

SITUACION AMBIENTAL DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

A. Recursos y rasgos naturales en la evaluación ambiental

**CONSIDERACIONES GEOLOGICAS Y TECNOLOGICAS DE LOS DEPOSITOS
DE ARCILLAS DE LOS PARTIDOS DE AZUL Y LOBERIA
PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

Schalamuk, I*, Etcheverry, R*; Garrido, R* y Fernández, R**

***Conicet - UNLP; **Conicet; **CICBA - UNLP.**

AÑO II – Nro. 13 – 1992

Coordinación: Dres. Hugo L. López y Eduardo P. Tonni



**provincia de buenos aires
comisión de
investigaciones científicas**

**calle 526 entre 10 y 11-1900 La Plata
teléfonos 43795-217374-49581**

Introducción: este trabajo aporta información acerca de dos importantes distritos mineros, productores de materiales arcillosos que se destinan, principalmente, a la industria cerámica (roja y blanca). Se trata de las áreas de San Manuel (partido de Lobería) y de Chillar (partido de Azul) en ámbito de las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires.

A los efectos de incrementar el conocimiento geológico y tecnológico que se disponía sobre los materiales de ambos centros productores, en razón de que dichos distritos participan en los primeros puestos de la actividad extractiva de arcillas de la provincia, la Comisión de Investigaciones Científicas de Buenos Aires (CICBA) ha apoyado la ejecución de la presente contribución. La misma está orientada a definir las características tecnológicas (propiedades físicas y químicas) de los materiales pelíticos aprovechables, su mineralogía predominante y la descripción de la secuencia geológica, como así mismo indicar la potencialidad del recurso en la región.

En el marco de un trabajo mayor, relacionado con un nuevo relevamiento de los recursos mineros del territorio bonaerense, los autores han realizado dos comunicaciones (SCHALAMUK, I; GARRIDO, L y ETCHEVERRY, R; 1985-a y ETCHEVERRY, R; GARRIDO, L; SCHALAMUK, I y FERNANDEZ, R; 1988) donde se aportan datos acerca de la composición mineralógica, química y las propiedades físicas de los materiales "pelíticos" que son explotados actualmente o de aquellos horizontes que fueron aprovechados intensivamente en el pasado.

Los estudios realizados y proporcionados en las contribuciones citadas, la ejecución de nuevos ensayos y observaciones geológicas efectuadas por nosotros, así como el aporte de otros autores que se ocuparon del marco regional y/o de la investigación de algunos depósitos arcillosos en particular, permiten elaborar esta síntesis sobre las características más sobresalientes de las concentraciones de materiales "pelíticos" de los distritos San Manuel y Chillar (La Verónica - Ea. Santa María) que la industria utiliza preferentemente en la elaboración de productos cerámicos.

Ubicación de los Distritos: en una zona próxima a la localidad de San Manuel (Fig.1) distante unos 85 km al SE de la ciudad de Tandil, se sitúan las canteras de arcillas conocidas como "San Manuel I" o Cantera del Pueblo y "Manolo", las cuales se localizan a unos centenares de metros del centro del pueblo; mientras que los restantes depósitos del área: "Palmar I", "Palmar II", "San José", "Cinco Nietos" y "Misato" se emplazan en torno al cerro Reconquista y distan entre 7 y 20 km de San Manuel. Se trata de extensas labores cuyos cortes registran entre 100 y 400 m de longitud y alturas de 5 a 23 m.

En el área de Chillar los depósitos de arcilla (Ea. Santa María y La Verónica) se ubican en las inmediaciones de la ruta nacional nº3, a 4 y 9 Km al SSE de la población citada previamente. Los principales laboreos mineros se localizan en el yacimiento La Verónica, explotado a regular ritmo por la firma Cerámica San Lorenzo. Son tres canteras de variables dimensiones, con dos labores principales distantes unos 400 m y una reciente apertura a unos 500 m al este de las anteriores.

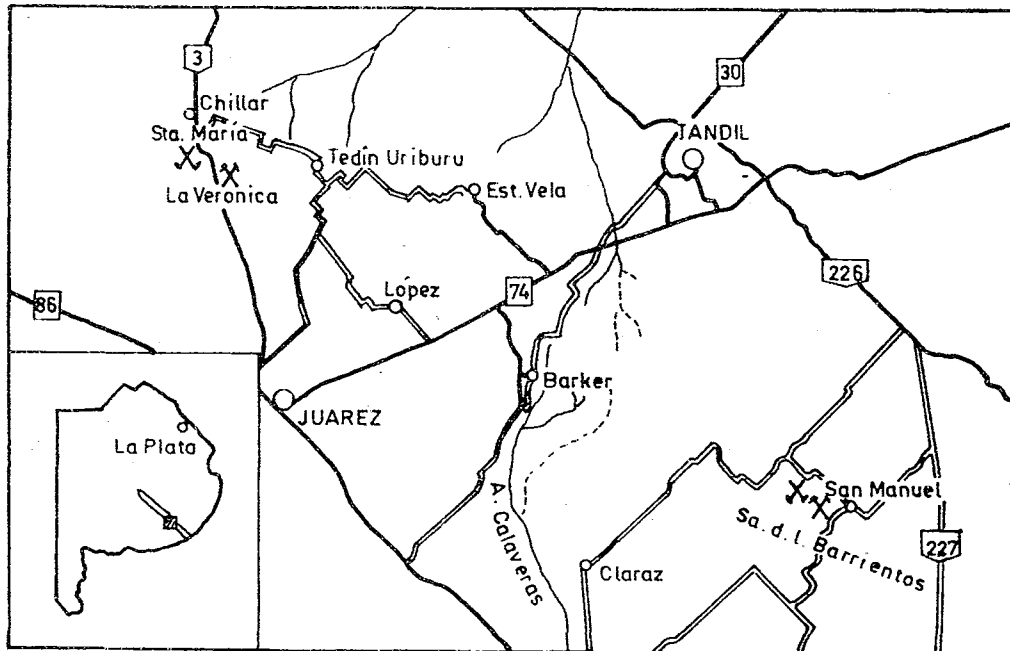


Fig. 1

Geología Regional: los depósitos en consideración participan del Sistema de Tandilia, unidad geológica conformada por un basamento igneo-metamórfico sobre el que se dispone una secuencia sedimentaria de edad precámbrica-paleozoica inferior. Este sistema se extiende desde Blanca Grande hasta Mar del Plata (aproximadamente 350 km) con dirección NO-SE, a modo de arco, con relieve suave en general sólo pronunciado en la porción central del mismo (Tandil-Barker).

Numerosos son los autores que han realizado aportes estratigráficos, geocronológicos, mineralógicos, sedimentológicos, petrológicos y económicos acerca de estas unidades. Entre otros cabe citar a AMOS et al. (1972); ANGELELLI (1973); DI PAOLA y MARCHESE (1974); RAPELA et al. (1974); DALLA SALDA e IÑIGUEZ (1977); TERUGGI y KILMURRAY (1980); BONHOMME y CINGOLANI (1980); CINGOLANI y BONHOMME (1982); LEVERATTO y MARCHESE (1983); ANDREIS y ZALBA (1986); DRISTAS y FRISICALE (1983-1984); IÑIGUEZ et al. (1987); TERUGGI et al. (1988), ZALBA (1988) y ZALBA et al. (1982-1990).

El basamento cristalino esta compuesto por granitoides y migmatitas que DI PAOLA y MARCHESE (op.cit) denominan Complejo Buenos Aires; una faja de rocas miloníticas a las que TERUGGI et al. (op.cit) proponen designar como F.El Cortijo y un conjunto de cuerpos tabulares de distinta composición, que intruyen a las otras variedades litológicas del basamento. Al conjunto de rocas se les asignan edades comprendidas entre los 2000 - 700 m.a. .

De acuerdo a INIGUEZ et al. (1987) las sedimentitas que integran las cuencas precámbrica y paleozoica inferior de las Sierras Septentrionales tienen una distribución bien definida, constituyendo una faja elongada donde se han reconocido cinco secuencias de depositación durante el intervalo Precámbrico superior - Ordovícico, separadas por discontinuidades regionales, que permiten un nuevo ordenamiento estratigráfico para las rocas que afloran en la región. Así se delimitó una sucesión silicoclástica - carbonática para el Precámbrico superior, integrada por las siguientes unidades formacionales: F. Villa Mónica (F. La Juanita), F. Cº Largo, Carliza Loma Negra y F. Cº Negro (F. Las Aguilas - Diamictita Sa. Volcán), la cual se restringe a las áreas de Olavarría-Barker-San Manuel. Y otra silicoclástica, representada por la F. Balcarce (Ordovícico inferior), que se extiende en forma discontinua desde Mar del Plata hasta las proximidades de Blanca Grande.

Geología del Area San Manuel: la región que nos ocupa presenta un relieve suave donde resaltan tres cerros alineados en dirección SE-NO y que constituyen los denominados Cº del Pueblo, Cº del Medio y Cº Reconquista. Los mismos se hallan coronados por gruesos paquetes cuarcíticos.

La geología de la zona esta representada por el basamento cristalino precámbrico, sobre este complejo ígneo metamórfico se registra un espeso cuerpo limo-arcilloso de 5 a 9 metros de potencia, rojo a violáceo; en general compacto, aunque suele presentar estructuras heredadas, tal como bandeamiento y la persistencia de formas que representan pliegues ptigmáticos del basamento original. En la parte cuspidal de ese paquete (1 a 2 m de espesor) se aprecia en las "pelitas" una disposición laminar. La composición mineralógica de la porción inferior del horizonte esta integrada por pirofilita y caolinita e illita subordinada, mientras que el sector superior laminado, que yace inmediatamente debajo del nivel cuarcítico inferior, se presenta caolinita, pirofilita en menor proporción e illita.

Sobre el paquete limo arcilloso rojizo (con abundante óxidos de hierro) descrito precedentemente, se dispone una potente sucesión estratigráfica caracterizada por dos horizontes cuarcíticos principales (inferior y superior), entre los mismos se intercalan estratos pelíticos de 4 a 8 m de espesor, de coloración y tonalidades variables (rojo violáceo, gris verdoso y blanco cremoso). Estos se intercalan con finos niveles areno-cuarcíticos, registran marcada laminación y una composición mineralógica esencialmente illítica, con caolinita subordinada.

REGALIA y HERRERA (1981) describen perfiles del área y se concentran en el estudio de un icnofósil presente en los niveles cuarcíticos superiores. DRISTAS y FRISICALE (1984) analizan las pelitas de la secuencia, en particular el paquete basal, y sobre el mismo sostienen que estas arcillas se han originado por actividad hidrotermal. SCHALAMUK et al. (1985-a) describen siete perfiles de los distintos horizontes pelíticos reconocidos en los frentes de cantera y destacan las características mineralógicas de los mismos, así como su composición química y principales propiedades físicas. REGALIA (1987) en una excelente contribución asigna los niveles pelítico-cuarcíticos a la F. Sierras Bayas.

Geología del Area Chillar: la región configura un paisaje de elevaciones suaves, con superficies planas debidas al con

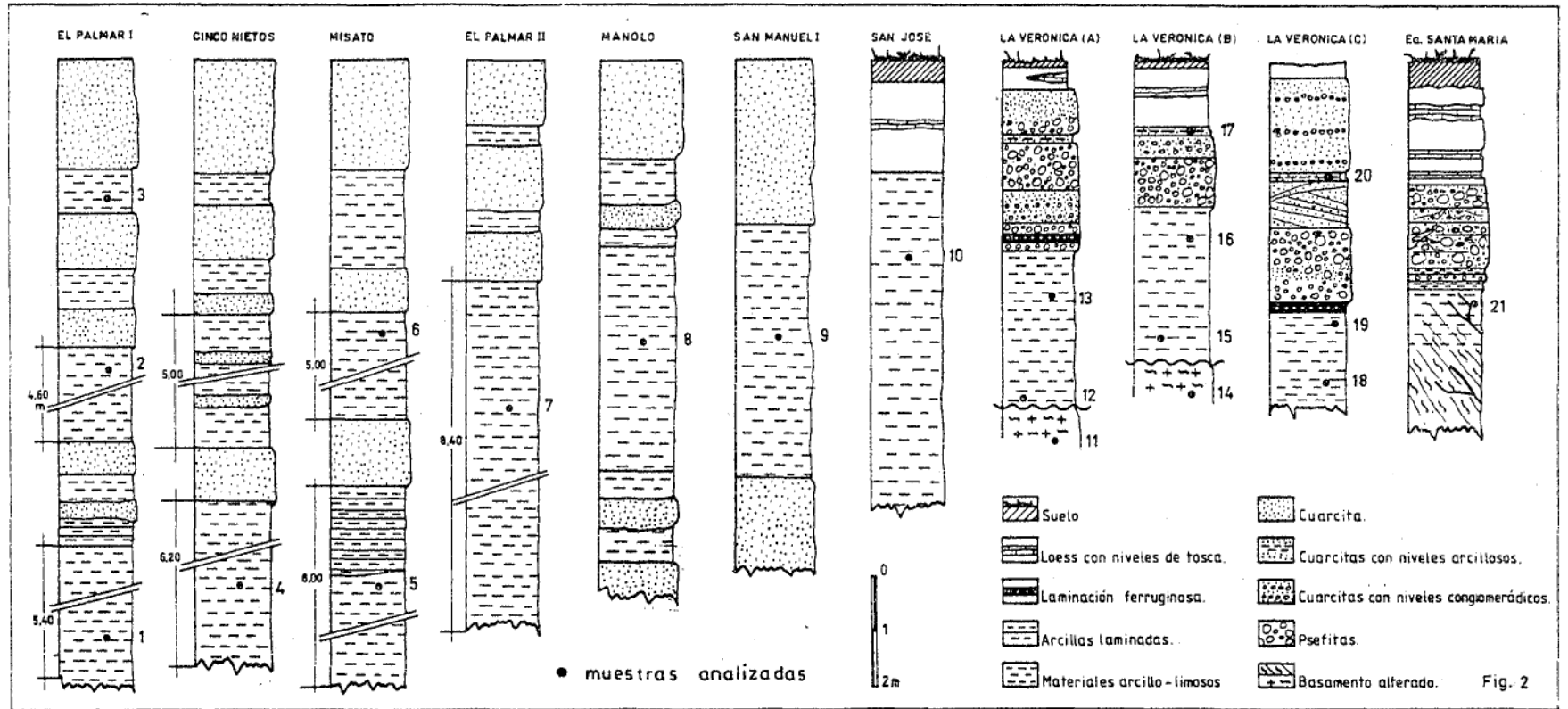


Fig. 2

trol de los paquetes cuarcíticos de posición subhorizontal y al juego de fracturas verticales y horizontales que los afectan.

El área donde se localizan los depósitos arcillosos está representada por un basamento cristalino precámbrico, con cierto grado de alteración, sobre el que yacen sedimentitas cuarcíticas (psefitas y psamitas) con escasas intercalaciones de pelitas.

El basamento ha sido denominado Complejo Buenos Aires por DI PAOLA y MARCHESE (1974), asignándole una edad comprendida entre 2200 a 1700 M.a.. Se trata de un complejo ígneo-metamórfico donde se aprecia, para el área, una estructura gnéissica y en algunos casos, se observan al microscopio texturas que podrían corresponder a rocas originalmente volcánicas.

La secuencia sedimentaria está constituida por psefitas de tono gris a gris rosado, constituida en buena parte por individuos subangulosos de calcedonia; niveles cuarcíticos, gris a gris blanquecino, de estructura normal y entrecruzada, con intercalaciones de niveles conglomerádicos y pelíticos. CINGOLANI y BONHO-MME (1982) atribuyen a este conjunto, que se dispone discordantemente sobre el basamento cristalino, a la F. Balcarce de edad cambro-ordovícica.

Para el sector ubicado entre Chillar y ruta 74, ANDREIS Y ZALBA (1986) describen la alteración del complejo ígneo-metamórfico, que según los citados autores se transformó en un "saproilito". ETCHEVERRY et al. (1988) efectúan un estudio mineralógico y químico de los materiales arcillosos que se explotan en la cantera "La Verónica" concluyendo que dichas arcillas son producto de la alteración meteórica del basamento.

En la Fig.2 se presentan los perfiles geológicos relevados en ambos sectores de la región en consideración.

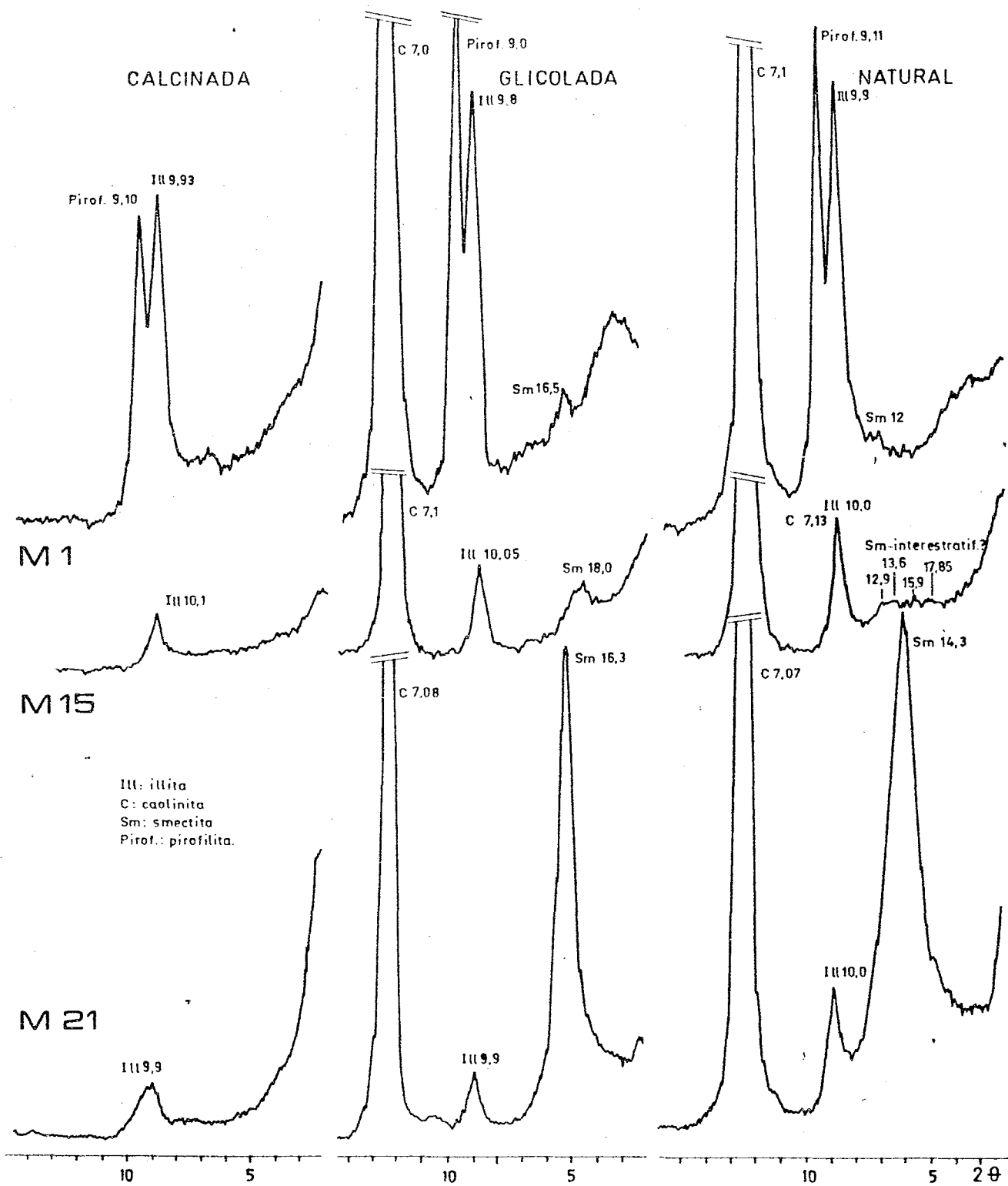
Técnicas Empleadas en el Estudio: las muestras ensayadas, provenientes de los distintos horizontes arcillosos, se sometieron a diferentes procesos. La distribución granulométrica fue determinada por tamizado en húmedo y con el Sedigraph 5000 D, las muestras fueron previamente desintegradas con pilón de goma y dispersadas con calgón 0,1% con agitador de paletas y ultrasonido.

La identificación de los minerales que integran las "pelitas" se efectuó mediante difracción de rayos X, sobre muestra total y orientada. La cristalinidad relativa de la illita fue calculada siguiendo el procedimiento sugerido por IÑIGUEZ (1986) mientras que para la caolinita se aplicaron los métodos de LIETARD (1977) para reconocer la existencia de defectos estructurales en esta especie. En ambas investigaciones se utiliza difracción de rayos X.

Se efectuaron análisis químicos por elementos mayoritarios y trazas mediante fluorescencia de rayos X y activación neutrónica.

El Índice de Plasticidad fue calculado por el método de Atterberg según las normas IRAM 10.501 y 10.502. La refractariedad de los materiales permite efectuar una clasificación preliminar de las arcillas en refractarias y no refractarias, la misma fue medida a través del cono pirométrico equivalente (CPE) de acuerdo al método que se detalla en la norma IRAM 12.507.

Para realizar la caracterización tecnológica de las arcillas de los niveles seleccionados se moldearon probetas cilíndricas de 25 mm de diámetro y 25 mm de altura, con el material molido



M1: Cantera "El Palmar", San Manuel. M15: Cantera "La Verónica", Chillar. M21: Estancia Santa María, Chillar.

Fig. 3

hasta pasar malla 40, en semi-seco y compactadas a una presión de 200 Kf/cm². Posteriormente las probetas se secaron a estufa a 100-105°C durante 24 horas y luego se calcinaron en atmosfera oxidante a temperaturas comprendidas entre 950-1300 ° C. A las piezas resultantes se les determinó la variación lineal permanente por calentamiento, absorción de agua, porosidad aparente, peso específico aparente y resistencia a la rotura por compresión en frío.

Discusión de los Resultados:

1) Distrito San Manuel:

- Granulometría: la distribución de tamaños para las muestras provenientes del área de San Manuel presentan un porcentaje de partículas menores de 10 u de alrededor del 60%, mientras que la fracción menor de 2 u (relacionada con las propiedades tecnológicas) varía entre 12-27%. Para el horizonte basal se determinó la siguiente granulometría en por ciento: arena 35, limo 45 y arcilla 20, mientras que para los niveles pelíticos superiores: arena 25, limo 50 y arcilla 25.

- Mineralogía: fue determinada por difracción de rayos X, estableciéndose para el horizonte basal la siguiente composición: pirofilita, caolinita e illita en orden decreciente, e impurezas de feldespatos y hematita. Mientras que los bancos superiores, de arcillas claras y varicolores, están integrados fundamentalmente por illita y cuarzo, con escasa participación de caolinita, smectita o interestratificado regular illita-montmorillonita y feldespatos.

La fracción menor de 2 u fue investigada a través de muestras orientadas, determinándose que las arcillas claras presentan contenidos mineralógicos superiores al 80% de illita, 5-10% de caolinita y <5-15% de smectitas. En cambio las pelitas inferiores observan valores entre 45-55% de caolinita, 35-40% de pirofilita y 5-20% de illita. (Fig.3).

En cuanto a la cristalinidad de los minerales presentes en el área se pudo establecer que la caolinita observa una estructura poco ordenada, tal como puede interpretarse del estudio roentgenográfico. La ausencia de picos entre 20-22°, 2 θ (Índice de Hinckley) y la presencia de picos anchos y poco definidos entre los 34-40°, 2 θ (tripleto-diplete) para esta especie mineral estarían indicando ese escaso ordenamiento cristalino (Figs.4 y 5). Con la finalidad de cuantificar la presencia de defectos estructurales según el plano ab de la caolinita se las trató con hidrato de hidracina, con el cual esta arcilla forma un complejo con reflexión característica a 10,4 Å, en los difractogramas resultantes no se reconoce expansión del pico 10 Å, lo cual confirma lo señalado precedentemente pues la hidracina no penetra en la estructura del mineral.

En lo que respecta a la illita constituye reflexiones mas o menos anchas en 10 Å para el nivel inferior y otras agudas para las pelitas superiores. De acuerdo a IÑIGUEZ (1986) el índice "Y", que mide la cristalinidad de la illita es un valor relativo, registrando en nuestro caso valores próximos a cero para los niveles intercalados entre las cuarcitas y mayores para la illita presente en el horizonte basal.

La pirofilita (sólo identificada por nosotros en el horizonte basal) fue exhaustivamente investigada por DRISTAS y FRISI

CALE (1984) donde indican que se trata de una variedad intermedia entre la forma triclinica 100% y la forma 80% monoclinia - 20% triclinica. ZALBA (1988) presenta fotografías de microscopía electrónica de esta especie mineral con textura muy compacta.
 - Quimismo: diez muestras fueron analizadas mediante fluorescencia de rayos X (Cuadro 1).

CUADRO 1

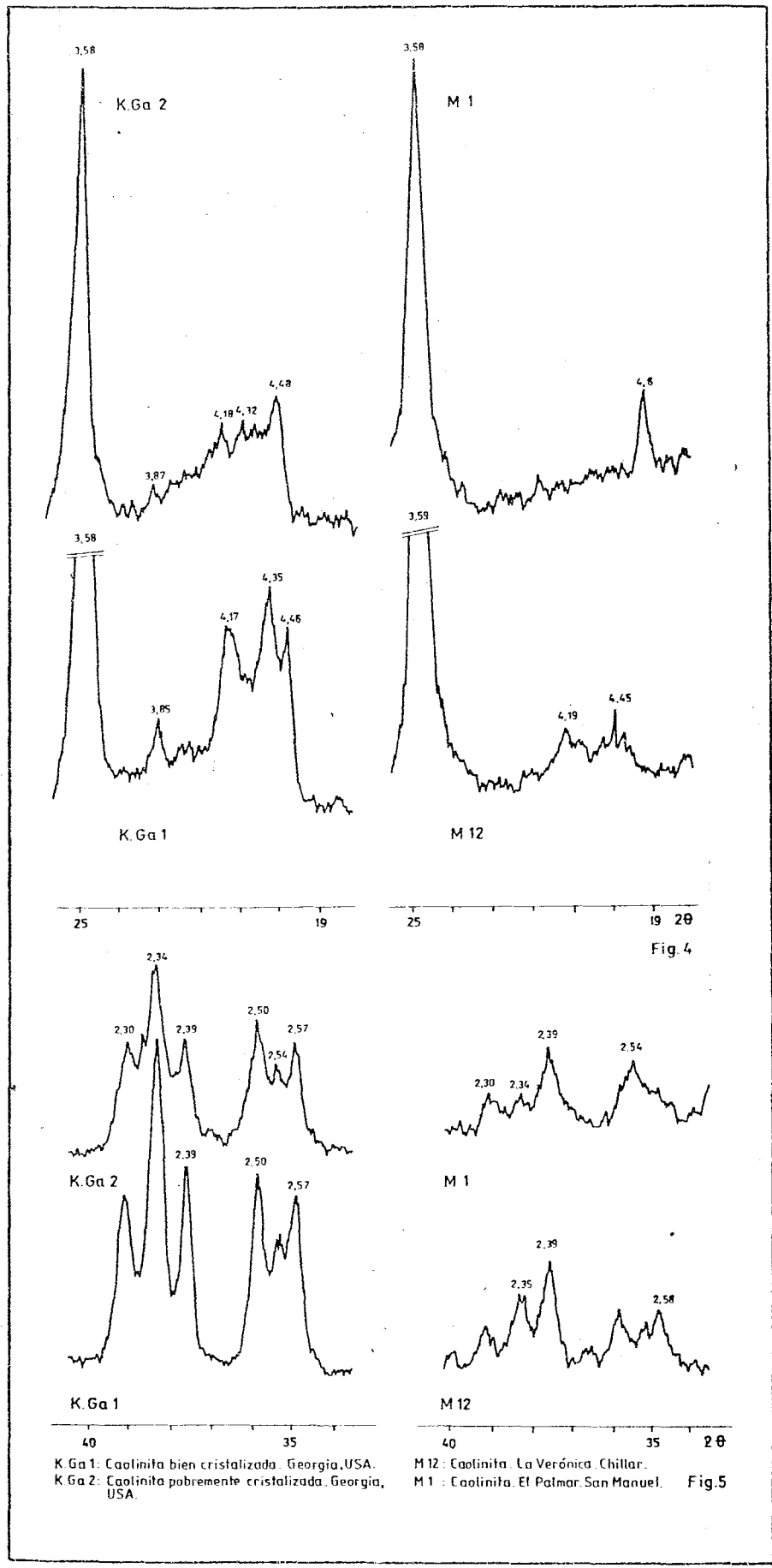
%	N. INFERIOR			N. INTERMEDIO - SUPERIOR						
	M1	M4	M5	M2	M6	M8	M3	M7	M9	M10
SiO ₂	46,80	41,26	44,56	81,30	73,10	71,40	65,03	63,20	62,60	63,30
Al ₂ O ₃	27,50	24,10	26,04	10,20	17,05	16,60	17,04	19,10	21,10	19,30
Fe ₂ O ₃	15,48	25,10	18,40	1,86	0,69	2,25	7,26	4,03	3,14	7,48
TiO ₂	0,75	0,82	0,71	0,35	0,42	0,72	0,20	1,02	1,13	0,60
CaO	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
MgO	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,21	1,25	2,04	0,75	0,40
MnO	0,02	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,07
Na ₂ O	0,96	0,32	1,50	0,20	0,20	<0,05	0,05	<0,05	0,10	0,30
K ₂ O	1,61	1,50	2,41	3,60	5,36	5,70	5,82	7,12	7,05	5,30
P ₂ O ₅	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Mat.vol. a 100°C	6,78	7,20	6,33	2,44	3,10	3,10	3,63	3,13	3,76	3,16

Los materiales arcillosos rojo violáceos del horizonte basal (Fig.2) revelan los siguientes valores límites en porcentaje: SiO₂ 46,80-41,26; Al₂O₃ 27,50-24,10; Fe₂O₃ 25,10-15,48; TiO₂ 0,82-0,71; CaO <0,50; MgO 0,10; Na₂O 1,15-0,32; K₂O 2,41-1,50. La suma de los óxidos de sodio y potasio varía entre 3,71 y 1,81; la razón K₂O/Na₂O es 1,98 y la relación Al₂O₃/SiO₂ es de 0,58.

Las pelitas varicolores (claras) de los niveles intermedios y superiores (Fig.2) observan los siguientes valores extremos en porcentaje: SiO₂ 81,30-62,60; Al₂O₃ 21,10-10,20; Fe₂O₃ 7,48-0,69; TiO₂ 1,13-0,20; CaO <0,50; MgO 2,04-0,10; Na₂O <0,05-0,30; K₂O 7,12-3,60. La suma de los óxidos de sodio y potasio oscilan entre 5,70 y 3,80, la razón del conjunto Na₂O/K₂O es del orden de 49 y la relación Al₂O₃/SiO₂ es igual a 0,26.

Como se desprende de lo expresado anteriormente el quimismo de las muestras del horizonte inferior (basal) y las arcilitas de la secuencia superior muestran marcadas diferencias. Observándose que los contenidos en óxidos de hierro, sodio y la relación alumina/sílice decrecen desde la base hacia el techo de la columna, mientras que los tenores de óxidos de potasio y magnesio se incrementan en las arcilitas superiores.

Los materiales arcillosos fueron analizados por elementos traza mediante activación neutrónica (SCHALAMUK et al., 1985-b) obteniéndose los siguientes valores límites en ppm: "pelitas" ba- sales Sc 27,4±0,8-74±2, Co 3±2-12±2, La 10±2-30±3, Sm 8±0,3-5±0,5,



Eu 1,3+0,2-2,4+0,2, Yb nd<3-13+7; Lu nd<0,3-1,1+0,4, Hf 2+1-15+2, Th nd<5-9+2; arcillitas superiores Sc 12,5+0,5-16,6+0,7, Co 6+2-10+2, La 49+4-76+6, Sm 9,3+0,3-12,1+0,4, Eu 2+0,2-2,8+0,3, Yb 3+2-5+3, Lu 0,3+0,1-0,5+0,2, Hf 8+1-12+1, Th 10,7+1,1-15+1. De los resultados obtenidos se desprende que el horizonte basal es más rico en Sc y Yb mientras que los niveles de pelitas superiores lo son en La, Sm y Th. Asimismo se observa una mayor dispersión en los contenidos de elementos determinados en las muestras del horizonte basal respecto a las arcillas de los niveles superiores. La menor dispersión en estas últimas podría deberse a que son producto de depositación en una cuenca, en donde los contenidos tienden hacerse homogéneos como resultado de una mezcla de diversos aportes que ingresaron a la misma. En cambio el horizonte inferior registra una composición similar a la de la roca basal.

- Ensayos tecnológicos: los diferentes materiales que fueron estudiados se los ha sometido a ensayos específicos a fin de establecer sus características cerámicas, los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 2.

La presencia de pirofilita en las arcillas del horizonte basal le confiere un aumento en el poder refractario, a pesar del porcentaje de hierro (15-25%) que poseen. Se trata de materiales de regular plasticidad. Conforme a las características cerámicas determinadas, luego de secado a 110°C y posterior calcinado a 1050°C, resultan aptas para la fabricación de cerámica roja o estructural.

Las pelitas claras de los niveles intermedios y superiores se caracterizan por su alto contenido en cuarzo y predominio de illita entre los minerales de las arcillas (aunque suele contener hasta 10% de caolinita), así como por la baja absorción de agua y mantener colores claros después de la calcinación, condiciones todas estas que las hacen adecuadas para la fabricación de cerámica blanca y loza. SCHALAMUK et al. (1985-a) determinan otros usos para este grupo de arcillas, como material de carga aquellas de fácil dispersión y como fundente las de alto contenido en alcalis. Mientras que la muestra 10 (cantera "San José") que acusa un contenido en hierro relativamente alto (7,48%), de ahí su coloración rojiza, puede emplearse en la elaboración de ladrillos cerámicos comunes (norma IRAM 12518).

2) Distrito Chillar:

- Granulometría: para el sector del yacimiento La Verónica (Fig.2) los materiales provenientes del banco en explotación (nivel inferior) se caracterizan por una distribución granulométrica uniforme, determinándose las siguientes proporciones en por ciento: arena 45-65, limo 5-10 y arcilla 30-45. Mientras que las pelitas superiores guardan la siguiente relación: arena 20%, limo 10% y arcilla 70%. La granulometría del nivel explorado en la Ea. Santa María es arena 65-70%, limo <5% y arcilla 25-35%.

- Mineralogía: las muestras de la región fueron investigadas mediante técnicas de difracción de rayos X y microscopía electrónica.

En La Verónica el banco "pelítico" en explotación está compuesto esencialmente por caolinita, cuarzo e illita. Para la fracción menor de 2 μ se estableció la siguiente composición: caolinita 65-85%, illita 10-25% y smectitas 5-10% (Fig.3). En lo que respecta a las pelitas superiores registran caolinita, smectitas o interestratificados, illita y cuarzo. En la fracción <2 μ se

CUADRO 2

	N. INFERIOR			N. INTERMEDIO - SUPERIOR			
	M 1	M 4	M 5	M 2	M 6	M 3	M 7
CPE	20(1580°C)	17(1510°C)	23(1605°C)	19(1530°C)	23(1590°C)	14(1405°C)	15(1425°C)
% part = 2 μ	11	16	21	16	27	20	19
L. Liq.	27	28	29	23	32	29	28
L. Plast.	20	22	20	19	22	24	26
Ind. Plast.	7	6	9	4	10	5	2

N. INFERIOR

Masa cerámica	Temp. °C	Contracción lineal %			Módulo de rotura kgf/cm ²			Absorción de agua %			Porosidad aparente %			Densidad aparente gr/cm ³			
		1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	
MOLDEO A MANO	110	3,0	4,5	3,6	4,8	5,4											
	950	3,5	5	4,1	9,6	10,2	10,8										
	1050	3,5	5,1	4,2	19,0	23	38	21,2	22,5	21,9	40,2	40,6	38,5	—	1,8	1,8	
	1150	5,3	9	5,8	146	72	203	16,5	19,7	14,9	31,8	37,4	25,4	1,9	1,9	2,0	
	1250	7,8	8,7	9,8	304	247	341	10,3	12,7	6,1	21,8	27,4	14,7	2,1	2,2	2,3	
MOLDEO POR PRENSADO	110	0,0	0,0	0,0	47	34	51										
	950	0,0	0,5	0,5	153	107	107										
	1050	0,0	0,5	0,7	117	165	112	10,5	13,8	12,0	23,0	29,0	25,4	2,2	2,1	2,1	
	1150	1,5	2,5	4	743	418	1043	8,3	11,9	6,8	18,9	24,5	16,2	2,3	2,2	2,3	
	1250	4,4	4,4	5,9	325	498	761	4,3	7,6	2,9	10,6	18,2	7,4	2,5	2,4	2,9	

NIVEL INTERMEDIO - SUPERIOR

Masa Cerámica	Temp. °C	Contracción lineal %				Módulo de rotura kgf/cm ²				Absorción de agua %				Porosidad aparente %				Densidad aparente gr/cm ³				
		2	6	3	7	2	6	3	7	2	6	3	7	2	6	3	7	2	6	3	7	
MOLDEO A MANO	110	3,5	2,2	2,8	2,3	2,4		1,8	3,0													
	950	3,5	3,2	3,6	2,9	10,2	7,2	13,6	12													
	1050	3,5	3,9	4,3	4,1	26	11	90	115	17,1	32,5	20	20,9	31,5	46,1	34,6	35,6	1,8	1,4	1,7	1,7	
	1150	6	7,5	9,6	7,5	99,6	203	350	303	14	13,3	6,1	8,1	27	24,8	13,9	17,3	1,9	1,9	2,3	2,1	
	1250	7,7	12,8	12,3	11,3	159	198	470	280	7	1	0,3	0,3	15,8	2,5	0,6	0,4	2,2	2,4	2,2	2	
MOLDEO POR PRENSADO	110	0	0	0	0	37	17	22	30													
	950	0,5	1	0,5	1	124	52	180	97													
	1050	0,5	1	0,9	1,5	191	65	333	276	10,7	16,2	12,8	14,4	22,4	29,7	25,5	27,5	2,2	1,8	2	1,9	
	1150	1,9	4,4	7,8	9,8	729	548	857	1220	8,3	10,2	1,9	0,1	18,1	21	4,8	0,4	2,2	2,1	2,4	2,5	
	1250	3,4	7,9	7,4	9,5	521	616	993	455	5,7	0,9	0,0	0,0	13	2,4	0,0	0,1	2,3	2,4	2,5	2,5	

determinaron los porcentajes extremos que a continuación se transcriben: caolinita 40-70, smectita/interestratíf. reg. illita-montmorillonita 15-35 e illita 15-25.

En el sector (Ea. Santa María) se identificó caolinita, illita, cuarzo e impurezas de smectita/interestratificado regular illita-smectita. La fracción fina acusó los siguientes guarismos en por ciento: caolinita 65, illita 10-20 y sm/interest. 15-25.

ETCHEVERRY et al. (1988) determinan el ordenamiento estructural de la caolinita, presente en la base de los perfiles de La Verónica, mediante la utilización de técnicas de difracción de rayos X (Figs. 4 y 5). Esta investigación fue realizada a través del eje c de esta especie (reflexión 002), en el plano ab del mineral tratado con hidrato de hidracina y según la forma y definición de los picos entre 34-40° 2θ, resultando una caolinita mediana a pobremente ordenada. Al estudiarse al microscopio electrónico se reconocieron escamas irregulares y superpuestas de caolinita, integradas en general por individuos anedrales y subeuhedrales y muy escasas láminas pseudohexagonales. El valor "Y" de la illita osciló entre 0,04 y 0,5, siendo los resultados menores los que provienen de reflexiones agudas en 10 Å para las pelitas superiores.

En Ea. Santa María los estudios específicos que se practicaron a las arcillas (Índice de Hinckley, tratamiento con hidracina, etc.) indicaron que se trata de una caolinita desordenada y la illita presenta índices de cristalinidad entre 0,06-0,12.

- Quimismo: muestras de los distintos niveles reconocidos en las canteras del área fueron analizados por elementos mayoritarios mediante fluorescencia de rayos X (Cuadro 3).

CUADRO 3

	BASAMENTO ALTERADO		BANCO PELITICO EN EXPLOTACION						PELITAS SUPER.	
			INFERIORES.			SUPERIORES				
	11	14	12	15	18	13	16	19	17	20
SiO ₂	64,61	64,06	65,87	60,01	68,40	67,80	64,47	68,91	52,91	52,31
Al ₂ O ₃	18,57	20,50	20,52	24,54	19,40	20,07	22,17	18,52	24,51	27,17
Fe ₂ O ₃	3,08	2,35	0,86	0,80	0,62	0,80	0,60	0,56	0,82	0,92
K ₂ O	1,54	2,24	1,65	1,15	0,54	1,22	1,10	1,28	2,51	2,20
Na ₂ O	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,32	<0,1	<0,1
MgO	0,96	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,54	<0,1
CaO	0,61	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,80	<0,5
TiO	0,81	0,72	0,71	0,80	0,80	0,32	0,75	0,76	2,20	1,72
M.V.	8,64	9,25	9,35	12,09	9,35	8,63	10,06	8,90	13,89	14,86

MINERALOGIA Frac. = 2μ Muestra total	C=Qz C=Qz Qz=I Qz=I		C=Qz C=Qz C=Qz Qz=I Qz=I Qz=I			C=Qz C=Qz C=Qz Qz=I Qz=I Qz=I			C=Sm C=Sm Sm=I Sm=I I=Qz I=Qz	
			66 C	82 C	75 C	74 C	87 C	65 C	40 C	69 C
			22 I	14 I	15 I	17 I	13 I	28 I	36 Sm	18 Sm
			12 Sm	4 Sm	10 Sm	9 Sm		7 Sm	24 I	13 I

C: caolinita, Qz: cuarzo, I: illita, Sm: smectita.

En La Verónica el banco "pelítico" en explotación observa los siguientes tenores límites: en SiO_2 60-70%, Al_2O_3 18-24%, K_2O 0,5-1,8%, Fe_2O_3 0,4-0,8%, TiO_2 0,3-0,8% y bajos contenidos en CaO , MgO y Na_2O . La relación $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ es de 0,32 y la suma de álcalis no es mayor de 2%. La variación en sentido vertical de los óxidos mayoritarios, desde el basamento alterado hasta el techo del banco en explotación, establece que la sílice y alúmina aumentan mientras que el potasio, hierro y titanio disminuyen.

Para los materiales pelíticos dispuestos entre las cuarcitas se obtuvieron los resultados que a continuación se transcriben: SiO_2 52,3-52,9%, Al_2O_3 24,5-27,2%, K_2O 2,2-2,5%, Fe_2O_3 0,8-0,9%, Na_2O <0,1%, MgO <1-1,5%, CaO <0,5-0,8% y TiO_2 1,7-2,2%. Si se comparan estos valores con los de la arcilla inferior, se aprecia que presentan menores tenores en SiO_2 y mayores en Al_2O_3 y K_2O .

MOSEY (1983) afirma que los elementos traza de rocas ígneas y metamórficas son conservados en la fracción < 2 μ de perfiles de meteorización y sedimentación, y que esta "memoria" es inversamente proporcional a la actividad química del medio. En ETCHEVERRY et al. (1988) se analizaron una muestra del basamento alterado y otra del banco caolinítico suprayacente, resultando que el Rb-Ba-Sr-Cu-Ni y Cr disminuyen hacia el banco mientras que Y-Th y Zr aumentan levemente. De acuerdo a la autora citada precedentemente valores elevados en alcalinos y alcalinos terrosos (Rb, Ba, Sr) y bajos en elementos de transición (U, Ni, Co, Cu) sugieren rocas originalmente de composición ácida. La muestra del basamento de La Verónica presenta tenores similares a los correspondientes a rocas de esa composición.

El contenido y distribución de los elementos del grupo de las Tierras Raras en materiales arcillosos han sido investigados por RONOV et al. (1972), los mismos determinan que las T.R. se concentran preferentemente en esa fracción granulométrica; asimismo concluyen que los lantánidos livianos (Ce) se acumulan en zonas costeras y continentales mientras que los pesados (Y) lo hacen en ambientes marinos. SCHALAMUK et al. (1985-b) indican que las variaciones en las concentraciones de T.R. más importantes se hallan en las arcillas que se presentan en contacto directo con el basamento (ciclo sedimentario más corto).

En función de lo expresado se seleccionaron muestras representativas del yacimiento La Verónica, las mismas fueron analizadas por elementos traza, en particular el grupo de Tierras Raras, por el método de activación neutrónica. Se efectuó un análisis multielemental instrumental (sin separación radioquímica) sobre las muestras de arcillas y del basamento alterado, determinándose los elementos y contenidos que se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: (en ppm)

	M.11	M.12	M.A*	M.13
U ...	1,0 \pm 0,6	1,5 \pm 0,7	n.d<2,04	n.d<1,15
Cs...	6,0 \pm 2	1,1 \pm 0,6	1,2 \pm 0,6	n.d<1,14
Nd...	33,0 \pm 11	88,0 \pm 14	66,0 \pm 13	61,0 \pm 12
Yb...	0,7 \pm 0,3	1,9 \pm 0,4	1,4 \pm 0,3	1,4 \pm 0,3
Th...	5,6 \pm 0,2	9,6 \pm 0,2	6,6 \pm 0,2	5,6 \pm 0,2

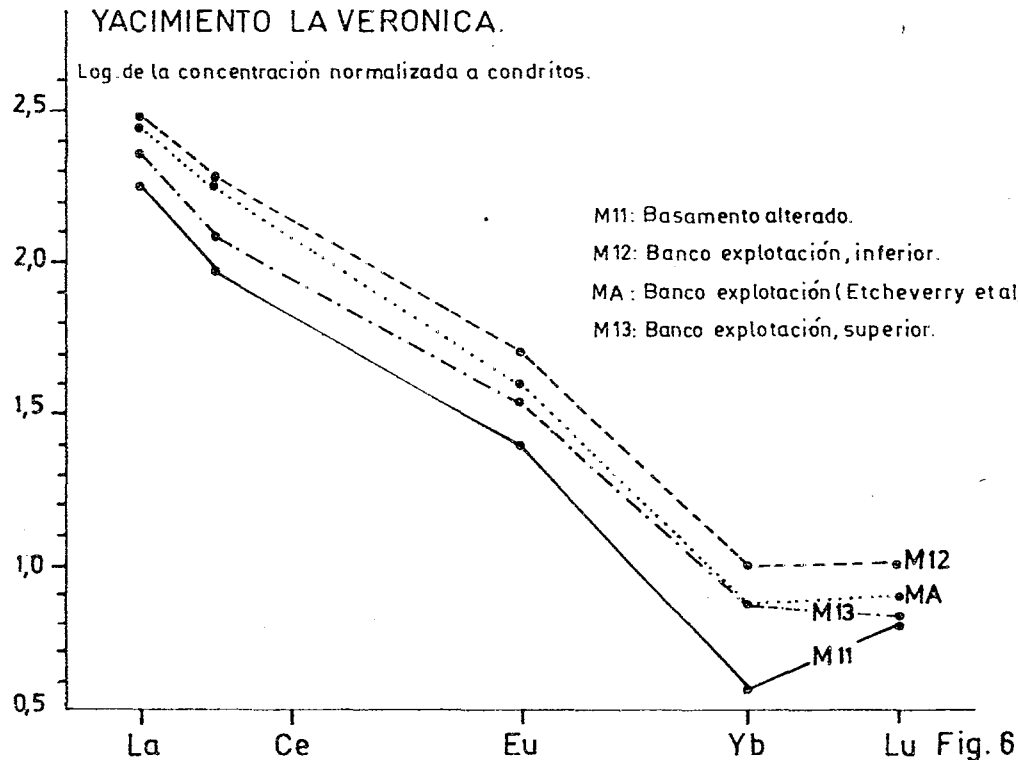
Tabla 1 (continuación):

	M.11	M.12	M.A*	M.13
Rb...	62,0 \pm 10	72,0 \pm 10	62,0 \pm 9	43,0 \pm 8
Cr...	198,0 \pm 31	14,0 \pm 3	12,0 \pm 3	11,0 \pm 2
Ce...	92,0 \pm 2	183,0 \pm 2	180,0 \pm 2	119,0 \pm 2
Lu...	0,2 \pm 0,04	0,4 \pm 0,06	0,3 \pm 0,04	0,2 \pm 0,04
Ba...	246,0 \pm 39	215,0 \pm 45	227,0 \pm 41	168,0 \pm 40
La...	57,0 \pm 2	100,0 \pm 3	97,0 \pm 3	76,0 \pm 2
Sc...	9,3 \pm 0,1	14,8 \pm 0,2	13,0 \pm 0,2	13,8 \pm 0,2
Co...	11,6 \pm 0,8	15,0 \pm 1	20,0 \pm 1	16,0 \pm 1
Hf...	4,7 \pm 0,3	7,6 \pm 0,4	5,8 \pm 0,3	5,5 \pm 0,3
Gd...	0,4 \pm 0,3	1,2 \pm 0,4	0,5 \pm 0,3	0,9 \pm 0,3
Eu...	2,1 \pm 0,08	4,3 \pm 0,1	3,4 \pm 0,1	3,0 \pm 0,1

La M.A* fue tomada de ETCHEVERRY et al. (1988).

Para efectuar las determinaciones se utilizaron patrones del U.S.Geol.Survey: GSF-1 (granodiorita) y AGV-1 (andesita). La irradiación fue realizada en el Reactor R.A.3 del Centro Atómico Ezeiza (15 hs) y se midieron los elementos por espectrometría gamma con un detector de Ge(Li) Princeton Gamma Tech de 70 cm³, con resolución de 2,4 Kev para el pico de 1332 Kev de Co⁶⁰, acoplado a un analizador Canberra serie 85 de 4086 canales. Se ejecutaron dos mediciones, con 10 y 30 días de decaimiento.

En el diagrama de la Fig.6 se observa que las arcillas y el basamento muestran un patrón de distribución muy semejante para los elementos del grupo de las Tierras Raras, pudiéndose inferir que estas arcillas derivarán de la alteración meteórica del basamento.



- Consideraciones Tecnológicas: las propiedades cerámicas de las probetas moldeadas con las muestras comunes del material en explotación se presentan en el Cuadro 4.

Estas se caracterizan por tener baja plasticidad, sin embargo las probetas pueden obtenerse por prensado. Se trata de arcillas refractarias que con posterioridad a su calcinación mantienen colores claros. Debido a la alta concentración de cuarzo resultan materiales de baja contracción, aún a temperaturas elevadas. Ninguna de las muestras ha vitrificado a la temperatura de calcinación y la porosidad promedio es de alrededor del 20%.

Por la refractoriedad, porosidad y densidad aparente del material resultan materias primas adecuadas para la fabricación de ladrillos, que comercialmente se los conoce como medianamente refractarios (tipo III) y poco refractarios (tipo IV). La empresa concesionaria (Cerámica San Lorenzo) emplea estos materiales en la fabricación de cerámica blanca.

Consideraciones Finales:

Tal como se ha expuesto las áreas de San Manuel (Partido de Lobería) y Chillar (Partido de Azul) constituyen importantes distritos productores de arcillas refractarias.

La producción del distrito mencionado en primer término alcanzó un guarismo del orden de las 100.000 t/año a mediados de la década del ochenta, con actividad en varias de sus canteras; posteriormente sufrió una disminución manteniéndose solamente activa la cantera Palmar I con una producción de unas 50.000 t/año; sin embargo a partir de los primeros meses del presente año el distrito registra una reactivación con trabajos de preparación en la antigua cantera de Minera San Manuel (Campo La Liebre).

El distrito San Manuel cuenta con apreciables reservas geológicas, tal como puede inferirse por la potencia de los horizontes arcillosos expuestos en los distintos frentes de laboreo en torno a las elevaciones presentes en el área, que cubren una superficie de varios kilómetros cuadrados.

El horizonte basal de arcillas rojas, que registra espesores que oscilan entre 5 y 9 metros, representa el principal motivo de explotación dadas las características refractarias del mismo (composición: pirofilita - caolinita fundamentalmente) que permiten su utilización en la elaboración de cerámica roja o estructural.

Los niveles arcillosos superiores (pelitas claras) que se intercalan entre los horizontes cuarcíticos, presentan asimismo reservas significativas y fueron motivo de aprovechamiento en el pasado para la fabricación de ladrillos poco refractarios y como material de carga. No obstante el presente trabajo indica que son factibles de utilizar en cerámica blanca y como fundente aquellos con altos registros en alcalis.

Según DRISTAS y FRISICALE (1984) la presencia de pirofilita en el horizonte basal, asociada a caolinita, diasporo y hematita, entre otros, demuestra que esta paragénesis corresponde al desarrollo de un proceso hidrotermal que afectó al basamento cristalino. Los citados autores apoyándose en datos de inclusiones fluidas y la presencia de minerales índices, sostienen que la actividad hidrotermal alteró también a la secuencia sedimentaria suprayacente. Para la zona de Barker y San Manuel BONHOMME y CINGOLANI

CUADRO 4

		"La Verónica", cantera A					"La Verónica", cantera B				
C.P.E.		31 - 31 1/2 (~1689 °C)					29 - 30 (~1660 °C)				
Límite líquido		21					22				
Límite plástico		16					19				
Índice de plasticidad		5					3				
% part. $\leq 2 \mu$		18					16				
Composición mineralógica frac. $\leq 2 \mu$		84 % C , 10 % I , 6% Sm					56 % C , 34 % I , 10 % Sm				
PROBETAS PRENSADAS EN SEMI-SECO A 200 kgF/cm ²	TEMPERAT. °C	VARIACION LINEAL PERM %	ABSORCION DE AGUA %	POROSIDAD APARENTE %	DENSIDAD APARENTE gr/cm ³	MODULO DE ROTURA kgF/cm ²	VARIACION LINEAL PERM %	ABSORCION DE AGUA %	POROSIDAD APARENTE %	DENSIDAD APARENTE %	MODULO DE ROTURA KgF/cm ²
	100	0				57	0				51
	1000	0,5	10,0	20,9	2,1	278	0,4	11,0	22,7	2,05	238
	1100	0,5	10,2	21,3	2,1	286	0,4	11,2	22,9	2,04	182
	1200	0,4	9,4	20,0	2,1	309	0,4	11,3	23,2	2,05	202
	1300	0,3	8,4	18,3	2,2	289	0,4	11,4	23,1	2,05	182
COLOR DESPUES DE QUEMADO.		blanco marfil					blanco marfil				

(1980) consideran que el paquete arcilloso basal pudo originarse por fenómenos metamórficos, esa conclusión se basa en el bajo índice de cristalinidad de la illita y la presencia de pirofilita.

A nuestro entender, se debe proseguir con estudios de detalle a efectos de esclarecer los procesos geológicos que afectaron al basamento cristalino y las condiciones ambientales que favorecieron la depositación de la gruesa secuencia psamo-pelítica. En lo que respecta al horizonte basal (arcillas rojas) sus características de yacencia y rasgos relicticos con las rocas del basamento, y su analogía con depósitos producto de alteración meteórica (laterización) aconsejan realizar investigaciones en distintas líneas a fin de establecer definitivamente su génesis.

En cuanto al distrito Chillar su producción se mantiene en forma constante con la explotación de la cantera La Verónica, en sus tres laboreos, con una producción en los últimos meses del corriente año del orden de 4.500 t/mes. Las distintas labores de explotación del área La Verónica y los cortes exploratorios en la Ea. Santa María y algunos asomos arcillosos en el distrito permiten aseverar la existencia de significativas concentraciones de material arcilloso apto para la industria refractaria.

El banco "pelítico" en explotación está integrado por caolinita, cuarzo e illita. En lo que respecta a su génesis se postula que el horizonte basal proviene de la alteración meteórica del basamento cristalino, en condiciones climáticas hidrolizantes. Esto se ve apoyado por la transición gradual entre la roca madre y el material alterado rico en arcillas, por su yacencia y por la ausencia de sulfatos (alunita, jarosita). Reconocen ZALBA et al. (1990) también perfiles de meteorización (roca de base-roca saprolitizada-saprolito-paleosuelo) sobre tonalitas precámbricas, en Cinco Lomas y Constante 10, que se hallan cubiertos por sedimentos silicoclásticos de la F. Balcarce.

BUTTON y TYLER (1981) efectúan un detallado estudio del carácter y significado económico de superficies de erosión y meteorización presentes en distintos sectores del Precámbrico de Africa del Sur, que albergan depósitos arcillosos donde algunos de ellos muestran cierta similitud con los de Chillar.

Los autores desean agradecer a la Dra. R. Plá y al Lic. M. Del Blanco por la ejecución de análisis químicos mediante activación neutrónica.

Bibliografía:

- Amos,A; Quartino,B y Zardini,R; 1972: El Grupo La Tinta, provincia de Buenos Aires, Argentina. Paleozoico o Precámbrico . Cong. Bras. Geol., An. XXV, p.211-221. San Pablo.
- Andreis,R y Zalba,P; 1986: La transgresión del Ordovícico inferior y su evolución paleogeográfica del Basamento Cristalino en el sector Barker - Chillar, provincia Buenos Aires, Argentina. Primera Reunión Argentina de Sedimentología. Resúmenes Expandidos, p. 187-192.
- Angelelli,V 1973: Recursos Minerales y Rocas de Aplicación de la provincia de Buenos Aires. LEMIT, Anales 2, p.1-204, La Plata.
- Bonhomme,M y Cingolani,C; 1980: Mineralogía y Geocronología Rb/Sr y K/Ar de fracciones finas de la F. La Tinta. Rev. Asoc. Geol. Arg., t.XXXV, nº4, p.519-538.
- Button,A y Tyler,N; 1981: The character and economic significance of precambrian paleoweathering and erosion surfaces in Southern Africa. Econ. Geol., 75th Vol. Aniv., p.686-709.
- Cingolani,C y Bonhomme,M; 1982: Geochronology of La Tinta Upper Proterozoic sedimentary rocks, Argentina. Precambrian Research, 18, p.119-132. Ed. Elsevier Sc. Publ. Co..
- Dalla Salda,L e Iñiguez,A; 1977: "La Tinta". Precámbrico - Paleozoico de Buenos Aires. Actas VII Cong. Geol. Arg., t.I, p.539-550.
- Di Paola,E y Marchese,H; 1974: Relación entre la tectosedimentación, litología y mineralogía de arcillas del Complejo Buenos Aires y la Formación La tinta (Prov. de Buenos Aires). Rev. AMPS, t.V, nº3y4, p.45-58.
- Dristas,J y Frisicale,M; 1983: Presencia de alunita sódica y otras evidencias de alteración hidrotermal en el área ubicada al oeste de Barker, Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. Rev. AMPS, t.14, nº1-2, p.34-47.
- Dristas,J y Frisicale,M; 1984: Estudio de los yacimientos de arcilla del cerro Reconquista, San Manuel, Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. Actas IX Cong. Geol. Arg., t.V, p.507-521.
- Etcheverry,R; Garrido,L; Schalamuk,I y Fernández,R; 1988: Consideraciones mineralógicas y tecnológicas del yacimiento de arcilla La Verónica, ptdo. de Azul, Buenos Aires. Actas del III Cong. Geol. Econ., t.III, p.A55-A72.
- Iñiguez,M; 1986: "Mineralogía, propiedades y aplicaciones de las arcillas". Asoc.Geol.Argent. -Curso de Actualización-.
- Iñiguez,M; del Valle,A; Paire,D; Spalletti,L y Zalba,P; 1987: Cuenca Precámbrica-Paleozoica inferior de Tandilia, provincia de Buenos Aires. Res. Exp. X Cong. Geol. Arg., t.V, p.19-20.
- Leveratto,M y Marchese,H; 1983: Geología y Estratigrafía de la Fm. La Tinta (y homólogas) en el área clave de Sierra de La Tinta - Barker - Villa Cacique - A. Calaveras, prov. de Buenos Aires. Rev. Asoc. Geol. Arg., t.XXXVIII, nº2, p.235-247.
- Lietard,O 1977: Contribution a l'etude des proprietes physico-chimique, cristallographique et morphologique des kaolins. Th. Dr. d'Etat, Nancy, p.345.
- Mosser,C; 1983: Elements traces des argiles des marqueurs. Clay Minerals, v.18, p.139-151.

- Rapela,C; Dalla Salda,L y Cingolani,C; 1974: Un intrusivo básico Ordovícico en la Fm. La Tinta (Sra. de Barrientos, prov. de Buenos Aires). Rev. Asoc. Geol. Arg., t.XXIX, nº3, p.319-331.
- Regalia,G; 1987: Caracteres geológicos del Area de San Manuel, Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. Rev. Asoc. Geol. Arg., t.XLII, nº1-2, p.143-152.
- Regalia,G y Herrera,E; 1981: Phycodes aff. pedum (traza fósil) en estratos cuarcíticos de San Manuel, Sierras Septentrionales de la prov. de Buenos Aires. Rev. Asoc. Geol. Arg., t.XXXVI, nº3, p.257-261.
- Ronov,A; Balashov,Y y Migdishov,A; 1967: Geochemistry of the rare earths in the sedimentary cycle. Geoch. Int., v.4(1), p.1-17.
- Schalamuk,I; Garrido,L y Etcheverry,R; 1985-a: Consideraciones mineralógicas y tecnológicas de las arcillas del área de San Manuel, ptdo. de Lobería, provincia de Buenos Aires. Res. Iras. Jorn. Geol. Bonaeren., p.204.
- Schalamuk,I; Fernández,R; Plá,R y Cohen,M; 1985-b: Contenidos de elementos del grupo de las Tierras Raras y otros minoritarios en materiales arcillosos de la provincia de Buenos Aires. Res. Iras. Jorn. Geol. Bonaeren., p.186.
- Teruggi,M y Kilmurray,J; 1980: Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. II Simp. Geol. Rep. Arg., Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, t.2, p.919-956.
- Teruggi,M; Leguizamón,A y Ramos,V; 1988: Metamorfitas de bajo grado con afinidades oceánicas en el basamento de Tandil: sus implicaciones geotectónicas, prov. de Buenos Aires. Rev. Asoc. Geol. Arg., t.XLIII, nº3, p.366-374.
- Zalba,P; 1988: Arcillas de las Sierras Septentrionales de Buenos Aires. Publicación Especial nº1. CETMIC-CICBA.
- Zalba,P; Andreis,R y Lorenzo,F; 1982: Consideraciones estratigráficas y paleoambientales de la secuencia basal Eopaleozoica en la Cuchilla de Las Aguilas, Barker, Argentina. Act. V Cong. Latinoamer. Geol., t.II, p.387-410.
- Zalba,P; Iñiguez,M y Andreis,R; 1990: Development of weathering profiles in Precambrian Rocks of the Tandilia System, province of Buenos Aires, Argentina. Act. III Reun. Arg. de Sedim., p.276-281.