

INVESTIGACION MINERALOGICO-PETROGRAFICA DE ROCAS
ARCILLOSAS EN LA LOCALIDAD DE RODAS
(PROVINCIA DE LAS VILLAS)

Ing. František Čech C. Sc.⁽¹⁾ - Ing. Eduard Martiny⁽²⁾

A petición del Instituto Cubano de Recursos Minerales hemos efectuado una investigación mineralógico-petrográfica de dos muestras de rocas arcillosas y de una muestra de toba volcánica de la localidad de Rodas (provincia de Las Villas). Como ya el examen preliminar había demostrado que una de las muestras (muestra Núm. 1303) se trataba probablemente de arcilla montmorillonítica relativamente pura, decidimos efectuar la investigación mineralógica completa de esta muestra.

Puesto que hasta el momento, la Escuela de Geología de la Universidad de la Habana carece de laboratorio mineralógico completamente equipado con todos los aparatos necesarios, nos dirigimos al Laboratorio Geológico de la Academia de Ciencias Eslovaca en Bratislava, con una solicitud para efectuar allí algunos análisis de carácter especial. De la colaboración de los trabajadores de ambos centros ha resultado el presente estudio.

Por este medio los autores cumplen con agrado una obligación suya, la de expresar su agradecimiento a J. Kukla, tanto por haber suministrado las muestras de rocas, como por sus valiosas sugerencias; a M. Misík, por su cooperación en la elaboración del apartado referente al examen con microscopio; a C. M. Judoley, por su ayuda para determinar la macrofauna; a G. Furrázola, por su ayuda para determinar la microfauna y realizar las microfotografías; a B. Cicel, por sus valiosas sugerencias; a M. Harman, por haber tomado las fotografías por medio de microscopio electrónico; y a J. Chudy, por haber efectuado el análisis espectral.

INTRODUCCION

A principios del año 1963, con el objeto de realizar una exploración de arcillas refractarias, los trabajadores del ICRM efectuaron 16 perforaciones

(1) Escuela de Geología, Universidad de la Habana.
(2) Academia de Ciencias de Eslovaquia, Bratislava.

en la zona limitada aproximadamente por la línea Rodas-Abreus-Cieneguita-Yaguaramas-La Montañesa-Rodas. Más de la mitad de estas perforaciones fueron efectuadas en la zona situada al noroeste del entronque del camino de Abreus con la carretera Circuito Sur, en los alrededores de las fincas Santa Rosa, La Ceiba, Santa Clara y Villa Clara. La localización precisa de todas las perforaciones, anotada en la base topográfica en escala 1:50,000 (hoja Abreus, 4082 I), se encuentra en el ICRM.

Las muestras que han sido sometidas a la investigación mineralógico-petrográfica, han sido tomadas en tres perforaciones: la muestra Núm. 0568 proviene de la perforación Núm. 3, a una profundidad de 2,40 a 2,90 m; la muestra Núm. 1303 proviene de la perforación Núm. 9, a una profundidad de 5,30 a 5,95 m; y la muestra Núm. 1304 proviene de la perforación Núm. 11, a una profundidad de 1,05 a 2,65 m.

La perforación Núm. 3 se encuentra alrededor de 325 m al oeste del entronque del camino de la finca Santa Clara y del terraplén que reúne este camino con la carretera Circuito Sur. La perforación Núm. 9 se encuentra a unos 100 m al este de la perforación Núm. 3. La perforación Núm. 11 se encuentra a unos 100 m al sur de la perforación Núm. 3. (Véase la fig. 1).

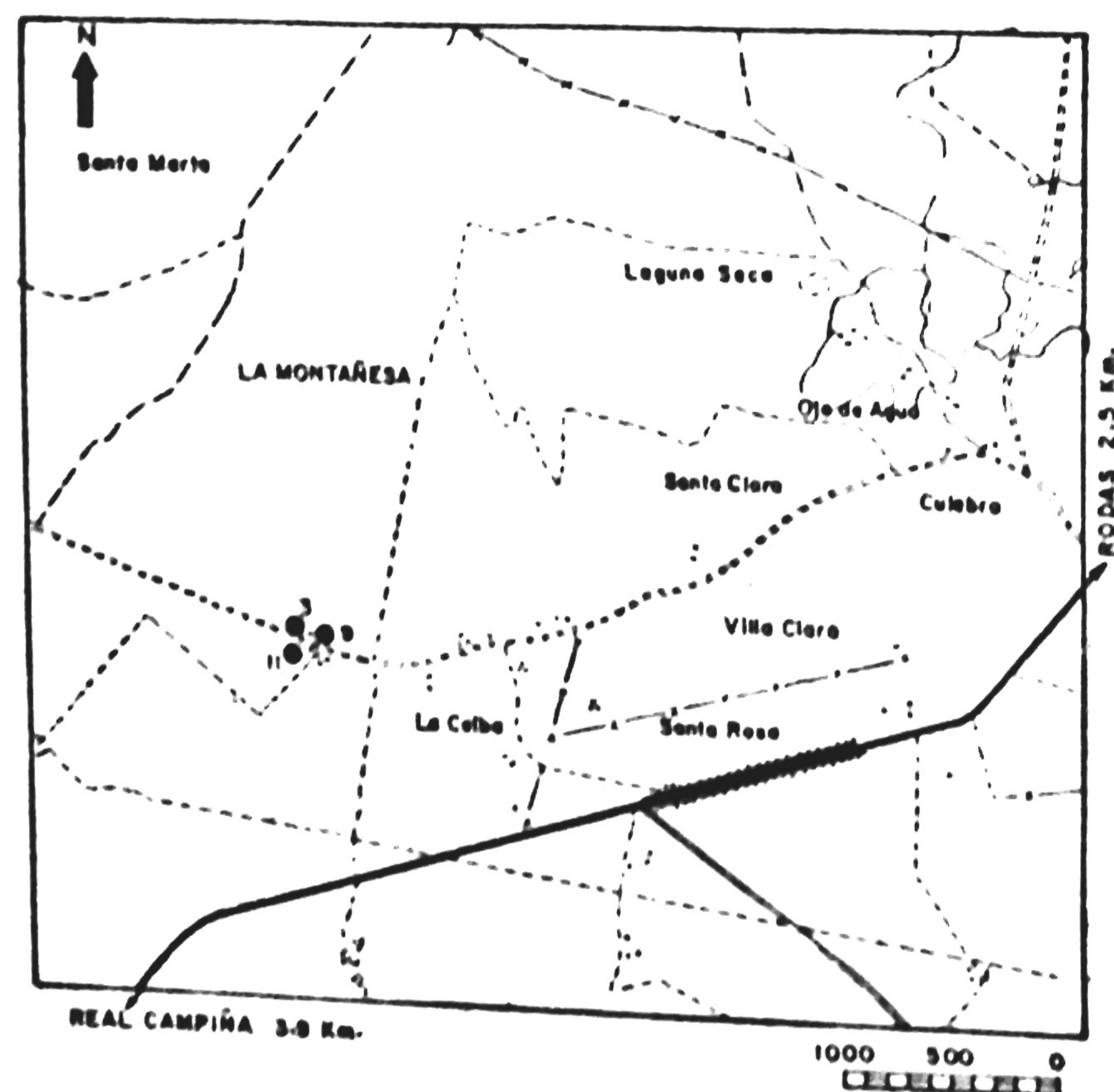


Fig. 1

CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL TERRENO EXAMINADO

Las rocas del Cretácico Medio y del Cretácico Superior forman parte de la estructura geológica de las cercanías. En algunos afloramientos en la parte sur del territorio examinado, asoma en la superficie una potente formación de tobas. Estas tobas han sido examinadas en una amplia cantera excavada, al nordeste de la población de Constancia. En la cantera predominan tufitas pelíticas de grano fino, de color verdoso, bandeadas a trechos y con frecuentes intercalaciones delgadas (hasta 0,5 m) de rocas volcánicas gabroides de color verdoso claro, con disyunción esferoidal. Se han notado también intercalaciones de tobas arenosas con estructura psammitica y, esporádicamente, también brechas volcánicas. En las tobas ha sido encontrada una intercalación delgada (de 0,40 m aprox.), rica en fauna de *Inoceramus*. En esta posición han sido encontrados también algunos Ammonites pequeños que, según C. M. Judoley, pertenecen a la familia *Hoplitidae* y se presentan en una edad comprendida entre el Aptiano (Cr_1 , ap) y el Cenomaniaco (Cr_2 , cm). En las láminas delgadas de estas tobas, G. Furrázola ha determinado una microfauna relativamente pobre: *Globigerinelloides* sp. y *Hedbergella* sp., característicos del Cenomaniaco (Cr_2 , cm).

Tobas de composición semejante han sido determinadas también en una cantera excavada aproximadamente a 1 km. al este de la población de Cieneguita. A diferencia de las tobas en las cercanías de la población de Constancia, la roca en esta cantera es de grano más fino, de carácter pelítico y de colores más claros, y sólo muy esporádicamente se encuentran allí filones-capas de rocas gabroides. De lo anteriormente dicho se puede deducir que esta localidad se encontraba a una distancia más grande de los centros volcánicos que la localidad de Constancia.

Tobas semejantes han sido observadas también en la incisión del Río Alcalde Mayor, aproximadamente a partir del lugar donde el río cruza la carretera Circuito Sur, extendiéndose a lo largo de esta carretera en dirección nordeste. De los datos mencionados se desprende que esta formación proviene del Cretácico Medio v, también, que esta secuencia corresponde a los sedimentos de rocas volcánicas en la parte central de Cuba, generalmente conocidos en la literatura antigua bajo las denominaciones "Formación de Toba", "Facies Tobácea" o "Tuff series" esta última denominación fue introducida en la literatura por A. A. Thiérens (1937). En los últimos trabajos, esta formación está colocada en el Cretácico Medio (P. J. Bermúdez, 1961), con lo cual concuerdan también los resultados de nuestra investigación.

Encima de la "Formación de Toba" se encuentra una secuencia discordante, llamada en la bibliografía antigua "Formación Habana", denominación que fue introducida por R. H. Palmer (1934). Las rocas de la Formación Habana aparecen en esta zona en distintas facies.

En una amplia cantera excavada en las inmediaciones de la población de Abreus, llamada Cantera Horacio Rodríguez, la cual se encuentra en una planicie en el borde noroeste de Abreus, aparecen calizas con un gran porcentaje de carbonato de calcio de carácter biogénico, casi no estratificadas o que asoman, eventualmente, en forma de bancos muy gruesos. El color de las calizas es blanco lechoso, con notables manchas de color blanco de

creta que se deben a algas coralinas; esporádicamente aparecen en ellas foraminíferos y abundantes estilolitos rojos. Se pueden observar fenómenos cársicos, que se manifiestan en las calizas por la presencia de numerosas cavernas y cuevas y, en la superficie de las calizas, por "dientes de perro". Las cavernas están rellenas de limo de cavernas con abundantes limonitas pisolíticas (perdigones). Las calizas se aprovechan para fines de construcción.

Calizas de este mismo tipo han sido encontradas también suprayacentes a la formación de toba en una cantera de excavación llamada Seborucal, aproximadamente a 0,5 km al este de la población de Cieneguita.

Por medio de estudio de secciones delgadas de estas calizas, G. Furrázola ha determinado la siguiente asociación de microfósiles: *Orbitoides* cf. *apiculata*, *Omphalocyclus macroporus*, *Lepidorboides* sp., *Sulcoperculina* sp., *Archaeolithothamnium* sp., *Pseudolithothamnium album*. A base de la asociación mencionada, estas calizas pueden incluirse en el Cretácico Superior (Maestrichtiano, Cr₂ m).

A unos 2 km de la población de Constancia, en la orilla derecha del camino a Abreus, han sido determinadas calizas del Cretácico Superior, de evolución considerablemente distinta. Alternan allí calizas margosas con desintegración en terrones e intercalaciones de margas. En la red de fracturas de los terrones de calizas que van descomponiéndose, se forma una masa caolinica que empuja las partes marginales de los fragmentos calizos. En secciones delgadas de estas calizas ha sido determinada por G. Furrázola la siguiente asociación de microfósiles: *Ayalaina rutteni*, *Sulcoperculina* cf. *vermunti*, *Dasycladaceae* — *Codiaceae* (?), fragmentos de Moluscos. A base de esta asociación, estas calizas pueden ser incluidas en el Cretácico Superior (Campaniano, Cr₂sn (b) hasta Maestrichtiano, Cr₂m).

En la incisión del camino que reúne Abreus y Cieneguita, precisamente junto a la bifurcación de donde sale el empalme a la carretera Circuito Sur, han sido encontradas calizas de evolución facial análoga, pero, a diferencia de las de la localidad precedente, alternan con intercalaciones de areniscas. En estas calizas aparece en muchos lugares una fauna de Lamelibranchios pequeños y una intercalación con abundantes erizos de mar. F. Formell ha efectuado el examen de estos erizos de mar, comparándolos con los ejemplares que se encuentran en el Museo de Paleontología de la Academia de Ciencias de la Habana, donde se encuentra la colección completa de erizos de mar de Cuba, reunida por M. Sánchez Roig. Han sido determinados tres ejemplares: *Trachyaster simpaticus*, *Trachyaster antillensis* y *Lanieria lanieri*. A base de los resultados mencionados, estas calizas pueden ser incluidas en el Cretácico Superior. Los mismos ejemplares han sido descritos por M. Sánchez Roig (1949) en varias localidades de Cuba y resulta que éstos se encuentran, con mayor frecuencia, en el Cretácico Superior, en el Maestrichtiano (Cr₂m). No carece de interés el hecho de que estos tres ejemplares han sido descritos por M. Sánchez Roig también en la zona examinada por nosotros (localidad de la finca Simpatía a orillas del río Damuji y de la finca Santa Lucía, a 7,5 km al sur de Abreus).

Por los datos mencionados, se puede suponer que las calizas de las dos localidades citadas tienen la misma edad geológica que las calizas biohémicas

en la localidad de Abreus (cantera Horacio Rodríguez) y en la localidad de Cieneguita; sin embargo, han sufrido otra evolución facial.

Calizas de aspecto semejante a las de las dos localidades descritas últimamente, han sido encontradas también en la parte inferior de la perforación Núm. 9, subyacentes a las rocas bentoníticas, en el intervalo de 5,95 a 6,25 m. Puesto que de esta perforación proviene también la muestra de arcilla montmorillonítica que ha sido sometida al análisis mineralógico-petrográfico (muestra Núm. 1303), vamos a reproducir la descripción petrográfica total de esta perforación.

Perforación Núm. 9 de la localidad de Rodas. (Descripción del núcleo).

- 0.00 – 0.35 m; suelo de color caramelo, con adición de humus y abundantes concreciones férricas menudas (perdigones);
- 0.35 – 1.35 m; arcilla roja, las partes inferiores con pequeñas venas de arcilla blanca y amarilla y con una proporción menor de concreciones férricas (perdigones);
- 1.35 – 1.50 m; núcleo continuo de arcilla plástica blanca, con manchas rojas;
- 1.50 – 2.55 m; arcilla roja con pequeñas venas de arcilla blanca y amarilla;
- 2.55 – 3.40 m; arcilla gris con manchas pardas, a trechos considerablemente arenosa;
- 3.40 – 3.55 m; arcilla plástica de color gris;
- 3.55 – 5.30 m; arcilla gris, a trechos parda, con restos de caliza descompuesta;
- 5.30 – 5.95 m; arcilla bentonítica, en la parte superior blanca y rosácea, en la parte inferior gris, vetada de pardo, hasta completamente parda, de aspecto céreo (muestra Núm. 1303);
- 5.95 – 6.25 m; caliza de color crema, de grano muy fino.

El examen microscópico de esta caliza ha mostrado que se trata de una caliza microorganógena margosa, cuyo componente principal es un detritus orgánico de caparazones de foraminíferos. La masa calcárea está ligeramente recrystalizada. La caliza no contiene ninguna adición de cuarzo clásico, ni de cuarzo autógeno. G. Furrázola ha determinado en sección delgada la siguiente asociación de microfauna: *Orbitoides media*, *Vaughanina cubensis*, *Rudistas* (fragmentos), *Sulcoperculina* sp., *Bermudezita borroi*, *Stensioina excolata* (?) y *Stomiosphaera cardiiformis*. De la asociación mencionada se desprende que esta caliza pertenece al Cretácico Superior [Campaniano, Cr₂sn (b) hasta Maestrichtiano Inferior, Cr₂m (a)].

Rocas arcillosas, de carácter semejante al de las que aparecen en la perforación mencionada, asoman en la superficie en afloramientos artificiales de rocas, p. ej., en el borde derecho de la carretera Circuito Sur, junto al empalme a Abreus, en el borde izquierdo de la carretera Circuito Sur, aproximadamente 1 km antes del puente sobre el pequeño Río Alcalde Mayor, y

en el borde derecho de la carretera Circuito Sur, junto al empalme de la población de Yaguaramas. Toda esta zona se caracteriza por el hecho de que en la superficie del manto meteorizado se pueden observar abundantes perdigones, es decir, menudas concreciones limoníticas, originadas durante la migración de los hidróxidos de hierro. Con la profundidad se observa una variada alternación de arcillas de distintos colores, pero sobre todo rojas y rojas parduzcas, a trechos grises, hasta de un matiz verdoso, de distinto grado de arenosidad, con intercalaciones margosas hasta calcáreas y con intercalaciones esporádicas de tobas muy descompuestas. En el núcleo de varias perforaciones han sido observadas intercalaciones de calizas con desintegración en terrones, muy parecidas a las calizas de la localidad que se encuentra a 2 km de la población de Constancia, en el borde derecho del camino a Abreus, y a las calizas en la localidad de la incisión del camino que reúne Abreus y Cieneguita, junto a la bifurcación de donde sale el empalme a la carretera Circuito Sur. La relación de esta secuencia arcillosa con las calizas subyacentes no es clara, pero lo más probable es que las rocas arcillosas representen el manto meteorizado de las calizas margosas del Cretácico Superior, que se encuentran subyacentes. No se ha hecho ningún hallazgo paleontológico directamente en las rocas arcillosas. Subyaciendo directamente a esta secuencia, en la perforación Núm. 9, han sido determinadas calizas del Cretácico Superior. Algunas intercalaciones calcáreas determinadas en varias perforaciones se acercan mucho, por su carácter petrográfico, a las calizas de la localidad a 2 km de la población de Constancia y a las calizas de la localidad en la incisión del camino Abreus-Cieneguita (localidad con erizos de mar), las cuales también pertenecen al Cretácico Superior.

Partiendo de los hechos mencionados, nos inclinamos a opinar que también las rocas arcillosas en la zona examinada pertenecen al Cretácico Superior. Sin embargo, no se excluye la posibilidad de que éstas sean un poco más jóvenes.

La hipótesis de que se trata, con mayor probabilidad, de intercalaciones de tobas en la formación Habana (del Cretácico Superior), parece confirmada por los datos presentados por M. G. Rutten (1936) y A. A. Thiadens (1937), los cuales mencionan la existencia de tal intercalación en la provincia de Las Villas. M. G. Rutten (1936) observa que un buen criterio para la distinción entre las tobas del Cretácico Superior y las de la "Formación de Toba" reside en la presencia de una cantidad considerable de cuarzo primario, lo cual está perfectamente acorde con los resultados de nuestras observaciones (véase el capítulo Examen microscópico). Al mismo tiempo, las tablas estratigráficas de la provincia de Las Villas, confeccionadas por estos autores, no mencionan la presencia de material volcánico en ninguna secuencia que sea más reciente que el Cretácico Superior.

ANÁLISIS MINERALÓGICO-PETROGRÁFICO

El análisis mineralógico-petrográfico ha sido efectuado en tres muestras. En el caso de muestras de rocas arcillosas (muestra Núm. 1303 y muestra Núm. 1304), se ha realizado un estudio mineralógico-petrográfico detallado. La muestra Núm. 0568 ha sido designada como un material probablemente tobáceo y, por tanto, solamente se ha examinado al microscopio. Para el estudio mineralógico y petrográfico se han empleado métodos de laboratorio

corrientes; a saber: estudio microscópico, ensayos por coloración, examen al microscopio electrónico, análisis röntgenográfico, análisis térmico diferencial, análisis térmico gravimétrico, análisis químico y análisis espectral. Las muestras, tanto en estado natural como ajustadas, han sido estudiadas por los métodos mencionados.

Examen microscópico

Del material de las muestras se hicieron varias láminas delgadas y preparaciones microscópicas de granos $> 60 \mu$, montados en bálsamo del Canadá. Luego, de las fracciones $> 60 \mu$ (una vez separadas por lavado las fracciones en polvo) se separaron los minerales ligeros y pesados, utilizando bromoformo (densidad = 2.87). Una parte de los minerales ligeros y pesados se disolvieron después en ácido clorhídrico concentrado dejándolos hervir durante 5 minutos. Las preparaciones obtenidas así se examinaron con microscopio polarizante y con lente binocular.

Estudio en sección delgada y de preparaciones microscópicas de granos

Muestra Núm. 0568. En la fracción pesada, el mineral predominante es ilmenita idiomórfica, de hábito tabular, a menudo con un perfecto contorno hexaédrico (romboedro positivo y negativo y pinacoides), de color negro con brillo característico y con corrosiones magmáticas (véase la lám. I, fig. 1). Luego está presente magnetita, esporádicamente aún idiomórfica, en forma de pequeñísimos octaedros. A diferencia de la ilmenita, generalmente tiene la superficie opaca. Los granos de magnetita se han podido separar fácilmente con un imán, cuyos polos han sido recubiertos con un papel delgado. En cuanto a minerales transparentes, está presente una cantidad bastante grande de granos idiomórficos de circón (largas columnas transparentes, que rematan característicamente en forma de un lápiz afilado (combinación de una pirámide con otra más aguda). (Véase la lám. I, fig. 2).

En la fracción ligera prevalecen, absolutamente, agregados de un mineral arcilloso con índice de refracción menor que el del bálsamo del Canadá. Con más probabilidad se trata de montmorillonita. Muy importante es la proporción de granos idiomórficos transparentes del cuarzo - β (los paramorfos de cuarzo - α que provienen del cuarzo - β), con características pirámides hexaédricas (véase la lám. I, fig. 3).

De lo dicho se puede deducir con seguridad que se trata de un material de carácter originalmente tobáceo, lo que está señalado por la presencia de granos idiomórficos no trastornados por el transporte y por la presencia del cuarzo - β que aparece exclusivamente en las rocas efusivas ácidas. El material de partida era, muy probablemente, una toba riolítica o dacítica.

Muestra Núm. 1303. Al elaborar la sección delgada, la muestra se resquebrajó característicamente, lo que hace pensar en bentonita. Salvo los agregados finos, parcialmente birrefringentes, en la lámina no se ven otros elementos minerales estructurales. El índice de refracción, medido en los recortes de los agregados arcillosos, preparados con una hoja de afeitar en líquidos de inmersión, ha sido de $1,485 \pm 0,003$, de lo que se desprende que estos agregados pertenecen a montmorillonita con un índice de refracción relativamente bajo.

En el residuo arenoso separado por el lavado, predominan agregados *in-*alterados de montmorillonita. Además de éstos están presentes también *ilmenita* idiomórfica, esporádicamente *circón* idiomórfico y se han encontrado también formas características de cuarzo - β las cuales, a diferencia de los cristales brillantes determinados en la muestra tobácea (muestra Núm. 0568), tienen una superficie un poco corroída, relativamente opaca.

Al observar la fracción pesada en el microscopio polarizante, se ha averiguado que predominan la *ilmenita* idiomórfica y el *circón* idiomórfico. Con el microscopio binocular se pueden observar fragmentos de menudas microconcreciones, probablemente de *goethita-limonita*, lo que ha sido comprobado también por el análisis térmico diferencial. Además están presentes fragmentos de microconcreciones calcáreas. De lo dicho se desprende que la arcilla montmorillonítica examinada fue originada por la descomposición de un material tobáceo, análogo al de la muestra Núm. 0568.

Muestra Núm. 1304. En el microscopio polarizante es bien perceptible la estructura fibrosa de un agregado caolínico. Al lado de los granos clásicos de cuarzo, en la sección delgada, aparece un grano casi idiomórfico de *feldespato*, lo que pudiera señalar una eventual adición de origen volcánico. Aparecen también agregados isotrópicos, de color pardo claro, de carácter coloidal y con un índice de refracción menor que en la masa caolínica de base. Probablemente se trata de montmorillonita, una adición de la cual ha sido determinada también por el análisis röntgenográfico. En la fracción ligera separada por el lavado han sido determinados: cuarzo clástico, *ilmenita*, *circón*, *clorita*, *anfíbol*, así como un fragmento de *filita clorítica*. A diferencia de la precedente muestra examinada de montmorillonita (muestra Núm. 1303), en este caso se observa una clara predominancia de material clástico, acarreado por el agua de los sedimentos y de las rocas epimetamorfizadas.

Ensayos por coloración

Se ha efectuado un ensayo por coloración con empleo de azul de metileno y de ClK.

Muestra Núm. 1303 a diferencia de la muestra Núm. 1304 y de las suspensiones de control de las arcillas caolínicas de la Isla de Pinos, la suspensión de esta muestra adquirió, al cabo de 24 horas, color verdoso azulado. Las suspensiones de control de las arcillas caolínicas conservaron su coloración azul original.

Examen con microscopio electrónico

Para el examen de las muestras por medio de microscopio electrónico, se han empleado muestras decantadas con granos $< 1 \mu$ y con éstas han sido montadas preparaciones en suspensión acuática, no metalizadas. Microscopio electrónico: Tesla Brno BS - 242. Fotografías efectuadas por M. Harman, C. Sc., de la Academia de Ciencias Eslovaca, Bratislava.

Muestra Núm. 1303. La fotografía de la muestra Núm. 1303, efectuada con microscopio electrónico, se encuentra en la lám. II, fig. 1. Examinando la fotografía se puede estimar que la roca primitiva está descompuesta sólo parcialmente, puesto que están presentes fragmentos de cuarzo y restos de fragmentos de rocas no identificables detalladamente. La presencia de la

montmorillonita está comprobada por haberse encontrado partículas vagamente limitadas y de distinto tamaño, lo cual se debe a la capacidad de retención de agua de la montmorillonita. En una de las fotografías ha sido captado un cristal pseudohexagonal grande (que no deja pasar los electrones) de caolinita limitada idiomórficamente, de tamaño aproximado de 2.5μ . Pequeños cristales de caolinita ($< 0, 1 \mu$) aparecen en cantidad accesoria.

Muestra Núm. 1304. En la fotografía de la muestra Núm. 1304 (lám. II, fig. 2) se pueden identificar pequeñas plaquitas pseudohexagonales de caolinita. Una parte de los cristales caolínicos tienen granulación muy fina ($< 0, 1 \mu$). Con frecuencia aparecen coágulos que se presentan en la preparación a pesar de la alteración de la muestra con un desintegrador ultrasónico. No se ha empleado una mayor intensidad de desintegración, para que no se alteren los cristales idiomórficos. La inalteración de estos agregados comprueba la presencia de algún medio de ligamento, que pudiera ser, p. ej., gel de sílice, hidratos de óxidos de hierro, etc. Esporádicamente también aparecen en la fotografía tubitos de *halloysita* (de tamaño alrededor de $0, 1 \mu$), cuya presencia puede indicar un cambio del medio en que se formaba la arcilla (cambio del pH), ocurrido al fin de la cristalización de la caolinita. Al contrario de la muestra precedente, se puede decir que la transformación de la roca primitiva en roca arcillosa se efectuó casi perfectamente.

Análisis röntgenográfico

Para la determinación de la composición mineralógica de la fracción separada $< 1 \mu$, hemos empleado los siguientes métodos de análisis röntgenográfico: método de Debye-Scherrer (ϕ de la cámara = 57 mm, diafragma 1 mm) y método de transmisión (distancia entre la muestra y la película = 100 mm, diafragma 0.5 mm). Se ha empleado el anticátodo Cu K α , la tensión 35 KV, la corriente 16 mA. Tiempo de exposición: en el método Debye-Scherrer, 4,5 horas, en método de transmisión, 20 horas. Por el método de transmisión se ha examinado, además de la muestra natural: 1) una muestra empapada en glicerina, 2) una muestra calcinada durante 30 minutos a una temperatura de 500°C.

Los valores de d_{hkl} (en Å) para la muestra Núm. 1303 examinada están indicados en las tablas 1 y 2, junto con los datos de comparación, según Nagelschmidt (1934). De la valoración en las tablas 1 y 2 se desprende que la muestra representa una montmorillonita casi pura. Esta afirmación ha sido comprobada también por el método de transmisión. Como resulta de lo indicado en la tabla 2, la raya de 15 Å, determinada en la muestra natural, ha pasado a 17 Å, en el caso de la muestra empapada de glicerina, y a 10 Å, después de calcular la muestra a una temperatura de 500°C. Una pequeña adición de *clorita* con tendencia a hincharse está señalada por una raya débil de 14 Å, averiguada por el método de transmisión después de calcinar la muestra a una temperatura de 500°C, y también por la raya de 2.40 Å. Las líneas de difracción 7.9 Å no han presentado cambios esenciales cuando se ha embebido de glicerina la muestra y cuando ésta se ha calcinado a la temperatura de 500°C, lo que es característico para los Mg-silicatos (*crisotilo*), pero también para algunos minerales del grupo de las *cloritas*.

TABLA 1

Datos röntgenográficos — método de Debye — Scherrer

Muestra Núm. 1303			Montmorillonita*	
Núm.	d _{hkl}	I	d _{hkl}	I
1	4,94	med.	5,06	med.
2	4,45	muy g.	4,46	muy g.
3	—	—	4,25	p.
4	3,04	med.	3,05	med.
5	2,55	muy g.	2,536	muy g.
6	2,40**	med.	—	—
7	—	—	2,340	p.
8	2,20	p.	2,188	muy p.
9	1,685	g.	1,698	med.
			1,648	med.
10	1,490	muy g.	1,490	muy g.
11	1,285	g.	1,285	med.
12	1,241	med.	1,239	med.
13	—	—	0,972	p.

*G. Nagelschmidt /1934/, ** clorita

TABLA 2

Datos röntgenográficos — método de transmisión

Muestra natural			Muestra con glicerina		Muestra calcinada a la temp. de 500°C	
Núm.	d _{hkl}	I	d _{hkl}	I	d _{hkl}	I
1	—	—	17,7	muy g.	—	—
2	15,4	muy g.	—	—	—	—
3	—	—	—	—	14,5	p.
4	—	—	—	—	9,8	g.
5	—	—	8,8	med. dif.	—	—
6	7,9	muy p. dif.	7,8	med. dif.	7,76	p.
7	4,94	med.	4,92	med.	4,93	med.
8	4,45	g.	4,46	g.	4,47	muy g.

Explicaciones: I — intensidad
 muy g. — muy grande med. — mediana p. — pequeña
 g. — grande muy p. — muy pequeña
 dif. — difusa

El estudio de la composición mineralógica de la fracción $< 1\mu$ de la muestra Núm. 1304 por medio de análisis röntgenográfico se ha efectuado del mismo modo que en el caso de la muestra precedente.

Los valores de d_{hkl} están indicados en las tablas 3 y 4. La distancia de los planos estructurales de 7,2 Å y un número relativamente pequeño de líneas de difracción, son una prueba más de que el componente principal de la muestra examinada es la caolinita con estructura no bien ordenada. Este hecho se explica por un grado muy elevado de desarreglo en la posición mutua del par de estratos en la dirección del eje b (G. W. Brindley, K. Robinson, 1947, in G. W. Brindley, 1951) y es uno de los indicios de la caolinita de tipo de "fireclay".

En la muestra está presente una adición de algún mineral del grupo de las cloritas, como comprueba la raya de 14 Å, que no ha cambiado su valor ni al empapar la muestra de glicerina, ni al calcinarla a la temperatura de 500°C.

Las rayas alrededor de 7,8 Å tienen una intensidad un poco menor que en la muestra Núm. 1303 (a la temperatura de 500°C, la intensidad es aún desde muy poco perceptible hasta muy, muy pequeña) y también señalan la presencia de un silicato — Mg o de alguna clorita.

En las tablas 3 y 4 no están indicados los datos de comparación sobre la caolinita, puesto que, como ya se ha mencionado antes, ésta representa uno de sus tipos de transición (caolinita — metahalloysita).

TABLA 3

Datos röntgenográficos — método de Debye — Scherrer

Muestra Núm. 1301		
Núm.	d _{hkl}	I
1	4,42	muy g.
2	4,17	med.
3	3,54	muy g.
4	2,52	muy g.
5	2,31	muy g.
6	2,16	muy p.
7	1,965	p.
8	1,884	p.
9	1,777	muy p.
10	1,703	muy p.
11	1,659	med. dif.
12	1,624	muy p.
13	1,545	p.
14	1,484	muy g.
15	1,448	muy p.
16	1,279	p.
17	1,233	p.

TABLA 4
Datos röntgenográficos — método de transmisión

Núm.	Muestra natural		Muestra con glicerina		Muestra calcinada a 500°C.	
	d _{hkl}	I	d _{hkl}	I	d _{hkl}	I
1	14	muy p.	14	muy p.	14	muy p.
2	7,8	muy p.	7,7	muy p.	7,7	muy, muy p.
3	7,2	g.	7,2	g.	—	—

Explicaciones: I — intensidad
muy g. — muy grande
g. — grande
med. — mediana

p. — pequeña
muy p. — muy pequeña
dif. — difusa

Análisis térmico diferencial

Muestra Núm. 1303. Tanto la muestra natural como la muestra decantada con granos < 1 μ se han sometido al análisis térmico diferencial. Se ha empleado un equipo corriente (construido por el ingeniero B. Cicel, C. Sc., del Instituto Geológico D. Stúr, Bratislava), con pila termoeléctrica de Pt — Pt/10% Rh, velocidad de calentamiento de 50°C·⁻¹ \pm 5°C. Las muestras han sido briquetadas.

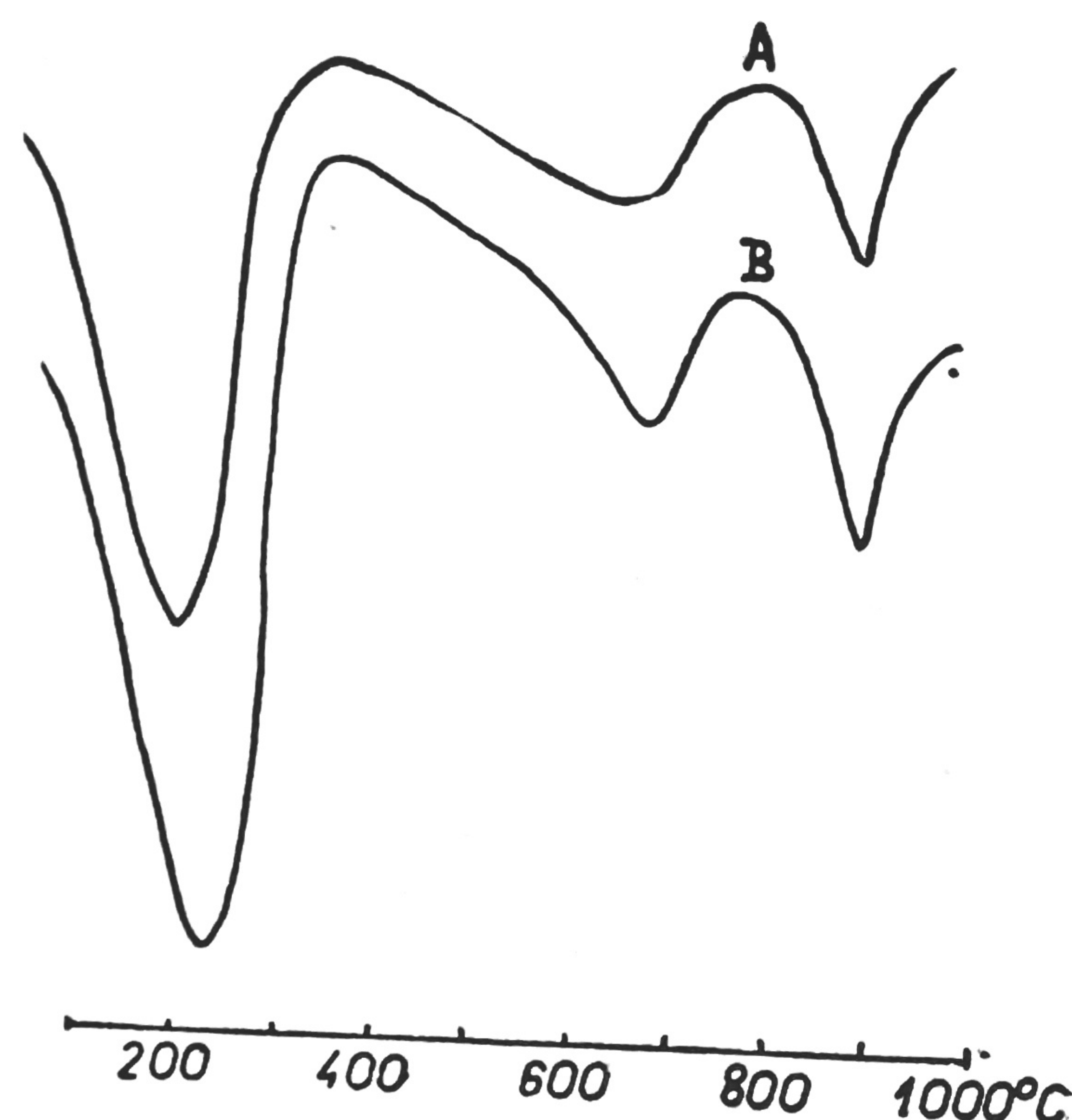


Fig. 2

Las curvas del análisis térmico diferencial de la muestra natural y de la separada, se mostraron, en esencia, idénticas (fig. 2), y a base de ellas ha sido determinado inequívocamente que se trata de arcilla bentonítica con una proporción considerable de montmorillonita. La presencia de la montmorillonita está comprobada por la forma total que tiene la curva. Al principio transcurrió una desviación endotérmica apreciable, cuyo vértice se encontraba a 200°C, y que indicaba la deshidratación de la montmorillonita. Dentro de límites térmicos de 370°C a 750°C aproximadamente se realizó otra reacción endotérmica, encontrándose el vértice a 680°C; la cual indica la deshidroxilación de la montmorillonita. Esta reacción es interesante por el hecho de que se realiza dentro de límites térmicos muy distanciados, lo que no suele suceder en otras montmorillonitas. Probablemente esto se debe a la energía desigual del enlace de los grupos OH, lo que lleva a la destrucción de los enlaces (Me)^{IV}—OH, ya ocurrida bajo temperaturas poco elevadas. En la mayoría de los casos, los grupos OH empiezan a desprenderse cuando la temperatura está alrededor de 500°C aproximadamente. Finalmente, la última reacción endotérmica, muy notable, con vértice a 900°C, es característica para la desintegración de la red de la montmorillonita. La cristalización de los nuevos productos de la desintegración de la montmorillonita/cristobalita, espinela, enstatita (W. F. Bradley, R. E. Grim, 1951), que se manifiesta por una reacción exotérmica, no apareció durante el calentamiento hasta 1000°C.

La asimetría de la primera reacción endotérmica, más específicamente, la asimetría del brazo de la derecha de esta desviación, está causada probablemente por los cationes adsorbidos; pero debido a una cantidad considerable de agua adsorbida, no es posible determinar inequívocamente si se trata de la montmorillonita — Ca, Mg o de la montmorillonita — Na, K.

Muestra Núm. 1304. La determinación de la composición mineralógica por medio del análisis térmico ha sido efectuada bajo las mismas condiciones que en el caso de la muestra precedente.

Los gráficos de análisis térmicos diferencial, tanto de la muestra natural como de la separada (fig. 3), han resultado, en esencia, idénticos, y determinan inequívocamente que se trata de caolinita con una pequeña adición de hidratos de Fe^{III} o Al^{III}. La curva empieza por una pequeña reacción endotérmica con vértice a 150°C e indica el desprendimiento de agua adsorbida. En comparación con otros tipos de caolinitas, esta desviación es más apreciable. Luego sigue una muy pequeña desviación endotérmica con el máximo a 340°C, la cual indica la deshidroxilación de una pequeña cantidad de hidratos de óxido férrico o de óxido de aluminio. Una reacción endotérmica muy notable se presenta en una amplia parte de la escala térmica, comprendida aproximadamente entre 400°C y 750°C, encontrándose el vértice de esta reacción a 600°C; esta reacción indica la deshidroxilación de la caolinita. La curva termina por una típica reacción exotérmica, con punto máximo a 960°C, la cual indica la cristalización de los nuevos productos, la formación de los cuales está relacionada con la desintegración de la red caolinitica.

Análisis térmico gravimétrico

Muestra Núm. 1303. El análisis térmico gravimétrico ha sido efectuado con 1 g. de la muestra natural que se ha calentado gradualmente, elevando la temperatura cada vez en 50°C y durante 15 minutos.

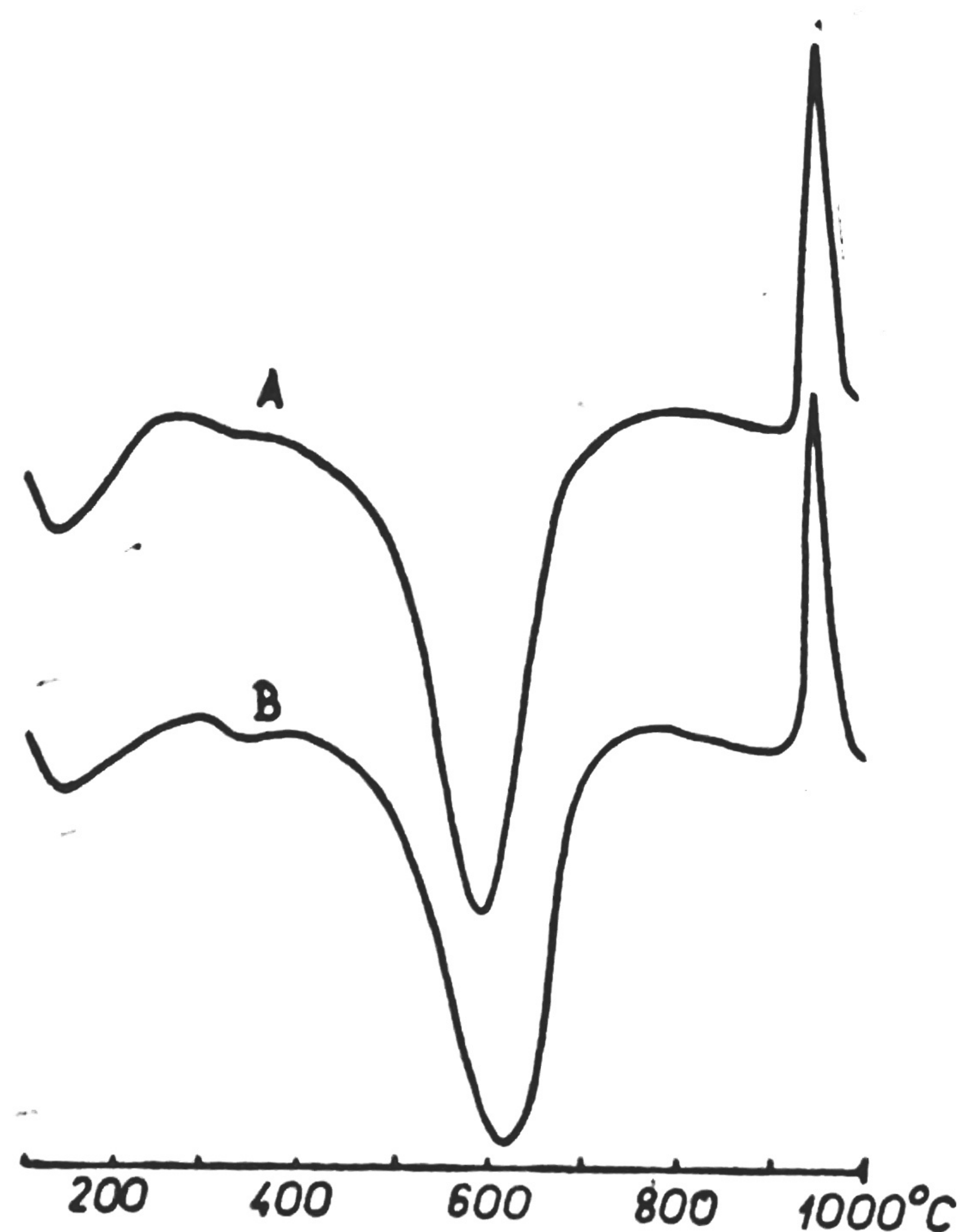


Fig. 3

La forma de la curva se ve en la fig. 4. La curva empieza con una fuerte pérdida de agua molecular (19,5%), la cual se va desprendiendo hasta la temperatura de 250°C aproximadamente. Después sigue un lento descenso de peso, hasta la temperatura de unos 500°C, siendo difícil determinar si este descenso se debe todavía a la pérdida de agua molecular retenida más fuertemente, o si indica ya la deshidroxilación de la montmorillonita. Esta pérdida representa el 1% aproximadamente. Luego, la curva empieza a subir más abruptamente, sobre todo a partir de una temperatura de alrededor de 550°C. Sin embargo, la deshidroxilación de la montmorillonita empieza ya desde la temperatura de 300°C (C. S. Ross, S. B. Hendricks, 1945) y alcanza su punto máximo a una temperatura de 675°C. La proporción de agua de constitución corresponde a 4% y un pequeño residuo,

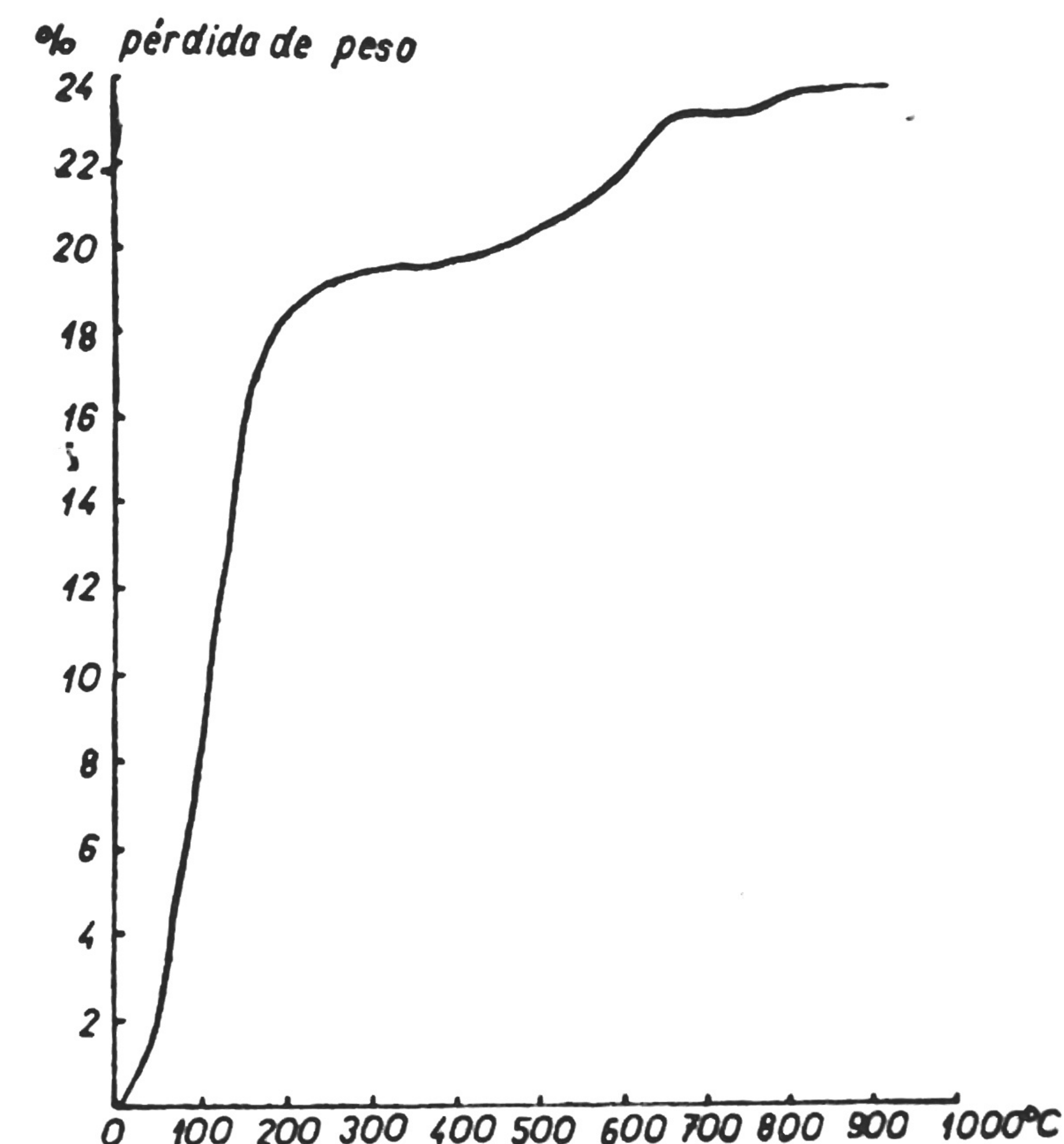


Fig. 4

es decir, el 0,5% aproximadamente, se desprende sólo habiendo subido la temperatura a 750°C (D. McConnel, 1950, J. W. Earley, I. H. Milne, W. J. McVeagh, 1953). Así, la proporción total de agua de constitución que pertenece a la montmorillonita, asciende aproximadamente a 4,5%. Si se toma como base el hecho de que la montmorillonita pura contiene un 5% de agua de constitución (C.S. Ross, S. B. Hendricks, 1945), la bentonita examinada que hemos mencionado contiene alrededor de 90 a 95% de montmorillonita.

Muestra Núm. 1304. La deshidratación de la muestra natural se ha efectuado bajo las mismas condiciones que en el caso de la muestra precedente (Núm. 1303). Al examinar las temperaturas de las reacciones ocurridas, comparando los gráficos de análisis térmico diferencial y de análisis térmico gravimétrico de las dos muestras (Núm. 1303 y Núm. 1304) se puede notar que las curvas no corresponden mutuamente, lo que se debe a las condiciones diferentes y a la distinta construcción de los aparatos (hornos) en que han sido registradas estas curvas.

El gráfico de análisis térmico gravimétrico de la muestra Núm. 1304 (fig. 5) está caracterizado por dos notables pérdidas de peso y por un lento descenso de peso entre esos dos puntos (de 225° a 400°C). La primera

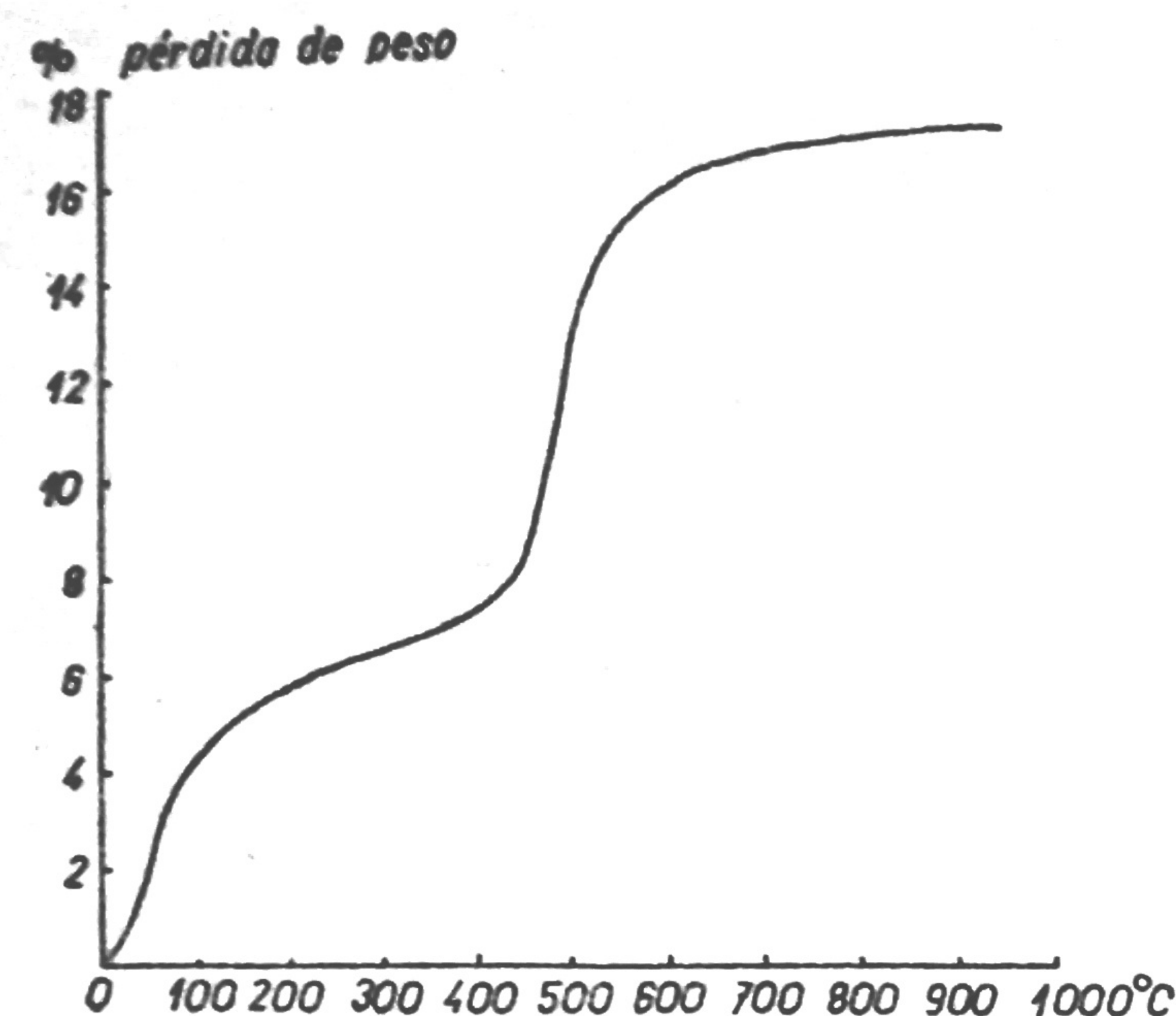


Fig. 5

pérdida de peso corresponde al descenso de la humedad y al desprendimiento de toda el agua interlaminada (molecular) adsorbida, una parte de la cual está retenida con bastante solidez, ya que va desprendiéndose lentamente hasta la temperatura de unos 225°C. Para las caolinitas de tipo de "fireclay" es característica esta proporción elevada de agua molecular (6%), sin embargo, ésta puede estar causada por la presencia de halloysita en la muestra, la cual ha sido determinada por medio del microscopio electrónico, o eventualmente por la presencia de una pequeña cantidad de algún mineral arcilloso fuertemente acuoso, p. ej., de montmorillonita, a pesar de que la presencia de ésta no ha sido comprobada por ninguno de los demás métodos.

La segunda pérdida, la mayor, empieza probablemente ya a partir de 300°C y llega a su punto máximo alrededor de la temperatura de 650°C. Esta pérdida de peso indica la deshidroxilación de la caolinita cuya proporción de agua de constitución asciende a un 10% aproximadamente. Si se toma como base el patrón mundial de caolinita de la localidad Sedlec (Checoslovaquia) que contiene un 13,95% de agua de constitución (J. Konta, 1957), la muestra examinada contendrá de 70 a 75% de caolinita.

Análisis químico

Los análisis químicos de las rocas arcillosas, efectuados en el Departamento de Laboratorio del Ministerio de la Construcción, han demostrado la siguiente composición química:

	Muestra Núm. 1303	Muestra Núm. 1304
Pérdida por ignición	20,00%	15,84%
Sílice en SiO_2	49,22%	43,12%
Aluminio en Al_2O_3	19,30%	29,48%
Hierro en Fe_2O_3	2,32%	8,62%
Calcio en CaO	3,43%	1,17%
Magnesio en MgO	5,09%	1,08%
Anhidrido sulfúrico (SO_3)	0,12%	0,10%
Residuos (indeterminados)	0,52%	0,59%
	<hr/> 100,00%	<hr/> 100,00%

El análisis de la arcilla montmorillonítica (muestra Núm. 1303) demuestra que ésta, a diferencia de la arcilla caolinítica (muestra Núm. 1304), tiene una proporción menor de Al_2O_3 (19,30% contra 29,48%) y una mayor pérdida por ignición (20,00% contra 15,84%). De una proporción considerable de MgO (5,09) y CaO (3,43%) se podría deducir que se trata de la montmorillonita - Ca, Mg.

Análisis espectral cualitativo

No son raros los casos en que los elementos y minerales accesorios pueden dilucidar el problema de la fuente de que proviene el sedimento, contribuyendo así a la solución de la génesis de este último.

Para un examen geoquímico sería necesario evaluar toda una serie de muestras. Pero el objetivo que persigue este trabajo es, ante todo, el análisis mineralógico de dos muestras tomadas en la localidad de Rodas y, por tanto, sólo mencionaremos al margen su composición química que se basa, sobre todo, en el análisis espectral cualitativo (tabla 5). De la tabla de análisis espectrales se deriva que las muestras difieren entre sí en el campo de componentes auxiliares y de vestigios. En tanto que en la muestra Núm. 1303 los elementos característicos para los magmas básicos (V, Ni, Co, Cr) están presentes sólo como vestigios, en la muestra Núm. 1304 aparecen V y Cr como componentes auxiliares.

TABLA 5
Análisis espectral cualitativo

Núm. muestra	Componentes principales	Componentes auxiliares		Vestigios
1303	Si, Mg, Fe, Al, Ca	Ti, Na,	Ga, Bi, Cu, B	Be, Pb, Mn, Li, V, Ni, Co, Cr, K, Zn? Sr?
1304	Si, Mg, Fe, Al, Ca	Ti, Na,	Mn, Ga, V, Cr, B	Be, Pb, Cu, Ni, Co, Ba, K?, Zn?, Sr?
Extensión final	100 — 1%	1—0,1%	0,1—0,01%	Menos de 0,01%

En cuanto a los elementos característicos para los magmas ácidos, en ambas muestras aparece B como componente auxiliar.

Como el examen microscópico no descubrió ningún mineral en que pudiera estar presente el boro (como, p. ej., turmalina), el esclarecimiento de esta cuestión puede residir en el hecho de que el boro puede estar retenido en la red en coordinación (B³⁺), donde sustituye isomórficamente al Si⁴⁺. Por consiguiente, partiendo de la escasez de elementos "básicos" como componentes accesorios de la muestra Núm. 1303 del análisis espectral se puede deducir que el material de que se ha formado esta muestra tiene un carácter más ácido que en el caso de la muestra Núm. 1304.

CONCLUSION

En las perforaciones en rocas arcillosas que hicieron los trabajadores del Instituto Cubano de Recursos Minerales, al sudoeste de la población de Rodas (provincia de Las Villas), llamó la mayor atención la presencia de arcilla montmorillonítica—bentonita— en la perforación Núm. 9, a una profundidad de 5,30 a 5,95 m (muestra Núm. 1303).

Se trata de arcilla montmorillonítica casi pura, con proporción de 90 a 95% de montmorillonita. En cuanto a otros minerales, aparece allí la caolinita, en una cantidad accesoría. En la fracción arenosa han sido determinados: cuarzo, ilmenita, magnetita y circón. La idiomorfosis de los minerales mencionados últimamente señala que se trata de un material que proviene de una toba volcánica descompuesta.

Para verificar esta hipótesis, se ha efectuado el análisis de la roca de la perforación Núm. 3, de una profundidad de 2,40 a 2,90 m. (muestra Núm. 0568), designada por J. Kukla como, probablemente, una toba descompuesta. La fracción arenosa de esta muestra ha evidenciado una composición idéntica a la de la arcilla montmorillonítica, siendo, al mismo tiempo, más numerosos y más típicos los granos minerales.

Es interesante que en estas perforaciones (perforación Núm. 11, muestra Núm. 1304) han sido determinadas también arcillas caoliniticas. Esta muestra contiene un 75% de caolinita, pequeñas adiciones de caolinita de tipo de "fireclay", de halloysita y de clorita. La fracción arenosa, más abundante que en la arcilla montmorillonítica, muestra la presencia de cuarzo clástico, de carbonatos y de fragmentos de filita clorítica. En la fracción pesada aparece ilmenita, circón y anfíbol. Se puede probar con claridad la presencia de material acarreado por agua de sedimentos.

La arcilla bentonítica fue originada por la descomposición de ceniza volcánica en el agua del mar, en medio de sedimentos calcáreos, cuyo pH favorecía la formación de montmorillonita. La acción volcánica en esta zona fue muy intensa en el período del Cretácico Medio (Formación de Toba). Su edad en la zona examinada está comprobada por los hallazgos de *Inoceramus*, de *Ammonites* y de microfauna. En el Cretácico Superior, en la formación Habana, la cual tiene una disposición discordante y es de carácter preponderantemente calcáreo, aparecen aún reminiscencias de esta acción en forma de intercalaciones de tobas. Es probable que la arcilla montmorillonítica examinada haya sido engendrada a partir de estas intercalaciones.

Sin embargo, por su disposición no se excluye la posibilidad de que las rocas arcillosas pertenezcan a una formación más reciente que las calizas del Cretácico Superior subyacentes.

Como las arcillas montmorilloníticas representan actualmente una materia prima de mucho valor para numerosas ramas industriales, tales como la industria de petróleo, metalurgia, industria textil, industria de la goma, industria alimenticia, industria farmacéutica, etc., se puede suponer que la industria cubana que está desarrollándose necesitará asegurar existencias de esta materia prima. No entra en el marco de nuestra tarea el valorar esta localidad desde el punto de vista económico. Sin embargo, consideramos necesario llamar la atención sobre la presencia de tales materias primas en esta zona.

Para el aprovechamiento industrial de las muestras examinadas, sobre todo de la arcilla montmorillonítica, será necesario efectuar los ensayos tecnológicos básicos (intercambio de iones, pruebas de activación, ensayos de resistencia a la presión, análisis de la granulación y ensayos tixotrópicos).

Trad. A. Hala.

Explicación de las figuras 1 a 5 en el texto y de las láminas I y II

FIG. 1—Mapa de ubicación de las muestras estudiadas.

FIG. 2—Gráfico del análisis térmico diferencial de la arcilla montmorillonítica (muestra núm. 1303) de la localidad de Rodas. A—muestra separada (la fracción 1μ), B—muestra natural.

FIG. 3—Gráfico del análisis térmico diferencial de la arcilla montmorillonítica (muestra núm. 1304) de la localidad de Rodas. A—muestra separada (la fracción $<1\mu$), B—muestra natural.

FIG. 4—Gráfico de la deshidratación de la arcilla montmorillonítica (muestra núm. 1303) de la localidad de Rodas.

FIG. 5—Gráfico de la deshidratación de la arcilla montmorillonítica (muestra núm. 1304) de la localidad de Rodas.

LAMINA I

FIG. 1—Fotografía de la fracción arenosa, separada por lavado, de una toba considerablemente descompuesta (muestra núm. 0568). Se observan ilmenitas (p. ej., un cristal idiomórfico de contorno hexagonal, abajo a la izquierda, los granos de color blanco lechoso son agregados de montmorillonita aún coherentes, los granos transparentes pertenecen al cuarzo— β (p. ej., el grano idiomórfico que se ve en la parte superior, a la derecha). Fotografiado bajo la luz de reflexión, 40 \times .

FIG. 2—Cristal idiomórfico de circón de la toba descompuesta (muestra núm. 0568). Fotografiado en luz de transmisión, en líquido de inmersión con índice de refracción 1,54. 140 \times .

FIG. 3—Fenocristal separado del cuarzo— β de las tobas descompuestas (muestra núm. 0568). Fotografiado en luz de transmisión, en líquido de inmersión con índice de refracción 1,54. 70 \times .

LAMINA II

FIG. 1—Fotografía de la arcilla montmorillonítica (muestra núm. 1303), tomada con microscopio electrónico. Localidad de Rodas, no metalizado, 23 000 \times .

FIG. 2—Fotografía de la arcilla caolinitica (muestra núm. 1304), tomada con microscopio electrónico. Localidad de Rodas, no metalizado, 15 000 \times .

BIBLIOGRAFIA

- BARSHAD I., 1950: The effect of the interlayer cations on the expansion of the mica type of crystal lattice. *Am. Mineral.* 35, 225-238, Menasha.
- BERMÚDEZ J. P., 1961: Las formaciones geológicas de Cuba. *Geología cubana* No. 1. Ministerio de Industrias. ICRM. La Habana.
- BRINDLEY G. W., 1951: X — ray identification and crystal structures of clay minerals. Trad. rusa. Moscú, 1955.
- BRADLEY W. F., GRIM R. E., 1951: High temperature thermal effects of clay and related materials. *Am. Mineral.* 36, 182-201, Menasha.
- BRINDLEY G. W., ROBINSON K., 1947: Fireclay, *Trans. Brit. Ceramic Soc.*, 46, 49-52.
- CARTHEW A. R., 1955: The quantitative estimation of kaolinite by differential thermal analysis. *Am. Mineral.*, 40, 107-117, Menasha.
- CICEL B., 1960: Haloyzit a montmorillonit v tufite od Sobraniec / CSSR /. *Geol. práce, Zprávy* 17, 197-202, Bratislava.
- CHURJROV F. V., 1955: Coloidy v zemnoi core. Moscú.
- EARLEY J. W., OSTHAUS B. B., MILNE I. H., 1953: Purification and properties of montmorillonite. *Am. mineral.*, 38, 707-724, Menasha.
- EARLEY J. W., MILNE I. H., MC VEACH W. J., 1953: Thermal, dehydration and X — ray studies on montmorillonite. *Am. Mineral.*, 38, 770-783, Menasha.
- FOSTER M. D., 1943: Geochemical studies of clay minerals. II—relation between ionic substitution and swelling in montmorillonites. *Am. Mineral.*, 38, 994-1006, Menasha.
- GRIM R. E., 1959: Clay mineralogy. New York.
- IVANOVA V. P., 1961: Termogramy mineralov. *Zap. Vsiesoiuz. min. obshch. Núm. 90, vyp. 1, Moscú.*
- Colectivo de autores, 1958: Isledovanie i ispolzovanie glin. *Materialy sovieshchania vo Lvove v mae-june 1957 g, Lvov.*
- KONTA J., 1957: Jílove minerály Československa, Praga.
- MACKENZIE R. C., 1957: The differential thermal investigation of clays, London.
- Mc LAUGHLIN R. J. W., 1959: The geochemistry of some kaolinitic clays, *Geochim. et Cosmochim. Acta*, 17, 11-16, New York.
- Mc CONNELL D., 1950: The crystal chemistry of montmorillonite, *Am. Mineral.*, 35, 166-172, Menasha.
- NACELSCHMIDT G., 1934: Röntgenographische Untersuchungen an Tonen, *Z. f. Kristall.*, 87, Leipzig.
- PALMER D. K., 1934: Some large fossil foraminifera from Cuba. *Mem. Soc. Cubana Hist. Nat. vol. 8. Núm. 4. La Habana.*
- POLIZZOTTI G., 1961: Ricerche roentgenografiche e termiche differenziali su un argilla montmorillonitica siciliana, *Chim. e Ind.* 43, 2, 154-158, Milano.
- RADZO V., 1954: Vyskun slov východného Slovenska, *Geol. práce*, 37, Bratislava.
- RADZO V., 1959: Mineralogicko-chemický rozbor bentonitu od Nizného Hrabovca, *Sbor. ved. prác. Vysokej školy technickej, Kosice.*
- ROST R., 1956: Tezké minerály, Praga.
- ROSS C. S., HENDRIKS S. B., 1945: Minerals of the montmorillonite group, *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 205-B, 23-80.
- RUTTEN, M. G., 1936: Geology of the northern part of the province of Santa Clara (Las Villas), Cuba. *Geogr. Geol. Mededeel. Phys. Geol. Reeks. No. 11, Utrecht.*
- SAND L. B., 1956: On the genesis of residual kaolins, *Am. Mineral.* 41, 1-27, Menasha.
- SAND L. M., BATES T. F., 1953: Quantitative analysis of endellit, halloysite and kaolinite by differential thermal analysis, *Am. Mineral.*, 38, 271-278, Menasha.
- SHVECOV N. S., 1957: Petrografia sedimentárnych hornín, Bratislava.
- TEODOROVIC G. I., 1958: Autigennye mineraly osadochnich, porod, Moscú.
- THIADENS, A. A., 1937: Geology of the southern part of the province of Santa Clara (Las Villas), Cuba. *Geogr. Geol. Mededeel. Phys. Geol. Beeks No. 12, Utrecht.*
- TOLKACHEV S. S., 1955: Tablici mieshproskostnykh rastoianii, Leningrado.

S U M M A R Y

Mineralogical-petrographic investigation of argillaceous rocks in the locality of Rodas

(Las Villas Provincia)

In the drilling in argillaceous rocks carried out by the workers of the Cuban Institute of Mineral Resources, to the Southwest of the town of Rodas (Las Villas Province) the presence of montmorillonitic clay—bentonite—in drill hole No. 9 at a depth of 5.30 to 5.95 ms. (sample No. 1303) drew much attention. This montmorillonitic clay is almost pure, containing 90 to 95% of montmorillonite.

As regards other minerals, we find kaolinite in an accessory quantity. The sandy fraction contains quartz, ilmenite, magnetite and zircon. The idiomorphism of there last mentioned minerals reveals the fact that the material is such as is derived from a decomposed volcanic tuff.

In order to verify this hypothesis an analysis has been made of the rock obtained from drilling No. 3 at a depth of 2.40 to 2.90 m. (sample No. 0568), classified as probable decomposed as that of the montmorillonitic clay, the mineral grains of which are more numerous and more typical.

It is a matter of interest that in these drillings, (drilling No 11, sample No. 1304), kaolinitic clays have been found. This sample contains 75% kaolinite small amounts of kaolinite fireclay type, halloysite, as well as chlorite. The sandy fraction, more abundant than in the montmorillonitic clay, contains clastic quartz, carbonates and fragments of chloritic phyllite. The heavy fraction contains ilmenite, zircon and amphibole. The presence of washed down material from sedimental water can easily be proved.

Bentonitic clay was by the decomposition of volcanic ashes in sea water within calcareous sediments the pH of which favored the formation of montmorillonite. Volcanic action was very intense in this zone during the Middle Cretaceous Period (Tuff formation). The age thereof in the zone covered is verified by the findings of *Inoceramus*, Ammonites and microfauna. In the Upper Cretaceous, in the Habana formation, which has a discordant and preponderantly calcareous layout, there still appear reminiscences of this action in the form of tuff intercalations. Probably the montmorillonitic clay examined was generated when these intercalations started.

LAMINA 1

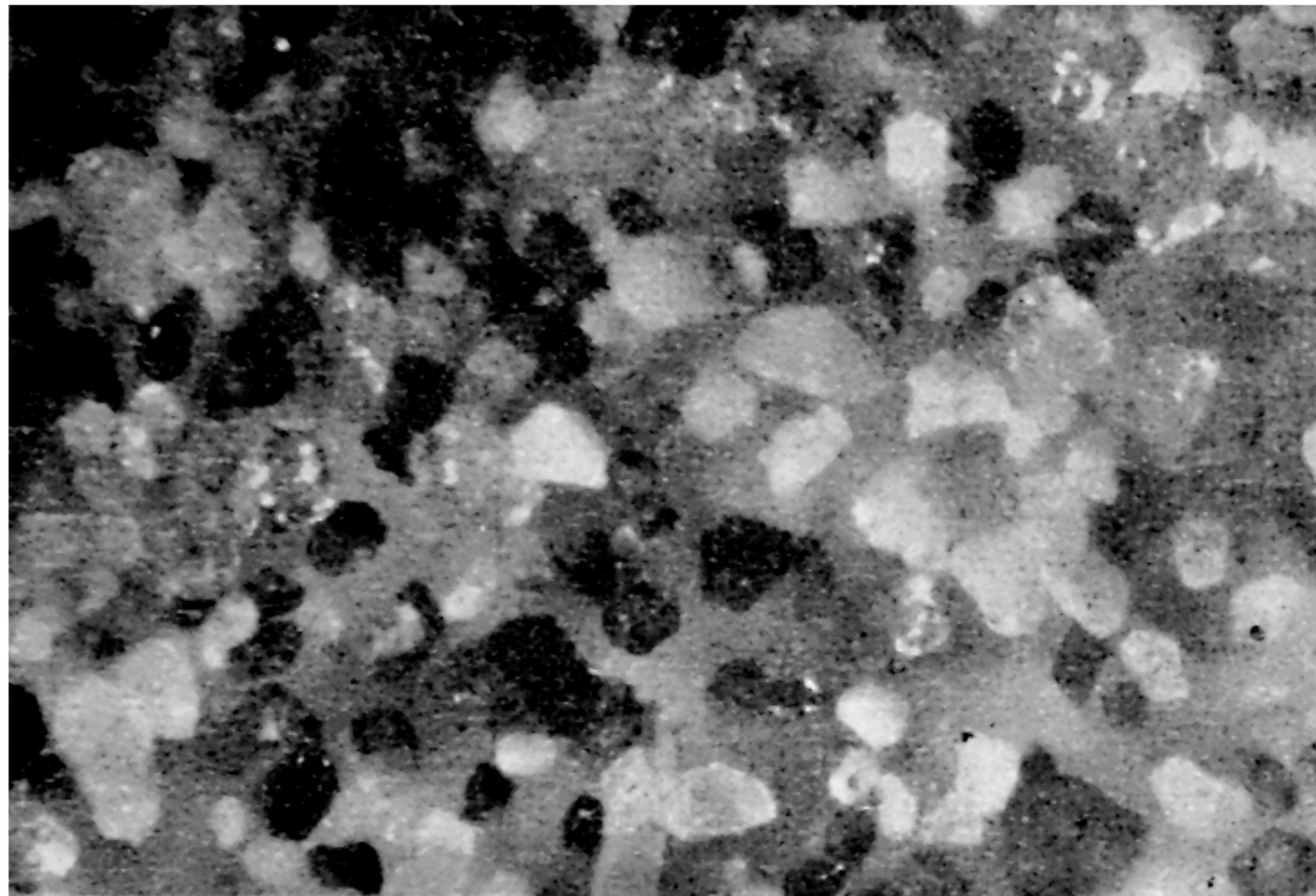


Fig. 1



Fig. 2

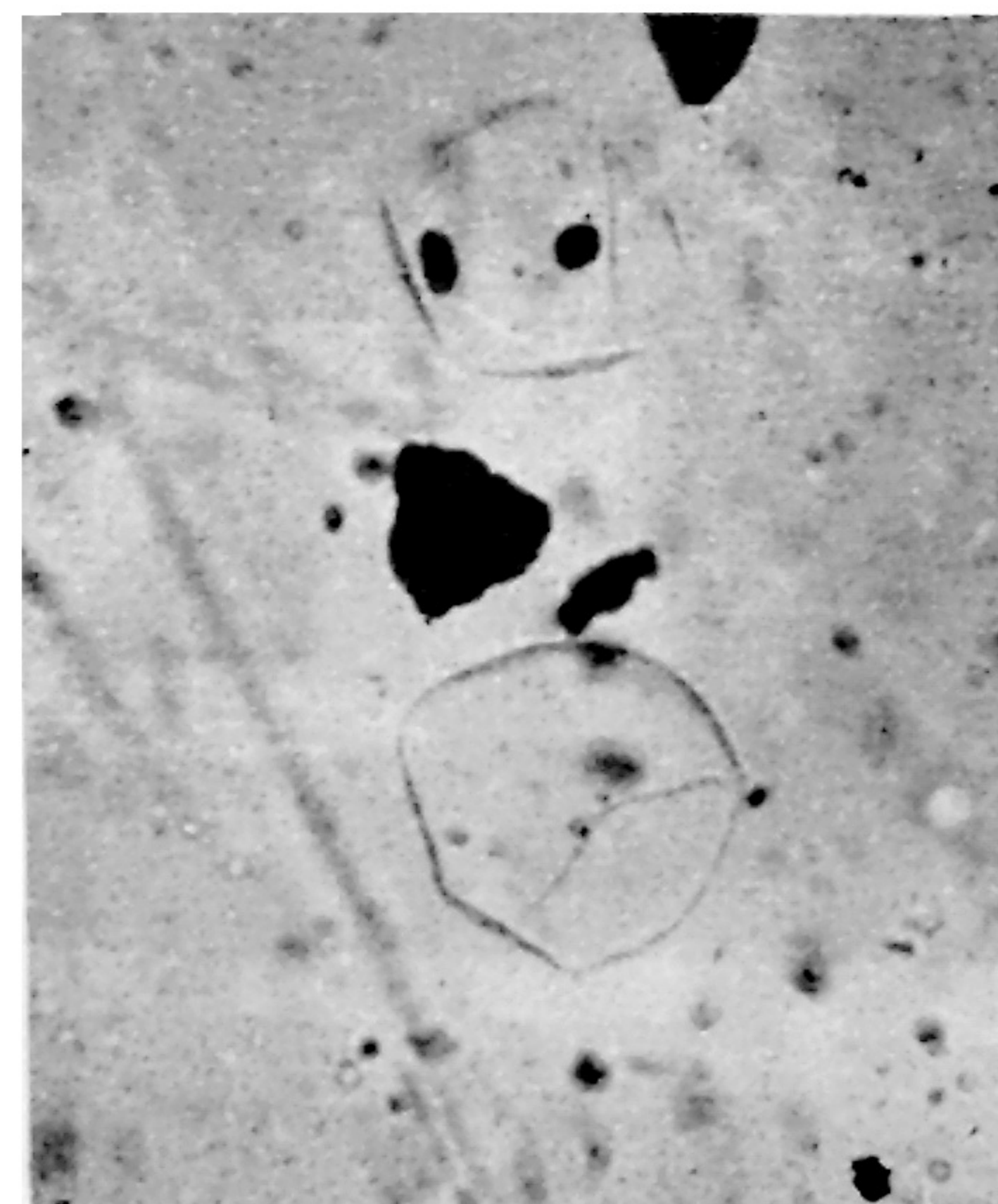


Fig. 3

LAMINA 2

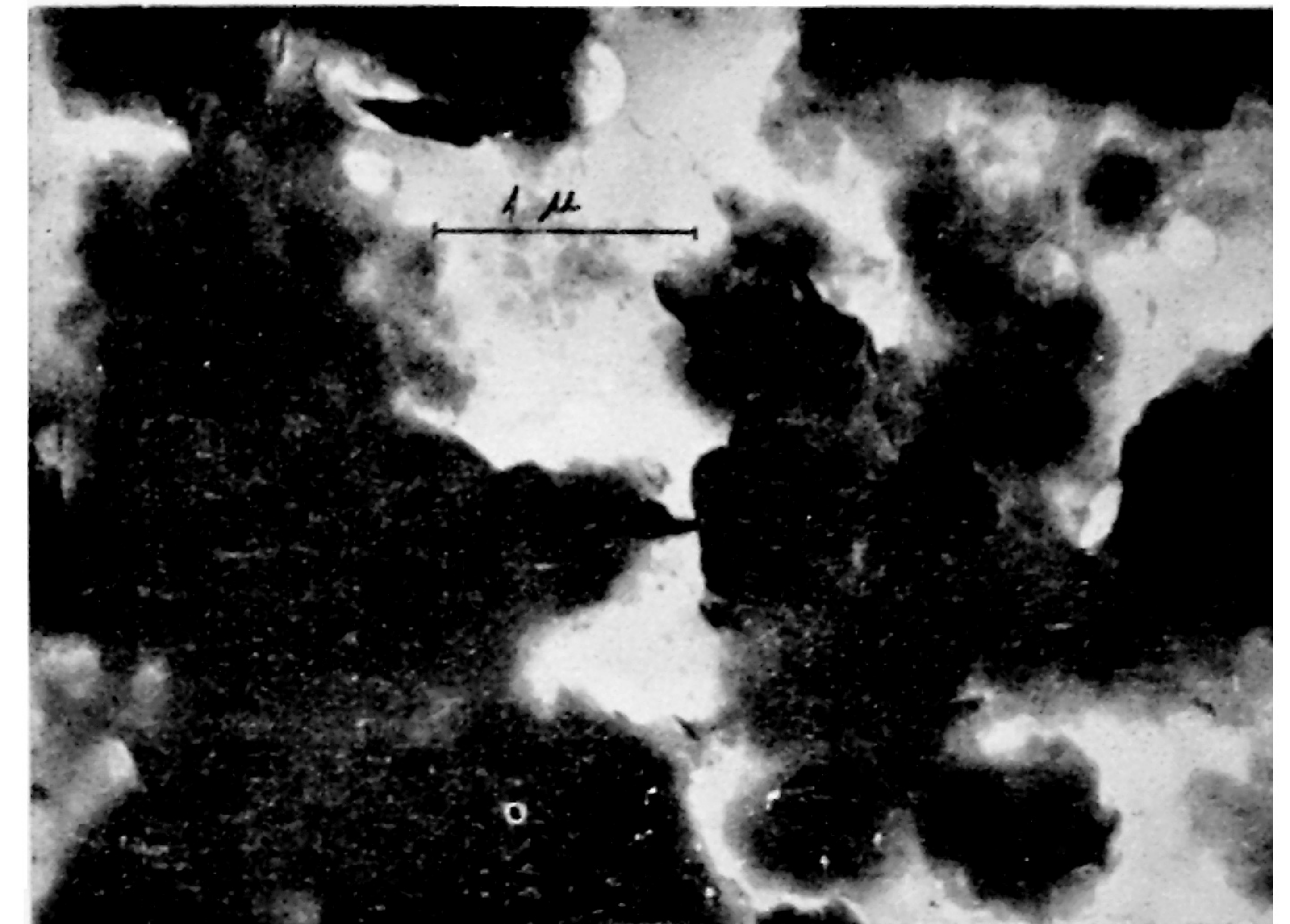


Fig. 1

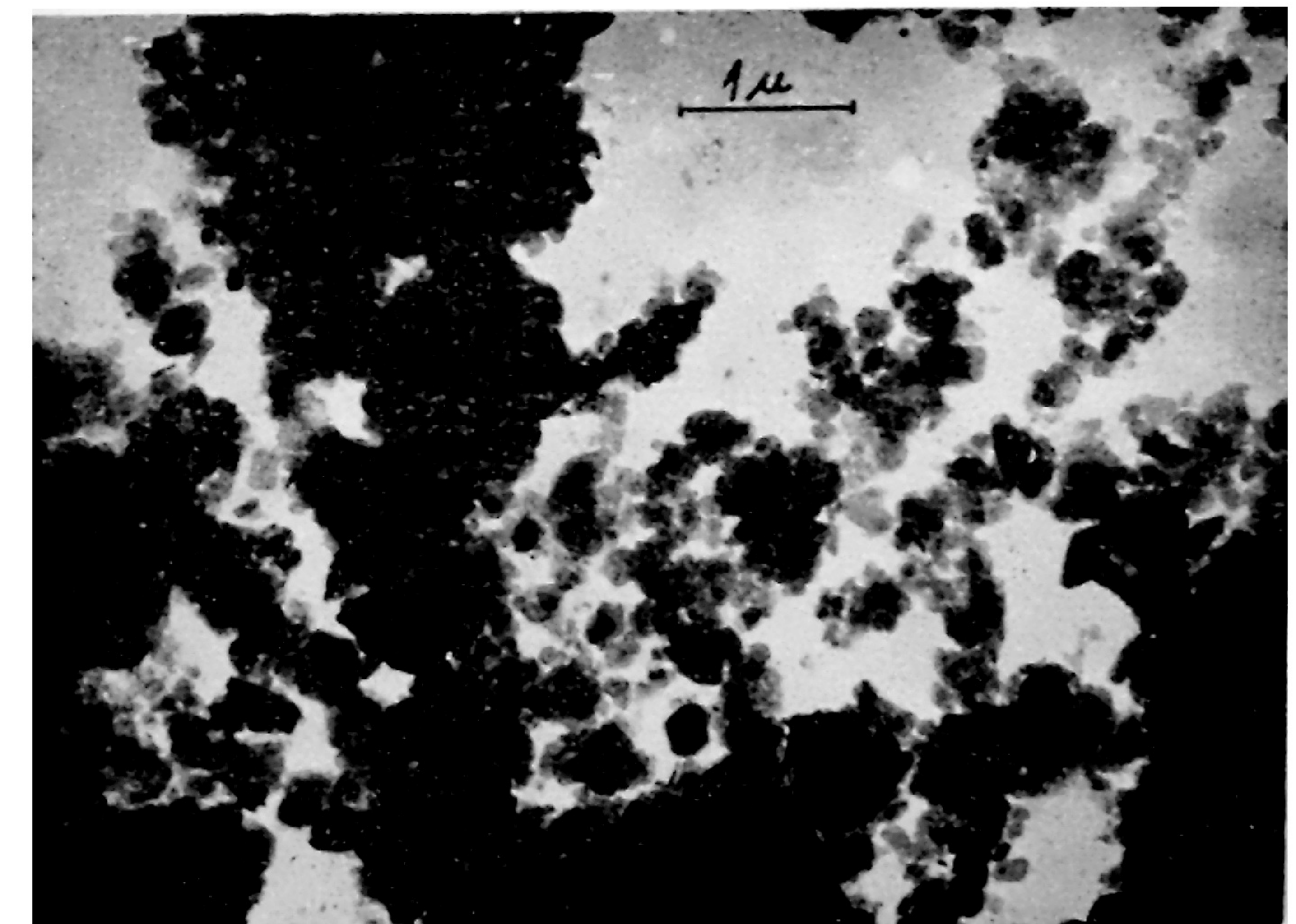


Fig. 2