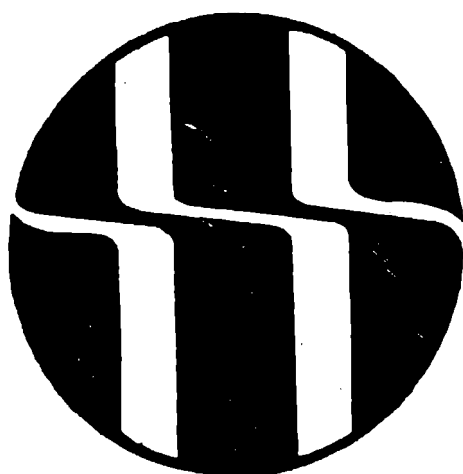


**VI REUNION ARGENTINA
DE SEDIMENTOLOGIA**

I SIMPOSIO DE ARCILLAS



ACTAS

**BAHÍA BLANCA
16 al 27 de Mayo de 1996**

APLICACION TECNOLOGICA DE ARCILLAS (ACOPIOS) DE LA SUCESION SUPERIOR DE LA FORMACION CERRO LARGO, BUENOS AIRES, ARGENTINA

Contribución al I Simposio de Arcillas

Liliana B. Garrido¹, Patricia E. Zalba² y Enrique Pereira¹

CONICET- CETMIC. C.C. 49 (1897) M.B. Gonnet. Buenos Aires. Argentina.

CIC - CETMIC. C.C. 49 (1897) M.B. Gonnet. Buenos Aires. Argentina

ABSTRACT

Based on mineralogical, physicochemical and technological characterization, the brownish and red clays of the upper pelitic succession of the Cerro Largo Formation, Sierras Bayas, Province of Buenos Aires, recently redefined as Olavarría Formation, composed of predominant illitic material, with impurities of quartz, calcite, siderite, hematite, goethite and pyrite, are suitable for red ceramic products of low water absorption (15%). Preliminary controlled mixtures of the two varieties found (brownish and red), with different technological properties, constitute a better quality product than the ones obtained with the individual clays, even with the addition of 3-5% bentonite.

Palabras clave: Arcilla - Tecnología - Aplicación Industrial

INTRODUCCION

La provincia de Buenos Aires es un importante centro productor de arcillas de distintos tipos, las cuales son empleadas en la industria de los refractarios, cerámica roja y blanca y en la del cemento portland.

En particular en el sector de las Sierras Bayas, 14 km al SE de Olavarría (Fig. 1), los depósitos de arcillas estudiados fueron considerados dentro de la Formación Cerro Largo (Poiré, 1987), de edad precámbrica superior: 769 Ma (Bonhomme y Cingolani, 1980) y representan uno de los recursos más importantes de las Sierras de Tandilia, tanto por su extensión areal y vertical, como por sus aplicaciones tecnológicas.

Esta Formación fue investigada desde el punto de vista geológico-estratigráfico por diversos autores, los cuales le dieron distintas denominaciones y edades. El nombre de Formación Cerro Largo le fue impuesto por Poiré (*op.cit.*). Recientemente, Andreis *et al.* (este congreso), consideran, en base a criterios sedimentológicos, que la unidad "Pelitas" de la Formación Cerro Largo, según fuera denominada por Poiré (*op.cit.*), constituye una unidad independiente denominada Formación Olavarría. Está constituida por tres secciones: inferior y media (ocres) y superior (roja) y se apoya en discordancia sobre las "Cuarcitas Superiores" infrayacentes y es cubierta también en discordancia por la Formación Loma Negra. Las tres secciones, son productivas económicamente. Están representadas en el perfil estratigráfico del área tipo, denominada "El Tajo", en la zona de La Providencia (Fig. 2), alcanzando aquí 25 m de espesor (en subsuelo llega a 38 m de potencia, según Poiré, *op. cit.*), con base y techo visibles.

Como la composición mineralógica, contenido de hierro e impurezas influyen directamente en el comportamiento físico y tecnológico de las arcillas, es importante el conocimiento integral de las mismas.

Este trabajo forma parte de detalladas investigaciones que se están llevando a cabo en el CETMIC y que tienen por objeto realizar estudios geológicos, mineralógicos y tecnológicos sobre arcillas de las Sierras de Tandilia, a fin de tipificar los materiales arcillosos para su óptima utilización industrial. Conocida la estratigrafía y sedimentología en base a trabajos anteriores y a nuestras propias investigaciones (Andreis *et al.*, *op. cit.*) y tomando como base los estudios mineralógicos de detalle sobre estas arcillas (Zalba *et al.*, este congreso), se procedió a analizar muestras representativas de acopios de las arcillas de las secuencias ocre y rojas de la zona de Sierras Bayas.

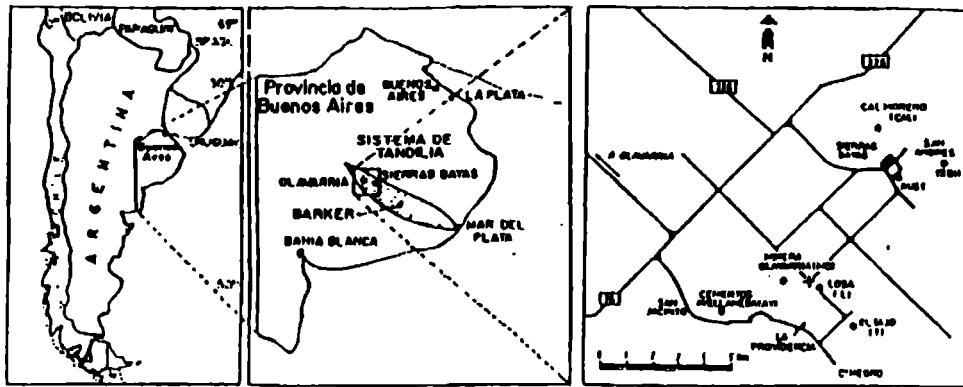


Fig.1. Mapas de ubicación y localidades estudiadas en el área de Sierras Bayas.

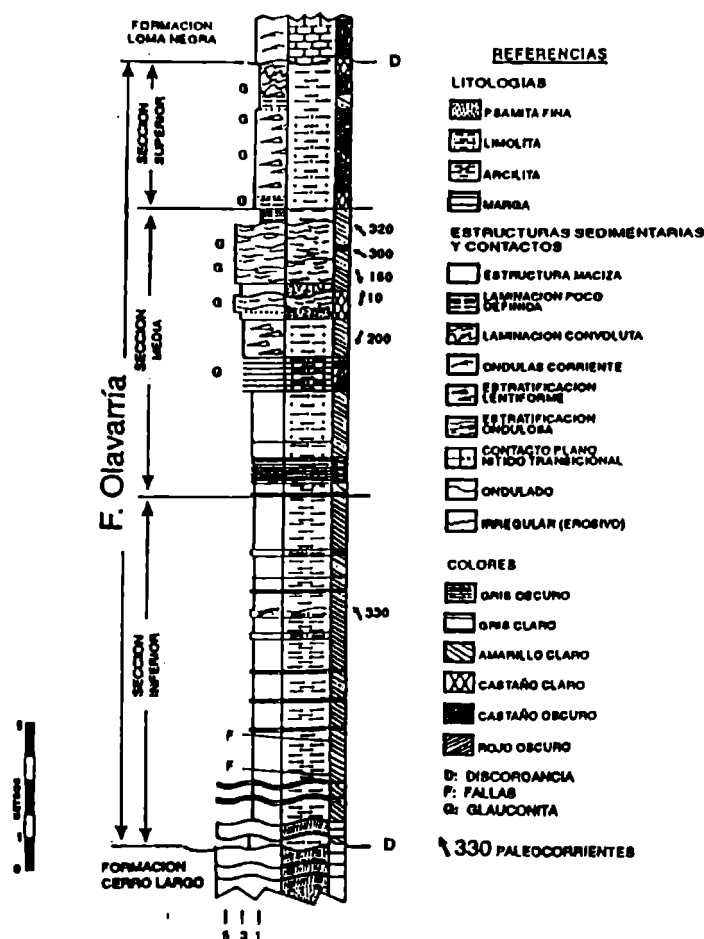


Fig. 2. Estratipo de la Formación Olavarría de "El Tajo" (tomado de Andreis et. al., este congreso).

METODOLOGIA Y TECNICAS

La identificación de las especies minerales intervinientes en la composición de los materiales de los acopios se hizo mediante difracción de rayos X, sobre muestra total y orientada. La fracción < 2µm fue separada por sedimentación y con ella se prepararon las muestras orientadas para el estudio difractométrico.

También estos materiales fueron analizados por elementos mayoritarios, mediante técnicas de plasma de inducción acoplada.

El ATD-TG simultáneo fue realizado en un equipo NETZSCH STA 409.

Para efectuar la caracterización tecnológica de estos materiales se moldearon probetas en forma de barro

plástico, con el material molido hasta pasar tamiz malla 40. Posteriormente las probetas se secaron en estufa a 100°C-105°C durante 24 horas y luego se calcinaron en atmósfera oxidante a temperaturas comprendidas entre 950°C-1050°C. A las piezas resultantes se les determinó la variación lineal permanente por calentamiento, absorción de agua, porosidad aparente y peso específico aparente.

El índice de plasticidad y los límites líquido y plástico fueron determinados según las Normas IRAM 10501 y 10502.

El ensayo de cono pirométrico equivalente (CPE) se efectuó con el método detallado en la Norma IRAM 12507.

La distribución granulométrica fue realizada por tamizado en húmedo y sedimentológicamente (Sedigraph). Las muestras fueron previamente desintegradas con pilón de goma y dispersadas con calgón 0,1% con agitador de paletas y ultrasonido.

RESULTADOS

De acuerdo a los estudios mineralógicos de detalle por difracción de rayos X mencionados (Zalba et al., op. cit.), tanto las secciones ocre (inferior y media) como la roja (superior) están compuestas fundamentalmente por material illítico (illita + ISII, con menos del 15 % de capas expansivas), acompañado en ambas secuencias por escasa esmectita (trazas), y en la secuencia ocre por escasa caolinita, que sólo raramente supera el 20% y en promedio se encuentra en un 5 %. Las impurezas son de muy abundante cuarzo, en todos los casos; de calcita en algunas muestras de ambas secuencias; siderita en la base de las secuencias ocre y óxidos, hidróxidos y sulfuros de hierro (hematita, goethita y pirita) en la secuencia roja.

La mineralogía reconocida es concordante con los análisis químicos.

Las composiciones de las fracciones granulométricas investigadas son similares, los componentes arcillosos son los minerales más abundantes en la fracción fina. El cuarzo, si bien está presente en todas las fracciones, disminuye hacia los tamaños de partícula más finos. Por otra parte, analizando la fracción menor de 2 µm (en polvo) del acopio ocre se reconocieron trazas de clorita en una sola muestra.

Los resultados de los análisis químicos se presentan en la Tabla 1. Como puede apreciarse, los datos reflejan diferencias entre ambos materiales. Así puede observarse que los contenidos de K₂O, Fe₂O₃ y la relación Al₂O₃/ SiO₂ son mayores en la muestra roja respecto de la ocre. En esta última se registra un incremento en los valores de CaO, atribuido a la presencia de calcita (identificada por DRX.)

A partir del contenido de K₂O registrado se procedió a calcular el porcentaje de material illítico presente en los materiales: mezcla de illita con material interestratificado de illita/esmectita (ISII), reconocido a través de estudios mineralógicos previos (Zalba et al., op. cit.). Los cálculos realizados sobre los acopios arrojan 37% y 50% de illita en las muestras ocre y roja respectivamente. La proporción de K₂O, en ambos casos menor a 10 %, indica la presencia de capas expansivas en la illita, mientras que la cantidad de MgO presente es coherente con la proporción contenida en illitas derivadas de la meteorización de feldspatos de rocas graníticas (Zalba et al., op. cit.).

La relación Al₂O₃/K₂O es relativamente más elevada en la ocre (próxima a 3). La cantidad de SiO₂ incluye al cuarzo, de aquí que sea tan elevada. Se ha calculado que el contenido de cuarzo es cercano al 40 y 50% para las muestras roja y ocre respectivamente.

Tabla 1: Composición química de las muestras estudiadas.

| Muestra | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | TiO ₂ | Pérdida x calcinación |
|-------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| Roja | 64.4 | 15.8 | 7.04 | 1.33 | 0.31 | 0.06 | 5.74 | 0.79 | 4.48 |
| Ocre | 67.6 | 13.14 | 4.5 | 0.87 | 1.48 | 0.06 | 4.20 | 0.77 | 5.09 |

Distribución de tamaño de partícula.

La granulometría se realizó por tamizado en húmedo y se analizó la fracción < 44µm con un equipo Sedigraph. Una diferencia importante entre los materiales examinados está en la distribución de tamaños de partícula. Los resultados presentados en la Tabla 2 indican que la arcilla roja presenta menores granulometrías.

Análisis Térmico (TG-ATD)

Fué realizado para el rango de temperatura comprendido entre 20°C y 1000°C. Se observó el pico endotérmico de la pérdida de agua absorbida a 100°C y el correspondiente a la deshidroxilación de la illita a 600°C. El TG de la arcilla refleja las pérdidas de peso relacionadas con lo antes mencionado. Además el termograma correspondiente a la arcilla ocre presentó una pérdida de peso gradual hasta 300°C que aún no ha sido explicada (hidróxidos de Fe?). La pérdida de peso a 600°C sugiere un contenido de illita de 44 y 55% para las arcillas ocre y roja respectivamente. La pérdida de peso a temperaturas entre 700 y 1000°C, que comúnmente se asigna a carbonatos es menor que 1%.

Tabla 2: Plasticidad y granulometría de las arcillas roja y ocre de la Formación Cerro Largo.

| Propiedad | Arcilla Roja | Arcilla Ocre |
|-----------------------|--------------|--------------|
| Índice de Plasticidad | 7.6 | 4.5 |
| % < 44 µm | 94 | 84 |
| % < 2 µm | 44 | 25 |
| CPE, Temp. °C | 1250 | 1280 |

Ensayos Tecnológicos

Estos ensayos tecnológicos tienen por finalidad establecer correlaciones entre las características del producto final, la naturaleza de las materias primas y las condiciones de procesamiento, a escala laboratorio.

Para idéntico tratamiento, las propiedades observadas dependerán de la composición mineralógica (especies arcillosas y minerales que las acompañan).

Uno de los objetivos de los estudios en tecnología cerámica es determinar las mejores condiciones de uso para un material dado, optimizando los parámetros del proceso (preparación de los materiales, método de moldeo, condiciones del tratamiento térmico, etc.). Además, basándose en los resultados de estos ensayos es posible corregir, adaptar y mejorar la aptitud de un material (por ejemplo, mediante mezclas con diferentes aditivos, pre-tratamientos) adecuándolos a una aplicación determinada.

La evaluación de estos materiales, en la práctica se efectúa mediante la realización de ensayos específicos y posterior comparación con datos obtenidos con valores de referencia. Con este propósito se prepararon probetas moldeadas a mano (en forma de barro plástico). Las piezas como primer paso de un análisis de moldeabilidad, el que debería ser seguido por un estudio posterior de comportamiento a la extrusión en máquina, fueron calcinadas a temperaturas de 950-1000-1050°C. La temperatura máxima está relacionada con la refractariedad del material que se determina a través del cono pirométrico equivalente (CPE). Los valores de CPE de las muestras se representan en la Tabla 2. En cuanto al valor del índice de plasticidad de la arcilla roja está asociado al contenido de illita y de partículas finas en esa muestra.

En la Tabla 3 se presentan los resultados de los ensayos preliminares de cocción en función de la temperatura. La contracción lineal, absorción de agua y porosidad aparente del producto obtenido nos indican las diferencias entre ambos materiales.

Tabla 3: Contracción lineal (C), Absorción de agua (AA), porosidad aparente (PA) de probetas moldeadas a mano, en función de la temperatura de calcinación.

| Temperatura °C | Arcilla Roja | | | Arcilla Ocre | | |
|-----------------------|--------------|-------|-------|--------------|-------|-------|
| | C(%) | AA(%) | PA(%) | C(%) | AA(%) | PA(%) |
| 100 | 5.5 | — | — | 1.3 | — | — |
| 950 | 11.5 | 10 | 21.6 | 4.0 | 14.9 | 27.7 |
| 1000 | 15.4 | 4.1 | 9.6 | 7.0 | 10.7 | 21.7 |
| 1050 | 17.0 | 0.4 | 1.0 | 8.2 | 7.0 | 15.0 |
| % agua de amasamiento | 29 | | | 23 | | |

La arcilla roja tiene valores altos de contracción y a la máxima temperatura ensayada, las probetas son de color marrón y están vitrificadas. La temperatura de vitrificación depende de la cantidad y tipo de las fases minerales que actúan como fundentes. El alto contenido de álcalis en las illitas disminuyen esta temperatura. Lo mismo sucede con altos contenidos de Fe_2O_3 . La contracción suele estar relacionada con mecanismos de sinterizado entre las partículas y la formación de fases vítreas durante la calcinación (Worral, 1982).

Por calcinación a 950°C sería factible lograr materiales de uso para la fabricación de tejas (absorción < 15%). Calcinada a temperaturas mayores (1000°C y 1050°C) las probetas son poco porosas, pero la contracción excesiva limita su aplicación. Sería entonces apropiado proseguir el estudio con muestra moldeada por prensado (< contenido de agua), para obtener productos para revestimiento en pisos y paredes.

La arcilla ocre presenta menos contracción y mayor porosidad de los productos calcinados con respecto a la de la arcilla roja. Estos valores están, probablemente, vinculados al alto contenido de cuarzo y a la granulometría más gruesa que caracteriza a esta variedad.

El porcentaje de carbonato reconocido por los datos químicos (CaO), mineralogía y la existencia de aglomerados de partículas favorecería estas características.

De acuerdo con los resultados obtenidos, en el rango de temperatura entre 950°C-1050°C la arcilla ocre sería adecuada para la preparación de cerámica roja con baja absorción de agua (< 15%). No obstante presenta el inconveniente de la baja plasticidad. Esto fue posible de resolver, en parte, por adición de 3 - 5% de bentonita. En este último caso (Tabla 4) las características son similares a la de la muestra natural, excepto por un aumento en la contracción; aunque no se registran disminuciones marcadas en la absorción de agua con respecto a la del material original.

Tabla 4. Características tecnológicas de la mezcla de arcilla ocre con bentonita.

| Temperatura °C | Arcilla Ocre + 3% bentonita | | | Arcilla Ocre + 5% de bentonita | | |
|-------------------|-----------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|
| | C(%) | AA(%) | PA(%) | C(%) | AA(%) | PA(%) |
| 100 | 4.1 | | | 4.3 | | |
| 950 | 5.4 | 14.4 | 27.2 | 5.6 | 14.0 | 26.5 |
| 1000 | 6.3 | 13.0 | 25.3 | 8.3 | 11.9 | 23.4 |
| 1050 | 9.7 | 8.7 | 18.0 | 10.0 | 8.8 | 18.3 |
| Plasticidad | 7.6 | | | 10 | | |

En razón de la alta contracción que presenta la arcilla roja y con el objeto de mejorar la calidad del producto obtenido se procedió a preparar mezclas de ambas arcillas : ocre y roja, en proporciones del 13 y 20% de arcilla roja.

Los resultados de la Tabla 5 indican que por mezclado de la arcilla ocre con 20% de arcilla roja se puede obtener adecuadas características para los productos calcinados a 1050°C. La arcilla roja contribuye a disminuir la absorción de agua a valores < 5% con regular contracción.

Tabla 5. Característica tecnológica de la mezcla de arcilla ocre y roja.

| Temperatura °C | Arcilla Ocre + 13% Roja | | | Arcilla Ocre + 20% Roja | | |
|--------------------|-------------------------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|
| | C(%) | AA(%) | PA(%) | C(%) | AA(%) | PA(%) |
| 100 | 1.2 | | | 1.7 | | |
| 950 | 3.7 | 14.5 | 27.5 | 5 | 13.8 | 26.4 |
| 1000 | 5.2 | 11.7 | 23.4 | 5.3 | 10.9 | 22.11 |
| 1050 | 9.1 | 5.5 | 12.2 | 9.6 | 3.4 | 8.0 |
| Plasticidad | 4.7 | | | 5 | | |

CONCLUSIONES

Conforme a sus características cerámicas, las arcillas del acopio ocre registran temperaturas óptimas de calcinación de 1050°C. De baja plasticidad, sus probetas adquieren color rojo uniforme y porosidad y contracción adecuada para la preparación de cerámica roja de baja adsorción de agua. Su moldeabilidad debió corregirse con la adición de 3% de bentonita. Los resultados fueron promisorios después de mezclar con 20% de arcilla del acopio de la variedad roja. A 1050°C las probetas presentan absorción de agua < 5%, son de color rojo y contracción total cercana al 10%

Las arcillas del acopio de la variedad roja son más plásticas y de fácil moldeo a contenidos usuales de agua. Calcinadas a 1000°C, la adsorción que presentan las probetas es adecuada aunque la contracción es un poco alta. Esto requiere continuar con el ensayo de probetas moldeadas por prensado en semi-seco.

El conocimiento de la geología, estratigrafía y mineralogía de las arcillas de la sucesión superior de la Formación Cerro Largo, ahora Formación Olavarría, ha demostrado ser de gran utilidad en la elección de las materias primas. Por otro lado, el agregado de esmectita o bien la mezcla de las dos variedades conduce a un producto de características más adecuada tecnológicamente en la fabricación de cerámica roja. Además, ambas variedades tienen la ventaja de coexistir en la misma zona y ser de gran extensión areal y vertical, con lo cual está asegurada su provisión, se ahorra el transporte de material de otros lugares y se asegura una homogeneidad en la calidad del producto.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

ANDREIS, R. R.; P. E. ZALBA y A. M. IÑIGUEZ RODRIGUEZ, Este Congreso. Estratigrafía y Evolución Paleambiental de la Sucesión Superior de la Formación Cerro Largo, Sierras Bayas (Buenos Aires, Argentina).

BONHOMME, M. G. y C. A. CINGOLANI, 1980. Mineralogía y geocronología Rb-Sr y K-Ar de fracciones finas de la "Formación La Tinta", Provincia de Buenos Aires. Revista Asociación Geológica Argentina, XXXV, 4 : 519-538. Buenos Aires.

POIRÉ, D. G., 1987. Mineralogía y Sedimentología de la Formación Sierras Bayas en el Núcleo Septentrional de las Sierras homónimas, partido de Olavarría, provincia de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Tesis Doctoral 494 (inédita) 271 pp.

WORRAL, W.E., 1982. Ceramic Raw Materials (2da. Ed. Revisada). Pergamon Press, 111 p. Exeter.

ZALBA, P. E.; IÑIGUEZ RODRIGUEZ, A. M.; C. VOLZONE y M. MOROSI, Este Congreso. Mineralogía y Procesos Postdeposicionales en la Sucesión Superior de la Formación Cerro Largo, Sierras Bayas Buenos Aires, Argentina.