occidental hundido, manifestándose anteriormente por repetición de los estratos superiores. (Fig. N° 3; Láp. VIII-perfil CC').

La inclinación del bloque hacia el oeste ha elevado su parte oriental en un movimiento basculante, llevando a Sets, a las posiciones topográficamente más altas de la zona.

Dichos movimientos han afectado también a las formaciones Terciarias superpuestas. Ello se observa en la mina Casualidad II, especialmente en el manto arcilloso que ha sufrido un marcado "arrastré", pues posee una inclinación de 65° N, contra el plano de falla, que disminuye gradualmente hacia el este, mostrando a los 50 metros de distancia, una inclinación de 4° E; a los 120 metros los mantos son horizontales, y a los 200 metros inclinan 3° W, o sea opuesta a los anteriores (Lap. VIII-perfil BB').

En la mina Casualidad I, se observan fallas menores o fracturas que afectan al manto arcilloso en su totalidad, destacándose la mayor parte de ellas netamente, por la impregnación ferrosa de los planos. Se nota así mismo, recurrencia de movimientos en el desplazamiento relativo de bandas concresionales (Fig. N° 4).

Las fracturas en general, dentro de las galerías, presentan rumbo NNW-SSW, a excepción de las más occidentales en las que es NW-SE. Su inclinación es variable, pues las situadas al norte, o sea más cercanas a la salida de las galerías, muestran inclinación hacia el noroeste en valores que varían de 15° a 50°, pero predominando las mayores. Las situadas al sur, muestran su plano inclinado hacia el suroeste, en valores que varían de 4° a 12°, siendo más constantes en rumbo e inclinación. Una divisoria supuesta, aproximadamente transversal a las galerías, de rumbo NNE-SSW, que determina dos zonas una al norte, con planos de fractura inclinados al norte, y otra al sur, con planos inclinados al sur, pero de menor ángulo.

Las fallas más occidentales, muestran planos inclinados al suroeste en valores variables de 30° a 60°, coincidiendo estas últimas con el rumbo de las estructuras mayores de la zona. Lo citado no excluye la aparición esporádica de fracturas con rumbo e inclinación distinta u opuesta a aquellas, que les correspondan por la ubicación que poseen.

Por su escaso desarrollo, algunas fracturas no alcanzan a atravesar el manto en su totalidad, sino que se pierden acortándose. Ellas serían causadas por los movimientos secundarios o de acomodamiento del manto, luego del tectonismo sufrido.

Respecto a la edad de los movimientos, no tenemos datos para establecerla con precisión, excepto a que son posteriores a la formación Collón-Curá, y probablemente, de la segunda fase del segundo movimiento Terciario (Crosby-1946).

El resto de arcilla

Generalidades:

El resto de arcilla fue estudiado en el terreno, y mediante análisis petrográficos y mineralógicos, sobre muestras precedentes de las tres minas en explotación.

El muestreo ha consistido en tomar a distancias regulares de 10 metros ejemplos representativos de perfiles dentro de las galerías, y de cada punto perfilado se han obtenido entre dos y cuatro muestras, según las variaciones macroscópicas que presentaban; de cartees sucesivos al avanzar los estudios, redujeron las muestras a 100, con las que se completaron las determinaciones. Los métodos de laboratorio utilizados han sido análisis térmico diferencial con el fin de orientar la investigación, y determinaciones con rayos X en perfiles completos para determinar los minerales presentes. Análisis químicos y físicos (porosidad, densidad, como piroestricto equivalente y módulo de ruptura), así como observaciones microscópicas ópticas para la fracción mayor de 62 micrones, y electrónicas para la fracción limo-arcilla, completaron los métodos de identificación.

Las minas en explotación eran, durante el período de estudio, las siguientes: Casualidad I, Casualidad II y Carnaval.

La primera se halla ubicada en la parte sur de la zona, frente al campamento principal, y en ella los trabajos de extracción se han efectuado con mayor intensidad. La segunda, situada en la parte centro-occidental del valle, ha sido objeto de una creciente intensificación de las labores en el trienio 1959-1962, aunque las dificultades que ofrece son mayores. Por último en la mina Carnaval, situada en la parte noreste, las posibilidades de explotación son muy limitadas, debido a la inexistencia de un resto de mineral útil definido, por cuyo motivo los trabajos se vieron prontamente entorpecidos limitándose la extracción a pequeñas lentes (Lfn. VI-Ubicación de las minas).

Las características generales en cada una de las explotaciones, son las siguientes:

Casualidad I: Al sud de la escarpa originada por la falla occidental (Lám. VIII-perfil AA') se encuentra el paquete sedimentario de la formación Colón-Cará, en cuya base se halla el manto arcilloso.

Su inclinación en las imbricaciones de las bocas de salida, varía entre 2° y 4° al sud manteniéndose constante hasta alcanzar 50 metros, medidos desde boca arriba dicha inclinación disminuye luego hasta tomar gradualmente el nivel horizontal, que se mantiene, aunque con ciertas irregularidades, hasta su máximo desarrollo. En las galerías ubicadas en el extremo oriental, la inclinación inicial de 3°, persiste hasta los 200 metros en su interior, hasta la distancia alcanzada por el frente de avance, que ha sido suspendido por la escasa potencia del manto (0,50 m.) lo que torna su explotación anticíclica.

El manto se halla limitado por el conglomerado rojo en el techo, y por el basalto debajo. En él se distinguen, una parte inferior de arcilla rosada de hasta 3,50 metros de potencia, y otra de arcilla blanca, que es la principal económicamente, de hasta 2,50 metros de potencia. Esta última presenta fluctuaciones notables, que alcanza en ciertos sectores a 0,60 metros de potencia, aunque normalmente oscila, entre 1,20 y 1,80 metros. La potencia de la arcilla rosada es más constante, aunque los datos que poseemos sobre ella son escasos, debido a que su explotación no alcanzó los límites inferiores.

El paso de la arcilla rosada a la blanca es gradacional. El plano de separación del conglomerado con la arcilla es muy marcado, pues en él se ha producido intensa deposición de óxido de hierro, en bandas de hasta 2 cm. de espesor, paralelas al contacto.

El efecto contaminante de las soluciones provenientes del conglomerado, ya ha sido explicado. En ciertos casos, ha sido el ni-

alco de basalto al alterarse el que ha producido una corriente centrífuga de óxidos de hierro, produciendo el mismo efecto.

La variedad coloreada varía entre tonalidades rosada, pálida violácea y amarilla; la blanca raramente presenta zonas de color gris pálido. Ambas son muy plásticas y poseen aspecto compacto, fractura concoidal y algo de disyunción esferoidal.

La roca, además de pequeños núcleos de hasta 1 mm. de óxido de hierro distribuidos homogéneamente, posee lentos achatadas blancas calcínicas de 2 a 3 mm. de largo, situadas paralelamente a la estratificación. Del mismo modo se hallan escasos clastos de cuarzo y biotita, en tamaños menores de 1 mm.

La determinación microscópica de la fracción mayor de 62 micrones, para cada una de las arcillas descritas, no presenta diferencias notables. La fracción arena se halla en ambas arcillas en muy escasa proporción, siendo de 2,96 % y 2,75 % para las arcillas rosada y blanca respectivamente. En ambas se compone por perfectamente los mismos minerales, con denominación porcentual de esmectina, magnetita y minerales alterados, entre los que identificamos ortosa, moscovita, biotita y microclino, y escasamente, cuarzo, fragmentos indeterminados (en parte posiblemente hornblenda azul) y andesina.

En general se presentan sin idiomorfismo.

Cargalida II: El manto arcilloso se halla depositado en el borde occidental del bloque volcánico, asentándose parte en el plano de falla, y parte en el basalto que cubre al granito. (Lfn. VIII-perfil EB').

Según se ha descrito en el capítulo "Ergos estructurales", el manto ha sufrido un proceso de arrastre, por efecto de los movimientos que se sucedieron entre los bloques. Por esa razón su inclinación es muy variable, especialmente en el sector vecino al plano de falla, que es precisamente donde la potencia del manto es

mayor(4 a 5 metros),y la explosión más intensa.

Las características del manto difieren un tanto de las de Casualidad I, pues se compone de arcilla blanca, con escasa roca. El grado de impregnación es variado, pues se dispone en forma bandada, cuyo ancho alcanza a 1 metro, ubicada paralelamente a la superficie del techo. A éste lo constituye el conglomerado descrito anteriormente, con una potencia que varía entre 1,0 y 1,5 metros, el cual también actúa como fuente de las soluciones que impregnan el manto principal.

Existe alternancia débil de bandas de 1,0 m. de potencia de arcillas rojizas y blancas. La primera posee el color que la identifica como dominante, aunque presenta zonas en que alternan el marrón y violeta pálidos.

Distribuidas irregularmente aparecen nodulillos blancos caolínicos, y en menor proporción y tamaño, biotita y cuarzo.

De acuerdo a lo descrito, son muy semejantes con el mineral de la mina Casualidad I, incluso en el aspecto megascópico, y propiedades físicas.

La proporción de minerales con tamaño mayor de 62 micrones es de 3,50 %, o sea algo mayor que los del descrito anteriormente.

Microscópicamente se observa sanidina, magnetita, cuarzo, mica blanca, escasa biotita y plagioclasa, al par que agregados y minerales de alteración indeterminados.

Comentarios Emulando la similitud posicional del manto en esta mina con las descritas anteriormente, la mayor diferencia estriba en que el manto de arcilla no posee el color homogéneo, sino que se compone de pequeñas lentes horizontales de arcilla blanca, rojiza y variosa, con distintas tonalidades, de no más de 2,50 metros de longitud, y con espesor variable entre 0,20 y 0,40 metros. Las arcillas blanca y amarilla pálida son físicamente semejantes a las de los yacimientos anteriores, tendiendo al avanzar la contaminación, a partir compactada, desmenuzándose al tacto con facilidad.

La impregnación del techo, afecta en su totalidad al manto, y de manera diversa, pues se distribuyen homogéneamente, o bien forman venas linoníticas que atraviesan o siguen los planos de fracturas pequeñas. Por ese motivo, las variaciones de tonalidades del mineral son muy numerosas, y las posibilidades de explotación de mineral útil, de color blanco, muy limitadas.

Si bien no se ha determinado la cantidad y tipo de los componentes "arcillosos" presentes, consideramos que, salvo los minerales de hierro, los restantes no acentúan diferencias notables con las mencionadas anteriormente, según un somero examen microscópico.

Análisis Químico

Los valores obtenidos (1) demuestran que no existen, a grandes rasgos, mayores diferencias químicas en las muestras extraídas en las minas estudiadas.

El método utilizado ha sido el corriente para arcillas, mediante disolución con carbonato de sodio, prosiguiendo luego con el procedimiento de práctica, sobre muestras secas a 100-110 °C. Los resultados se hallan contenidos en los cuadros siguientes:

Casualidad I:

		<u>N° 6</u>	<u>A-7</u>	<u>N° 3</u>	<u>A-10</u>	<u>N° 2</u>
SiO ₂	%	45,90	48,75	47,27	47,47	46,94
TiO ₂	"	2,70	2,00	0,75	2,44	1,94
Al ₂ O ₃	"	34,10	36,20	35,85	32,56	37,10
Fe ₂ O ₃	"	4,30	0,62	1,60	1,27	1,00
H ₂ O	"	0,20	0,18	0,02	0,28	0,20
CaO	"	0,36	0,05	1,12	0,33	0,30
Alcalis	"	1,74	2,20	0,64	2,87	2,29
P. calc. a 960°C	"	10,70	10,00	12,75	12,77	10,25
Relación Al/Si		0,74	0,75	0,75	0,68	0,79
Relación Fe/Ti		1,59	0,31	2,14	0,52	0,51

Las muestras citadas corresponden, según la descripción del capítulo anterior, a:

- N° 6 : Ferruginosa
- A-7 y N° 3 : Blancas
- A-10 : Gris
- N° 2 : Rosada

(1) Análisis realizados en los Laboratorios de Ensayos de Materiales e Investigaciones Tecnológicas (LEIT)-Departamento de Cerámica.

Caracoles II:

		<u>B-10</u>	<u>N° 4</u>
SiO ₂	%	46,90	47,25
TiO ₂	%	2,18	2,00
Al ₂ O ₃	%	32,59	33,70
Fe ₂ O ₃	%	1,30	0,73
H ₂ O	%	0,38	Vert.
CaO	%	0,33	1,00
Alcaliz	%	2,88	2,87
P. calc. a 960°C	%	13,54	12,45
Relación Al/Si		0,69	0,71
Relación Fe/Ti		0,59	0,36

La muestra B-10 corresponde a la variedad blanca-amarillenta, y la N° 4, a la blanca y principal.

Caracoles:

		<u>C-11</u>	<u>C-18</u>
SiO ₂	%	46,60	51,70
TiO ₂	%	2,26	2,05
Al ₂ O ₃	%	33,34	30,80
Fe ₂ O ₃	%	1,40	2,64
H ₂ O	%	0,31	2,50
CaO	%	0,28	0,60
Alcalis	%	2,27	0,91
P. calc a 960°C	%	13,54	8,80
Relación Al/Si		0,71	0,59
Relación Fe/Ti		0,62	1,29

La muestra C-11 corresponde a la arcilla blanca, la C-18 es una de las variedades venozonas.

Los porcentajes teóricos calculados de la fórmula del mineral cuya composición es $2 \text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ (Gaalinita) son:

SiO_2	%	46,51
Al_2O_3	%	39,54
H_2O	%	13,95
Relación Al/Si		0,85

Consideración de los resultados:

El estudio nos muestra una marcada constancia de composición, así como las pequeñas diferencias existentes con los porcentajes respectivos, de la gaalinita teórica. Solo una muestra (N° 6), posee menor proporción de SiO_2 , respecto de ellas en las muestras restantes dichos valores son todos mayores.

El tenor de Al_2O_3 es en todos los casos menor, oscilando entre 30 % y 37 % aproximadamente. Posee 30 % la muestra C-18 de la mina Carrizal, que como veremos luego, es uno de los miembros más impuro y sin posibilidad de uso en la industria refractaria. La proporción de Al_2O_3 establece a "prima facie" la posibilidad de uso del mineral, que será tanto más remota cuanto menor sea el citado. Al respecto, la relación Al/Si, muestra los más altos valores para las arcillas denominadas blanca y rosada, y menores para las arcillas ferruginosas y verdosas, siendo las dos primeras citadas, las de mayor posibilidad de uso, como veremos más adelante.

La diferencia, respecto de la fórmula ideal, del óxido de aluminio es compensada, parte por el aumento del tenor de SiO_2 , y parte por la presencia variable del resto de los óxidos, que en la primera no aparecen. De éstos, inciden notablemente en las propiedades físicas de la arcilla debido a los porcentajes relativamente altos en que se hallan, los óxidos de hierro (Fe^{++} y Fe^{+++}) y titanio, la suma de los cuales varía entre 7 % (N°6-ferruginosa) y 2,35 % (N°3-blanca), con los restantes valores intermedios, aunque del orden de 2,50 % a 4,0 %. La suma de dichos óxidos es

duplica aproximadamente en las muestras N° 6 y E-10 que corresponden a la parte superior del manto, inmediatamente bajo el conglomerado, que es la fuente de las soluciones ferríferas. Estas, eventualmente pueden alcanzar niveles inferiores del manto avanzando a través de fracturas, y contaminar el mineral con el que toma contacto.

Los porcentajes de TiO_2 oscilan entre 1,94% y 2,70 %, con excepción de la muestra N° 3 en la que es notablemente inferior. Las variaciones mencionadas para el TiO_2 , son coincidentes con las de los óxidos alcalinos, que se hallan en valores semejantes. En la muestra C-18 (verdosa) no existe tal paralelismo, como tampoco había semejanza con su tenor de Al_2O_3 , pues era mucho menor, con respecto a las demás.

Según Marrey y Lyons (1959), las caolinitas bien cristalizadas contienen menores cantidades de Fe_2O_3 y TiO_2 , que las pobremente cristalizadas, siendo la relación entre ambas (Fe_2O_3/TiO_2), también mayor para estas últimas. En las arcillas de Conallo, los valores obtenidos oscilan entre un mínimo de 0,31 (muestra A-7) y un máximo de 2,14 (muestra N° 3), siendo en la mayor parte de las restantes, menores a 0,6 o próximas a él. Considerando los dos casos extremos, no se observa diferencia de cristalinidad tan notable, según veremos posteriormente, como la muy distinta relación lo hace suponer; lo mismo puede decirse del resto de los ejemplos.

La explicación dada por los autores citados, se basa en la mayor capacidad de intercambio de las caolinitas mal cristalizadas respecto de las bien cristalizadas, considerando dicho fenómeno, proporcional a la mayor área superficial de las primeras, permitiendo mayor fijación de los óxidos de hierro y titanio sobre la superficie. La posibilidad de intercambio, en estos componentes arcillosos de tipo caolínico, es muy limitada, debido a la escasa área de ligaduras libres que presentan.

Otros componentes arcillosos, solo granularmente, pueden sufrir intercambio catiónico, si las proporciones en que se hallan

son importantes, lo cual no sucede en nuestro caso.

Una sola determinación de capacidad de intercambio, efectuada a la muestra N° 3, ha dado un valor de 8 meq./100 grs., resultados similares son comunes para los caolines, cuyos caolinitas predominan sobre cualquier otro componente. La cantidad de material orgánico que poseen las muestras es muy escasa, de modo que la incidencia en la capacidad de intercambio es ínfima. Fundamentalmente el elemento más susceptible de ser intercambiado es el aluminio, que puede serlo por hierro y titanio, y aún por sílice, para las caolinitas poco cristalizadas.

Para las bien cristalizadas, el intercambio es mucho menor debido a la mayor dificultad en producir rotura de ligaduras, que es la causa predominante de este fenómeno. El elemento citado, aluminio, varía dentro de valores relativamente cercanas, atribuyendo ésto, más a diferencias de intensidad y tiempo de actuación de los agentes meteorizantes sobre la roca original, que a un intercambio de bases.

El resto de los elementos presentes, se hallaban seguramente en la roca original en mayor proporción, y su variable eliminación ha originado el mineral de arcilla en estudio, sin descartar por ésto, el posible aporte de algunos de los componentes actuales, por el agente de transformación.

Respecto al mayor tenor de Fe_2O_3 , en las arcillas ferruginosas, se repite lo dicho, de que la mayor cantidad presente en éllas, se debe a la precipitación de soluciones férricas, permitiendo la formación de hematita y/o goethita, independientemente de los procesos de intercambio descriptos.

Destacamos, por último, la notable constancia de los elementos alcalino-térreos (salvo en la muestra C-12), cuya suma, no sobrepasa del 1 %; igualmente se mantiene constante y con escasas variaciones, el valor de pérdida por calcinación, que se debe prácticamente en su totalidad, al desprendimiento de agua, a 105 °C pues el material orgánico, se halla en muy escasa proporción.

Distribución de los óxidos en el perfil:

Para el frente de explotación Casualidad I, en el que la arcilla ferruginosa se halla en la parte superior del manto, la blanca en la intermedia, y la rosada en la inferior, los valores de SiO_2 son 45,90 %, 47,27 % y 46,94 %, respectivamente, hallándose en parte libre (cuarsos y minerales amorfos), y en parte combinada (silicatos). De estas, es más susceptible de sufrir variaciones verticales la primera, debido a un proceso de sedimentación diferencial que pudo haber tenido lugar, durante la deposición. Los datos analíticos no muestran variaciones tan notables y pronunciadas, como para que nos permitan asegurar lo antedicho.

Los porcentajes de Al_2O_3 varían entre 34,10 % y 37,10 %, aumentando hacia la base. Dada la insolubilidad de este óxido, se descarta la acción de un proceso diagenético, considerándose de dicha variación como relativa, motivada más por las fluctuaciones del resto de los óxidos que por sí misma.

Los óxidos restantes, varían de un modo bastante impreciso, debido a la gran movilidad que poseen. Respecto del Fe_2O_3 , la mucha mayor proporción de la muestra N° 6, corresponde a minerales antiguas.

La arcilla que sirve de base al manto es de color rosada, aunque el óxido que puede considerarse causa de ello, no acusa aumentos notables. Debido a su ubicación y desarrollo en el manto, consideramos que esa coloración, proviene por contaminación de la roca basáltica subyacente, la disolución y alteración de los minerales de hierro de la cual, ha impregnado por capilaridad la parte inferior del manto, para producir tal efecto, no necesariamente debe hallarse en gran proporción.

En las mina Casualidad II y Carnaval, no se observan mayores diferencias con las mencionadas arriba sea, salvo el variable porcentaje de los óxidos de hierro, no indican los restantes variaciones notables, con el resto del manto explotado.

La muestra C-13 de la mina Casanval, corresponde a solo una de la gran variedad de colocaciones con que aparece la arcilla, formando pequeñas lentes. A su vez es la que difiere notablemente con todas las descritas, especialmente por poseer un relativamente alto porcentaje de MgO, indicando a primera vista, la presencia de mentonitona, con eventual sustitución parcial del aluminio. Las variaciones de ciertos óxidos, podrían indicar cambios en los porcentajes de los minerales que componen la roca. Así, un aumento de óxido de hierro, embayendo el producido por contaminación, podría indicar un aumento de biotita y magnetita; el aumento de sílice, se debería a la variación proporcional de amida y mica blanca. La suposición anterior no ha sido confirmada, pues los porcentajes de los necesarios presentaban muy pocas variaciones, de modo que las variaciones en ese sentido no han sido determinadas.

En resumen, es posible establecer la permanencia de uno o varios minerales caelínicos, que no parecen haber sufrido transformaciones postdeposicionales notables, salvo la ocurrencia de las soluciones férricas.

Mineralía electrolítica

La muestra para la obtención de las electromicrografías, se ha preparado disipensando un pequeño trozo de la misma, en agua destilada y sin aditivos. Ella fué agitada mediante palotillos rotativas durante pocos minutos, hasta obtener una suspensión de los minerales presentes en el medio líquido. Luego de 20 minutos de reposo, se extrae una muestra de la fracción arcillosa, con la que se hicieron las observaciones. Las reproducciones (*) nos muestran la presencia con variantes especificaciones en cada caso, de los minerales presentes.

En la figura N° 5 (Lám. N° 5), se puede observar los cristales con forma exagonal regular de caolinita (A), con ciertas heterogeneidades de tamaño. Ello no indica fehacientemente que así es el tamaño de los cristales originales, pues durante la preparación de la muestra, los individuos pueden haber sido fragmentados o doblados, como puede verse al medio, a la izquierda de la misma figura.

Es claro que los individuos idiomorfos, como el ubicado en el centro, son del tamaño original, ya así los restantes, en algunos de los cuales se observan sus bordes obliterados, que incluso pueden ser naturales.

Los individuos idiomorfos (Lám. N° 5-Fig. N° 6, centro-segundo plano), muestran en su forma exagonal, cierto mayor desarrollo en una dirección paralela a (010) ó (110). Sus dimensiones varían entre 0,1 y 0,8 micrones aproximadamente. Los vértices redondeados se deben a un grado de cristalización menor ó a deficiencia de espacio durante su formación.

(*) Electromicrografías obtenidas en el Departamento de Biología Experimental de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Buenos Aires.

En la misma figura N° 5, se observan además individuos cristalinos alargados (derecha al centro) de halloyita, cuyo detalle puede verse en la figura N° 6 (B). Su forma es tubular, hueca, con extremos irregulares, con una relación longitud/anchura (o diámetro), relativamente grande, alcanzando a 0,8 y 0,06 micras respectivamente. Las variaciones de esos valores son notables, citando la bibliografía determinaciones muy dispares. Así Bates, Hildebrand y Swinford (1950-de Bates y Comer-1955), obtuvieron de 1200 ejemplares medidos, valores que oscilan entre 100 Å y 6.700 Å de longitud, y 860 Å de ancho medio.

El origen de la forma de los individuos de halloyita ha sido considerado con distintos criterios. Bates y Comer (1955) y Bates, Sami y Nisk (1950-de Bates y Comer-1955), la explican como originada por el desarrollo de tubos cuya deshidratación origina formas irregulares. Brindley y Comer (1956), sugieren según últimos estudios que el enrollamiento o curvado de listones con "tendencia hexagonal", ha llegado a producir esa forma particular. Bates (1953, de Bates y Comer-1955), establece la posibilidad de un enrollamiento de individuos planos, explicándolo como producido, para láminas muy finas con muy pocos números de planos de silicato, por la deformación que sufren al existir desequilibrio entre las fuerzas originadas en cada plano individualmente y entre las ligaduras interplanares, cuyo efecto acumulativo superan a aquéllas. Su causa sería la presencia de las cuatro moléculas de agua, pues su deshidratación produce su desenrollamiento parcial. Esta última explicación concuerda entonces, con la idea de Brindley y Comer citada anteriormente, según la cual los listones con "tendencia hexagonal", que bien pueden ser caolinita, al enrollarse forman tubos como consecuencia del proceso de hidratación que sufren, al ingresar en la estructura dos moléculas de agua. Dicho ingreso, modifica el enrollamiento interno original, aumentando el valor del eje a de 7,15 Å,

a $10,1 \text{ \AA}$, valor éste que identifica a la halloyita.

Según otros autores (Taggar, Milligan y Studer-1951, de Bates y Coover-1955), la causa de la forma tubular de la halloyita, serían los cambios electrostáticos producidos en el medio durante su formación, por cuyo motivo, la tendencia a neutralizar las cargas obligaría al ejemplar plano original a tomar la forma tubular.

Efectos de la temperatura

Generalidades

Los análisis realizados sobre algunos de las muestras de arcilla explotada, consistieron en la determinación de las curvas de pérdida de peso, y de análisis térmico diferencial. Algunos de los autores que se ocuparon de estudiar las transformaciones que se producen en las arcillas a distintas temperaturas, han sido Grin, Bouleau, Mackenzie, Brindley y Christian. En sus trabajos estructurales que a baja temperatura (60 a 200°C) aproximadamente, se produce la eliminación del agua que se halla entre los poros, sobre la superficie e hidratando las partículas. La pérdida continúa a mayor temperatura, variable para cada mineral, en un amplio rango desde los 200 °C hasta los 800°C. Dicho proceso denominado "dehidroxilación" (Brindley y Hatake-1956), afecta al retículo cristalino, pues se elimina el "agua" de las capas octaédricas. Por último, la mayor temperatura (mayor de 800°C) determina la interacción de los cationes presentes, formando nuevas fases mineralógicas.

Tales son los fenómenos que se producen en términos generales, pues las variables que inciden y deben tenerse en consideración, serán numerosas oportunamente para cada caso, así como las alteraciones que producen.

Antes de describir los procedimientos analíticos, trataremos de ampliar los alcances del término "dehidroxilación" empleado arriba.

Brindley y Hatake (1956), establecen que la transformación que se opera en un mineral de arcilla calentado a más de 450°C, no es precisamente deshidratación al eliminarse el agua estructural, sino que dicho proceso mejor describe por el término deshidroxilación, que puede ser representado por la ecuación siguiente:



Textualmente los autores citados explican el proceso, del siguiente

notes "The mechanism is most probably one of proton migration so that if two protons momentarily find themselves associated with the same oxygen ion, there is a probability that a water molecule will be formed and will detach itself from the lattice".
Los que se eliminan de la estructura son entoces, oxidilos y no agua.

Curvas de pérdida de peso:

La pérdida de peso que sufren los minerales de arcilla con el aumento de temperatura, se produce por la eliminación del agua absorbida o ubicada entre los planos, o de los hidroxilos de la estructura, y por cambios en el grado de oxidación de algunos de sus elementos.

En el presente trabajo, las curvas se han obtenido tomando las variaciones de peso que sufre la muestra natural, al calentarse a intervalos térmicos de 50°C durante 15 minutos, dejando enfriar luego en desecador y pesando con la muestra a temperatura ambiente. Dichas condiciones se han considerado convenientes a fin de lograr una relativa estabilidad para cada temperatura, por ese motivo se lo mantuvo durante 15 minutos, y no más para no afectar y producir, por el mayor tiempo de calentamiento una modificación mayor que la que le corresponde para cada temperatura.

La observación de las curvas (Lámina III), muestra siempre un ascenso rápido inicial a 100°C aproximadamente, que corresponde a la pérdida del agua ubicada entre los planos reticulares y/o de adsorción, que concuerda con el primer pico endotérmico del análisis térmico diferencial.

Con pequeñas variantes, continúa luego en suro pérdida, hasta las 500 °C aproximadamente, a partir de la cual, se eliminan en un corto intervalo de temperatura, los hidroxilos del octaedro, correspondiendo en el análisis térmico diferencial, al endotérmico mayor. A mayor temperatura, la curva continúa en suro ascenso hasta las 800 °C, en que la eliminación del agua es total.

Las diferencias de los ejemplares ensayados en los porcentajes totales perdidos, se debe fundamentalmente a la cantidad de agua que posee cada muestra, a pesar de que el tratamiento previo en todas ellas ha sido semejante.

Las pérdidas son mayores en la muestra N° 2, disminuyendo luego en la N° 1 y N° 3, en ese orden. Se infiere por ello la presencia de algún mineral hidratado en la N° 2 y su ausencia o menor proporción en la N° 1 y N° 3, comprobado luego por análisis térmico diferencial, cuyos endotérmicos indican halloysita.

En las curvas obtenidas por Hutting (1943, de Grim-1953) y por Hess y Kerr (1931, de Grim-1953) los porcentajes de pérdida de peso, son en todos los casos menores para la caolinita que para la halloysita, en valores que oscilan entre 2 % y 10 %, con máximos a 800°C, habiendo establecido para la primera, valores de 12 a 14 %, y para la segunda de 16 a 22 %.

En nuestro caso, las muestras N° 2 y N° 6, dan máximos de 20 a 21 % a temperaturas semejantes, mientras que la N° 3, da solo 15,5 %, de lo cual se desprende que se encontraría halloysita en la primera y segunda y caolinita en la última.

Es de hacer notar que con diferencias semejantes, no siempre es lo correcto dar conclusiones de que mayor porcentaje de pérdida indica proporcional cantidad de mineral hidratado, pues aquella no se debe en su totalidad a la eliminación de los hidróxilos de su estructura, sino que inciden también aditivamente, el despreñamiento de gases carbonosos y sulfurosos, componentes volátiles y material orgánico. Por el contrario se opone al efecto anterior, un aumento de peso al producirse la oxidación de los componentes ferrosos a férricos. Ambos fenómenos, de efectos opuestos debido a la escasa cantidad en que se halla cada causante de los procesos descritos, inciden en nuestro caso en ínfima proporción, por lo que se descartan variaciones sustanciales producidas por ellas.

Diferencias de otra índole, como ser grado de cristalización y

tanado de partículas son visibles en los termogramas obtenidos por análisis térmico diferencial, y no en el método de pérdida de peso.

Al efecto se han obtenido 21 termogramas, con los cuales se ha inferido aproximadamente, la presencia y características de los minerales de arcilla presentes, permitiendo orientar y determinar los métodos para completar su estudio.

Análisis Térmico Diferencial

Generalidades:

Los fundamentos del método, así como la técnica generalmente utilizada, son lo bastante conocidos como para necesitar un a explicación en este trabajo. Ellos han sido expuestos en detalle por numerosos autores, especialmente por Mackenzie (1957).

El aparato utilizado ha sido un Hartman Braun, del Laboratorio de Ensayos de Materiales e Investigaciones Tecnológicas de la Provincia de Buenos Aires.

Para cada determinación, se usó aproximadamente 0,5 gr. de muestra natural, sin diluir, compactada en el orificio del bloque cilíndrico de níquel, con una presión del orden de los 10^4 kg/cm^2 . Como material inerte se utilizó, alúmina pura.

Las variaciones de temperatura fueron indicadas por una termocopla de Pt-Pt(10 % Rh), ubicada en el centro de cada muestra, al producirse el ascenso térmico causante del proceso a razón de $10 \text{ }^\circ\text{C} / \text{minuto}$.

Las ordenadas de los termogramas, marcan las variaciones este y endotérmicas, con una sensibilidad tal, que corresponde a 3°C/cm .

La cantidad de muestra utilizada, su granulometría y compactación, y la velocidad de calentamiento de los ensayos, son factores importantes en la reproducibilidad de las curvas. Las condiciones en que se realizaron las mediciones, son las normales para este tipo de análisis, y están de acuerdo con la generalidad de los autores.

Descripción de las curvas:

En las curvas obtenidas (*) (Lámina XIII), observamos que todos los termogramas muestran un pico endotérmico inicial, cuyas temperaturas varían entre 108 °C y 150 °C; dichos picos podrían ser originados por la pérdida del agua de adsorción del ó los minerales de arcilla presentes, los cuales podrían ser caolinita poco cristalina ó halloysita.

La caolinita bien cristalina no muestra endotérmicos bajos, pues no posee agua entre los planos, a diferencia de la poco cristalina cuyas irregularidades en el ordenamiento interno, al permitir la presencia de escasa cantidad de agua entre sílos. Frueha de sílo es el mayor espaciado del eje q para esta última (Grin y Bradley-1948). Por su forma y desarrollo, el pico denota mejor la presencia de halloysita que la de caolinita poco cristalina, pues en este último caso, su intensidad es menor. No se descarta la posibilidad de que se hallen ambos presentes, en cuyo caso, tendrían los picos una intensidad proporcional a la cantidad en que se encuentran.

La pérdida de agua de la halloysita a más de 100 °C, corresponde a la eliminación completa de parte de la que le quedó, por secado a temperatura ambiente. Al respecto, Brindley y Coodyear (1948- de Brindley-1951), muestran que las cuatro moléculas de agua originales, pasan bajo tales condiciones a $2 \frac{3}{4}$ ó a $2 \frac{1}{4}$, equivaliendo casi un plano de agua, por cada cuatro planos de silicato.

Entre 100 °C y 400 °C, se elimina la totalidad de sílo, sin afectar su ordenamiento interno.

El endotérmico inicial, también puede deberse a halloysita poco cristalina, aunque en este caso, el pico posee menor intensidad que el de los individuos bien cristalizados, pero mayor que el de la caolinita escasamente ordenada, en la que aparte de ser menos intensa se

(*) En el Laboratorio de Ensayos de Materiales e Investigaciones Tecnológicas de la Provincia de Buenos Aires (L.M.I.T.), por el personal del Departamento de Cerámica.

También más suave.

Según el tamaño y forma del primer endotérmico, formaría parte, la halloysita, de las muestras N° 4; N° 6; C-7 y N° 2, entre otras. Parcialmente se componerían de caolinita poco cristalina, las muestras A-7 y A-10; y de caolinita mejor cristalizada la muestra N° 3. Se observa, entonces, correspondencia exacta entre las conclusiones citadas, y las consideraciones hechas durante el estudio de las curvas de pérdida de peso. A la muestra con mayor pérdida, se la atribuye compuesta por halloysita (N° 6); con pérdida intermedia (A-10), se la considera compuesta por caolinita poco cristalina; y la muestra con menor pérdida (N° 3), es la única que se la ha considerado compuesta por caolinita mejor cristalizada.

A mayor temperatura, la curva posee tres tipos de variaciones, que denotarían la presencia de otros tantos minerales aunque en escasa proporción, debido a la reducida intensidad de los picos respectivos.

El endotérmico con temperaturas del orden de los 200°C, denota la presencia de un mineral del grupo de la montmorillonita, y dentro de él, un integrante cálcico, pues la montmorillonita cálcica, da un endotérmico a menor temperatura (aprox. 160°C - Greeno y Kelly-1957).

El pico, también puede deberse a la presencia de illita, aunque generalmente para este mineral, la temperatura es menor y el pico más suave.

Los endotérmicos restantes de los minerales citados, de 650°C y 900°C aproximadamente, así como el exotérmico de 950°C, es factible que no aparezcan pues la gran intensidad de los picos de la caolinita, presente en todos los casos, los amulan.

Correspondería a montmorillonita, el pico considerado de la muestra C-10, y a illita o escasa montmorillonita, el de la muestra denominada 20-020 (rosada). A diferencia de la caolinita, no lo afecta mayormente el tamaño de las partículas, aunque sí interese el caudal absorbido, y el tratamiento previo del ejemplo.

El segundo endotérmico, nuevo, aparece a los 308°C, y su causa puede ser la presencia de limonita. Dicho pico aparece en las muestras 64-076 (ferruginosa), vena 263 y A-7.

Por último, el exotérmico apenas visible de los 350°C, puede ser originado por la oxidación del material orgánico, eventualmente presente, al aumentar la temperatura. A juzgar por la intensidad del pico, se hallaría en muy escasa proporción, en las muestras N° 640-7 y N° 1.

Un pico distintivo de las caolinitas es el endotérmico que se halla ubicado entre los 400°C y los 600°C, y que en las muestras estudiadas, aparece a temperaturas variables entre 560°C y 600°C.

La reacción endotérmica se produce por la pérdida del agua de composición, o mejor dicho, de los hidroxilos de la combinación octaédrica, con lo que se destruye la estructura original, especialmente en los minerales con bajo grado de cristalinidad.

Los factores que afectan la intensidad del pico y de la reacción y su temperatura, son el grado de cristalinidad y el tamaño de las partículas. De ambos, es mayor la influencia del ordenamiento interno, habiendo establecido Grinschaw (1945) [de Mackenzie-1957], que para la caolinita poco cristalina, la temperatura del pico es de 20°C a 30°C menor, que para la mayormente ordenada,

Las temperaturas determinadas, son en todos los casos superiores a 560°C, predominando aquellas que oscilan entre 590°C y 600°C.

Según Holdridge y Vaughan (1957), las temperaturas del pico consideradas son de 605°C para la caolinita bien cristalina, denominada por los citados "caolinita T", y de 590°C para la variedad poco cristalina, S'caolinita PT', aunque esta última puede variar según el grado de ordenamiento interno; para halloysita, la temperatura del pico, la establecen en 570°C.

Los valores obtenidos en las curvas del presente trabajo, se encuadran perfectamente dentro de los límites establecidos, debido

probablemente al variado grado de cristalinidad de los minerales presentes, existiendo, incluso, picos con temperaturas menores de 570°C (Cuadro N° 1-Pág. 41).

Según puede observarse, algunas pocas muestras dan endotérmicos a 600°C, que corresponderían a caolinita bien cristalizada.

Preceden los picos con temperaturas intermedias entre la caolinita T y la caolinita H; los picos restantes se distribuyen entre los que corresponden a minerales fuercamente poco cristalinos, o que poseen halloysita, y por último, los que han dado picos a menor temperatura.

Existen entonces ciertas diferencias mineralógicas, sobre las cuales no es posible establecer conclusiones definitivas, debido a errores de método, como es la inexactitud de la determinación de la temperatura de los picos, y a la no consideración de los varios factores que inciden en la obtención de la curva y en su forma, los cuales pueden afectar la temperatura del pico en pocos grados, y con ello, la clasificación que se pueda realizar. A pesar de ello, se ha podido establecer fehacientemente, la presencia constante de minerales del grupo de las banditas, con un estado de cristalinidad no totalmente desarrollado, lo cual permite incluir las arcillas en estudio, dentro de las denominadas "fireclay" por Keller y Westcott (1948, de Mackenzie-1957). Este término se aplica para los minerales que poseen un estado de cristalinidad intermedio entre la caolinita T y la caolinita H, (Brindley-1951; Orinshaw, Westerman y Roberts-1948, de Mackenzie-1957).

Los valores de "relación de pendiente" (Slope ratio) (Brace-1952, de Mackenzie-1957), obtenidos corroboran lo expresado. Este autor ha establecido promedios de 1,55 y 3,11, para caolinita T y Halloysita, respectivamente. En las curvas en estudio, ninguna posee menor relación que 1,6, oscilando entre 1,7 y 2,2, probando entonces cierta falta de ordenamiento interno, pues para

la caolinita perfectamente cristalina, la relación debe ser muy cercana a la unidad. Para la halloysita, los valores obtenidos se hallan entre 3,0 y 3,2, coincidentes con los de Hanna.

La halloysita débil con temperaturas de aproximadamente 570°C, los picos no son observados debido a la gran intensidad del endotérmico de la caolinita que ambla a los que se hallan a temperaturas semejantes, aunque sobre su presencia no cabe ninguna duda, según se ha podido constatar en la consideración del poder exotérmico (108 °C a 150 °C).

El trazo de la curva entre el endotérmico considerado y el exotérmico de 880 °C, ascende hacia la zona de mayor temperatura, con suave pendiente en los escasos ejemplos bien cristalinos, manteniendo más o menos su horizontalidad en las zonas ordenadas, las que son la gran mayoría.

Esto se debe a que durante dicho lapso de temperatura se completa la eliminación del agua, la que será tanto más retardada, cuanto mayor sea el grado de cristalinidad y tamaño de las partículas. La deshidroxilación completa se evidencia en las caolinitas bien cristalinas, por la aparición de un pequeño endotérmico a 870 °C aproximadamente, inmediatamente antes que el exotérmico mayor, el cual en las curvas no se observa, debido a que en las caolinitas poco cristalinas, el retículo se destruye a menor temperatura (Grim y Bradley-1948).

El último pico a considerar es el exotérmico de 920 °C a 973 °C, el cual se presenta con intensidades variables, aunque siempre no muy desarrollado. Ello sería prueba positiva del limitado grado de cristalinidad, en general, de las muestras en estudio.

La causa del mencionado pico, varía según el mineral afectado. Para la halloysita, en que la temperatura del pico es de aproximadamente 950 °C, se desarrolla, de acuerdo a Glass (de Grim-1953), gamma alúmina, dato a su vez corroborado por Richardson (1951, de Grim-1953).

En la coesfinita, Insley y Ewell (1935-de Grin, 1953), y Richardson (1951, de Grin-1953), lo atribuyen a la misma causa, aunque en una coesfinita bien cristalizada, Comofero, Fischer y Bradley (1948, de Grin-1953), determinaron la presencia de hallita.

Diversos estudios consideraron la influencia de las impurezas, por otro lado, casi siempre presentes, cuyo efecto puede haber originado las discrepancias apuntadas en los resultados.

Por rayos X, se podrán ratificar o rectificar los conceptos anteriores, pues los datos de las curvas no siempre son suficientes.

Los minerales citados (coesfinita, halloysita, montmorillonita e illita) pueden hallarse mezclados, por las partículas o por interposición de planos en la estructura, por lo cual las curvas, pueden o no reflejar la presencia de los componentes individualmente. En nuestro caso, la predominancia de los minerales de un grupo, kaolinitas, hace que su efecto ocurezca el de los restantes componentes.

Las temperaturas del cuadro N°1, han sido estimadas "de vista", así como las intensidades respectivas, para lo cual se ha considerado la sensibilidad de 3°C/cm², medido en las ordenadas.

El análisis muestra que no existe correspondencia de temperatura en picos similares; o sea a mayores temperaturas en el primer endotérmico, no corresponden valores proporcionales en el exotérmico mayor, o en el exotérmico de alta temperatura. Las consideraciones apuntadas valen para las intensidades de los picos.

Las curvas que muestran la presencia de otros minerales (montmorillonita-limonita-materia orgánica), no indican diferencias en las temperaturas de los picos de las kaolinitas.

En general parece existir relación entre los valores de relación de pendiente, tomados en el endotérmico de 590°C-600°C, con la temperatura, en el sentido de que los picos formados a mayor temperatura, poseen menor relación, aunque existen excepciones notables, como sucede en la muestra N° 4.

Análisis Térmico Diferencial

	Endot.		Exot.		Endot.		Exot.		Relación pendiente				
	°C	I	°C	I	°C	I	°C	I					
20-028 Blanca	115	f	200	mm	-	-	587	m	-	-	935	m	1,7
64-076 Ferrug.	115	m	200	mm	315	mm	590	mf	-	-	922	f	2,0
V-263 Blanca	122	d	303	d	-	-	560	d	-	-	922	d	3,2
N° 4 Blanca	112	mf	-	-	-	-	562	f	-	-	955	mf	1,7
36-060 Blanca	150	m	-	-	-	-	600	m	-	-	953	m	1,7
N° 8 Blanca	132	f	-	-	320	mm	585	mf	-	-	955	mf	1,7
C-18 Verdosa	126	mf	218	d	-	-	595	d	885	ml	930	m	1,7
A-7 Ferrug.	108	m	300	f	330	mm	595	f	-	-	973	mf	2,0
N° 6 Ferrug.	135	f	305	mm	390	ml	565	m	-	-	945	m	2,7
C-7 Ferrug.	135	mf	-	-	350	ml	570	f	-	-	940	m	1,7
A-10 Blanca	117	m	-	-	-	-	595	m	-	-	958	f	3,0
N° 1 Blanca	135	mf	-	-	330	mm	590	f	-	-	958	mf	1,7
20-028 Blanca	127	mf	-	-	-	-	598	m	?	?	952	f	1,6
N° 2 Blanca	130	mf	-	-	-	-	598	m	-	-	956	mf	1,6
N° 3 Blanca	112	d	-	-	-	-	600	f	-	-	970	mf	2,1
40-028 Blanca	108	f	200	mm	-	-	600	m	-	-	954	f	1,6
36-060 Blanca	113	m	-	-	-	-	595	f	-	-	937	mf	1,6
79-042 Ferrug.	150	d	325	mm	-	-	595	d	-	-	950	m	1,7
60-043 Ferrug.	117	mf	298	d	-	-	580	m	-	-	920	m	2,1

Las temperaturas mencionadas, han sido estimadas sobre las curvas.

Distribución de los minerales en el manto

La interpretación de las curvas obtenidas nos permiten identificar los minerales presentes (Cuadro N° 2, Página 43), del cual se extrae lo siguiente: de 19 determinaciones, la eolinita manifiesta su presencia en todos los casos, mientras que la halloywita forma parte de 17 muestras, de lo cual se infiere que ambos son los constituyentes que predominan notablemente, sin mostrar variaciones en las distintas posiciones del perfil.

El material orgánico presente es muy escaso.

La impregnación ferruginosa, se observa principalmente por la presencia de limonita en la variedad ferruginosa. El efecto de contaminación, por capilaridad en la variedad rosada, concordante con las conclusiones de los análisis químicos, no la afectó mayormente en su comportamiento térmico.

Montmorillonita e illita, se hallan en pequeña proporción, y en solo tres muestras, ubicándose especialmente en la base del manto, así como también en las muestras, del manto heterogéneo de la mina Carnaval.

En conclusión, se observa notable constancia y homogeneidad en la composición del mineral explotado, a través de todo el manto, en las tres minas estudiadas.

Cuadro N° 2

Análisis Térmico Diferencial

<u>Mina</u>	<u>Muestra</u>	<u>Color</u>	<u>G</u>	<u>H</u>	<u>M-I</u>	<u>L</u>	<u>MO</u>
	N° 6	Ferruginosa	X	X		X	X
	79-042	"	X			X	
	60-043	"	X	X		X	
	64-076	"	X	X		X	
	36-060	Blanca	X	X			
	28-028	"	X	X			
<u>Casualidad I</u>	N° 3	"	X				
	40-028	Grís	X	X			
	A-10	"	X	X			
	28-028	Rosada	X	X	X		
	N° 1	"	X	X			X
	N° 2	"	X	X			
	36-060	"	X	X			
	N° 4	Blanca	X	X			
<u>Casualidad II</u>	A-7	Ferruginosa	X	X		X	
	C-2	Blanca	X	X			
<u>General</u>	C-7	Ferrugin.	X	X			X
	C-18	Verdosa	X	X	X		
	V.263	Mescla	X	X	X	X	
<u>Referencias</u>	X=minerales presentes			C=Crocoinita			
	H=halloysita			L=limonita			
	M-I=Montmorillonita-Ilita			MO=Material orgánico			

Determinaciones con rayos X

Generalidades:

Los fundamentos del método de determinación de minerales por rayos X, sus aplicaciones, eficiencia y exactitud, fueron establecidas por Bragg(1933-1937)(¹), Buerger (1942)(²), y Dunn(1945)(³), entre otros, aplicándolo a las arcillas, Nagelschmidt (1944)(⁴). Posteriormente, varios autores, establecieron los detalles para la investigación de ciertos minerales de arcilla, como ser, los efectos de algunos componentes orgánicos(NoEwan-1946(⁵)), y de distintos tratamientos térmicos de las muestras(Brindley-1951), lo que ha permitido la identificación de cada variedad mineralógica.

El criterio seguido, ha sido fundamentalmente el de la determinación cualitativa de los minerales presentes, estableciendo a "grosso modo", la predominancia de uno u otro, por la intensidad de los picos identificativos.

Las curvas muestran picos notablemente constantes, especialmente los que corresponden a la caolinita y he-llayita, cuya supremacía cuantitativa alternan. Ambas constituyen gran parte del total de los minerales arcillosos y no arcillosos presentes. Dentro de los primeros hallamos, aparte de los citados, illita en casos aislados y montmorillonita en pocas muestras. Entre los no arcillosos, predomina el cuarzo, y en ciertos casos minerales de hierro(variedad ferruginosa); otros que se hallan presentes y que han sido determinados ópticamente, se hallan en ínfimas proporciones, por lo que no ha sido posible certificarlos con rayos X, (accesorios).

Preparación de las muestras:

Las muestras fueron preparadas de distintas maneras, ya sea moliéndolas con granulometría inferior al tamis

(¹) Brindley-1951.

de 74 micrones (malla N° 200), y utilizando el polvo sin orientar, o bien mediante centrifugado a una suspensión de agua destilada, obteniendo ejemplares orientados con partículas de tamaño conocido.

En ciertos casos fueron tratados con glicol etilénico, para determinar la presencia de montmorillonita, o bien mediante tratamiento térmico para identificar un componente en los casos en que la similitud de los valores de los picos de dos minerales probables, así lo requerían.

La determinación cuantitativa del cuarzo libre, se efectuó por aplicación de un gradiente porcentual, obtenido mediante la adición gradual de cuarzo puro (en fracciones de 5 %, en peso), a la muestra original, calculando las variaciones de intensidad del pico respectivo.

Los diagramas se llevaron a cabo, sobre muestras de perfiles, y en distintas posiciones del manto, verificando las eventuales variaciones verticales a horizontales de los minerales.

El aparato utilizado ha sido un difractómetro Phillips, del laboratorio de Sedimentología, del Departamento de Ciencias Geológicas, de la Universidad de Buenos Aires, utilizando radiación de cobre, y alterando las variables del aparato de acuerdo a las muestras y al objeto de las curvas trazadas.

Diagramas de estudio

Aparecen en los diagramas (Lámina XIV), picos distintivos de minerales determinados, que se repiten en todas las muestras, especialmente en las más frecuentes, como son las arcillas blancas de las tres minas, y en la variedad rosada de la mina Casualidad I.

Las arcillas ferruginosas han dado curvas con pequeña relación pico-fondo, con algunos minerales de hierro como componentes. En las arcillas verdes, de la mina Carnaval, el ensombrecimiento provocado por los minerales de hierro no es tan notable, lo que

permite una más fácil identificación de los componentes.

De este modo se han determinado dos grupos de arcillas con distinta coloración, cuyo estudio individual realizáramos.

Arcillas blanca y rosada:

Las arcillas blanca y rosada dan picos bien definidos y constantes, correspondientes a las reflexiones de $7,15 \text{ \AA}^\circ$ y $3,56 \text{ \AA}^\circ$, (001) y (002) respectivamente de la caolinita, con las reflexiones de órdenes superiores, de menor intensidad. Las reflexiones citadas pueden superponerse, confundiéndose, con las de segundo y cuarto orden de la olerita, especialmente si no aparece de ésta, la de primer orden (14 \AA°), y se halla reducida la de tercer orden ($4,7 \text{ \AA}^\circ$), como sucede en las variedades ricas en hierro. Su verificación se realizó tratando térmicamente las muestras a 600°C durante 30 minutos (Brindley-1951), lo cual produjo la desaparición del pico, permitiendo determinar la presencia de caolinita, pues la olerita es afectada solo parcialmente por el tratamiento. El mismo resultado se repitió en la totalidad de las muestras tratadas.

Otro pico ó serie de picos, que aparecen en la gran mayoría de las curvas, se hallan entre valores de $8,27 \text{ \AA}^\circ$ y $9,31 \text{ \AA}^\circ$, aunque predominando los segundos. Ellos pueden deberse a la presencia de halloysita ó de illita, haciendo la verificación respectiva, al tratar la muestra de polvo a 105°C durante 15 minutos. La presencia de halloysita se ha manifestado, pues el pico ha desaparecido de su posición original, desplazándose hacia la reflexión (001) de la caolinita. En todas las muestras tratadas se obtuvo el mismo resultado, intensificándose el pico de $7,15 \text{ \AA}^\circ$ de la caolinita (Ver curvas de las muestras 46-056; 54-032; 92-057; 62-048 y 47-083). La mayor distancia entre los tetraedros y octaedros en la halloysita se debe a la presencia entre los planos, de cuatro moléculas de agua, las que al ser eliminadas parcialmente a $3 \frac{1}{4}$ y $2 \frac{3}{4}$ moléculas por celda unitaria, permite el acercamiento entre

élicos hasta $7,15 \text{ \AA}$, dado como valor límite (Ross y Kerr-1934, de Brindley-1951). La illita no es afectada por dicho tratamiento. En varios casos se ha verificado la presencia de picos intermedios entre $9,31 \text{ \AA}$ y $7,15 \text{ \AA}$, lo que demuestra que el grado de hidratación de la halloysita es variable, aún en el mineral original (Diagramas de muestras R° 28028, N° 4, 0-7 y 0-2).

Cuando el desplazamiento del pico original hacia el valor de $7,15 \text{ \AA}$ es muy notable, aún cuando no llegue hasta él, es prueba de que una ínfima cantidad de agua permanece entre los plenas, lo cual puede deberse a un avanzado grado de deshidratación de la halloysita, o bien a una incipiente hidratación de la caolinita, factible élla especialmente si su grado de cristalinidad es bajo (muestras, N° 46-056 y 62-048).

Los diagramas obtenidos, muestran en general, buena resolución de las reflexiones de bajo orden de la caolinita, a menos que luego en las restantes.

Se observa asimismo, fondo alto entre las reflexiones de la caolinita de $4,35 \text{ \AA}$ ($1\bar{1}0$) y $3,56 \text{ \AA}$ (002), lo que indicaría que el mineral no es perfectamente cristalino. (muestras 46-056; 54-032; 47-083; 64-076; N° 4 y otras). Para la caolinita bien cristalina, la resolución de los picos de $4,17 \text{ \AA}$ ($11\bar{1}$) y $4,12 \text{ \AA}$ ($1\bar{1}\bar{1}$), es completa; ésto tampoco se observa en los diagramas obtenidos. Se infiere entonces, la presencia de la variedad "fireclay", por similitud de características dadas por Brindley (1951).

Los minerales descriptos, caolinita y halloysita (con sus estados de hidratación intermedios), predominan cuantitativamente en formahoteria respecto de los demás componentes. Entre sí alternan el mayor porcentaje presente, de acuerdo a la distinta intensidad de los picos. Es de hacer notar, que dicha determinación y conclusión es aproximada, por el hecho de que la ausencia de un pico en el rango de 9 \AA aproximadamente, no indica con certeza de que no hay halloysita, sino de que dicho mineral, no se halla en su for-

na totalmente hidratada, pudiendo encontrarse la variedad deshidratada, lo que dará un pico muy semejante al de la caolinita.

Notablemente menos intensos y escasos, aparecen otros picos indicadores de los minerales accesorios presentes.

Dentro de ellos se encuentran, cuando que no solo es de los no aciliosos el más abundante, sino que es el que se manifiesta con más asiduidad, pues se lo observa en todas las muestras. De sus picos se destacan el correspondiente a $3,34 \text{ \AA}$ y el de $4,24 \text{ \AA}$, con intensidades distintivas y variables de acuerdo a los porcentajes presentes.

En mucha menor proporción se encuentra illita, con picos de escasa intensidad. Identifican a la illita los correspondientes a las reflexiones de $10,1 \text{ \AA}$ y el pico de $3,32 \text{ \AA}$. (Muestra 28-022; 25-042; 64-076 etc.). El primero puede superponerse con el de primer orden de la halloysita, aunque para éste el valor de d normalmente es menor. La verificación de uno u otro ya ha sido explicada.

Arcillas ferruginosas y verdosas:

Las primeras presentan notable variación en la impregnación, cuyas causas ya han sido explicadas. Por ese motivo se han obtenido curvas en las cuales se han identificado los mismos minerales que para las arcillas rosada y blanca, aunque en términos generales, la intensidad de las reflexiones de primero y segundo orden de la caolinita y halloysita, es menor que en aquéllas. Dichas muestras corresponden a la variedad ferruginosa pero con un grado de contaminación incipiente.

En las muestras muy contaminadas, las curvas poseen los más bajos valores de la relación pico-fondo, identificándose los picos muy débiles de caolinita y halloysita, junto a otros correspondientes a distintos minerales de hierro.

Existen entre ambas variedades todos los estados intermedios de impregnación, con distintas intensidades de los picos identificativos.

La variedad poco impregnada, muestra los picos de $7,15 \text{ \AA}$ (001) y siguientes de la caolinita, así como los de halloysita y cuarzo, y menos intensos los de los minerales de hierro, de los que se distinguen los de goethita, aunque con mucha dificultad.

En las muestras muy impregnadas, además de los picos muy poco desarrollados de caolinita y halloysita, se observan los correspondientes a goethita ($2,67 \text{ \AA}$ y $2,56 \text{ \AA}$) y magnetita ($2,96 \text{ \AA}$ y $2,09 \text{ \AA}$) (Curvas 92-057-F), como los más abundantes.

La presencia de ambos componentes, se explica si recordamos las causas que los originaron, pues pueden haber sido transportados como carbonatos o como óxidos. Estos últimos, pueden haber precipitado como limonita, o sea con muy escaso desarrollo cristalino y con muy pequeño tamaño de cristal (Rocksby-1951, de Brown-1961). Dichas características, escaso desarrollo y cristalinidad incipiente, se encuentran en todas las variedades impregnadas, dando origen a picos anchos y poco intensos.

Los diagramas de algunas muestras ferruginosas (46-056, 54-032, 25-042) no permiten identificar los minerales de hierro que pudieran hallarse presentes, por la escasa o mala definición de los picos correspondientes.

Las muestras de arcilla verdosa, pertenecen a varias lentes que se hallan intercaladas con otras rojizas y blancas, en el manto de la mina Carnaval.

Difieren las arcillas verdes de las descritas anteriormente, pues es la montmorillonita el mineral de arcilla predominante, sobre caolinita, y escasa halloysita y cuarzo. Las reflexiones correspondientes a estas últimas son las ya citadas en los ejemplos anteriores.

La montmorillonita se la ha identificado considerando las varia-

ciones de las reflexiones basales (001), distintas para cada estado de hidratación, y por sus picos constantes (hk).

Trabajos de Hofmann y Bilke (1936, de Brown-1961) y de Fagalschmidt (1936, de Brown-1961), muestran la relación que guarda la cantidad de agua entre los planos, con el valor de la distancia interplanar. Las comprobaciones realizadas mostraron que dicho valor, para la muestra húmeda, ha sido de $16,8 \text{ \AA}$; por secado a temperatura ambiente durante 48 hrs., dió $15,5 \text{ \AA}$, y en muestra sometida a $105 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 30 minutos, siguió descendiendo hasta $14,5 \text{ \AA}$.

De acuerdo a los autores citados y a la curva obtenida por ellos, la cantidad de agua en gramos por cada 100 gramos de muestra seca, sería de 60,35 y 25 gramos respectivamente. Dichos valores son dados solo a título ilustrativo, pues existen diversos factores, especialmente la relativa cantidad de cationes presentes intercambiados, y eventuales moléculas interestratificadas, cuyos efectos son muy marcados, y no han sido tomados en consideración.

El método utilizado con más frecuencia, que permite distinguir a la montmorillonita de la vermiculita y clorita, es el del agregado de glicol etilénico (Hofmann-1946, de Brindley-1951), que produce en la montmorillonita, el aumento de la distancia basal.

La clorita y vermiculita no son afectadas normalmente por dicho tratamiento (salvo ciertas colritas "lábilas", expandibles), lo cual permite la identificación de la montmorillonita.

Las muestras orientales de arcilla verde fueron tratadas mediante el agregado de glicol etilénico, y posterior reposo a temperatura ambiente durante 2 horas. El pico original de $15,2 \text{ \AA}$, ha variado a $16,1 \text{ \AA}$, correspondiente a la reflexión (001). Esto indica probable presencia de planos interestratificados, pues las variedades mineralógicamente puras, se expanden hasta a aproximadamente 17 \AA .

Respecto a los valores fijos (hk), es el de $2,55 \text{ \AA}$ el más notable, siguiendo luego el de $4,43 \text{ \AA}$, que es poco intenso (Muestras Vena 263, y C-18).

Distribución de los minerales en el manto:

En la mina Cascalidad I, predomina la caolinita en las tres colocaciones conocidas. El mineral siguiente en frecuencia, halloysita, en ciertos casos supera los porcentajes de la caolinita. Ello se ha observado en 4 de las 35 determinaciones realizadas, correspondiendo en todos los casos, a la arcilla rosada sea parece haber una mayor concentración de halloysita en la base del manto.

Horizontalmente, las muestras no se diferencian entre sí, de modo que no es posible establecer zonas de mayor frecuencia de ningún mineral determinado, según se extrae del análisis de la composición mineralógica de las muestras y de su posición en la columna.

La illita se halla en ínfimas proporciones, especialmente en las arcillas blanca y rosada, en las que se ubica irregularmente, de modo que no es posible extraer conclusiones. Debido a la escasa cantidad en que se halla, su presencia puede no ponerse de manifiesto en la variedad ferruginosa, motivado por el fondo alto que dan los diagramas de esta última.

Los minerales no arcillosos son de dos tipos. En primer lugar los correspondientes a las arcillas ferruginosas, magnetita y goethita, de origen ya descrito, que explican su ubicación en el manto. En segundo lugar, cuarzo, que forma parte de todas las muestras, en las cuales es factible establecer variaciones verticales en contenido, de acuerdo a la distinta intensidad de los picos, observándose que aumenta en porcentaje a medida que se acerca a la base del manto.

La comprobación se efectúa mediante el agregado gradual de cuarzo puro, verificándose que para las arcillas ferruginosas, los porcentajes oscilan entre 2 y 5 %; para las arcillas blancas, entre 4 y 8 %, y para las arcillas rosadas, entre 6 y 11 %, con un máximo posiblemente errático de 16 %.

Causa de ésto sería un proceso de sedimentación diferencial.

En la mina Casualidad II, según se ha visto, existe un nudo que se halla impregnado en partes (ver descripción pag. 18-19).

En la variedad blanca no hay diferencias con la descripta arriba; lo mismo sucede con la ferruginosa, aunque la relación pico-fondo, es mayor en este yacimiento, indicando menor impregnación, debido probablemente, a la menor cantidad de soluciones circulantes, limitadas en su desplazamiento, por la forma peculiar tomada por el nudo.

En la mina Carnaval, la composición mineralógica de las lentes de arcilla blanca y rojiza es semejante entre sí, y a las minerales de las dos minas descriptas, aunque la halloysita en la variedad ferruginosa parece hallarse en menor proporción.

La variedad verdosa, posee principalmente montmorillonita, que supera en porcentaje a los minerales citados para las otras lentes.

En los cuadros insertos a continuación, se hallan los valores de \bar{g} para cada pico de las curvas obtenidas (Cuadro N° 3), y los minerales presentes para cada una de ellas, con una estimación cuantitativa aproximada, de acuerdo a las intensidades respectivas (Cuadro N° 4).

Reflexiones e intensidades de los picos

Mina Casualidad Is

	46-056		54-032		25-042		18-035		92-057	
	d(A°)	I	d(A°)	I	d(A°)	I	d(A°)	I	d(A°)	I
F										
e										
w			7,14	f			9,81	d	7,15	d
r			4,34	mf			7,14	d	4,35	m
u			4,20	d			4,43	m	3,34	d
g			3,99	m			4,20	d	2,96	d
i			3,56	f			3,34	m	2,75	?
n			3,34	f					2,67	mf
e									2,56	mf
s									2,09	mf
a										
	9,41	d	9,81	m	9,60	d	9,81	f	9,04	mf
	7,08	m	7,15	f	9,43	d	7,14	m	7,14	mf
	4,33	mf	4,34	f	7,12	f	4,43	mf	4,33	f
	4,17	d	4,24	d	4,35	mf	3,56	m	4,15	m
B	3,82	m	3,56	f	4,20	f	3,34	f	3,82	m
l	3,56	f	3,34	f	3,56	f			3,56	mf
a	3,34	f			3,34	f			3,34	m
n	2,56	m			2,55	m				
c	2,49	m			2,49	m				
a	2,34	u			2,33	u				
	2,29	d								
R	9,40	d	9,81	mf	9,81	f	10,4	f	10,0	?
e	7,14	f	7,15	f	7,15	f	7,15	m	7,15	mf
s	4,35	f	4,33	f	4,35	f	4,40	m	4,33	f
a	4,20	d	4,22	m	4,24	d	4,20	d	4,20	m
d	4,04	d	3,56	m	4,04	d	3,56	d	3,79	d
a	3,56	f	3,34	f	3,55	m	3,34	f	3,56	f
a	3,34	f			3,34	f			3,34	m

Referencias: Ver pág.55.

Cuadro N° 3 (b)

Reflexiones e intensidades de los picos

Mina Casapalca I (Cont.)

	62-048	47-083	95-063	28-028	64-076
	d(Δ°) I	d(Δ°) I	d(Δ°) I	d(Δ°) I	d(Δ°) I
F o r t u g i n o s a	9,81 d	9,81 m	9,81 m	9,72 f	10,6 md
	7,14 f	7,14 f	7,15 f	8,04 f	7,08 f
	4,33 f	4,33 f	4,33 f	7,15 mf	4,50 f
	4,22 d	4,22 d	4,21 d	4,35 mf	4,20 d
	3,55 f	4,14 d	3,56 m	3,56 f	4,09 d
	3,34 f	3,56 m	3,34 m	3,34 f	3,56 f
	2,55 d	3,34 mf		2,54 d	3,40 f
	2,33 m			2,48 d	
				2,32 d	
B l a n c a	8,27 d	9,21 md	9,81 m	9,81 mf	9,31 d
	7,15 f	7,14 mf	7,15 f	7,14 f	7,08 mf
	4,33 f	4,33 mf	4,31 f	4,33 mf	4,33 f
	4,20 md	4,20 d	4,20 d	4,20 d	3,78 d
	4,04 m	3,77 m	3,56 f	3,56 m	3,55 mf
	3,83 d	3,54 mf	3,34 f	3,33 f	3,34 f
	3,56 m	3,34 f		2,52 m	2,54 d
	3,34 m	2,54 d		2,33 m	2,48 d
	2,56 d	2,47 m			2,33 m
R e s e d a	9,21 f	9,17 d	9,41 d	16,0 md	
	7,90 md	7,14 f	7,15 f	9,82 f	
	7,14 f	4,35 f	4,30 d	7,15 f	
	4,33 f	4,20 d	4,22 f	4,33 mf	
	4,20 md	3,55 f	3,56 f	3,60 d	
	4,04 m	3,34 f	3,34 mf	3,55 m	
	3,56 m	2,48 m		3,34 m	
	3,34 f	2,33 f		2,54 m	
		2,28 m		2,33 m	

Referencias: Ver página 55.

Cuadro N° 3 (c)

Reflexiones e intensidades de los rios

Niños:

	<u>Casualidad II</u>		<u>Carnaval</u>							
	N° 4		C-7		Vena 263		C-2		C-18	
	d(A°)	I	d(A°)	I	d(A°)	I	d(A°)	I	d(A°)	I
B l a n c o	9,81	d					14,0	md		
	8,04	d					7,83	md		
	7,88	f					7,88	m		
	4,33	f					4,35	f		
	3,56	f					4,20	d		
	3,34	m					3,56	m		
	2,56	m					3,32	m		

**J
o
r
n
a
l
i
s
t
a**

	7,08	m	9,08	f
	4,33	m	8,00	d
	4,19	m	7,15	m
	3,56	m	4,43	f
	3,34	m	3,56	m
	2,47	m	3,38	f
			2,55	d
			2,36	d

V			16,9	md		15,5	mf
e			11,2	md		9,50	md
r			7,18	f		7,08	f
d			4,33	f		5,15	d
e			4,20	d		4,43	md
s			3,56	m		3,56	f
a			3,32	m		3,34	m
			2,47	m		2,55	d

Referencias

- md : Muy débil
- d : Débil
- m : Mediano
- f : Fuerte
- mf : Muy fuerte

Identificación de los minerales presentes

Mina Comalidá I:

	C	H	I	M	Q	GM
46-056	F					
	B	XXX	X	X	X	
	R	XXX	X		X	
54-032	F	XX			X	
	B	XX	X		X	
	R	X	XXX		XX	
25-042	F					
	B	XXX	X	X	X	
	R	XX	XX		X	
18-035	F	X	X		X	XX
	B	XX	XX		X	
	R	X	XX		XX	
92-057	F	X	?		X	XX
	B	XXX	?		X	
	R	XXX	?		X	
63-048	F	XXX	XX		X	?
	B	XX	X		X	
	R	XX	XX		XX	
47-063	F	XX			X	?
	B	XXX	?	X	X	
	R	XXX	X	?	X	
95-063	F	XX	X		X	X
	B	XXX	X		X	
	R	XXX	X		XX	?
28-028	F	XX	XX		X	X
	B	X	X	X	X	
	R	XX	XX	X	?	XX
64-076	F	XX	X		X	X
	B	XXX	X	X	X	
	R					

Referencias:

C: caolinita	F : ferruginosa
H: halloysita	B : blanca
I: illita	R : rosada
M: montmorillonita	X : presencia escasa
Q: cuarzo	XX : " abundante
GM: goethita y magnetita	XXX : " muy abundante

Identificación de los minerales presentes:

Mina Compañía II y Comunal

		C	H	Q	O	M
N° 4	F	XX		X	X	
	B	XX	X	X		
C - 7	F	X	XX	X	X	
Vena 263	V	X	X	X	X	X
C - 2	B	X	X	X	?	
C + 18	V	X	X	X	X	XX

Referencias: C : caolinita
 H : halloysita
 Q : cuarzo
 O : variedades de hierro
 M : montmorillonita
 F : ferruginosa
 B : blanca
 V : verdes
 X : presencia escasa
 XX : presencia abundante

Muestras de la mina Compañía II; N° 4

" " " " Comunal : C-7; Vena 263; C-2; y C-18

Propiedades Físicas

Generalidades:

Son las propiedades físicas la consecuencia de la composición mineralógica, y las que normalmente condicionan en uso de la roca en la industria.

Dentro de ellas, se incluyen:

- Granulometría
- Punto de fusión
- Plasticidad
- Densidad
- Porosidad
- Variación lineal
- Módulo de ruptura

La determinación de la composición granulométrica, se ha realizado mediante tamizado a las fracciones mayores de 62 micrones, y por el método de la pipeta, a las fracciones menores a ese límite. La muestra tratada, ha sido la variedad blanca, por ser la que se halla en mayor proporción, no pretendiendo dar la composición granulométrica exacta, sino mostrar solamente, la distribución del tamaño de los componentes.

Las determinaciones restantes se realizaron de acuerdo al manual de normas sobre materiales refractarios de la American Society for Testing and Materials (A.S.T.M.) (Ed. 1963), para lo cual se han confeccionado probetas, para los ensayos de porosidad, densidad, variación lineal y módulo de ruptura, y conos pirométricos, para el ensayo de punto de fusión.

Granulometría

La roca se compone por tres fracciones: a) Fina menor de 3,9 micrones, denominada "arcilla" en sentido granulométrico, alcanzando al 20 % del total. b) Intermedia: entre 3,9 y 62 micrones, denominada "limo"; forma el 77 % del total. c) Gruasa: superior a 62 micrones, clasificada como "arena fina"; constituye el 3 % restante, aproximadamente. La composición de las fracciones descriptas es la siguiente:

a) Fina: el 96-98 % se compone por minerales de arcilla en sentido mino-

ralógica, y el 2-4 % restante, por minerales no arcillosos, aunque granulométricamente se hallan en esa categoría.

b) Antemoción: Prácticamente el 100 % de esta fracción se compone por minerales de arcilla.

c) Cruzas: La composición mineralógica ha sido dada en el capítulo descriptivo, "El manto de arcilla".

En resumen, el 97 %, se compone por minerales de arcilla, y el 3 % restante por minerales no arcillosos, valores todos aproximados.

Las variaciones porcentuales de cada uno de los componentes citados, hacen variar las propiedades físicas, así como las posibilidades de uso, según veremos posteriormente.

Punto de fusión

La condición básica que permite la utilización de la roca en la industria refractaria, es que posea punto de fusión alto, estimado en mayor de 1600 °C.

De los 20 valores obtenidos, 5 se hallan entre los que alcanzan a 1640°C pero sin sobrepasar de 1717 °C, correspondiéndoles los conos patrones Orton 27 y 32, respectivamente. La clasificación de las normas A.S.F.N., es para tales muestras, la de "moderadamente refractario".

De las muestras restantes, 7 se hallan entre 1717 °C y 1743 °C, con conos pirométricos 32 y 33 respectivamente, y se denominan "altamente refractario". Luego, 6 poseen punto de fusión superior a 1743 °C, como 33, y se la clasifica "super refractario".

Las primeras corresponden a la variedad ferruginosa y verdosas segundas, a la rosada, y las terceras a la blanca, siendo estas dos últimas las más susceptibles de uso.

Resta citar, por último, dos muestras con menor resistencia térmica, una de las cuales no se halla entre las de factible utilización en la industria refractaria.

La roca en estudio queda involucrada entonces, dentro del término comercial "fireclay", el cual según Horton (1949), incluye todas las arcillas con punto de fusión superior a 1600 °C, o su equivalente en la es-

cala de conos Urten N° 20-23, pues los valores hallados, son con una sola excepción, superiores a ese límite? (Cuadro N° 5-Página 62).

Los datos citados no corresponden con los porcentajes reales en que se hallan cada una de las arcillas estudiadas, pues son las que poseen punto de fusión superior a 1717 °C, las que predominan netamente, formando aproximadamente el 90 % del total.

Los minerales presentes en la arcilla rosada y blanca, son prácticamente las mismas, y con los componentes comunes de las arcillas denominadas "fireclay" (Keller y Westcott-1948; Ward y Donyaschen-1950, de Mackenzie-1957), los cuales en todos los casos examinados, determinaron la presencia dominante de las kaolinitas.

Dentro de los componentes no arcillosos, se encuentran cuarzo, feldespatos y micas, además de los minerales de hierro. Todos los citados, salvo el primero, disminuyen al punto de fusión, pues son y originan fundentes con el incremento de la temperatura. El cuarzo, es el más mineral refractario dentro de los no arcillosos, y es aquí cuyo efecto perjudicial es menor.

Por ello, la arcilla ferruginosa, posee punto de fusión menor, pues su porcentaje de minerales de hierro, es notablemente más alto que en las restantes, a pesar de que los minerales arcillosos, caolinita y halloysita, se hallan en igual cantidad, y que la proporción de cuarzo es menor. La variedad verdosa posee además de los citados, montmorillonita en gran proporción, cuyo punto de fusión es aproximadamente de 300 °C a 500 °C menor que el de las kaolinitas; de allí proviene su escasa resistencia térmica.

La arcilla rosada, posee menor contenido pirométrico que la blanca, por el mayor porcentaje de cuarzo que posee.

O sea, son los componentes no arcillosos, los que regulan el punto de fusión de las arcillas, y ello se debe a los eutécticos que se originan con el aumento de la temperatura, muy variables de acuerdo a la calidad y cantidad de los accesorios presentes.

Plasticidad:

La capacidad de ser moldeada una sustancia arcillosa depende del tamaño de las partículas componentes, y de la fracción no arcillosa presente, cuya mayor proporción, disminuye la plasticidad. Por esa causa, la variedad ferruginosa posee menor plasticidad que las restantes, desmenuzándose tanto más fácilmente, cuanto mayor es la impregnación.

El rango granulométrico dentro del cual se halla la fracción predominante, encierra dentro de los límites dados por Kerten (1949), que son entre 0,1 y 100 micrones, para las arcillas "plásticas". A pesar de que no tenemos valores exactos de plasticidad, no cabe duda sobre la existencia de tal característica, en el material estudiado.

Ensayos a probetas:

La determinación de porosidad, densidad, variación lineal y módulo de ruptura, se efectuó en 10 probetas por muestra, de 131 x 41 x 35 mm., presionadas con una presión de 120 Kg/cm², aproximadamente, y con una humedad de 6 % a 8 %.

Al calcinarlas a 1400 °C, se han obtenido valores, que no muestran, en general, relaciones que nos permitan extraer conclusiones, aunque se observa que es menor la contracción en la variedad rosada que en las otras dos, lo cual se explica, por la mayor proporción de sílice libre (cuarsos y amorfos) que posee, la que al ser sometida a temperatura, expande notablemente, al transformarse a cristobalita y/o tridimita, y anulando en parte la contracción normal.

La causa de la contracción, se debe a la eliminación de la película de agua que rodea a las partículas, por el aumento térmico. Dicha contracción, produce gran cantidad de aberturas transversales que reducen su resistencia física (módulo de ruptura). Por esa razón podría existir cierta relación inversa entre ambas (contracción y módulo), que no se observa debido a la incidencia de otros factores, como son los varios porcentajes de fundentes, y al método grosero de las determinaciones, que no permiten relacionar los resultados.

Características Físicas

Mina	Arealla	Densidad cruda	Densidad calc. 1400°C	Contracción lineal, de crudo a calc. 1400°C	Porosidad calc. 1400°C	Módulo ruptura calc.	P.C.E. Orden	Temperatura equivalente
			%	%	%	Kg/cm ²		°C
Castal.I	Ferrage 1º	1,79	1,88	13,71	25,3	7,4	31-32	1710
		1,93	1,95	13,65	23,0	8,0	29	1660
	Blanca 1º	1,77	2,04	12,70	23,0	25,0	33-34	1750
		1,84	1,97	11,00	22,6	11,6	33-34	1753
		1,81	2,01	12,30	23,1	15,9	33-34	1753
		1,79	1,99	10,10	22,5	14,5	32	1717
		1,82	2,05	11,57	21,9	16,6	32	1724
		1,85	2,10	9,71	24,3	13,0	32-33	1730
		1,80	1,91	14,31	20,1	19,9	28-29	1650
		1,85	1,96	12,37	23,4	20,8	33-34	1750
		1,79	1,89	13,51	22,0	11,0	33-34	1753
		1,81	2,00	10,50	24,6	9,9	32-33	1730
Castal.II	Ferrage	1,80	1,91	14,31	20,1	19,9	28-29	1650
	Blanca	1,85	1,96	12,37	23,4	20,8	33-34	1750
Castal.III	Ferrage	1,79	1,89	13,51	22,0	11,0	33-34	1753
	Blanca	1,81	2,00	10,50	24,6	9,9	32-33	1730
Castal.IV	Ferrage	1,71	1,95	14,20	19,4	13,6	26-27	1630
		1,76	1,99	10,78	21,6	11,5	28	1646
							19	1540
						32-33	1735	
						32	1724	

Origen de las arcillas

Las arcillas son productos detríticos de rocas, alteradas bajo determinadas condiciones ambientales.

La valoración de la incidencia de la roca matriz y/o del ambiente en el producto final (arcilla) ha sido objeto de diversos estudios, con conclusiones no coincidentes. Uno de los criterios, considera que cada mineral de arcilla, es "indicador" de las condiciones ambientales importantes durante su formación (Grim-1953; Keller-1956 y otros). En acuerdo a ello, la presencia de las kaolinitas, sería consecuencia de un ambiente o clima microquímico (Keller-1956), definido por los siguientes parámetros:

- a) Clima cálido y húmedo permite la disolución y favorece el lavado de los componentes solubles.
- b) Actividad biológica abundante inicia al bajar el pH del medio, la hidrólisis de los alcalinotérreos y del Fe^{++} .
- c) Lavado intenso en rocas purosilicatadas elimina los iones disueltos originando un medio oxidante. Precipita el Fe^{+++} .

En efecto concurrente, produciría la disminución de los cationes monovalentes (Na^+ y K^+), divalentes (Ca^{++} , Mg^{++} y Fe^{++}), del Fe^{+++} y de la sílice en ese orden, para lo cual la roca original debía ser rica en ácidos alcalinos que estabilizando la sílice en solución, permitieron su lavado.

La presencia de halloysita se debería, según Alexander (1943) de Grim (1953) a la alteración de plagioclasa en medio fresco, neutro/poco ácido; el mismo mineral original ha sido citado repetidamente en la bibliografía, para la caolinita.

Grim (1953), para caolinita y halloysita, establece un medio lacustre de deposición, con aguas "agresivas", que ha producido el "microclino" descrito arriba. El mismo autor cita, que en ambientes similares estudiados, el porcentaje de caolinita nunca ha sido menor de 70 %.

Por la forma de la cuenca, la estructura del monte y la composición mineralógica del material, podrían corresponder al yacimiento estudiado, los conceptos citados.

Con el mismo criterio, la arcilla verde (con montmorillonita), sería un sedimento de origen lacustre, con aguas "no agresivas", donde los iones magnesio o calcio (como carbonatos), se han acumulado, debido al escape

movimiento de los aguas alcalinas. La illita se debería, a un ambiente semejante, con abundancia de iones potasio.

La diferencia ambiental que originó los dos grupos de minerales descriptos (kaolinitas y esmectitas), estaría dada principalmente, por las distintas condiciones de lavado, el cual sería controlado, por la topografía, y la permeabilidad de la roca.

Si bien un grupo mineralógico (kaolinitas) predomina netamente, la descendente aparición del resto, dificulta la interpretación genética pues la variaciones ambientales descriptas, debieron ser en muy pequeña escala, lo cual es poco probable.

El otro criterio, sustentado por Weaver C.E. (1956), establece que cada mineral de arcilla es producto detrítico de una roca madre determinada, por lo que cualquier variedad mineralógica puede originarse en ambientes similares o distintos, siendo su incidencia secundaria o ínfima, por lo que no afecta su ordenamiento interno. De acuerdo a él, una roca debe haber predominado originando al alterarse los minerales más frecuentes (caolinita y halloysita), y otra distinta tiene que haber sido la que originó, a la illita y montmorillonita.

Un hecho concreto, es el aumento relativo del tenor de óxido de aluminio en el producto final, producido por disminución del resto de los óxidos, que a juzgar por los minerales accesorios determinados, se hallaban en la roca madre en bastante mayor proporción.

La roca original tiene cierta importancia, aún en el primer criterio, pues la carencia en ella de óxido de aluminio, o de los minerales que contienen dicho elemento, no hubiera permitido nunca la formación de una arcilla aluminosa, aún en las condiciones ambientales más favorables. (Keller-1956).

Es probable entonces que ambos factores tengan su importancia, variable según los casos, e incluso de acuerdo al tiempo transcurrido desde el comienzo de la transformación. Al respecto es más acertada la influencia de la roca original durante las primeras etapas del proceso que en sus postrimerías (Ortiz-1953). Por la homogeneidad del material estudiado es posible establecer que el proceso se encuentra en sus últimas etapas, o bien que los materiales depositados han sido muy sensibles a las con-

diciones ambientales, que han eliminado posibles diferencias mineralógicas anteriores.

La determinación de la roca madre que por alteración ha originado el mineral de arcilla en estudio, ofrece grandes dificultades, pues la incidencia de los varios factores intervinientes, no está claramente establecida. Un índice o punto de referencia, lo pueden dar los minerales accesorios determinados, en base a los cuales y a la frecuencia con que aparecen en la zona, podría suponerse que hayan sido las tobas de fines del Terciario, las que por alteración y lixiviado, han llegado a constituir la roca sedimentaria actual. Haría objetarse que la cantidad de plagioclasas existente en las tobas actuales, no sería suficiente como para llegar a producir el depósito actual, si se toma como base que de las plagioclasas, derivan los kaolinitas.

Explotación del yacimiento

Generalidades:

Constituyen los mantos estudiados, depósitos de minerales de cierta importancia, pues el tonelaje cubierto, factible de uso, asegura con el ritmo de extracción actual, una continuidad de los trabajos durante aproximadamente dos décadas. Ello se desprende de las reservas establecidas de mineral positivo y probable, cuya cantidad para las tres minas sumadas, sobrepasa las 100.000 toneladas. Denominamos factible de uso, aquel mineral útil en la industria re-
fractaria, dentro del cual, de acuerdo a los datos precedentes, se hallan incluidas las variedades blanca y rosada.

El orden de importancia de las minas de acuerdo a las cantidades cubiertas para cada una es, Casualidad I, Casualidad II y Carnaval, a las que se les asigna, aproximadamente el 73 %, 24 % y 3 % respectivamente del total explotable.

Es obvio destacar la incidencia de la mina Casualidad I en los totales extraídos, razón por la cual, la mayor concentración de esfuerzos y recursos, se ha producido en ella.

En general en el trabajo se ha realizado "buscando" zonas favorables por cuyo motivo normalmente no son rectas, ni poseen trapeos sucesivos equidistantes (Lámina IX)

Las características generales de cada mina son:

Casualidad I:

Los trabajos se han establecido en un manto alargado con dirección este-oeste acñada en sus bordes que mide aproximadamente 400 metros de frente, por 150 metros de fondo, en su estado actual de explotación. Su potencia varía entre 0,7 y 2,1 metros, aunque oscila normalmente entre 1,0 y 1,3 metros.

Las bocaninas, 14 en total, se hallan en el frente norte.

Como fuera citado en el capítulo respectivo, el manto presenta una leve inclinación en su parte central, debido a la forma de la cubeta, por lo que las galerías, presentan una suave pendiente desde su entrada

hasta 70 metros en su interior, siendo luego horizontales y/o levemente inclinadas, hacia el norte, hasta sus límites (Lámina X). Su trazado se ha realizado siguiendo fundamentalmente la dirección norte-sur, con un desarrollo total de 2.700 metros, incluyendo las principales longitudinales y las secundarias, transversales. La potencia del mineral útil es variable, hallándose limitada por la irregular impregnación ferruginosa del techo, aunque las mayores se hallan en la parte central del nudo, o sea en la mayor depresión de la cubeta, disminuyendo luego hacia los bordes. Se infiere, que la zona de menor contaminación y fracturación del nudo, se halla en su parte central, o sea donde la potencia es mayor. Ello se observa especialmente al sur, donde alcanza valores mínimos de 0,4 metros de potencia, tornando la explotación antieconómica. La misma situación se repite en los frentes norte y este, en los que se han alcanzado los límites de explotación permisibles económicamente.

Casualidad II:

En esta mina las condiciones de trabajo difieren de las descritas anteriormente, debido a la forma peculiar tomada por el nudo según se ha visto en el capítulo respectivo. Las galerías se han trazado dentro del nudo, lo cual ocasiona múltiples inconvenientes, especialmente en el sector occidental donde la inclinación es mayor, pues dificulta el desplazamiento del personal y de los materiales extraídos, debido a que las pendientes existentes son frecuentes y bruscas, alcanzando al 40 % (Lámina XI). El desarrollo lateral del área en explotación alcanza a 150 metros, por 75 metros de frente. La potencia útil, del nudo, en el que se hallan las galerías alcanza a 2,0 metros, aunque oscila generalmente entre 1,2 y 1,5 metros. Existen en la actualidad 300 metros de galerías, y 2 piques verticales abiertos originalmente con fines exploratorios, pero utilizados posteriormente para elevar el material extraído. La única galería con salida al exterior, que permite el paso de las

vagonetas, posee una inclinación de 30 °, y es a través de ella, que se produce la mayor evacuación del material.

Las posibilidades futuras de esta mina son mejores que las de Casualidad I, habiéndose establecido la presencia de 1/3 de mineral explotable, respecto de aquí, un futuro mayor desarrollo lateral de las labores, permitirá incrementar las reservas establecidas en un 40 % aproximadamente.

General:

De acuerdo a la descripción respectiva, la extracción se ha limitado hasta la fecha, a pequeñas lentes, que no se ven con mayor importancia, y así, son indicadoras del estado general del asunto.

El desarrollo de las galerías ha sido ínfimo, aunque suficientes para establecer las limitadísimas posibilidades futuras que posee. Es obvio hacer notar la imposibilidad de cubrición de grandes cantidades de mineral útil.

Lista de referencias

- Juss A.J.-1954-Informe preliminar de la hoja 39 e-Paso Flores.
Carta Geol.Nac.de la Rep.Argentina-FGH-Bo.As.
- A.S.T.N.-1963-Manual of A.S.T.N. student on refractory materials-9° Ed.
- Jates T.F. y Comer J.J.-1955-Electron microscopy of clay surfaces. Clay and Clay Minerals. Third Nat.Conf.pub. 195-p.25.
- Jenkins H.F. y Grim R.E.-1951-High temperature thermal effects of clays and related minerals. Am.Min. 36.
- Jenkins G.W. (Editor)-1951- X ray identification and crystal structures of clay minerals. Min.Soc.-London.
- Jenkins G.W. y Comer J.J.-1956-Structure and morphology of kaolin clays from Las Huelgas. Clays and Clay Minerals-pp 61-66.
- Jenkins G.W. y Makin M.-1956-A kinetic study of the dehydration of kaolinite. Clays and Clay Minerals. Fifth Nat.Conf.Pub. 166-p.266.
- Journ R.E.-1961-(Editor)-X ray identification and crystal structures of clay minerals-Min.Soc.-London.
- Junglio E.-1949-Descripción geológica de la Patagonia-I.P.F.-
F° II-Buenos Aires.
- Frangelli J.-1940-Viaje a las zonas central y sur de Patagonia septentrional, Rev.Mus.La Plata, n.º. Sec.08.1939.
p.53-61.
- García Vicente J.-1951-Estructura cristalina de los minerales de la arcilla-Inst.de Minología-Madrid.
- Gonzales Benavente F.-1944-Hoja 41 b, Río Pujol-Dirección de Minas, Geología e hidrogeología-Boi.N° 54-Bo.As.
- Gonzales Benavente F.-1944-Nota sobre la presencia de ignimbritas en la Rep.Argentina. Notas Museo La Plata-F II-p 577.
- Gonzales Benavente F.-1946-Petrología del momento de la Patagonia. Rev.Museo La Plata(N.Serie). Sec.Geol.F IV-p 1-69.

- Gonzales Benavente F. y Teruggi M.-1953-Índice Sedimentológico.
Inst.Hac.Inv.Cient.Nat.-Pub.cient.cult.y did.Nº6.
- Greene R. y Kelly H.-1957-The montmorillonite minerals(Smecti-
tes).Ch.V-The differential thermal investigation
of clays.Hackman R.C.(Editor)1957-Min.Soc.Lond
don.
- Grim R.E.-1953-Clay Mineralogy-No Crow Hill-N.Y.
- Grim R.E. y Bradley W.F.-1948-Hydration and dehydration of clay
minerals.An.Min. 33.
- Grim R.E. y Rowland R.A.-1942-Differential thermal analysis of clay
minerals and other minerals hydrous.An.Min.
- Greber F.-1946-Observaciones geológicas a lo largo del meridiano
70.l.Hoja Quec Malal.Bev.Soc.Geol.Arg.,I,3.
- Haldridge B.A.y Vaughan F.-1957-The kaolin minerals(kauinites).Ch.
IV-The differential thermal investigation of clays.
Hackman R.C.(Editor).Min.Soc.London.
- Kumbain W.C. y Pettijohn F.J.-1938-Manual of Sedimentary petro-
graphy-Hoten,Century Co.N.Y.
- Keller W.D.-1956-Clays minerals as influenced by environments of
their formation.Bull.of the Am.Ass.of Petroleum
Geologists.v 40,Nº 11-pp.2689-2710.
- Hackman R.C.(Editor)-1957-The differential thermal investigation
of clays.Min.Soc.London.
- Kethel E.J.-1953-Informe preliminar de la hoja 40 e-Camilla.Carta
Geológica Económica de la R.Argentina-IGN.Bs.As.
- Murray K.H. y Lyons S.C.-1959-Further correlations of kaolinite
crystallinity with chemical and physical properties.
Clays and clay minerals.Eight Npt.Conf.-p 11-18.
- Norton F.H.-1949- Refractories-3 ed. ed.-No Crow Hill Co-N.Y.
- Peterson C.S.-1946-Estudios geológicos en la región del río Chu-
but medio-Biv.Minas y Geol.,Vol.59-Bs.As.
- Pettijohn F.S.-1949-Sedimentary rocks-1 rt.ed.Harper and Brothers,
N.Y.

-Frankel I.H.-1950-Principles of sedimentation- 2nd edition.

No New Hill.N.Y.

-Weaver C.C.-1956-A discussion on the origin of clay minerals in
sedimentary rocks.Clay and Clays Minerals.Fifth
Int.Conf.-p 199.

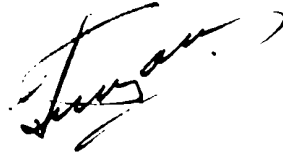
A large, stylized handwritten signature in black ink, possibly reading 'Frankel'.A smaller, more cursive handwritten signature in black ink, possibly reading 'Weaver'.

Figura N° 1: Vista general tomada desde el punto medio del valle, hacia el sur. A la izquierda, flanco sur del cerro mayor, sin nombre. Al centro, frente norte de escarpa, en la que se hallan los bocaninas de Carnaval I. A la derecha, sector sur del frente originado por la falla del oeste.

Referencias: B: Basalto; G: Granito; F: Falla; Tg: Toba gris; Tb: Toba blanca; M: Bocaninas; C: Cauce. Primer plano: falla que une el sector de la mina Carnaval, con Carnaval I.

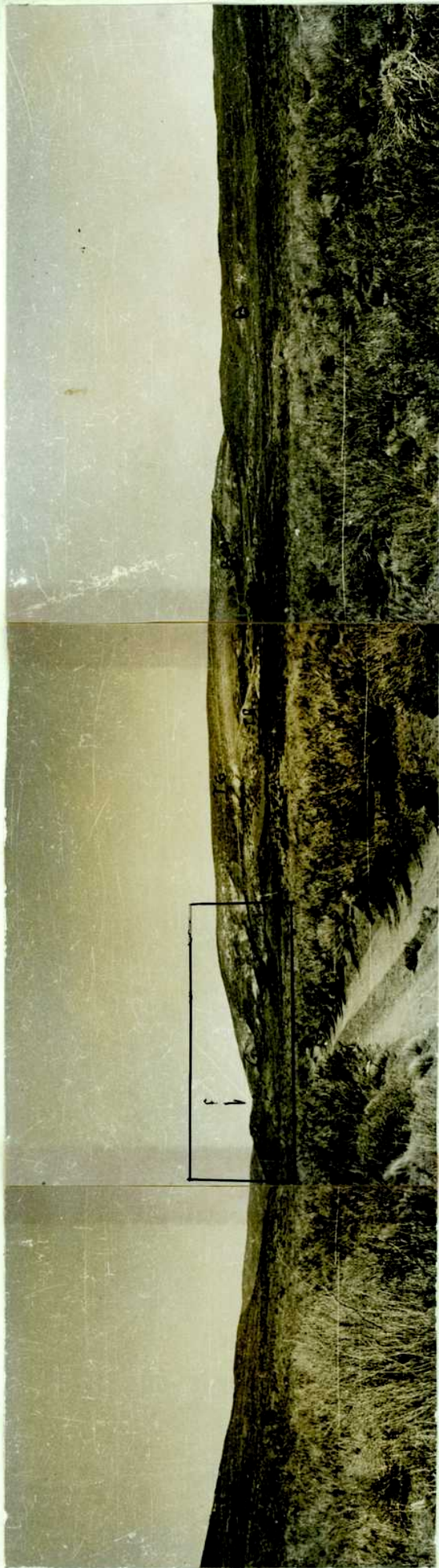


Fig. No 1

**figura N° 2:Detalle de la figura N° 1, que
muestra la zona en recuadro.
Referencias de Escala: Granito, Fe-
lita, Seta gris, Lignita.**



Fig. No 2

**Figura N° 30 Vista del frente de la mina
Carnovale;**

**Referencias: Tórcula gris; Tórcula verde;
Aserrillo; Dama; Mito; Bocanina; Fritana
aproximada del plano de falla;**



Fig. No 3

Figura N° 4: Fractura observable en una de las galerías de la mina Casualidad I, que se presenta anidadamente. La recurrencia de las partes del manto diversamente coloreado, se observa claramente.

Referencias: ARF: Arcilla ferruginosa; AB: arcilla blanca; ABS: arcilla rosada; I: impregnación variada, que marca los planos de estratificación.

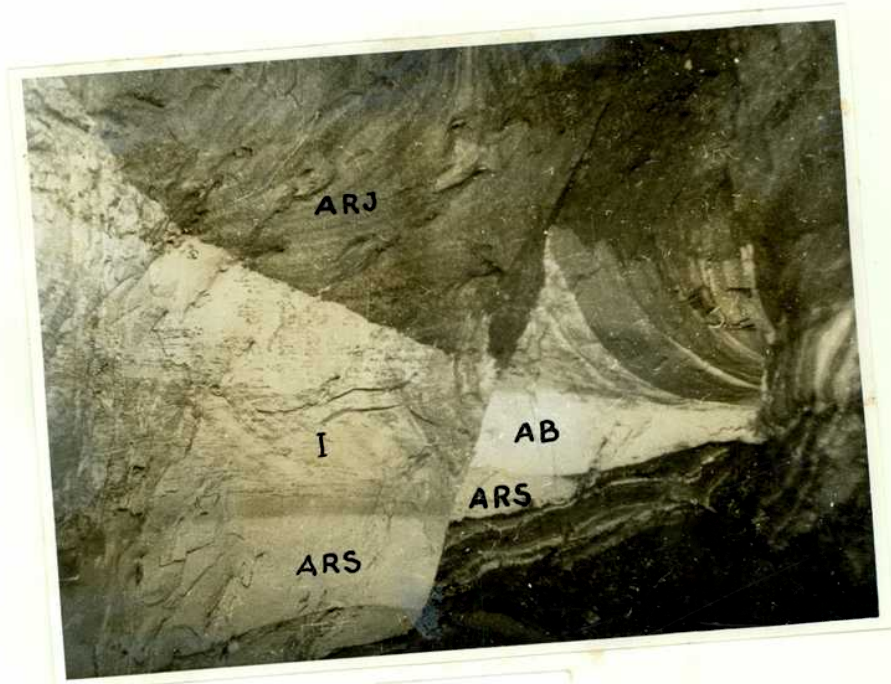


Fig.No 4

**Figura N° 3: Micrografía electrónica.
x 40.000.
Asociada a la muestra de Chalchicomula.**

**Figura N° 4: Micrografía electrónica.
x 40.000.
Asociada a la muestra de Chalchicomula.**

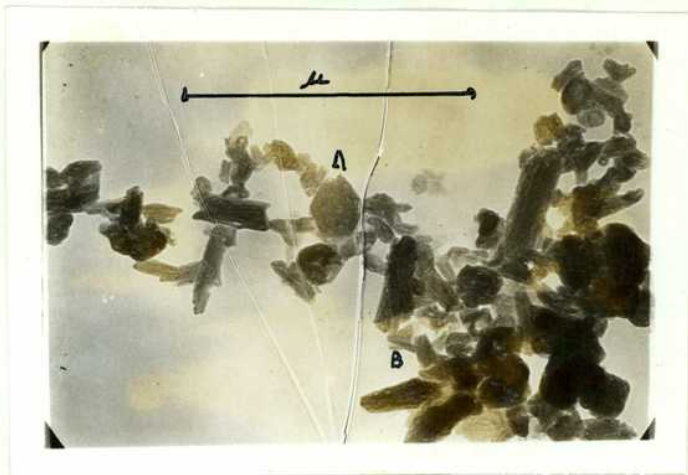


Fig. № 5



Fig. № 6

Mapa Geológico del Área estudiada

Escala: 1:10.000

Tesis de Posgrado

Página no digitalizada

Tipo de material: Mapa

Alto: 39

Ancho: 45

Descripción: Mapa geológico zona Camallo

Esta página no pudo ser digitalizada por tener características especiales. La misma puede ser vista en papel concurriendo en persona a la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir.

This page could not be scanned because it did not fit in the scanner. You can see a paper copy in person in the Central Library Dr. Luis Federico Leloir.

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



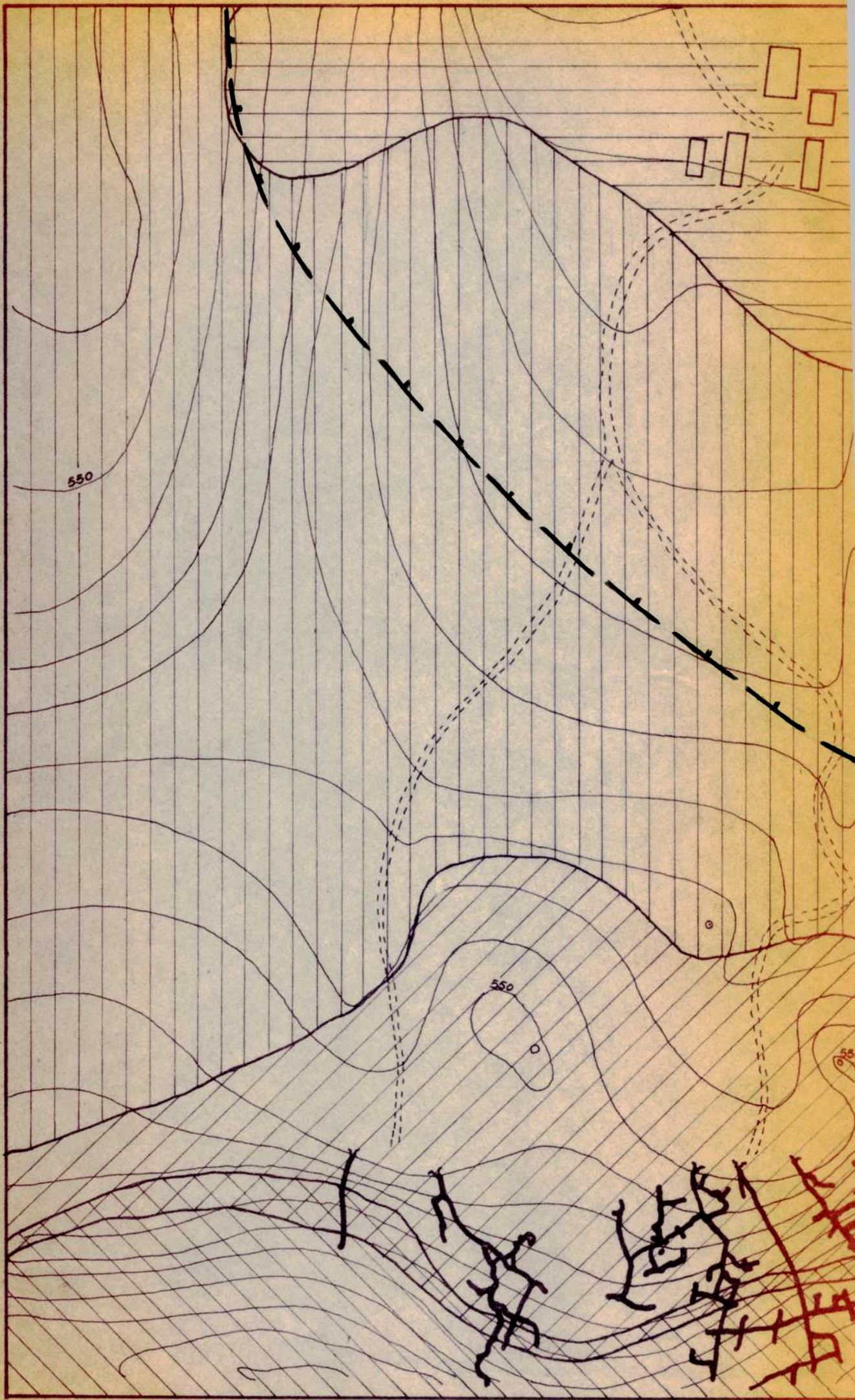
UBA

Universidad de Buenos Aires

Mapa Geológico de la mina Casualidad I

Ubicación y detalle

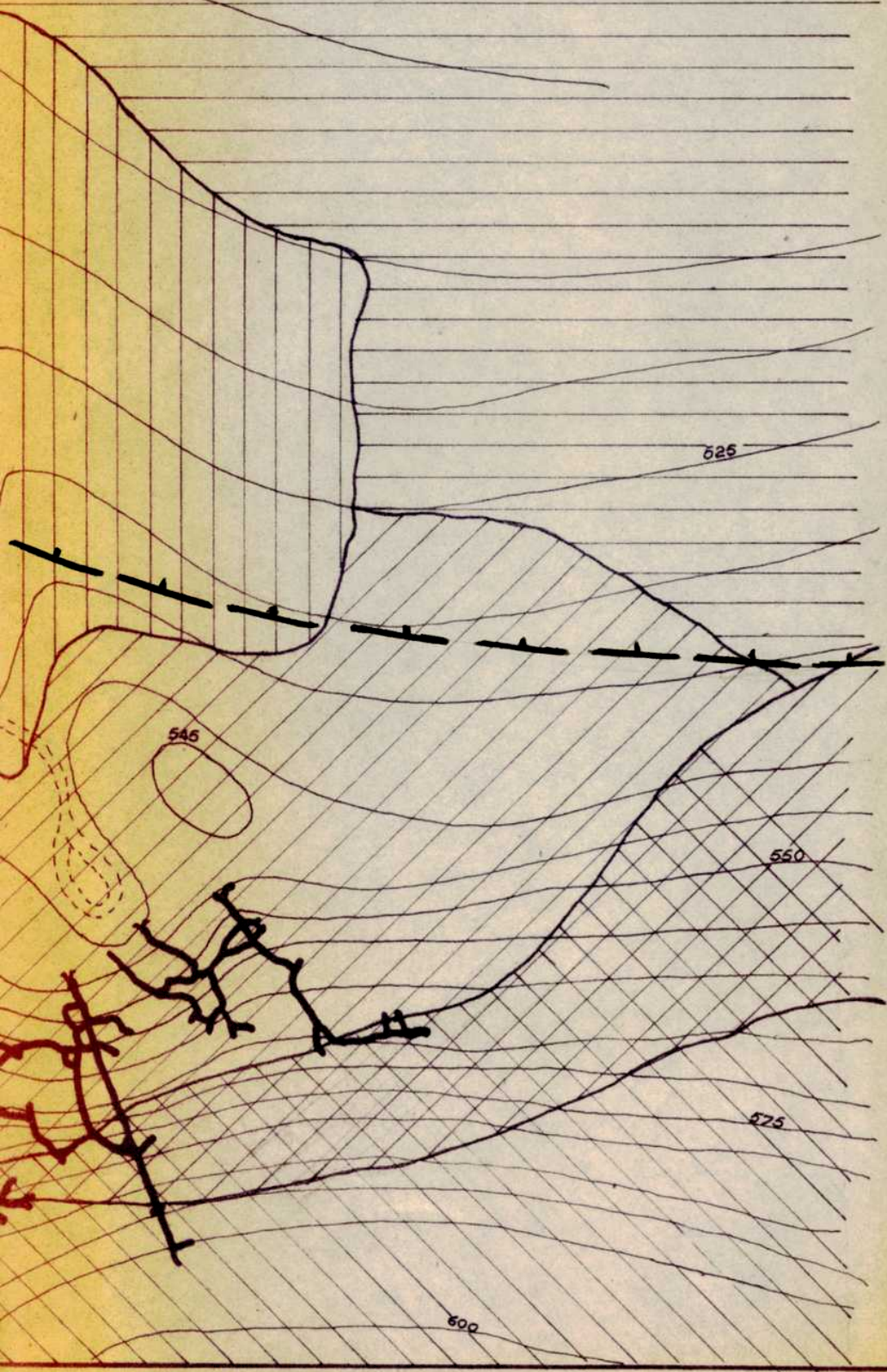
Escala 1:2.000



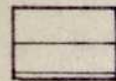
MAPA GEOLOGICO
ZONA COMALLO Rio Negro

UBICACION MINA CASUALIDAD I

por L. A. FAVERO



REFERENCIAS



CUATERNARIO



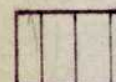
TOBA GRIS



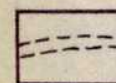
TOBA VERDE



ARCILLA



BASALTO



CAMINO



GALERIAS ABIERTAS
PLANTA



FALLA

Escala 1:2.000

EQUIDISTANCIA: 5 m.

Mapfiles: Escala 1:5,000

A-A': Zona zina Comunal I

B-B': " " " II

C-C': " " Comunal

Tesis de Posgrado

Página no digitalizada

Tipo de material: Lámina

Alto: 34

Ancho: 44

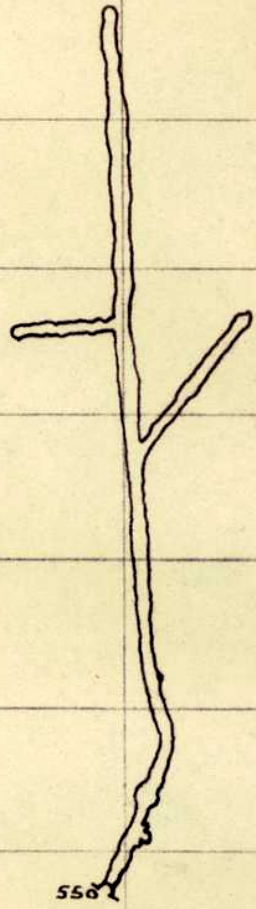
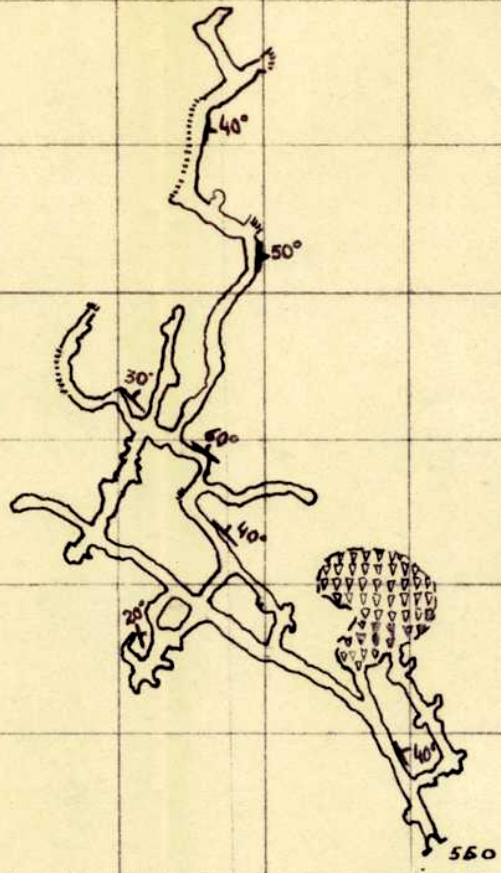
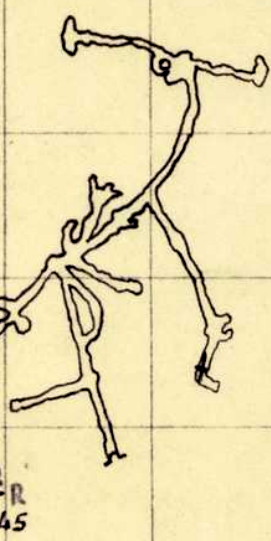
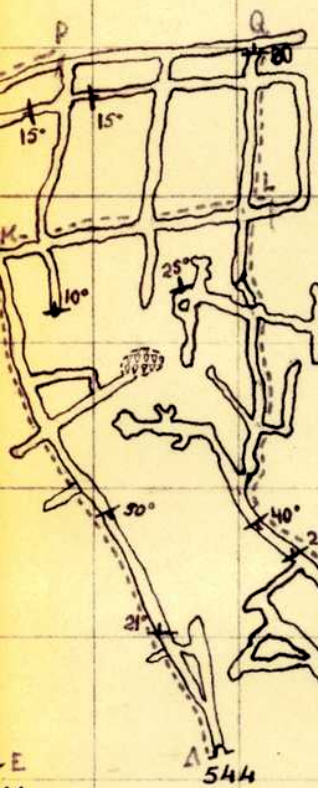
Descripción: Perfiles zona yacimiento

Esta página no pudo ser digitalizada por tener características especiales. La misma puede ser vista en papel concurriendo en persona a la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir.

This page could not be scanned because it did not fit in the scanner. You can see a paper copy in person in the Central Library Dr. Luis Federico Leloir.



Mina Casapalca I: Vista en planta-Ubicación
de perfiles de galerías
Escala 1: 1.000



E
44

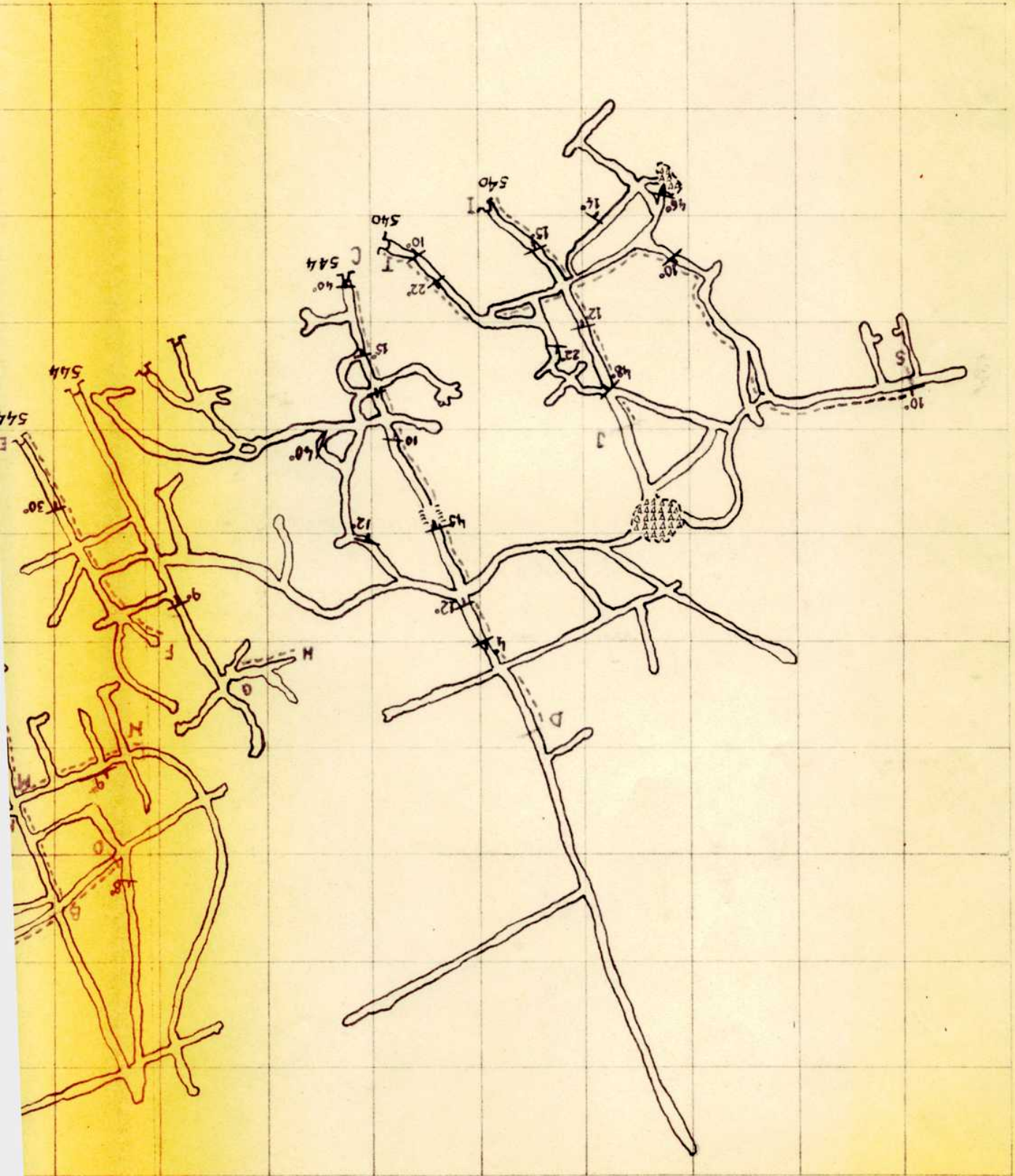


ESCALA : 1:1000

540 : COTA BOCA MINA
Y : FRCTURAS-RUMBO E INCLINACION.

----- PERFILES

MINA CASUALIDAD I PLANTA



-I-

Plan General de Perfiles de las galerías
Hoja 1: 270

Tesis de Posgrado

Página no digitalizada

Tipo de material: Lámina

Alto: 48

Ancho: 59

Descripción: Perfiles- Mina Casualidad I

Esta página no pudo ser digitalizada por tener características especiales. La misma puede ser vista en papel concurriendo en persona a la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir.

This page could not be scanned because it did not fit in the scanner. You can see a paper copy in person in the Central Library Dr. Luis Federico Leloir.

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



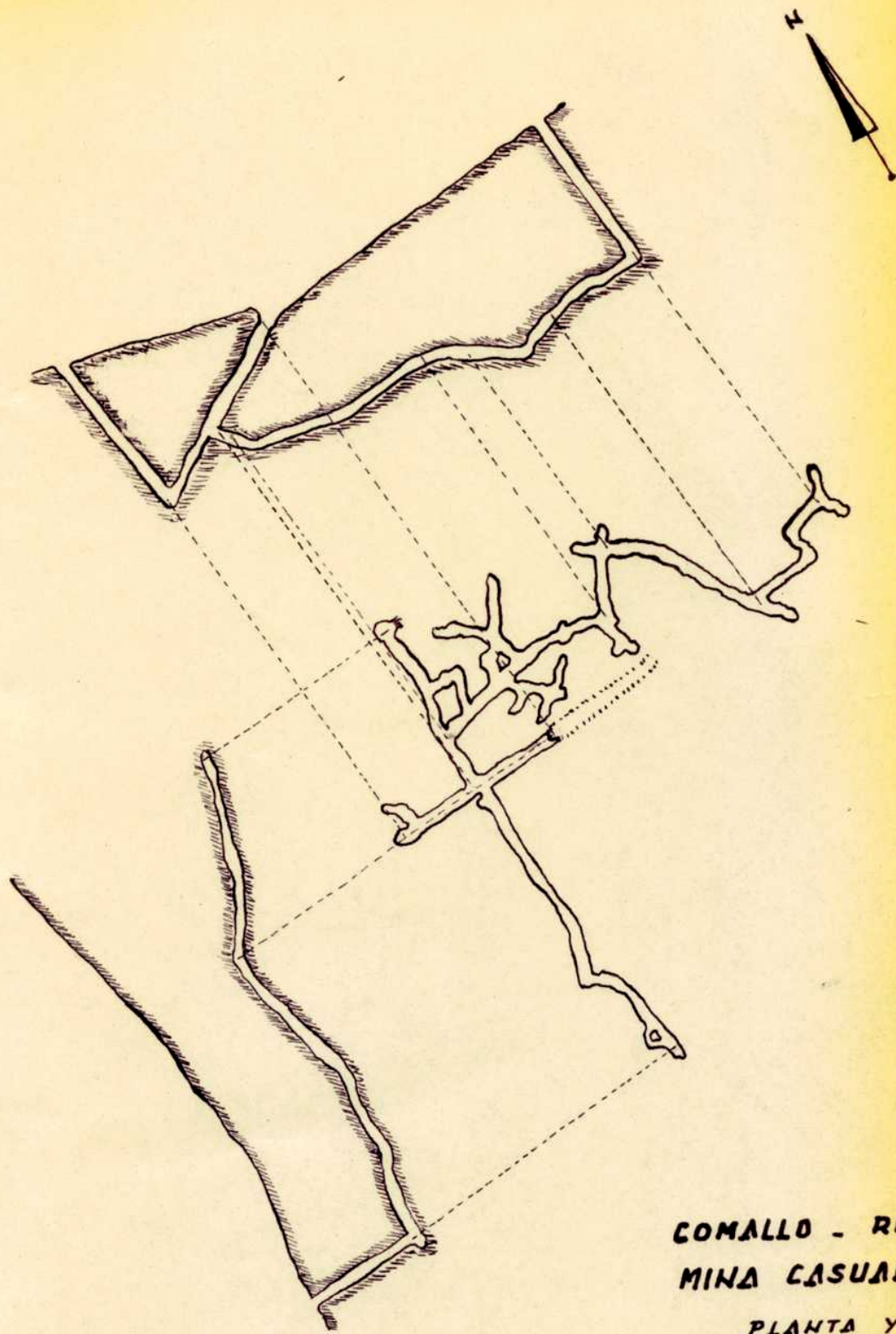
UBA

Universidad de Buenos Aires

**Niza Cavallada II: Vista en planta y
perfiles de galerías.**

Escala horizontal: 1:1.000

Escala Vertical : 1: 400

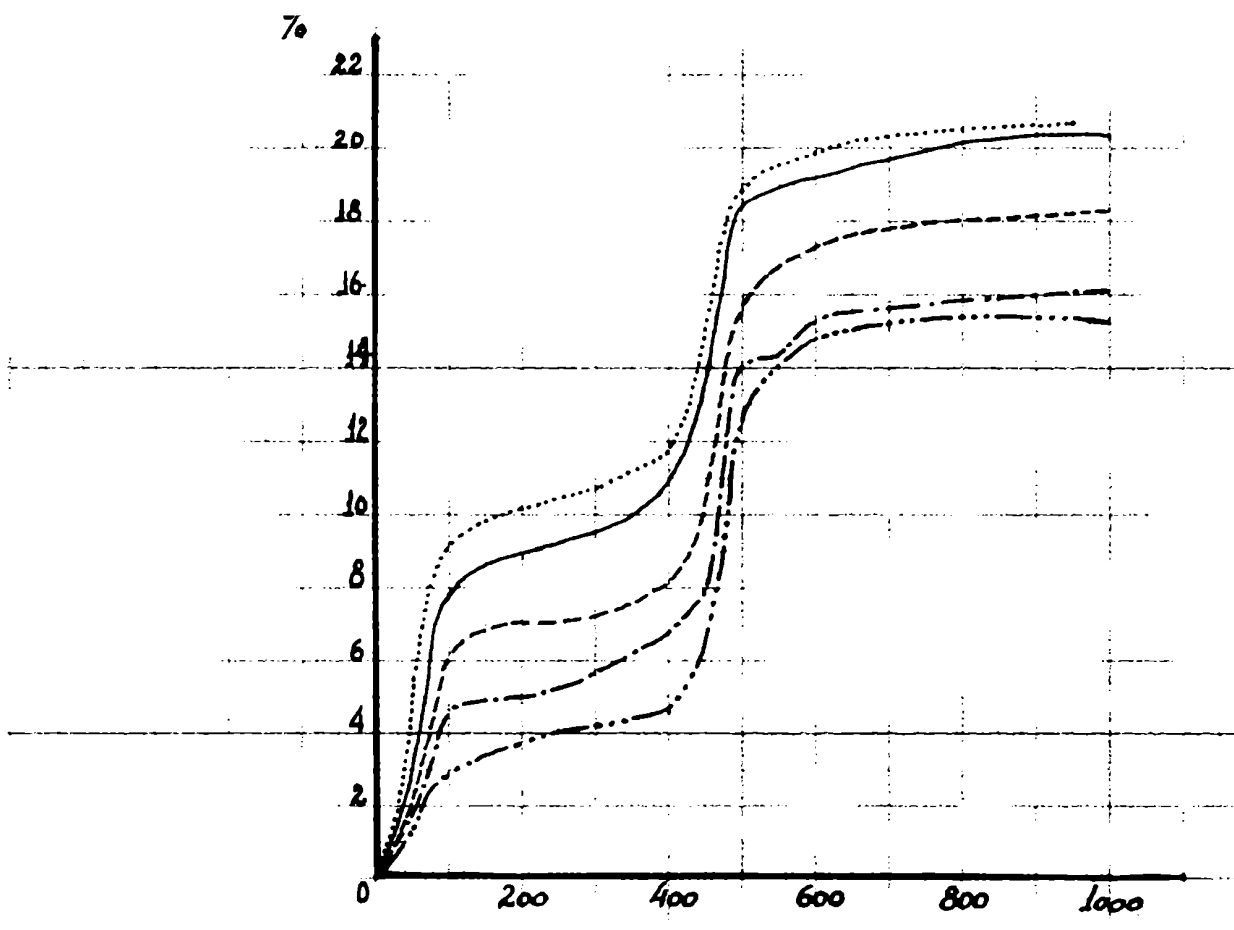


COMALLO - RIO NEGRO
MINA CASUALIDAD II
PLANTA Y PERFILES

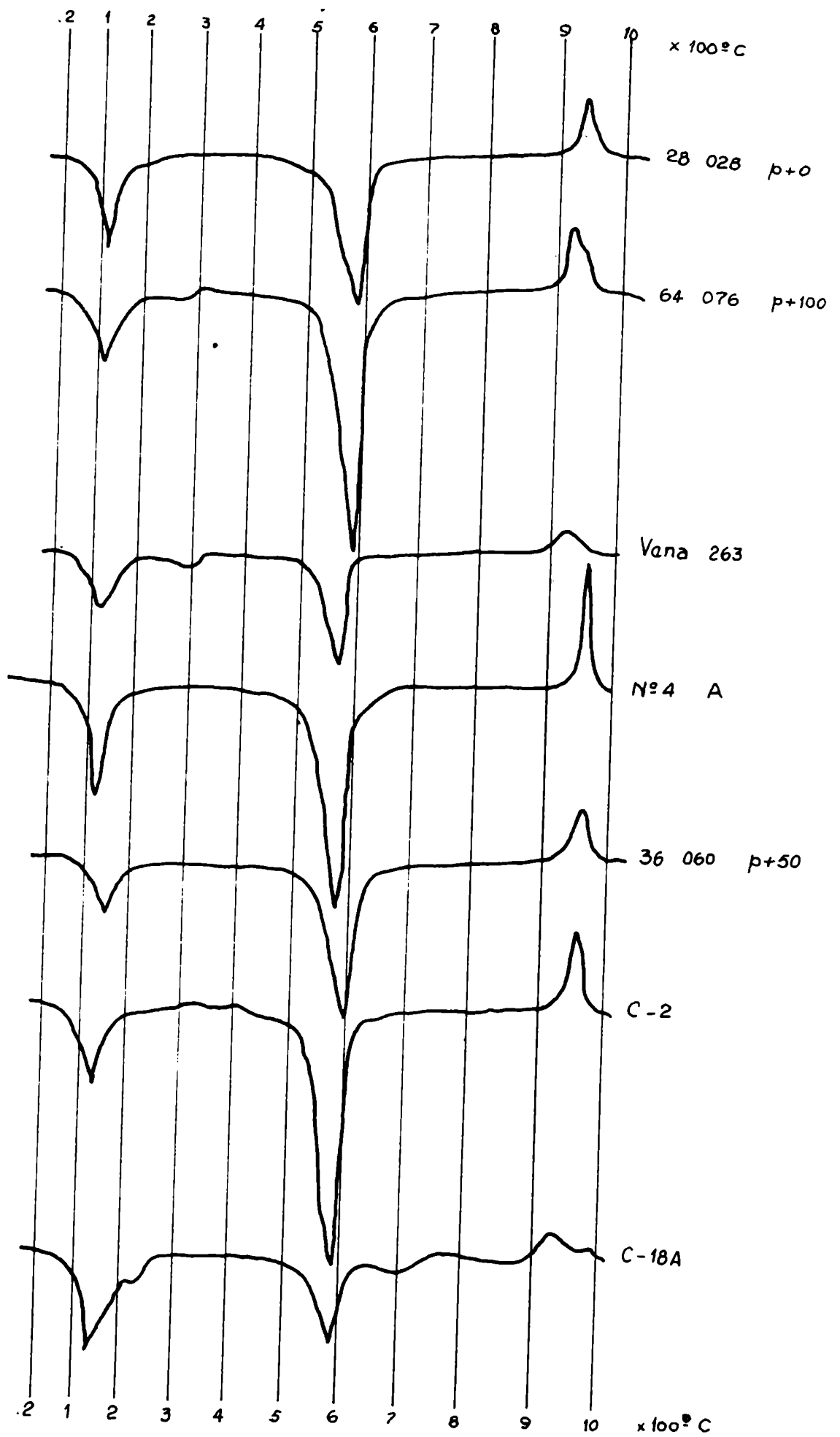
ESCALAS

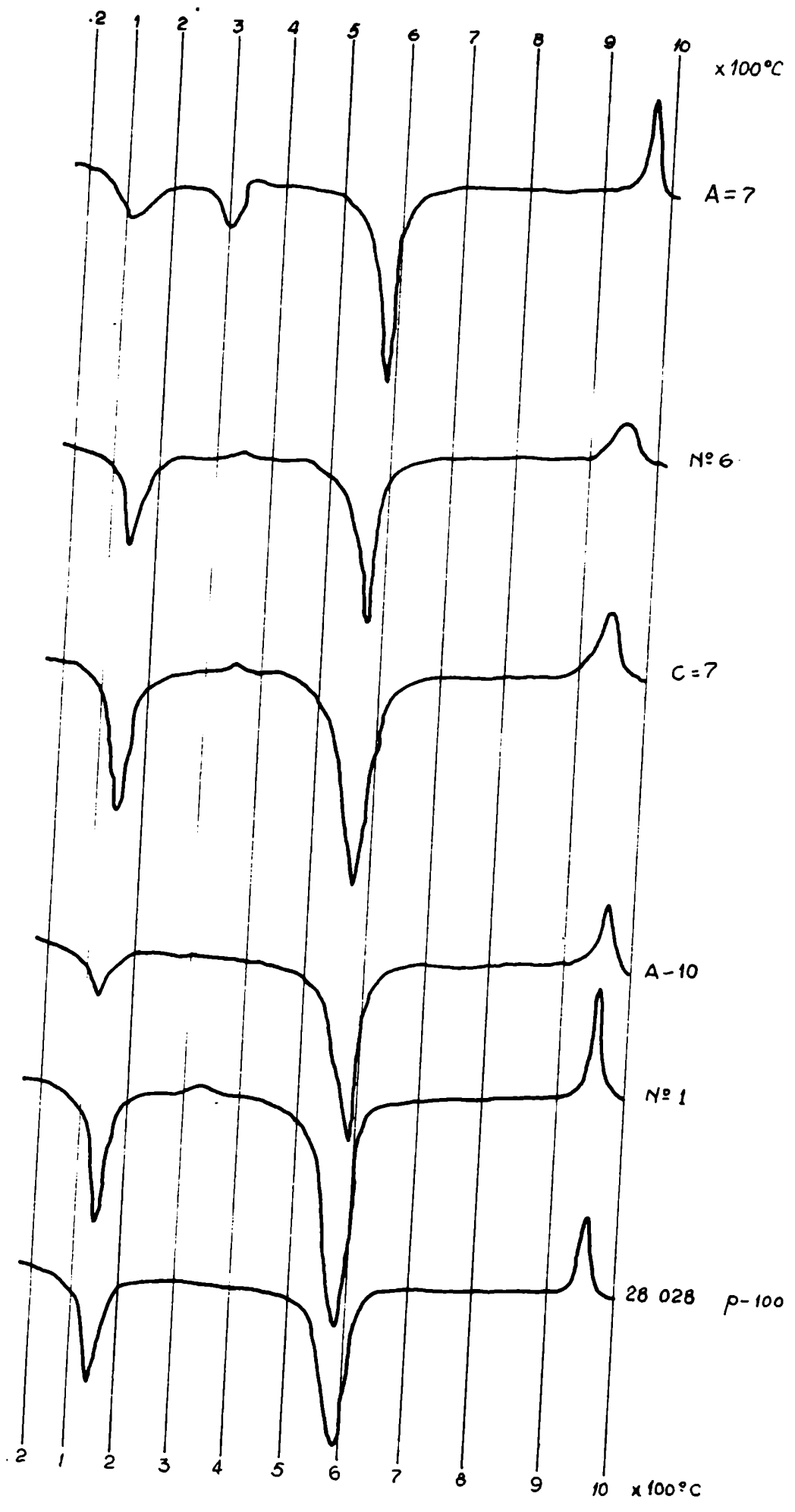
PLANTA : 1:1000
PERFIL : 1:400

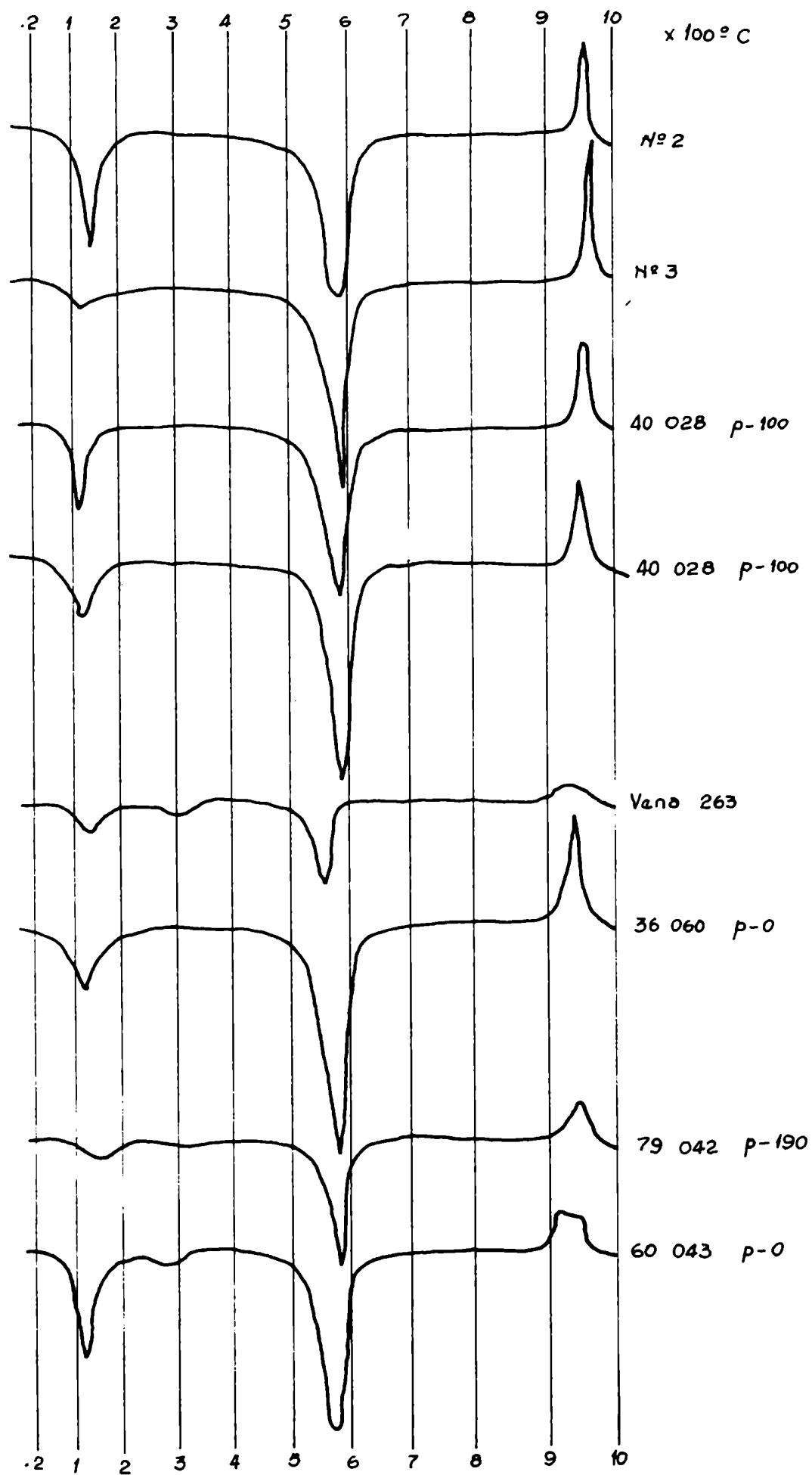
CHRONOLOGICAL TABLE



Multiple Choice Material
Answers







-IV-

RETURN TO PAGE I

Observaciones

En las curvas se observa:

1) Desaparición del pico inicial (001) de la halloysita, por tratamiento térmico, y aumento de intensidad de la reflexión (001) de la escolita.

Muestras: 46-056; 54-032; 92-057; 62-048; 47-083.

2) No es completa la eliminación del agua, quedando vestigios del pico original.

Muestras: 46-056; 62-048

3) El estado de hidratación de la halloysita, aún en el mineral original es variable.

Muestras: 28-028; N° 4; 5-7; 0-2.

4) Aumento de halloysita hacia las partes inferiores del muro.

Muestras: 54-032; 18-035; 62-048; 47-083; 64-076.

5) Aumento de cuarzo en el mismo sentido, anterior.

Muestras: 54-032; 92-057; 62-048; 64-076.

6) La presencia de "fireclay", por la existencia de fondo alto, entre $2\theta = 20^\circ$ a 26° .

Muestras: 46-056; 58-032; 47-083; 64-076; N° 4 y otros.

7) Graptificación de las curvas, por aumento de minerales de hierro en la variedad ferruginosa.

Muestras: 18-035; 92-057; 47-083; N° 4.

Referencias: F: Ferruginosa
B: Blanca
R: Rosada

Tesis de Posgrado

Página no digitalizada

Tipo de material: Lámina

Alto: 40

Ancho: 31

Descripción:

Esta página no pudo ser digitalizada por tener características especiales. La misma puede ser vista en papel concurriendo en persona a la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir.

This page could not be scanned because it did not fit in the scanner. You can see a paper copy in person in the Central Library Dr. Luis Federico Leloir.

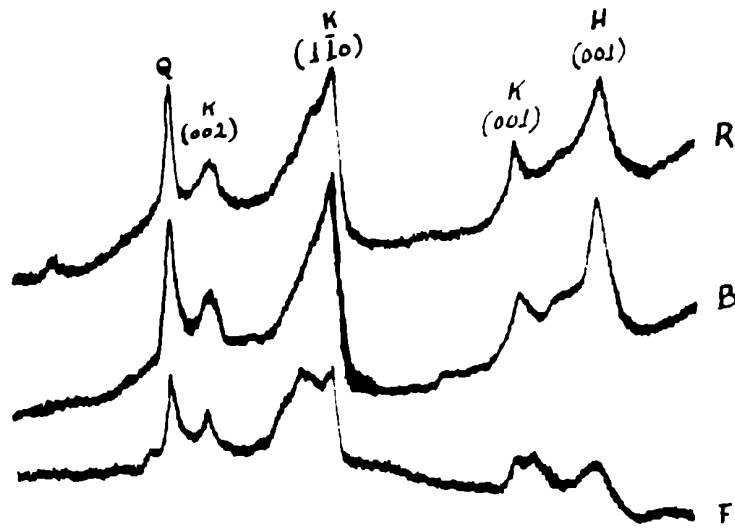
EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

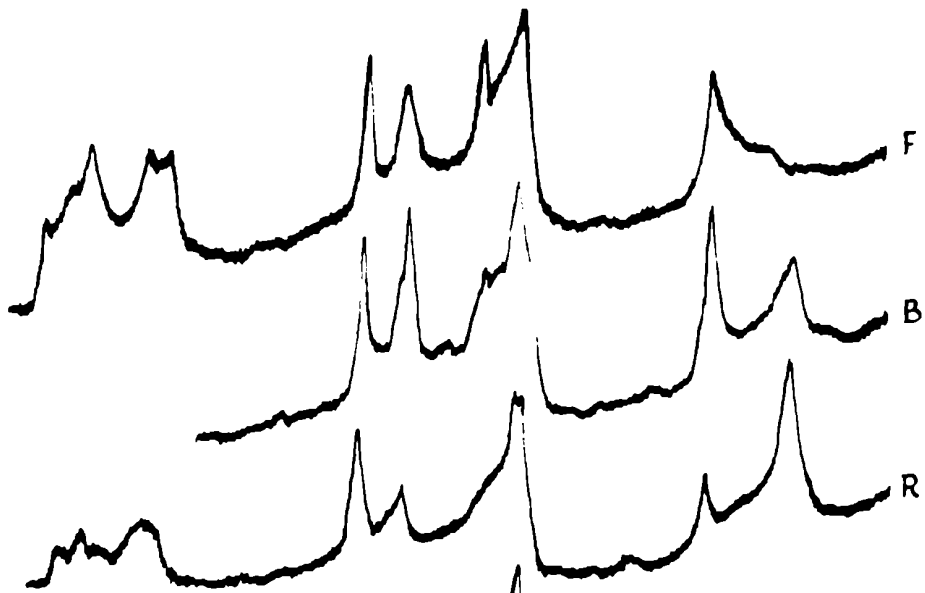


UBA

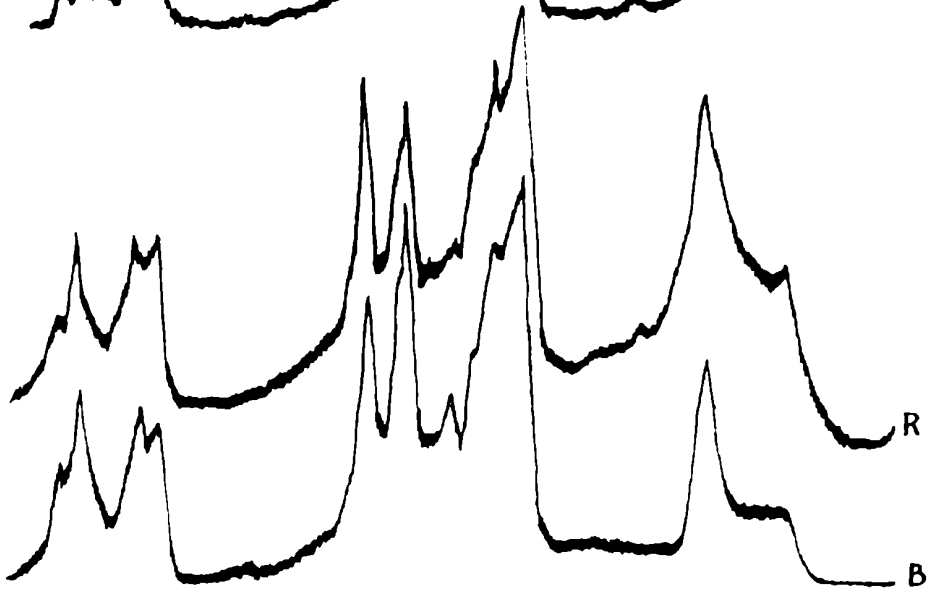
Universidad de Buenos Aires



18.035
0/32

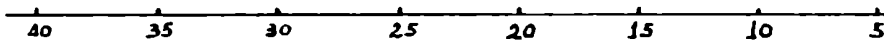


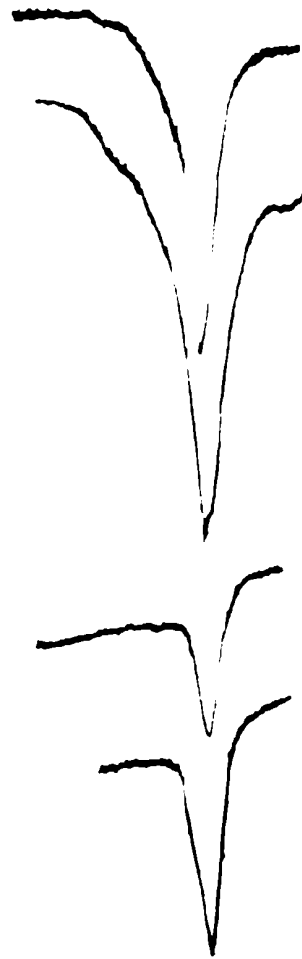
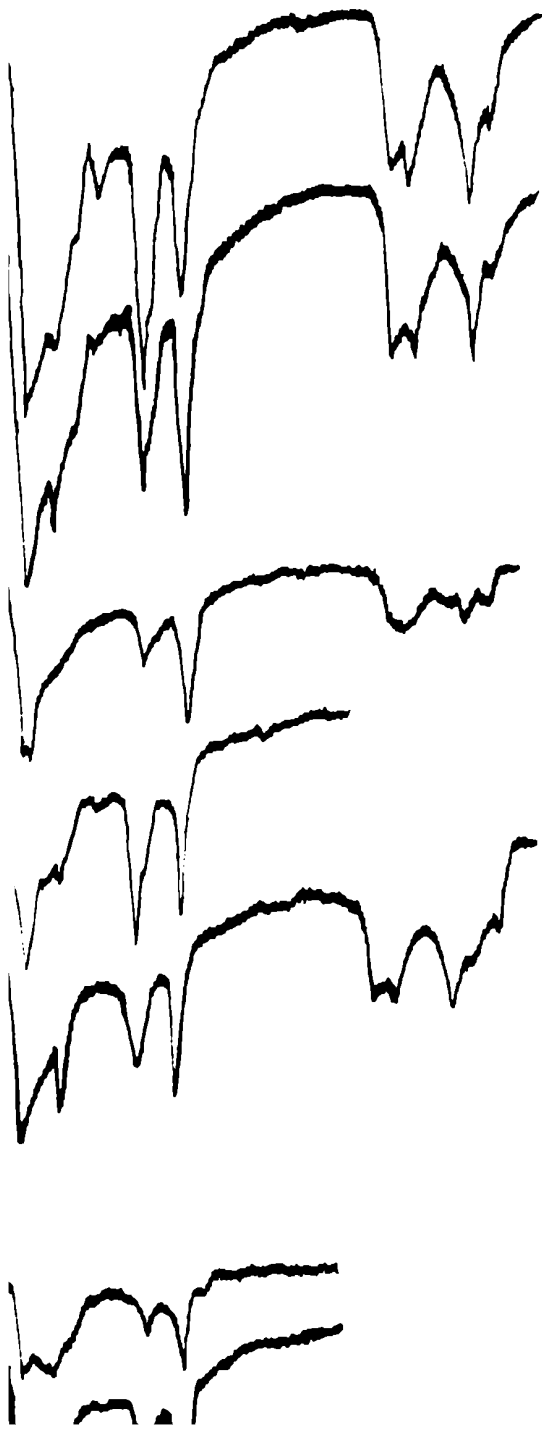
54.032
0/32



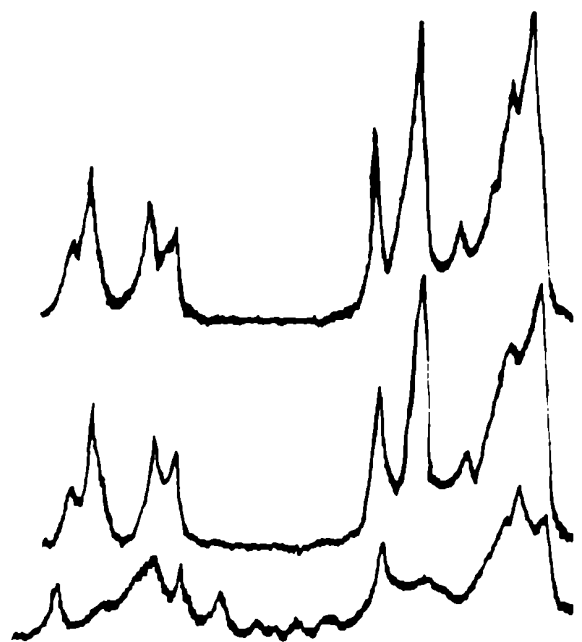
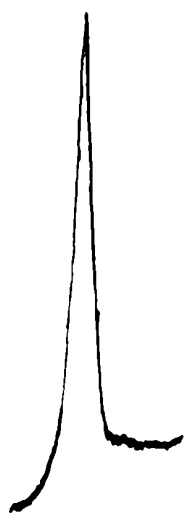
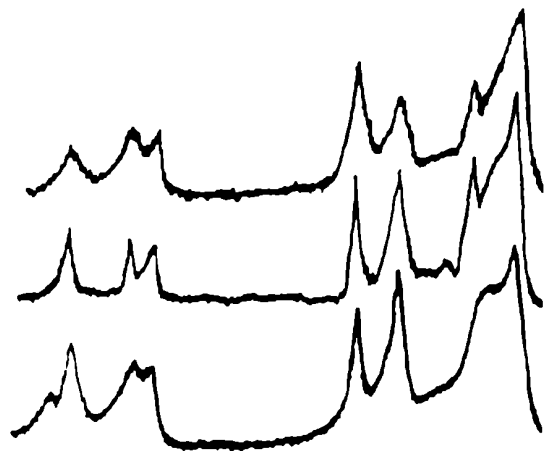
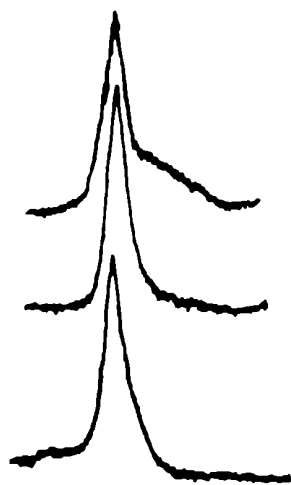
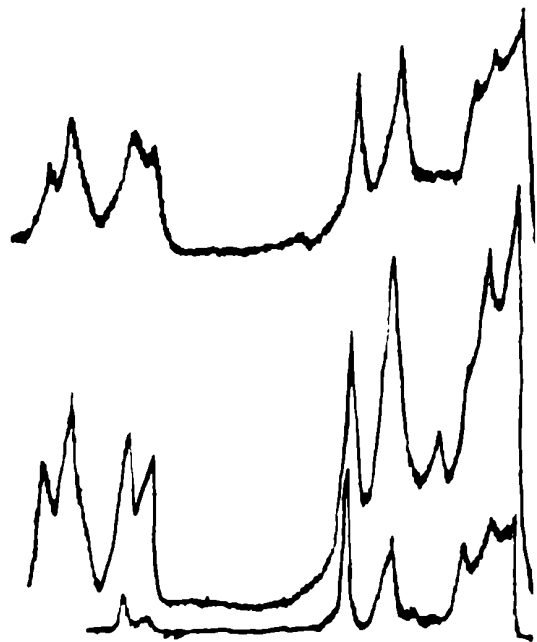
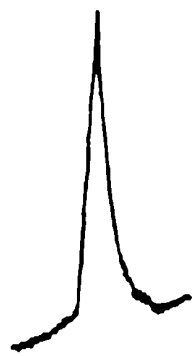
46.056
0/16

20





3.00



15 10

2 θ

40 35 30 25 20

47 - 083

0/16

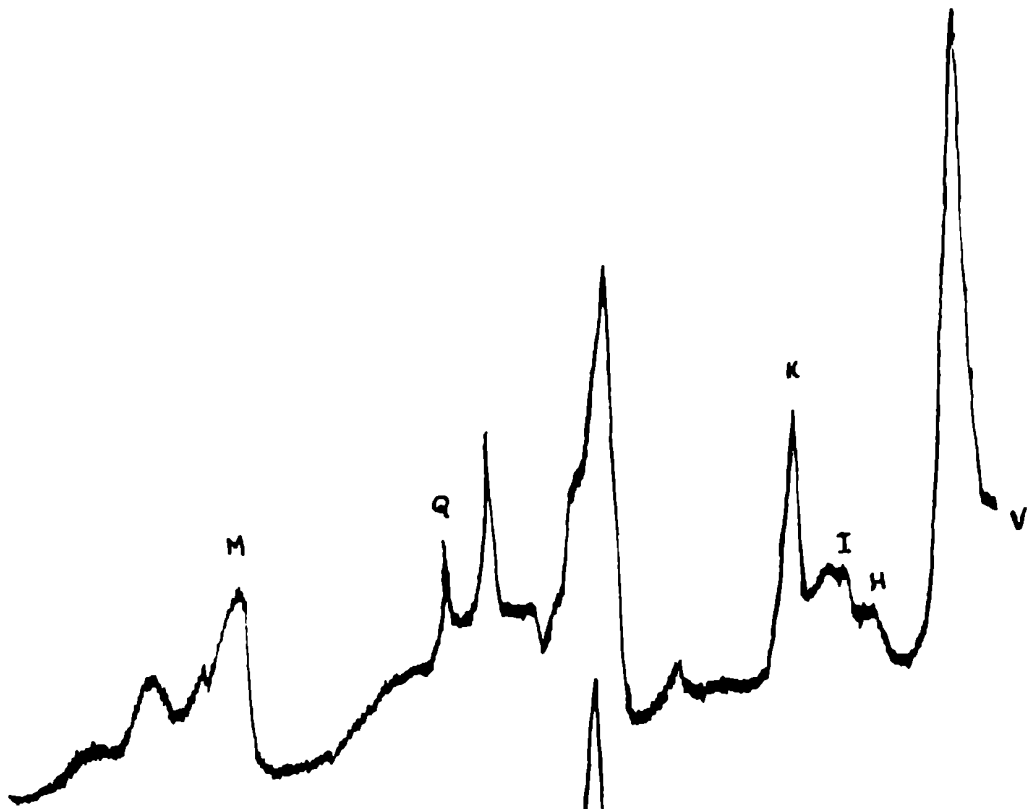
62 - 048

0/32

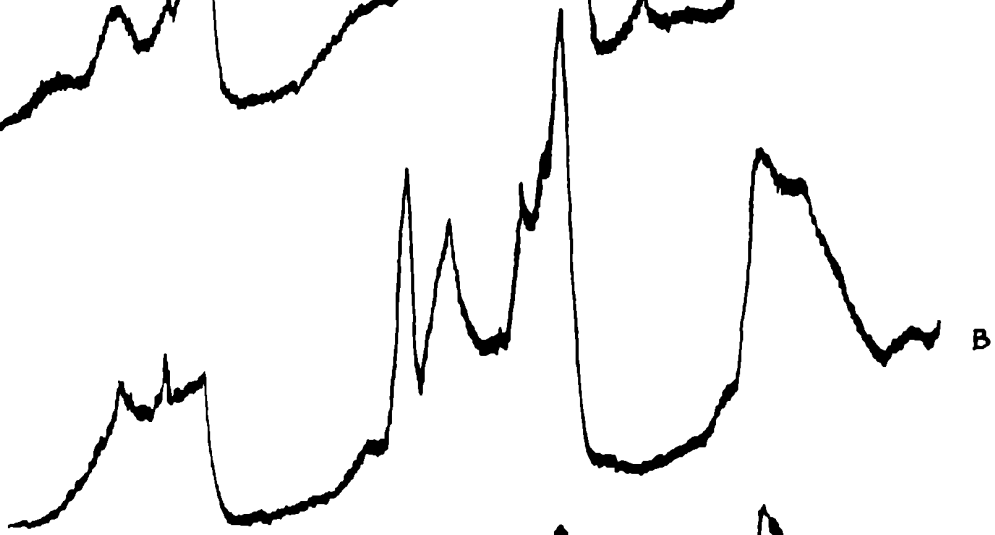
92 - 057

0/16

(001)



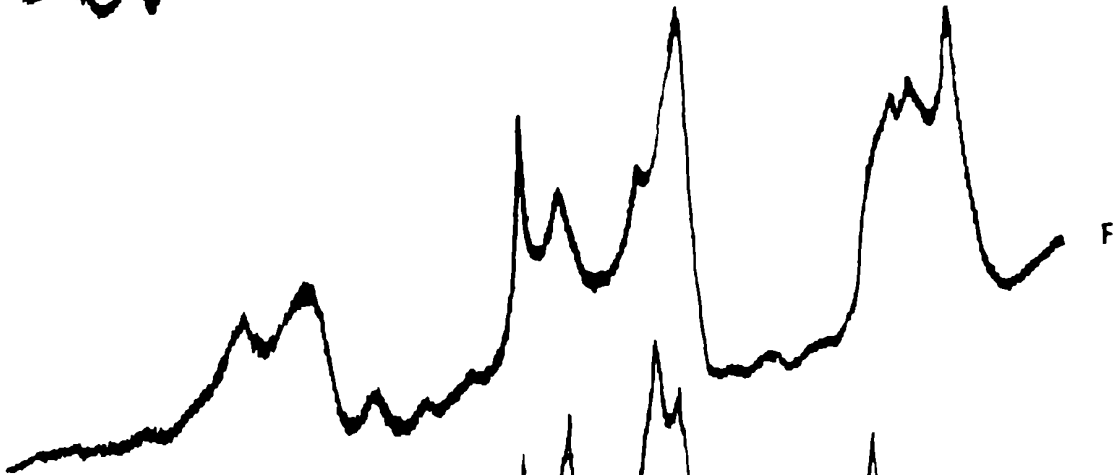
C-18



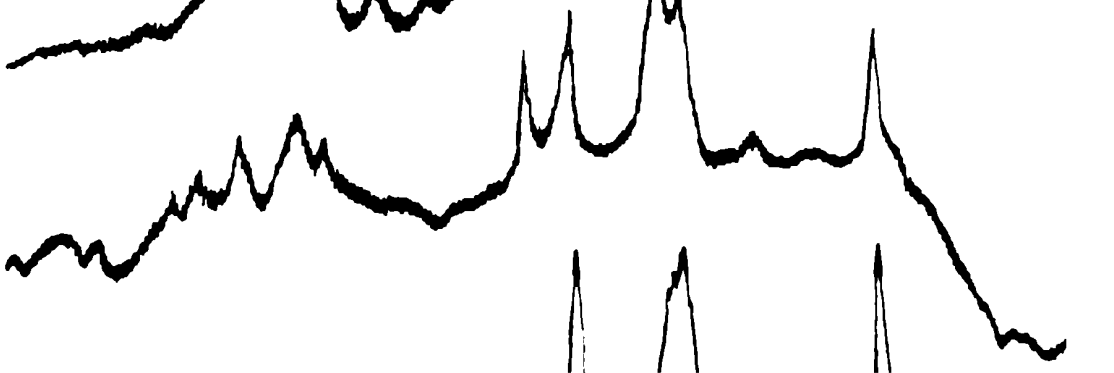
C-2



VENA 263



C-7



F



Nº 4.

