

# Montmorillonita Nacional

Jorge Bossi

Sección Geoquímica, Facultad de Química

*Summary.* — This paper exposes all the geological, mineralogical and economical data that we have up to the present, about a montmorillonite clay lense located in Bañado de Medina (Dpto. de Cerro Largo) in which we are working since 1958, in the School of Chemistry of Uruguay.

In this paper we also report some activation and oil bleaching assays made in 1958 at laboratory scale.

The raw material is a soaplike rock with 80–90% calcic montmorillonite (with some  $\text{Na}^+$ ), 5–10% biotitic sand and 5%  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .

As a result of laboratory work we conclude that this material is activable with sulfuric acid (15% vol.) with good yield in the bleaching of crude linseed oil.

The activated product has only  $\text{H}^+$  in the interlayer, and the treatment partially destroys the clayey structure.

The lense contains 20.000 Ton of raw material that represents for our present needs a supply of about 40 years; it is located at one side of an excellent highroad 17 km west of Melo city.

*Resumen.* — El presente trabajo representa la exposición escrita de todos los datos que hasta ahora se poseen sobre un lente de arcilla montmorillonítica en la localidad de Bañado de Medina (Dpto. de Cerro Largo), sobre la cual se viene trabajando en la Facultad de Química del Uruguay desde 1958.

Están expuestos todos los datos geológicos, mineralógicos y económicos de que se dispone hasta el presente, así como algunos ensayos

de activación y decoloración de aceites realizados en 1958 a escala de laboratorio.

La materia prima es una roca poco compactada con 80-90 % de montmorillonita cálcica (con algo de  $\text{Na}^+$ ), 5-15 % de arena biotítica y 5 % de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .

Los ensayos de laboratorio demostraron ser activable con ácido sulfúrico al 15 % en volumen, con buen rendimiento en la decoloración de aceite de lino crudo.

El producto activado presenta sólo  $\text{H}^+$  en la intercapa, pero además, el tratamiento desbarata parcialmente la estructura arcillosa.

El lente contiene 20.000 ton. de materia prima, lo que asegura, al ritmo actual, satisfacer nuestro mercado durante 40 años. Está ubicado al borde de una excelente carretera a 17 km al oeste de Melo.

## PLAN DEL TRABAJO

### Resumen

### Introducción

- a) ubicación geográfica
- b) trabajos anteriores;
- c) agradecimientos

### Geología

- a) generalidades
- b) geología del lente arcilloso

### Geología económica

- a) materia prima

#### Petrografía

#### Activación

- 1) método seguido
- 2) control de los productos activados
  - i) capacidad de intercambio de base
  - ii) Ensayo técnico de decoloración
  - iii) estudio por AT.D.
  - iv) estudio por rayos X

- b) Reservas

### Conclusiones

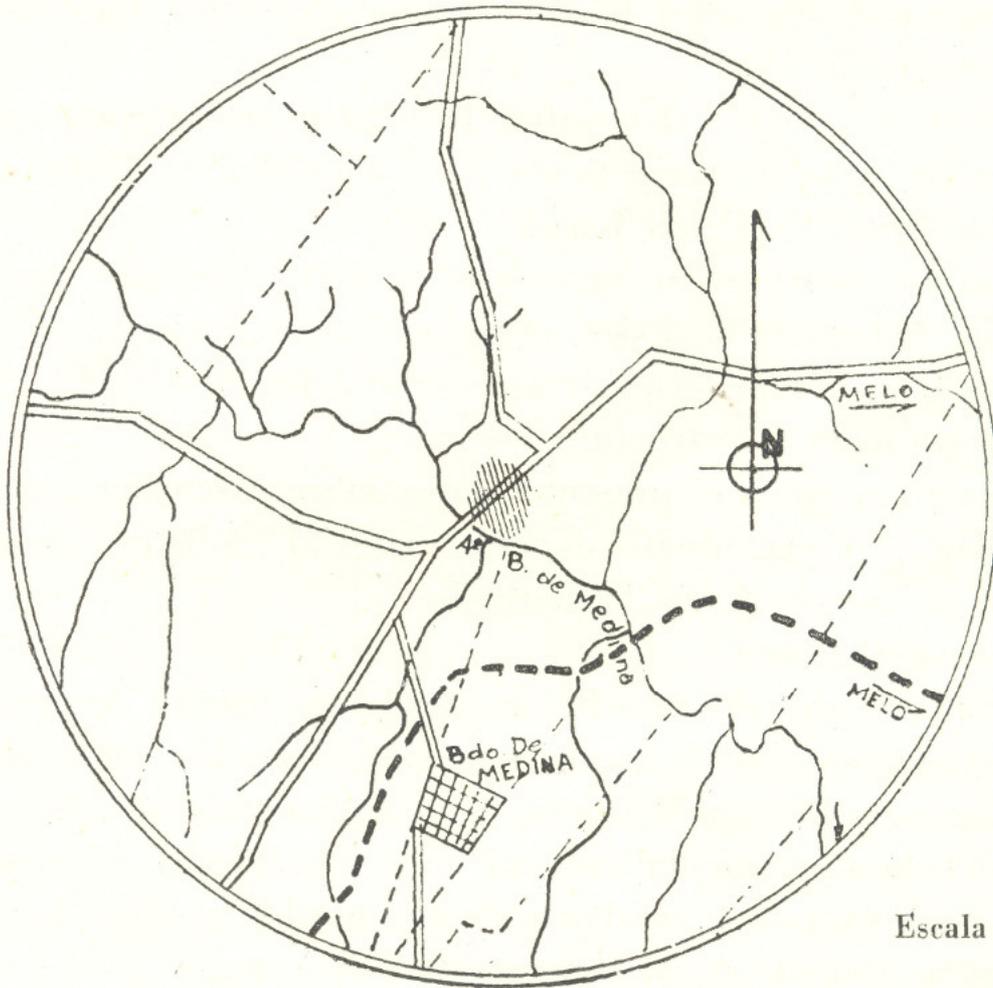
### Bibliografía consultada

## Introducción

### a) Ubicación geográfica

El área estudiada abarca una extensión de unas 4 há. ocupadas casi totalmente por la roca montmorillonítica.

Este lente arcilloso está ubicado junto a la margen izquierda del A.º Bañado de Medina, sobre la ruta n.º 10, unos 3 km al NE de la estación Bañado de Medina, y a 17 km al oeste de la ciudad de Melo, unido a ésta por una excelente carretera (ver mapa n.º 1).



Mapa n.º 1 — Ubicación geográfica

Como se puede apreciar, si bien se trata de un yacimiento reducido, su ubicación geográfica es inmejorable; la ruta citada pasa mismo por encima del yacimiento. Los propios desmontes del camino han puesto al descubierto un frente de material de 2 m de altura.

### b) Trabajos anteriores

Todos los datos que se poseían hasta el presente consisten en

trabajos de laboratorio, tendientes a demostrar la utilidad como decolorante de aceites, previa activación.

Se tenían además, noticias de su existencia desde mucho tiempo atrás y se explotaba y explota en forma muy irregular.

Se pretende con esta pequeña monografía lograr una explotación racional de esta valiosa materia prima, con cuyo producto activado, podríamos cubrir satisfactoriamente nuestro mercado por un prolongado número de años.

El presente estudio representa la ordenación de una serie de trabajos de campo y laboratorio realizados durante 1952-1960 en forma interrumpida sobre posibles materiales utilizables en decoloración de aceites.

Goñi, J. C. (1952) determinó la existencia de montmorillonita cálcica en un material proveniente de la localidad de Bañado de Medina en el Dpto. de Cerro Largo.

El mismo material fue sometido a análisis químico cuantitativo (M. M. de Mazzuchelli, 1957) y ensayado técnicamente en el laboratorio para su activación por tratamiento ácido (Bossi, J., 1958), así como determinada su estructura por rayos X (Amit, A., 1958).

No existían hasta el presente, datos sobre extensión, espesor, homogeneidad, del yacimiento de este material. Sólo era conocido el desmonte de la ruta Melo-Tacuarembó.

c) Agradecimientos.

Durante el presente año fué realizado un estudio de campo para determinar la cantidad de materia prima disponible, en colaboración con el Curso de Dibujo Mecánico II de la Facultad de Química, por lo que debemos agradecimiento al Prof. H. Wirth, así como a los alumnos, merced a cuya colaboración fué posible realizar los trabajos de campo y algunos de los ensayos de laboratorio.

Debo agradecer al Ing. J. H. Caorsi del Instituto Geológico del Uruguay, por sus consejos y discusiones que fueron de gran utilidad, tanto para el trabajo de campo como para el enfoque económico.

También al Q.I. J. J. Zunino con quien trabajamos en la parte de activación durante 1958.

Finalmente debo especial agradecimiento al Dr. J. F. Saredo, Director del Instituto de Investigación Libre y Asesoramiento de la Facultad de Química, que no cedió en sus esfuerzos hasta conseguir que este trabajo se completara suficientemente.

## Geología

### a) Generalidades.

El lecho montmorillonítico en estudio pertenece a nuestra formación *Yaguari*, de edad probablemente Pérmico superior.

Consiste en una sucesión de depósitos areniscosos y arcillosos, con todos los términos de pasaje, dominando los más finos en la base de la formación.

El más completo estudio geológico de conjunto ha sido realizado por Falconer, F. J. (1936), quien determinó la sucesión litológica expuesta esquemáticamente en la figura n.º 1.

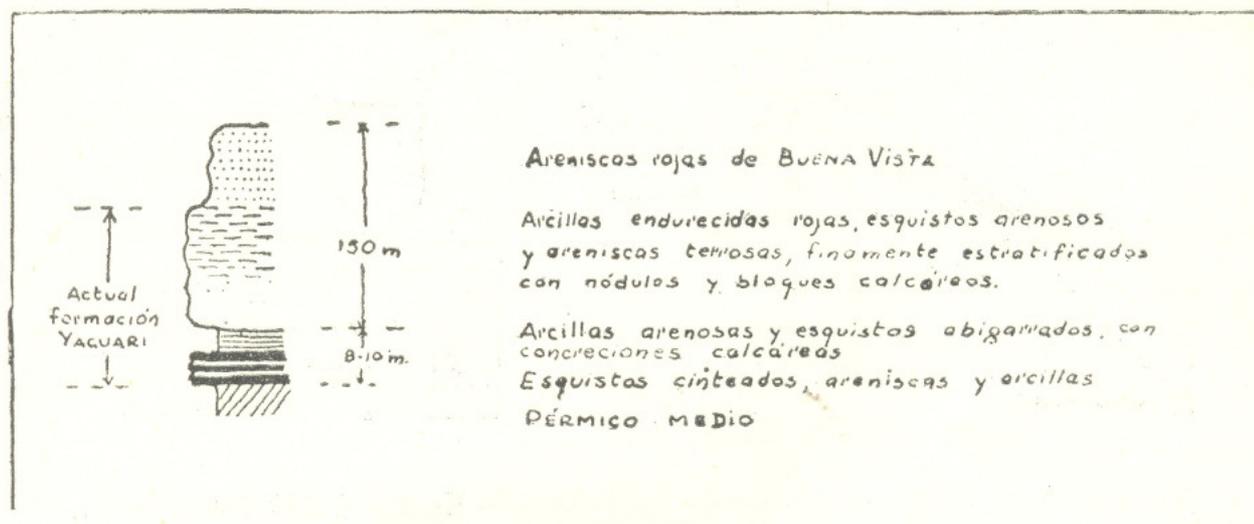
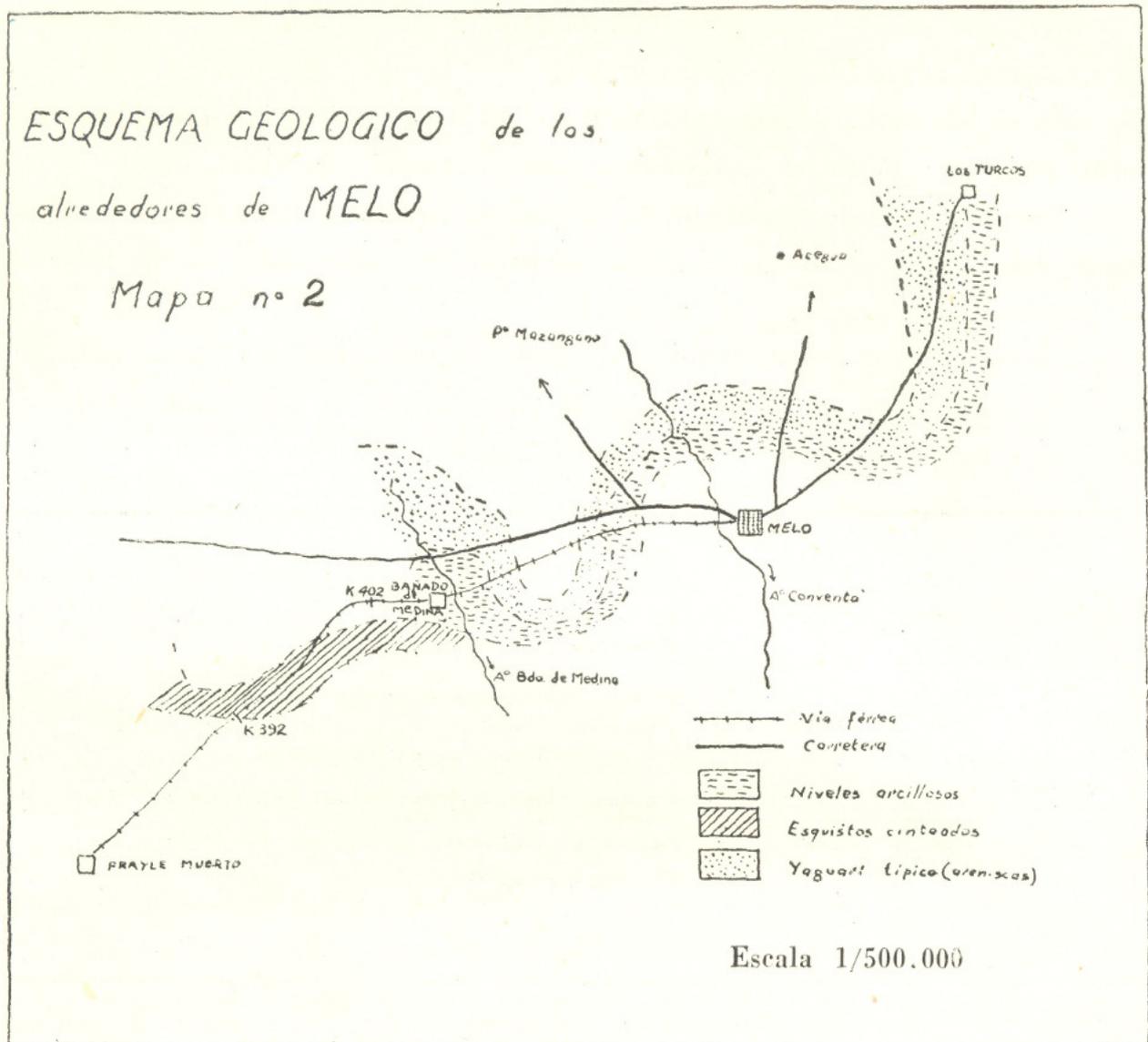


Figura n.º 1 — Sucesión litológica del horizonte de Yaguari, según F. J. Falconer

El mapa n.º 2 representa el esquema geológico de los alrededores de Frayle Muerto-Melo, extraído del mismo autor.

Las arcillas poco cementadas, montmorilloníticas, motivo de este estudio, aparecen en el nivel de 8 a 10 m de potencia que el Dr. Falconer separó como "transición" entre el horizonte de *Paso Aguiar* y el de *Yaguari* (según la terminología actual).

Desde el punto de vista geoquímico, toda formación se caracteriza por una concentración elevada de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  y  $\text{Fe}^{+++}$ . El área ha mantenido los cationes liberados en la alteración de los minerales, lo que ha permitido neoformación arcillosa a pH elevado y alta concentración de alcalino-térreos. Esto condujo a montmorillonita cálcica en las zonas lagunares e illita como cemento de los horizontes areniscosos, de grano fino, poco rodado, con episodios débilmente conglomerádicos, a estratificación cruzada, a probable "facies" marino costero donde la abundancia de agua fué mayor.



Mapa n.º 2 — Esquema geológico de los alrededores de Melo  
(extraído de Falconer, F. J., 1936)

En esta formación es constante la presencia de concreciones, vé-nulas y lechos calcáreos, desde la base hasta la cima, concentrándose especialmente en los lechos montmorilloníticos lagunares, en algunos de los cuales llega a un valor promedio de 30 % (localidades de Aceguá y Buena Vista).

Presenta tonos principalmente rojos, debidos a precipitación de óxidos férricos hidratados, aunque no es raro observar estratificación mal definida entre lechos rojizos y blancos, indicando un aporte férrico irregular en el tiempo.

b) Geología del lente arcilloso.

Se realizó un reconocimiento detallado, de la pequeña área, donde aparece el único lente montmorillonítico técnicamente apropiado, a la luz de los actuales conocimientos.

En esta zona se observa una sucesión de lechos areniscosos y arcillosos de 10 a 20 cm de potencia individual, con un espesor total de 3 a 4 m, para luego evolucionar al lente montmorillonítico puro y finalmente pasar hacia la cima a una arcilla arenosa, rosada, como intermediaria con las areniscas rojas típicas de *Yaguari*, de grano fino, con 10 a 15 % de cemento illítico, y contenido medio en calcáreo de 5 % (ver mapa n.º 3 y fig. n.º 2).

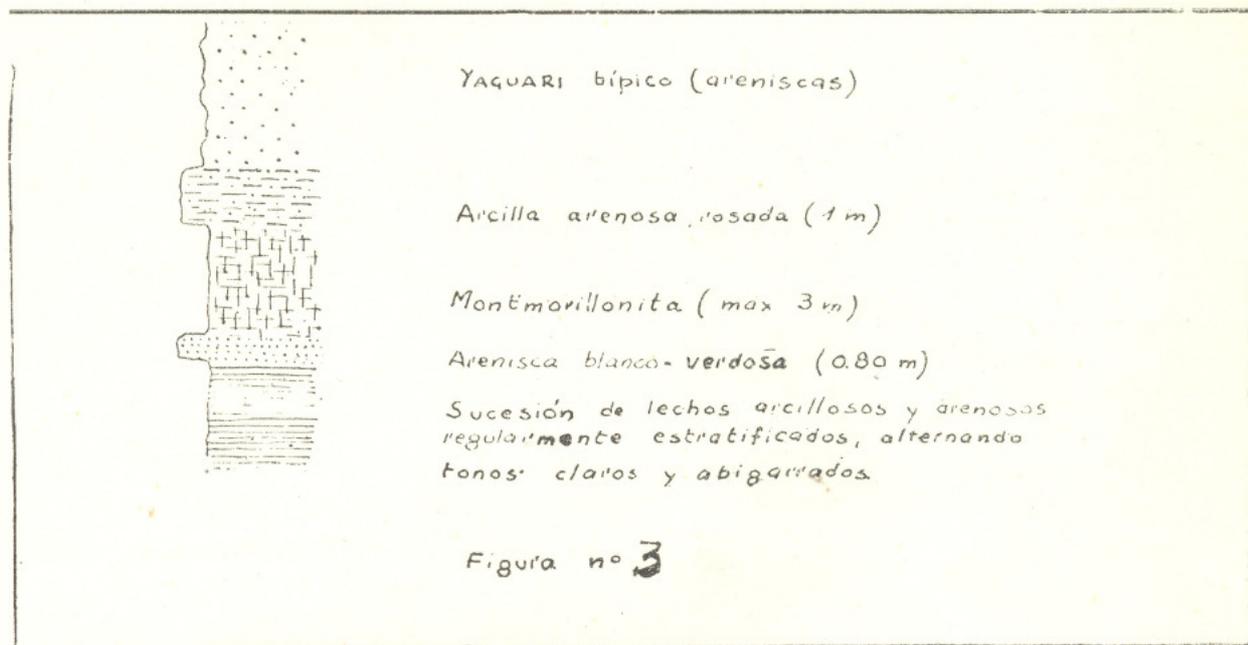


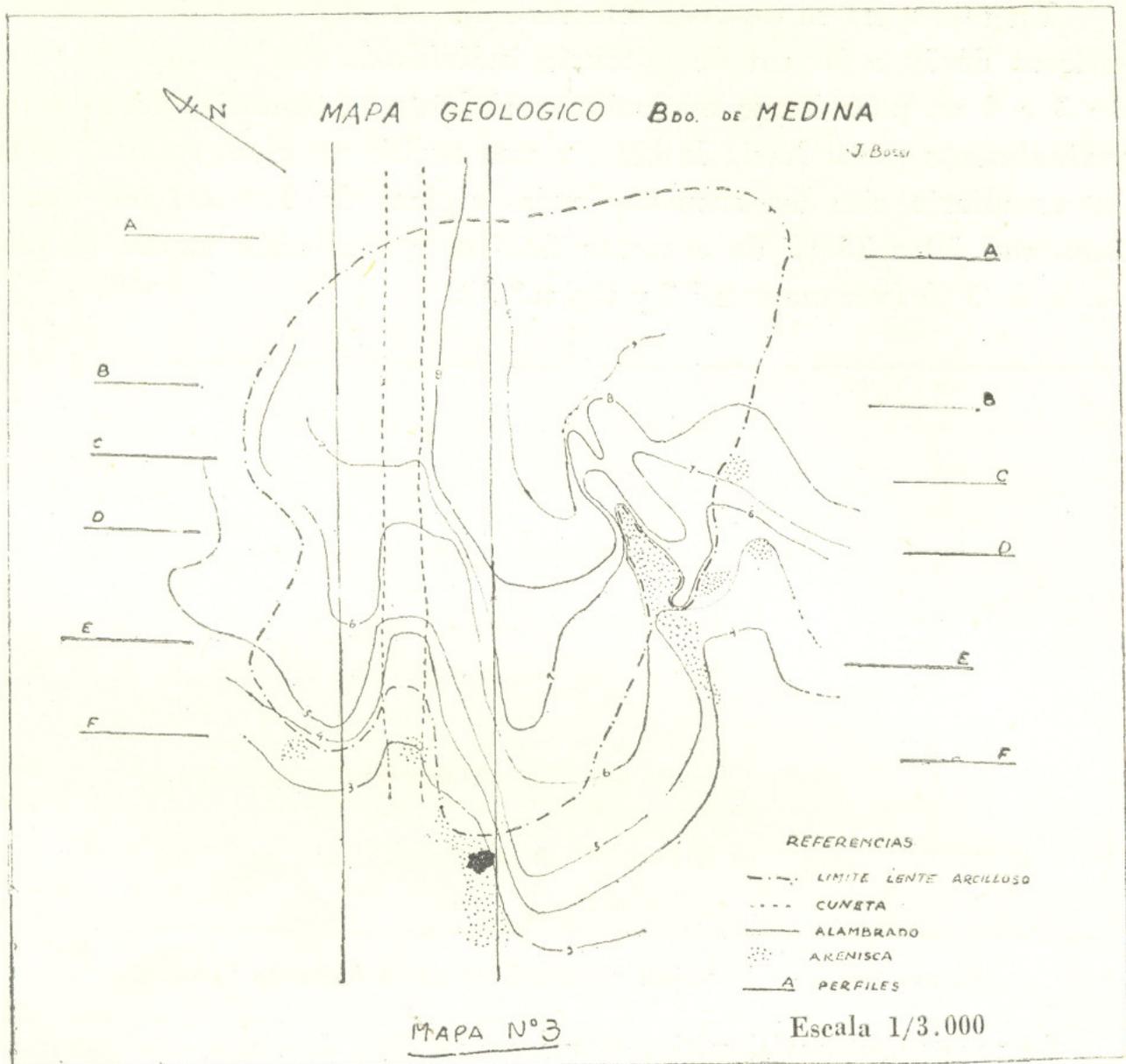
Figura n.º 2 — Sucesión esquemática en Bañado de Medina

La roca montmorillonítica aparece en forma de lente, adelgazando hacia los bordes, todo a lo largo de su contorno, groseramente circular; presenta en el centro de un espesor máximo de 3 m.

La sedimentación es típicamente lagunar, con pendiente variable entre 2 y 5 % y depositándose constantemente encima de una arenisca blanco-verdosa, de grano fino, calcárea, con abundante feldespato en la fracción detrítica. Esquemáticamente, la sucesión sería la expuesta en la figura n.º 2.

La petrografía de los distintos materiales demuestra que la sedimentación lagunar domina en toda esta pequeña zona, con episodios de deposición en clima poco agresivo como para permitir la aparición de feldespatos frescos en algunas capas.

La arenisca blanco verdosa presenta granulometría muy fina, con tamaño de grano promedio de 0.1 mm y máximo de 0.4 mm. El redondeamiento es prácticamente nulo, con buena clasificación. Desde



Mapa n.º 3 — Mapa geológico del lente arcilloso de Bañado de Medina

el punto de vista mineralógico, la fracción arena presenta 70 % de cuarzo y 30 % de feldespatos ácidos. Los minerales densos, no alcanzando el 1 %, están representados por turmalina, granate y clorita (de alteración de biotita).

El lente montmorillonítico será estudiado en detalle más abajo, por lo que nos limitaremos a indicar que presenta un porcentaje de fracción arena entre 5 y 15 % en promedio, con pequeñas láminas más arenosas (hasta 30 %) y otras sin arena. Esta fracción detrítica está constituida por cuarzo, feldespatos muy alterados y biotita casi totalmente cloritizada.

Hacia la cima y lateralmente este lente arcilloso evoluciona a una arenisca rosada (o más exactamente arcilla arenosa) con 30 % de

fracción arena en la que domina netamente el cuarzo sobre el feldespato, alterado. La composición mineralógica de esta fracción es la siguiente: cuarzo 90 %, feldespato alterado 8 %, calcita 2 %. Los minerales densos, muy escasos, están representados por circón, granate turmalina y biotita alterada.

El redondeamiento es pobre y el tamaño de grano oscila entre 0.05 y 0.1 mm. El cemento, fracciones limo y arcilla, es muy abundante, tanto que la roca es una verdadera arcilla arenosa, en general poco compactada, con montmorillonita cálcica como único mineral arcilloso.

El contenido en calcáreo es pobre (2 %) y éste se encuentra en pequeños cristales, por lo que aparece en la fracción arena.

El cuadro n.º 1 presenta los rasgos petrográficos más salientes de la sucesión en estudio.

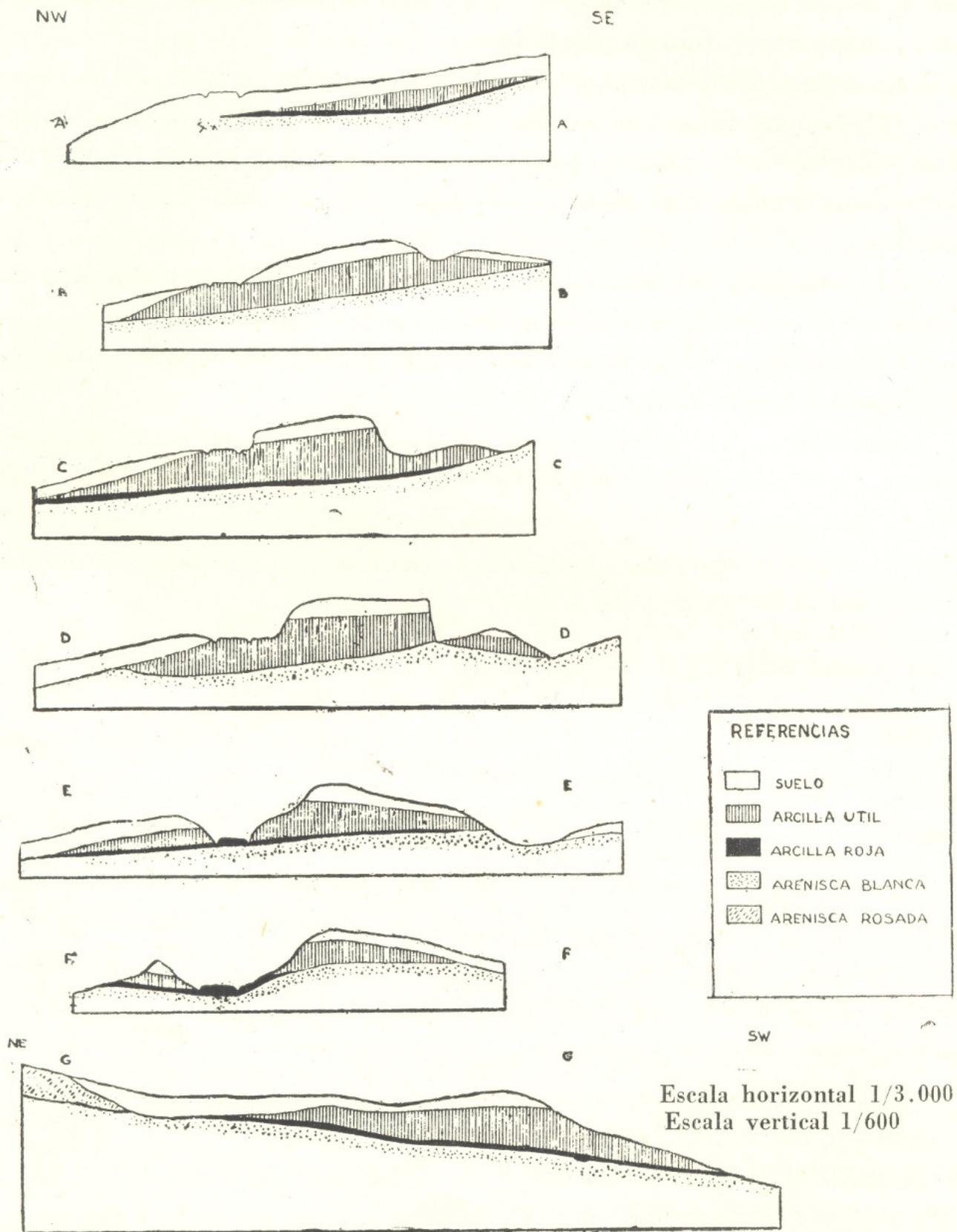
CUADRO N.º 1

	% arena	% cemento	mineral arcilloso	% CO <sub>2</sub> Ca	% feldespato
Arenisca blanco-verdosa .....	75	15	—	10	30
Lente montmorillonítico .....	5-10	85-90	montmorill.	5	10
Arenisca arcillosa rosada .....	30	70	montmorill.	2	8
Horizonte Yaguarítípico .....	85	10	illita	5	5-15

El A.º Bañado de Medina cavó su cauce en este lente arcilloso, por lo que la topografía actual limita en mucho la extensión primitiva. Allende dicho arroyo, aparece, al mismo nivel, el lente arcilloso, aunque de espesores más reducidos y más rico en óxidos de hierro y arena. Representa la evolución a la arcilla arenosa rosada referida más arriba.

Prácticamente el lente aprovechable termina en la cota "4" de la margen oriental del arroyo, según se muestra en el mapa n.º 3. (Las cotas son relativas a un cero arbitrario).

La arenisca blanco-verdosa de base presenta pendiente hacia el oeste con un valor de 3 % aproximadamente. La topografía actual presenta pendiente hacia el SW.



J Bossi

Figura n.º 3 — Perfiles geológicos del lente arcilloso

El perfil "G-G" de la figura n.º 3, muestra el corte geológico en dirección NE-SW, siguiendo el rumbo de la carretera.

Tanto en este corte geológico como en los anteriores de la figura n.º 3, se muestra claramente la naturaleza lentiforme de la formación arcillosa, así como un pequeño espesor (no mayor a 20 cm) de arcilla montmorillonítica expotable que ha concentrado de manera mucho más intensa los óxidos de hierro, por lo que presenta un fuerte color rojo (arcilla roja, en los cortes).

Sobre el origen de la montmorillonita, es un caso típico de régimen lagunar, sin drenaje, donde el  $\text{Ca}^{++}$  se ha concentrado suficientemente para impedir la formación de cualquier otro mineral arcilloso. El carbonato de calcio es abundante en dicho lente aunque en forma esporádica. Se presenta como concreciones esferoidales, venillas y pequeños lechos pulverulentos.

Las capas inferiores, depositadas sobre areniscas relativamente permeables, presentan illita y montmorillonita como minerales arcillosos, dando origen a un sedimento que haría el fondo lo suficientemente impermeable para presentar luego las condiciones genéticas favorables a la montmorillonita.

### *Geología Económica*

Desde el punto de vista económico se deben contemplar fundamentalmente los siguientes aspectos:

- A) materia prima de calidad adecuada para dar un producto técnicamente aceptable;
  - B) cantidad que permita asegurar un funcionamiento prolongado de la planta de tratamiento;
  - C) costo del producto terminado en condiciones de competir, a igualdad de calidad, con el de posible importación.
- a) Materia prima. — *Roca montmorillonítica.*

Referente a la calidad de la materia prima, ésta ha sido estudiada detenidamente desde el punto de vista petrográfico y de su comportamiento a la activación sulfúrica, así como ensayos técnicos de laboratorio para probar un poder decolorante apropiado del producto final.

*Petrografía.* — Por los fines que queremos alcanzar mediante el presente trabajo, hemos prestado primordial atención al lente mont-

morillonítico, que constituye la materia prima para la obtención de "tierra decolorante" y es así que la mayor parte del estudio se volcó sobre este material.

El mineral arcilloso constituyente fué primeramente descrito por Goñi, J. C. (1952), donde presentó curvas de análisis térmico diferencial (A.T.D.), análisis térmico ponderal (A.T.P.) y análisis térmico dilatométrico. Las curvas de A.T.D. fueron muchas veces repetidas por nosotros, con nuestro instrumental y serán luego expuestas en detalle. En lo referente al A.T.P., evidencia una pérdida de peso de 19 % a 100°C y otra de 3.6 % a 650°C.

"El análisis dilatométrico muestra que el escape de agua higroscópica es acompañado de una fuerte contracción y que a 800°C la estructura cristalina se desbarata produciendo una primera fase de gran hinchazón, seguida de una contracción muy brusca."

El material natural fué sometido a análisis granulométrico, dosificación de carbonato de calcio, humedad y densidad aparente, cuyos valores presentamos en el cuadro n.º 2.

CUADRO N.º 2

	Muestra n.º										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	prom.
% fracción arcilla (menor a 0.002 mm) .....	25	30	28	20	40	32	30	35	25	28	29
% fracción limo (entre 0.002 y 0.02) .....	50	60	60	65	55	50	60	55	50	58	56
% fracción arena (mayor a 0.02 mm) .....	21	5	10	12	1	12	5	5	15	8	10
% carbonato de calcio ....	4	6	3	2	3	4	5	4	9	6	4.5
% humedad .....	13	15	16					18	13	12	15
Densidad aparente .....	2.1			2.2	2.0		2.0		2.1		2.1

Tanto la fracción arcilla como la fracción limo son de naturaleza montmorillonítica (con sílice finamente dividida), y en consecuencia ambas utilizables técnicamente.

El contenido en fracción arena, que es inerte y rebaja la calidad del producto, es aceptable en promedio, pero existen datos parciales elevados, lo que haría conveniente un intento de separación en el proceso industrial.

El carbonato de calcio, no sólo inerte sino que además consume

ácido, da espuma por el desprendimiento de anhídrido carbónico y se transforma en yeso, es un mineral indeseable, pero su valor promedio es lo suficientemente bajo como para hacer aceptable a la materia prima. Los valores elevados se presentan afortunadamente en los bordes del yacimiento.

Sobre las dos fracciones más finas fueron realizados, análisis químico cuantitativo, análisis térmico diferencial y estudio por rayos X.

La curva de A.T.D. es la n.º 1 de la figura n.º 4. El doble pico endotérmico a baja temperatura se debe a la presencia de  $\text{Ca}^{++}$  en la intercapa estructural. "El endotérmico de  $680^{\circ}\text{C}$  es admitido como " debido a la eliminación del  $\text{OH}^{-}$  unido al  $\text{Al}^{+++}$  en la capa octaédrica y el de  $860^{\circ}\text{C}$ , al  $\text{OH}^{-}$  unido al  $\text{Mg}^{++}$ " (Page, J. B., 1943).

"El exotérmico a  $980^{\circ}\text{C}$  corresponde a la formación de una espinela de Mg-Al y una fase de  $\text{SiO}_2$  que puede ser cuarzo o cristobalita según la temperatura a que se someta la muestra" (Bradley, W. y Grim, R., 1951).

El análisis químico cuantitativo, sobre base seca a  $110^{\circ}\text{C}$ , dió los siguientes resultados (Analista: Q.I. M. M. de Mazzuchelli):

$\text{SiO}_2$	71.3 %
$\text{Al}_2\text{O}_3$	14.2 %
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	1.7 %
$\text{FeO}$	0.1 %
$\text{MnO}$	0.2 %
$\text{TiO}_2$	—
$\text{P}_2\text{O}_5$	—
$\text{MgO}$	1.0 %
$\text{CaO}$	2.3 %
$\text{Na}_2\text{O}$	0.7 %
$\text{K}_2\text{O}$	0.2 %
$\text{H}_2\text{O} (*)$	6.9 %
	<hr/>
	99.6 %

Estos datos analíticos tratados de acuerdo al método de Harvey, C. O. (1943), nos suministraron los siguientes valores:

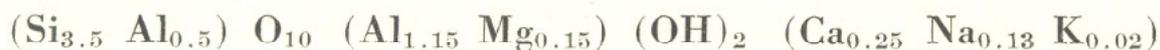


La fórmula propuesta por Grim, R. (1953) para la montmorillonita es la siguiente:



Nuestro análisis demuestra la existencia de sílice de tamaño inferior a 20 micras, evidenciado cualitativamente como cuarzo por rayos X.

Haciendo sucesivos tanteos para que la suma de cationes de intercapa ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ), iguale a los cationes sustituyentes en las capas Si-O y Al-O-OH, llegamos a la siguiente conclusión: cuarzo libre, 35 % y entonces, la fórmula de la montmorillonita sería:



De todas maneras no hemos llegado a resultados coherentes. Hay algo de  $\text{Ca}^{++}$  del carbonato que no ha sido eliminado, y un déficit en el valor del  $\text{Mg}^{++}$ .

Para estas conclusiones podemos comparar con el análisis químico de una montmorillonita pura:

$\text{SiO}_2$	58.0 %
$\text{Al}_2\text{O}_3$	23.5 %
$\text{MgO}$	1.7 %
$\text{CaO}$	1.9 %
$\text{Na}_2\text{O}$	1.2 %
$\text{K}_2\text{O}$	0.3 %

Los óxidos de hierro y manganeso son secundarios en nuestra montmorillonita.

Finalmente en estudio por rayos X (método Debye - Scherrer), dió un espaciado de 14 Å para la montmorillonita natural y 17 Å para la muestra tratada con glicerina (Riviere, A., 1951 y Bradley, W. F., 1945).

La fracción arena está constituida por biotita con alteración clorítica avanzada, como mineral dominante, junto con cuarzo anguloso, tremolita, turmalina y feldespatos ácidos alterados. Su tamaño no excede 0.1 mm.

*Activación.* — Estos ensayos fueron realizados en colaboración con el Q.I. J. J. Zunino durante 1958.

1. Método de activación seguido.

El fenómeno de activación consiste fundamentalmente en la in-

roducción del ión  $H^+$  en la intercapa estructural, provocando la sustitución de los primitivos cationes presentes ( $Ca^{++}$  dominando en nuestro caso).

Nuestra materia prima contiene cantidades variables de fracción arena que es inerte y en consecuencia disminuye el rendimiento final. Los datos experimentales lo verificarán numéricamente, pero es evidente de antemano, la necesidad de su consideración y hasta pensar en su posible eliminación cuando dé valores elevados. Esta eliminación se puede lograr por desagregación de la roca original por un proceso no muy severo, tal vez molienda húmeda en un molino de bolas de porcelana y decantación, luego de sedimentada la arena, que lo hace a una velocidad de 6 cm por minuto. La lechada sobrenadante, sifonada, secada y molida, está en condiciones de ser sometida al tratamiento ácido.

La concentración óptima de ácido ensayada fué sulfúrico al 15 % en volumen. El cuadro n.º 3 muestra los principales tipos de tratamiento a que fué sometido el material. Se muestran en ese cuadro las características de tratamiento y la pureza de la materia prima ensayada. El producto final se caracteriza con un número romano. Así, p. e., el producto I, tenía originalmente 34 % de arena y fué sometido a una hora de ebullición con sulfúrico 10 % en volumen, y 600 ml de ácido al 10 % para 100 g de materia prima.

CUADRO N.º 3

<i>Arcilla activada</i>	<i>% arena</i>	<i>Conc. ácido en volumen</i>	<i>Tiempo de ebullición</i>	<i>Relación ácido/arcilla</i>
I	34	10 %	1 hora	6/1
II	15	10 %	1 hora	6/1
III	34	15 %	1 hora	6/1
IV	0	10 %	2 horas (*)	6/1
V	0	5 %	1 hora (*)	12/1
VI	0	10 %	1 hora (*)	6/1
VII	0	15 %	1 hora (*)	6/1

Nota: (\*) Nivel constante.

Luego del tratamiento, el pH de la suspensión osciló entre 0.5 y 1.5 por lo que fué necesario mediante lavados y centrifugaciones sucesivas, llevarlo a un pH de aproximadamente 4.0. En condiciones

de pH bajo el producto se centrifuga o filtra con relativa facilidad, dado el carácter del coloide arcilloso que permanece coagulado en medio ácido. Durante los primeros lavados es posible obtener una decantación relativamente rápida. Luego de los lavados, el producto es secado y molido a (— 10.000) mallas/cm<sup>2</sup>.

## 2. Control de los productos activados.

Este control se realizó mediante medidas de capacidad de intercambio de base y de ensayos de decoloración de aceite de lino crudo.

Paralelamente se efectuaron curvas de A.T.D. y diagramas de rayos X de cada producto, para observar los posibles cambios estructurales producidos mediante ese intenso tratamiento ácido.

### i) Capacidad de intercambio de base.

Uno de los métodos para seguir el proceso de activación es medir el valor de intercambio de H<sup>+</sup>, que lo expresamos de acuerdo a la norma general, en miliequivalentes por 100 g de sustancia.

Para ello se siguió la técnica de Mehlich, A. (1938) tal cual aparece en el trabajo de Barr, M. y Guth, E. (1951).

Los resultados obtenidos fueron los que a continuación se exponen en el cuadro n.º 4.

CUADRO N.º 4

<i>Arcilla activada</i>	<i>meq. H<sup>+</sup> por 100 g</i>	<i>meq. totales por 100 g</i>	<i>pH en suspensión en agua al 10 %</i>	<i>% arena</i>
Actisil-T (*) . . . .	65	65	3.6	—
II . . . . .	44	60	4.7	15
III . . . . .	35	45	4.0	34
V . . . . .	72 (**)	65	3.5	0
VI . . . . .	57	65	4.0	0
VII . . . . .	60	65	4.7	0
Materia prima . . . .	0	65	8.9	0
Materia prima . . . .	0	45	8.8	31

Notas:

(\*) Actisil-T, fabricado por la Soc. Franç. des Glycerines (Robertson, R. 1954).

(\*\*) No estuvo bien lavada. Dato a despreciar. No se repitió pues se obtuvieron mejores resultados en otras condiciones.

### ii) Ensayo técnico de decoloración

La técnica fué adaptada a nuestras posibilidades de trabajo si-

guiendo los delineamientos generales de Klinefelter, T. A. y Hamlin, H. P. (1957), Jamieson (1953) y Wiberg, N. (1928).

Se tomó como sustancia tipo Actisil - T, cedido por la firma F.A.B.U.C.A.

La técnica utilizada consistió en calentar durante 20 minutos el aceite de lino a 95-98°C (B.M.), con cantidades entre 2 y 5 % de arcilla activada, con una agitación de 200 r.p.m., mediante agitador mecánico.

Las normas U.N.I.T. establecen que un aceite de lino bien decolorado debe absorber menos luz que una solución que contenga: 1.85 g de bicromato de potasio en 100 cc de agua destilada, a la que se agrega 1 g de ácido sulfúrico de densidad 1.84 (Normas Unit, 67-50, Color F-1). No obstante no se especifica la longitud de onda de trabajo. Fueron ensayados con luz roja, verde y blanca.

En el cuadro n.º 5 se exponen los resultados experimentales obtenidos utilizando un fotocolorímetro EEL.

CUADRO N.º 5

Aceite decolorado con producto:	Arcilla %	Filtro verde		Filtro rojo		Sin filtro	
		lg I <sub>0</sub> /I	I/I <sub>0</sub> x100	lg I <sub>0</sub> /I	I/I <sub>0</sub> x100	lg I <sub>0</sub> /I	I/I <sub>0</sub> x100
Sol. standard		1.0	10.0	0.74	18.2	0.19	64.8
Actisil-T . . . . .	5	0.84	14.4	0.74	18.2	0.09	81.0
I . . . . .	5	0.87	13.5	0.76	17.4	0.12	76.0
III . . . . .	5	0.85	14.2	0.75	17.8	0.10	78.0
IV . . . . .	5	0.845	14.3	0.76	17.4	0.095	80.5
V . . . . .	2	1.0	9.6	0.92	12.0	0.29	51.2
V . . . . .	5	0.94	11.5	0.84	14.4	0.22	60.5
VI . . . . .	2	0.89	12.6	0.80	15.8	0.175	66.7
VI . . . . .	5	0.84	14.4	0.76	17.4	0.09	81.0
VII . . . . .	5	0.81	15.5	0.74	18.2	0.085	82.2

Vemos claramente de este cuadro, que el producto VII es de propiedades aceptables y que el VI se adapta bastante pero no decolora suficientemente la clorofila. El comportamiento es comparable y algo mejor al de la sustancia patrón utilizada.

A continuación exponemos el cuadro n.º 6, que reúne las propiedades más salientes de los productos, comparando materia prima, tipo de activación, capacidad de intercambio de base y resultado técnico de la decoloración.

CUADRO N.º 6

Denominación	% arena	conc. $H_2SO_4$	tiempo ebullición	meq. $H^+$ por 100 g	meq. totales por 100 g	$I/I_0 \times 100$			% arc.
						verde	roja	blanca	
I	34	10 %	1 hora	—	—	13.5	17.4	76.0	5
II	15	10 %	1 hora	44	60	—	—	—	—
III	34	15 %	1 hora	35	45	14.2	17.8	78.0	5
IV	0	10 %	2 horas	—	—	14.3	17.4	80.5	5
V	0	5 %	1 hora	72	65	9.6	12.0	51.2	2
V	—	—	—	—	—	11.5	14.4	60.5	5
VI	0	10 %	1 hora	57	65	12.6	15.8	66.7	2
VI	—	—	—	—	—	14.4	17.4	81.0	5
VII	0	15 %	1 hora	60	65	15.5	18.2	82.2	5
Actisil-T	—	—	—	65	65	14.4	18.2	81.0	5
Sol. standard	—	—	—	—	—	10.0	18.2	64.8	—
Mat. prima	0	—	—	0	65	—	—	—	—
Mat. prima	31	—	—	0	45	—	—	—	—

### iii) Estudio por análisis térmico diferencial

Se realizaron curvas de A.T.D. de las "arcillas activadas" y los resultados obtenidos se detallan a continuación (ver fig. n.º 4).

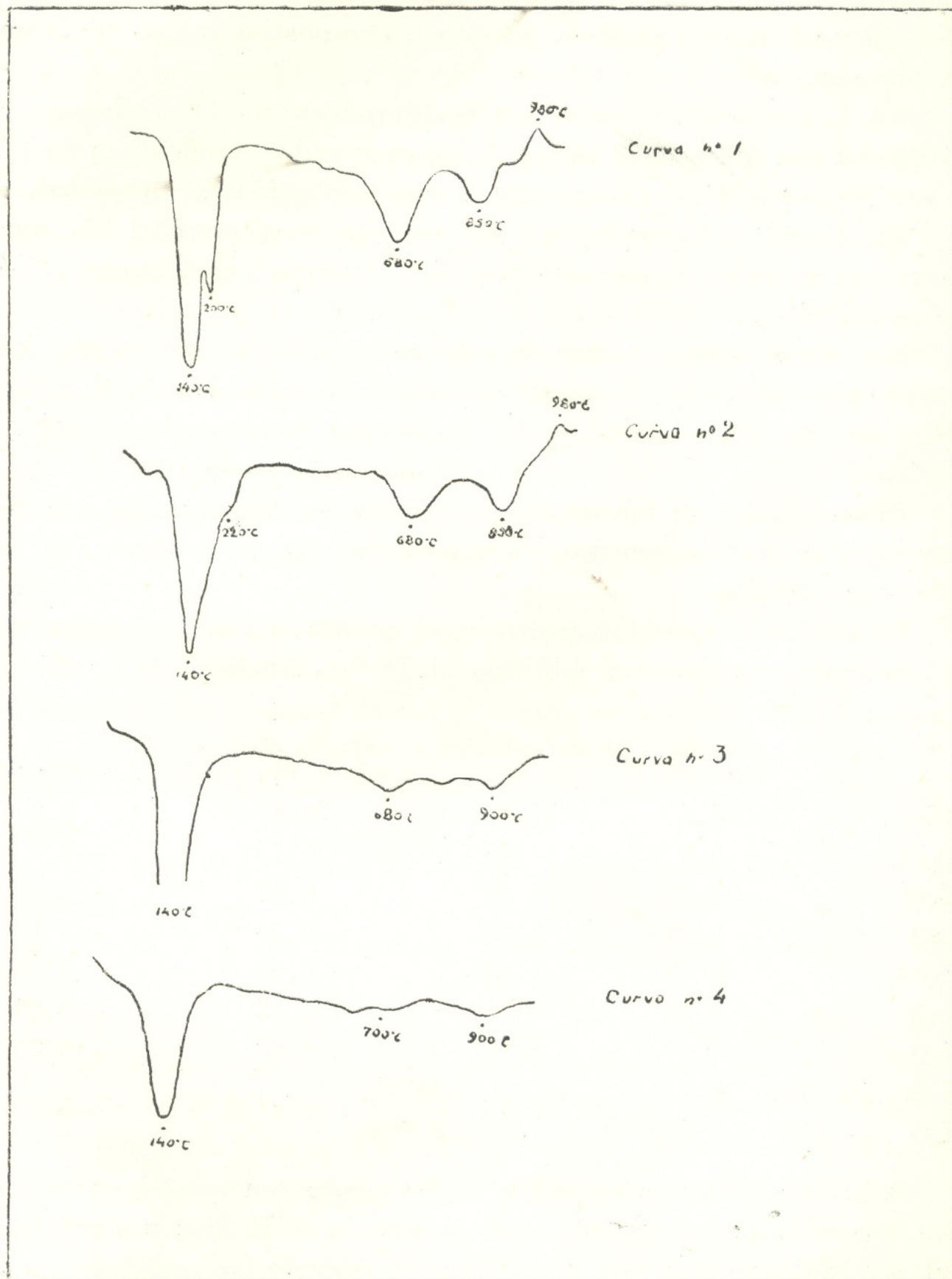


Figura n.º 4 — Curvas A.T.D. de montmorillonita natural y luego de tratamiento ácido de intensidad creciente

En la curva n.º 2 de la figura 4, correspondiente al material VI (1 hora de ebullición con sulfúrico 10 %), se mantienen los fenómenos endo y exotérmicos de alta temperatura y hay una casi total desaparición del  $\text{Ca}^{++}$  de la intercapa por lo que disminuye el doblete de baja temperatura, probado por otra parte por los valores de iones de intercambio.

En la curva n.º 3, correspondiente al material IV (2 horas de ebullición con sulfúrico al 10 %), ha desaparecido totalmente el  $\text{Ca}^{++}$  y los fenómenos de alta temperatura han disminuído en intensidad.

Finalmente desaparecen casi por completo en el material VII, que es tratado a ebullición con sulfúrico 15 % durante 1 hora (curva n.º 4 de la fig. 4).

Los conclusiones a sacar de esta sucesión de hechos es que ha habido destrucción por lo menos parcial de la capa octaédrica, cuyos  $\text{OH}^-$  son los responsables de los fenómenos endotérmicos a 680 y 860°C.

El exotérmico de formación de espinela, ha desaparecido casi totalmente, lo que confirmaría el drenaje del  $\text{Al}^{+++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  de la estructura arcillosa.

Como verificación fué realizado el análisis químico cuantitativo del producto tratado con sulfúrico al 15 % (Analista: Q.I. Mirta Umpierre).

	<i>Arcilla activada</i>	<i>Montmorillonita natural</i>	<i>Arcilla activada a igual base de <math>\text{SiO}_2</math></i>	<i>Diferencia</i>
$\text{SiO}_2$	85.6	71.3	71.3	0.0
$\text{Al}_2\text{O}_3$	6.9	14.15	5.75	-8.4
$\text{MgO}$	1.05	1.02	0.87	-0.15
$\text{CaO}$	0.29	2.34	0.24	-2.1
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0.74	1.69	0.62	-1.07
$\text{Na}_2\text{O}$	0.54	0.74	0.45	-0.29
$\text{K}_2\text{O}$	1.11	0.18	0.90	+0.72
$\text{H}_2\text{O}$ (110-260)	0.9	4.36	0.73	-3.23
$\text{H}_2\text{O}$ (+ 260)	3.56		2.90	
		6.86	3.63	

A los efectos de comparación se ha puesto con igual base de sílice, que es la que no se elimina de la estructura. El aumento relativo del  $\text{K}^+$  indicaría que éste no se elimina, aunque las cantidades son muy pequeñas. La disminución de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  y  $\text{H}_2\text{O}$  de alta verifi-

can los fenómenos supuestos de destrucción parcial de la red cristalina.

#### iv) Estudio por rayos X

Se han realizado diagramas del producto activado, cuyo análisis químico venimos de mostrar y los resultados fueron los siguientes: las rayas se han debilitado profundamente para iguales condiciones de exposición, etc., pero se mantiene el poder de hinchazón con glicerina y el espaciado es de 12 Å lo que, al concordar con el de la montmorillonita H<sup>+</sup> obtenida por tratamiento ácido débil, indica que se mantiene por lo menos el esqueleto de la estructura.

#### b) Reservas

La roca montmorillonítica motivo de estudio, no presenta ninguna resistencia a la erosión y forma suelo con suma facilidad, ya que no ha sufrido ningún proceso secundario (silicificación, etc.), que la vuelva resistente.

Es así que no existe ningún afloramiento natural, y sólo la ha puesto al descubierto el desmonte del camino.

Para su cubicación hemos utilizado el mencionado desmonte, una pequeña cantera muy desordenada que ha aprovechado un antiguo camino, y realizamos 35 pequeños sondeos con taladro edafológico, hasta la profundidad de 2 m. Todo esto nos ha permitido visualizar claramente la potencia, forma y extensión del lente arcilloso.

En el mapa geológico (mapa n.º 3) están indicadas las líneas tomadas para efectuar el cubicado, cuyos perfiles se muestran en la figura n.º 3.

Ha habido necesidad de aproximar los sondeos, pues la pequeña cantera, así como la carretera, que pasa sobre el lente del material en estudio, han dificultado las medidas en un yacimiento de forma geológica tan simple.

El método seguido fué medir el área vertical de cada perfil y reducirla a un rectángulo de 2 m de altura. Como los perfiles fueron tomados muy próximos entre sí (20-30 m), es lícito reducir el área horizontal entre dos perfiles a un trapecio cuyas bases son las longitudes calculadas a partir de considerar un espesor homogéneo de 2 metros.

La tabla adjunta (cuadro n.º 7) muestra las operaciones realizadas.

## CUADRO N.º 7

Perfil	Area (m <sup>2</sup> )	Longitud calculada (m)	Distancia (m)	Area (m <sup>2</sup> )
AA	52.6	26.3		
			40	1777
BB	125	62.5		
			20	1430
CC	161	80.5		
			20	1512
DD	141.5	70.75		
			30	1803
EE	99	49.5		
			25	900
FF	45	22.5		
				7422
			Area total	

Como supusimos un espesor homogéneo de 2 m, nos da un volumen de 14.844 m<sup>3</sup>.

La densidad aparente promedio, es de 2.1 y la arcilla contiene 15 % de humedad como valor promedio.

La cantidad de material existente en el yacimiento de Bañado de Medina es de 31.000 toneladas en base húmeda, lo que da 26.000 toneladas en base seca.

No obstante, esta materia prima, contiene dos clases de inertes: a) calcáreo, cuyo promedio oscila alrededor de 5 %, excepto en las muestras de borde, donde varía entre 7 y 9 %; b) arena, a base de biotita y cuarzo, en un valor promedio de 9 %. Estos inertes disminuyen en un 14 % al valor inicial, para transformarlo en la cantidad de materia prima activable, por lo que se contaría con 22.500 toneladas de arcilla montmorillonítica activable.

### CONCLUSIONES

Los datos expuestos permiten llegar a las siguientes conclusiones:

- 1) la montmorillonita cálcica del lente de Bañado de Medina, es activable;

- 2) existen 20.000 toneladas de materia prima útil, lo que al ritmo actual cubre nuestro mercado durante 40 años;
- 3) la activación óptima se ha conseguido a escala de laboratorio, tratando la materia prima a ebullición, con ácido sulfúrico 15 % en volumen. Dicho tratamiento provoca la destrucción parcial de la estructura mineral;
- 4) la materia prima contiene cantidades variables de arena, que sería necesario eliminar, previo al tratamiento ácido, para mejorar rendimientos;
- 5) se están realizando en nuestra Facultad ensayos de activación a escala piloto, con lo que se intenta calcular el costo de fabricación y verificar a esa escala, la calidad de la materia prima;
- 6) entendemos, no obstante, que este trabajo cumple con la finalidad propuesta de despertar el interés nacional hacia la explotación racional de un yacimiento con materia prima noble para obtener "tierras decolorantes", a través de un proceso industrial relativamente simple; e incrementar la producción nacional, ya existente, hasta cubrir totalmente nuestra plaza.

Trabajo entregado Mayo 1961.

### *Bibliografía consultada*

- Barr, M. y Guth, E. (1951). Journal of the Am. Pharm. Ass. (Sc. Ed.) N.º 1, pág. 9.
- Bradley, W. F. (1945). "Molecular associations between montmorillonite and some polyfunctional organic liquids". J. Am. Chem. Soc. 67, 975-981.
- Bradley, W. F. y Grim, R. (1951). "High temperature thermal effects of clay and related materials". Am. Mineral. 36, 182-201.
- Brindley, G. W. (1951). "X-ray identification and structure of the clay minerals". Mineralogical Soc. of Great Britain. Monograph.
- Caorsi, J. H. y Goñi, J. C. (1957). "Geología Uruguaya". Inst. Geol. del Uruguay, Bol. N.º 37.
- Déribéré, M. y Esme, A. (1952). "La bentonita". Ed. Aguilar.
- Falconer, F. J. (1936). "El Sistema de Gondwana del noreste uruguayo". Inst. Geol. del Uruguay, Bol. N.º 23.
- Goñi, J. C. (1952). "Etude minéralogique de quelques argiles de l'Uruguay". C.I.P.E.A. XIX Congr. Intern. de Geología. Fascículo XVIII, pp. 47-56.
- Grim, R. (1953). "Clay Mineralogy". Ed. MacGraw-Hill.
- Harvey, C. O. (1943). "Some notes on the calculations of molecular formula of glauconite". Am. Mineral. 28, 541-43.

- Jamieson, N. (1943). "Vegetables fats and oils". Am. Chem. Soc., Monograph Series. Reinhold Publ. Co.
- Kiefer, Ch. (1951). "Stabilité et classification des minéraux philliteux". Centre d'Études et Recherches de l'Ind. des liants hydrauliques. Publication technique N.º 42.
- Klinefelter, T. A. y Hamlin, H. P. (1957). "Syllabus of clay testing". Bureau of Mines, Bull. 565.
- MacEwan, D. M. C. (1946). "The identification and estimation of the montmorillonite group of minerals with special reference to soil clays". J. Soc. Chem. Ind. (London), 65.
- Mehlich, A. (1938). "Use of triethanolamine acetate-barium hidroxide buffer for the determination..." Soil Sci. Soc. Am. Proc. 3, 162-166.
- Page, J. B. (1943). "Differential thermal analyses of montmorillonite". Soil Sci., 56, 273-283.
- Rivière, A. (1951). "Les progrès récentes dans la connaissance..." Bull. Soc. Franç. Cér. 10, 11-19 y 13, 2-19.
- Robertson, R. (1954). "A glossary of clay trade names". Clay Min. Group of the Min. Soc. of Great Britain and Ireland.
- Tschapek, M. y Ruhstaller, R. (1955). "Activación de las bentonitas". Rev. del Inst. Nac. de Inv. de las Ciencias Naturales, Buenos Aires, Rca. Argentina.
- Wiberg, N. (1928). Z. Angew. Chem., 41, 1338.