

MINERALES DE ARCILLA EN EL ARCHIPIELAGO DE JAMBELI

Por:

VICENTE CORONEL (1)

HECTOR A. AYON (2)

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de los análisis térmico-diferenciales para la identificación de minerales de arcillas en el Archipiélago de Jambelí. La distribución de los minerales de arcilla refleja el área de influencia de los principales ríos que drenan áreas de diferente composición mineralógica. Las illitas están distribuidas en todo el Archipiélago. Las smectitas son abundantes en las zonas periféricas. Las cloritas están restringidas a las desembocaduras de los ríos que drenan terrenos metamórficos. La identificación de estos grupos mineralógicos coincide con la de otros estudios de otros autores que han utilizado difracción de rayos X.

ABSTRACT

The results of a clay mineral investigation using the thermal-differential Analysis (DTA) method are presented in this paper. The samples treated with this method were taken from a survey carried out at the Archipelago de Jambeli, Southwest Ecuador. The distribution of the clay mineral groups reflects the area of influence of the main rivers draining rocks of different mineralogic composition. Illites are widely spread in the Archipelago and smectites are abundant in its periphery. Chlorites are restricted to the mouths of the rivers draining metamorphic areas. The same clay mineral groups were also identified by the more precise x-ray diffractometry used in previous but wider scale surveys of other authors.

INTRODUCCION

Durante el año 1975 se realizó un muestreo geológico en el Archipiélago de Jambelí, como parte del Programa de Clasificación de Costas que ejecuta el Instituto Oceanográfico de la Armada. Se tomaron muestras de los sedimentos recientes en el fondo de los canales del Archipiélago; además se realizaron otros trabajos conexos para obtener información geológico-oceanográfica del área. De toda la información procesada, se presentan aquí los resultados de 123 análisis térmico-diferenciales de la fracción fina (limo-arcillosa) de los sedimentos muestreados.

AREA DE ESTUDIO

El Archipiélago de Jambelí ocupa el extremo sur de la costa ecuatoriana (Fig. 1). Tiene una extensión de 260 Km. Es área de manglares, con características acentuadas de progradación de la línea de costa hacia el norte. El Archipiélago está conformado por sedimentos recientes, limo-arcillosos; esporádicamente se observan gravas y arenas. Un amplio canal separa el Archipiélago del continente. Cinco canales menores atraviesan perpendicularmente el Archipiélago, conectando el canal principal y el Golfo de Guayaquil.

(1) Jefe de la División de Geología del Instituto Oceanográfico de la Armada.

(2) Profesor de la Escuela Superior Politécnica del Litoral

Los ríos más importantes que desembocan en el Archipiélago de Jambelí son: el Zarumilla, que drena terrenos metamórficos y sedimentarios; Arenillas y Santa Rosa, que drenan terrenos metamórficos y sedimentarios; y el Jubones, que drena terrenos eruptivos, sedimentarios y metamórficos (Ver figura 2).

CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

Las profundidades en los canales son del orden de 6,50 m. Los bancos de arena limosa son frecuentes, especialmente en las desembocaduras de los esteros. Las velocidades superficiales son del orden de 35 cm/s durante el segundo tercio del reflujó.

Las salinidades superficiales tienen valores alrededor de 28‰ en el interior del Archipiélago; en el Golfo, al norte, ascienden a 32‰; en los estuarios las salinidades son menores que 5‰. Flujos Estratificados se observan en los pequeños estuarios que, desde el continente, desembocan al canal principal. Los sedimentos en suspensión varían entre 20 y 150 mg/l. Las temperaturas superficiales del agua son de $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

ESTUDIOS PREVIOS

Cruz (1974) encontró que las smectitas y caolinitas predominan en el centro y el norte del Golfo de Guayaquil, mientras que el contenido de illita se incrementa en las vecindades de la Provincia de El Oro. Herrera Vásconez (1971) describe suelos ricos en potasio en la misma provincia. El Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (1969), en su Mapa General de Asociaciones de Suelos en el Ecuador, establece los siguientes tipos de suelos en las áreas bajas del sistema fluvial que desemboca en el Archipiélago de Jambelí: aluviales húmedos, pardo forestal, regosol laterítico, sierozem.

MÉTODOS DE ANÁLISIS

Durante el análisis térmico-diferencial, la muestra es sometida al calentamiento en un horno eléctrico, al mismo tiempo, pero en recipiente separado, que una sustancia térmicamente inerte, hasta llegar aproximadamente a los 1000°C .

Las termocuplas introducidas tanto dentro de la muestra como en el patrón, marcan la diferencia de temperatura entre ambos materiales. Esta diferencia de temperatura se registra como señal eléctrica en un galvanómetro. Simultáneamente se registra la temperatura dentro de la sustancia patrón. Se anotan las variaciones del galvanómetro con respecto a la temperatura del patrón para obtener la curva que define la naturaleza de la sustancia investigada. Las variaciones exotérmicas se dibujan como máximos y las endotérmicas como mínimos (figura 5).

El aparato térmico-diferencial EBERBACH-MOD No.301-57 fue calibrado con muestras de composición conocida (caolín hidrotermal pobremente cristalizado y también con carbonato de calcio químicamente puro) (figura 6, curvas 1 y 2). Las anomalías obtenidas coincidieron apreciablemente con las curvas publicadas por diferentes autores: Mackenzie, 1956; Mueller, 1968; Grim, 1968. Debido a la imprecisión del instrumento utilizado, las anomalías que se reportan deberán ser consideradas con errores de $\pm 25^{\circ}\text{C}$ en la localización de sus amplitudes máximas.

Es posible que las variaciones en los tamaños de los granos hayan contribuido también al desplazamiento de estas anomalías con respecto a las publicadas, debido a efectos estructurales de los granos minerales. En un intento de limitar el tamaño de grano, sin que éste deje de ser representativo del tamaño original, se sometieron las muestras a una ligera molienda. El óxido de aluminio precalcinado, usado como materia inerte, fue molido hasta un tamaño de grano similar al de las muestras (figura 3).

La **tasa de temperatura** ($^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$) afecta la ubicación de las anomalías en la línea base. Una **tasa de calentamiento** pequeña (e.g., $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$) produce una anomalía a una temperatura inferior que la de una **tasa grande** de calentamiento (e.g., $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$). El instrumento utilizado en este estudio produjo **tasas de calentamiento** variables (figura 4). Sin embargo, estas irregularidades también han sido **compensadas** mediante el ajuste de las lecturas del instrumento con aquellas de las referencias para muestras **similares**. No se hizo intento alguno de introducir nuevas correcciones.

En las **muestras analizadas**, las anomalías han sido definidas con las siguientes características:

- a) **Naturaleza de la reacción**: exotérmica o endotérmica;
- b) **Temperatura del pico de la reacción**;
- c) **Simetría de la reacción**: simetría o asimetría (positiva si $m > n$ y negativa si $n > m$). (Ver figura 5).
- d) **Amplitud de la curva**: amplia o aguda (leptocúrticas), normal (mesocúrticas) y aplanadas (platicúrticas);
- e) **Longitud de la reacción**: muy larga (mayor que 200°C), larga (entre 100°C y 200°C), corta (entre 50°C y 100°C) y muy corta (menor que 50°C).

DESCRIPCION DE LAS REACCIONES TERMICO-DIFERENCIALES

La **mayoría de las curvas** para definir los minerales o asociaciones de minerales tienen las expresiones generales de la figura 5.

La **reacción endotérmica de baja temperatura (A)** ocurre antes de los 200°C . Corresponde a la **eliminación de agua absorbida**. En las smectitas es frecuente un doble efecto.

La **reacción endotérmica principal (B)** ocurre generalmente en la región 500°C - 700°C . Corresponde a la **expulsión de agua de la matriz del mineral**, es decir, a la mayor parte del agua de constitución. Esta **reacción no siempre es Simétrica**. Para cuantificar la asimetría, Bramao (1952) ha sugerido anotar la **razón de pendientes de la anomalía** ("tan A/tan B", expresión que se reduce a "m/n" en la figura 5), pero no ha descrito ninguna relación entre la simetría y la composición mineral.

La **reacción endotérmica (C)** de 800°C - 900°C corresponde a la **eliminación de las últimas trazas de humedad**. A veces ocurre como preludeo de una reacción exotérmica.

La **reacción exotérmica (D)** que ocurre entre los 800°C - 1000°C no ha sido explicada convenientemente en la **bibliografía**.

Las **características de las reacciones de los principales grupos minerales encontrados** se describen a continuación (figura 6).

Las **kanditas**, grupo al que pertenece la coalinita, tiene dos reacciones: una endotérmica a 580°C , **amplia, larga, asimétrica positiva**, y una exotérmica a 970°C , **aguda, muy corta, asimétrica positiva**. Algunas Kanditas (e.g., haloisita, alófano, anauxita) presentan **reacción endotérmica a 130°C , normal, corta asimétrica negativa (curva 1)**.

El **carbonato de calcio** presenta una **reacción endotérmica a 900°C , aguda, corta, asimétrica positiva (curva 2)**.

Las **illitas** son muy complejas. Sus reacciones principales son: **endotérmicas a 130°C , normal, corta, asimétrica negativa**; **endotérmica a 580°C , amplia, larga, simétrica**; **endotérmica a 880°C , normal, corta, asimétrica positiva**. Con frecuencia muestran varias reacciones exotérmicas y endotérmicas.

normales aplanadas pero cortas, que a veces se confunden en una sola reacción exotérmica alrededor de 400°C, aplanada, muy larga, asimétrica positiva. También muestran una reacción exotérmica a 920°C, normal, muy corta, asimétrica negativa (curva 3).

Las cloritas también presentan varias reacciones, siendo las principales: endotérmica a 120°C aplanada, muy corta, asimétrica negativa; endotérmica a 660°C, amplia, larga, asimétrica positiva; endotérmica a 830°C, normal, muy corta, asimétrica positiva; exotérmica a 880°C, aguda, muy corta, asimétrica positiva (curva 4).

Las smectitas, grupo al que pertenecen las montmorillonitas, tienen las siguientes reacciones: endotérmica de doble pico a 120°C y 180°C, amplia y corta, asimétrica positiva; endotérmica a 700°C, amplia, larga, asimétrica positiva; endotérmica a 910°C, aplanada, muy corta, asimétrica positiva; exotérmica a 930°C, normal, corta, asimétrica negativa (curva 5).

Muchas de las reacciones descritas están enmascaradas y no se manifiestan plenamente debido a que generalmente se encuentran mezclas de minerales y no especies aisladas para las cuales se han descrito las anomalías.

RESULTADOS

Debido a las dificultades para determinar por este método las especies minerales existente en cada muestra, los autores han decidido limitar la identificación al grupo o grupos de minerales predominantes cuyas características térmicas son más evidentes.

Las curvas correspondientes aparecen en la Fig. 6. La distribución de los grupos minerales aparece en las figuras 7 y 8.

El 36% de las curvas térmico-diferenciales muestran que la illita es el mineral de arcilla predominante en el Archipiélago de Jambelí. El 35% muestra que las smectitas ocurren como el segundo grupo mineral más abundante, seguido por las cloritas 29%. Ocasionalmente aparecen las Kanditas. Sólo una muestra aparece con las reacciones típicas de los carbonatos.

La illita está generalmente asociada con cloritas o con smectitas, siendo más frecuente la segunda asociación.

Es posible que las kanditas se encuentren en mayor proporción de la que aparentemente se muestra en los resultados. La reacción principal de las kanditas puede estar enmascarada por las reacciones de las illitas y smectitas que ocurren en la región 500-600°C. El criterio para establecer la presencia de las kanditas en asociación con otros minerales en las estaciones fué la gran amplitud de la reacción endotérmica principal "B" que en las smectitas solas es menor que la amplitud de la reacción "A".

El predominio de smectitas en la parte inferior del valle del río Zarumilla concuerda con la naturaleza de los terrenos expansivos del área. Una vez que las smectitas llegan al gran canal, su proporción relativa a las illitas y cloritas queda disminuída por ser mayor el caudal y también el acarreo de sedimentos illíticos y cloríticos de los otros ríos (Arenillas, Santa Rosa, Jubones).

En la figura 3 se muestran las curvas granulométricas de las fracciones limo arcillosas de los sedimentos recientes muestreados en el Archipiélago de Jambelí. Se observa una ligera tendencia a la correlación entre los grupos minerales y la granulometría: cloritas e illitas tienden a ser más gruesas que las smectitas y kanditas. Por otro lado, las cloritas parecen tener una mayor dispersión en la clasificación; los otros minerales tienen menor diámetro y están granulométricamente mejor clasificados.

El carbonato encontrado de Hualtaco (muestra 52) no corresponde a sedimentos de fondo. Se trata de una muestra obtenida de un banco relicto de ostras en matriz limo arcillosa con abundante materia orgánica. El banco relicto se encuentra a 3 m sobre el nivel medio de altas mareas, y constituye una evidencia de movimientos tectónicos muy recientes, correspondientes al "levantamiento de Zorritos" (Chalco, 1955).

En los análisis térmico-diferenciales no se han observado las reacciones propias de la materia orgánica sospechadas por Mackenzie, 1957. En consecuencia, el tratamiento previo con agua oxigenada elimina ciertamente la materia orgánica que podría inferir (por floculación) en los análisis granulométricos, o enmascarar las reacciones de los minerales presentes.

CONCLUSIONES

Los sedimentos recientes del Archipiélago de Jambelí tienen muy marcada aún la influencia de sus lugares de procedencia. Aparentemente, el agua salada no ejerce cambios notables en los minerales de arcilla del Archipiélago, probablemente debido al escaso tiempo de exposición de los minerales de arcilla en su nuevo medio.

Los resultados de este trabajo concuerdan con los difracción de rayos X realizados por Cruz (1974), quien sugiere la existencia de illitas asociadas con otros minerales de arcillas (Coolinita y Montmorillonita) en el sur del Golfo de Guayaquil.

Sin embargo, los trabajos de Cruz se refieren a estaciones fuera del Archipiélago de Jambelí. En el presente trabajo, se ha demostrado el predominio de illitas en el interior del Archipiélago.

Según Grim (1968), las illitas, smectitas y caolinitas son los minerales de arcillas más abundantes en los tipos de suelos drenados por los ríos que desembocan en el Archipiélago. El mismo autor ha concluido que las aguas marinas producen una mínima alteración en las arcillas; en consecuencia, y esto concuerda con los resultados obtenidos, los minerales de arcillas del Archipiélago de Jambelí reflejan la fuente mineralógica del área que drena el sistema fluvial que desemboca en este archipiélago.

BIBLIOGRAFIA

- Berner, R.A., 1971 Principles of Chemical Sedimentology. Mc. Graw-Hill Inc. New York, 240 p.
- Bramao, L., 1952 Characterization of Caolin Minerals. *Soll Sci.*, 73, 273-287.
- Cruz Orozco, R., 1974. Morphodynamics and Sedimentation of the Río Guayas - Delta, Ecuador. Tesis de Grado, Ph. D., Universidad de Louisiana.
- Chalco, 1955 Geología del Area de Tumbes, Informe inédito. Petroperú. Lima.
- Grim, R.E. 1968 Clay Mineralogy. Mc. Graw-Hill Book Co. New York 596 p.
- Herrera Vásconez, C. 1971 Estado actual de los suelos de algunas áreas del litoral ecuatoriano según el contenido de vertientes esenciales. Memorias del III Simposio Nacional de Recursos Naturales, Vol. 1 No.2, Primera Parte. Universidad Central de Quito.
- Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, 1969 Mapa General de Asociaciones en el Ecuador, escala 1:2000.00. Quito.
- Mackenzie, R.C. 1955 Differential Thermal Analysis. The Central Press. London. 456 p.
- Mueller, G., 1967 Methods in Sedimentary Petrology. Hafner Publishing Company. New York. 282 p.

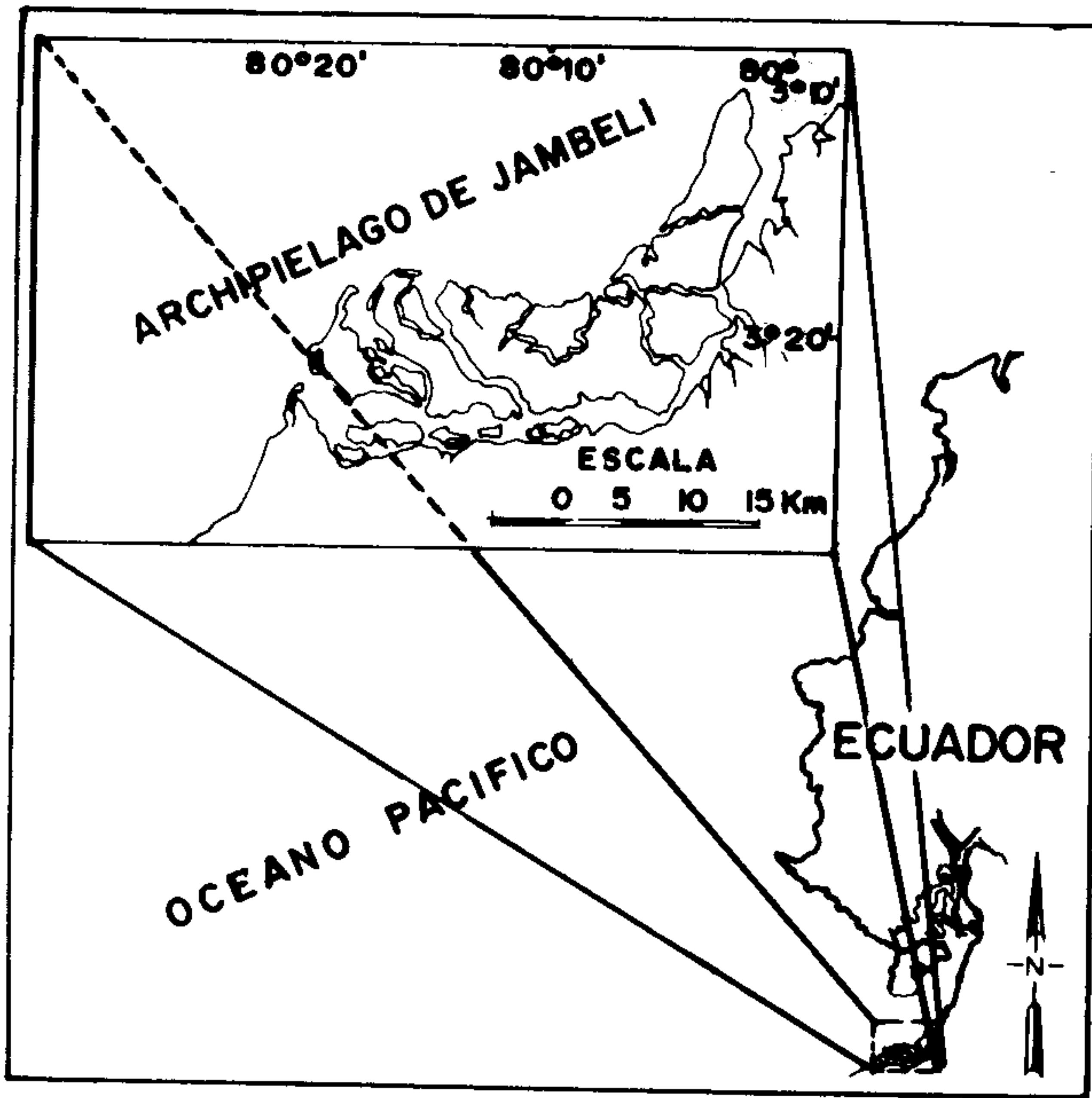


Fig. 1. Mapa de Ubicación.

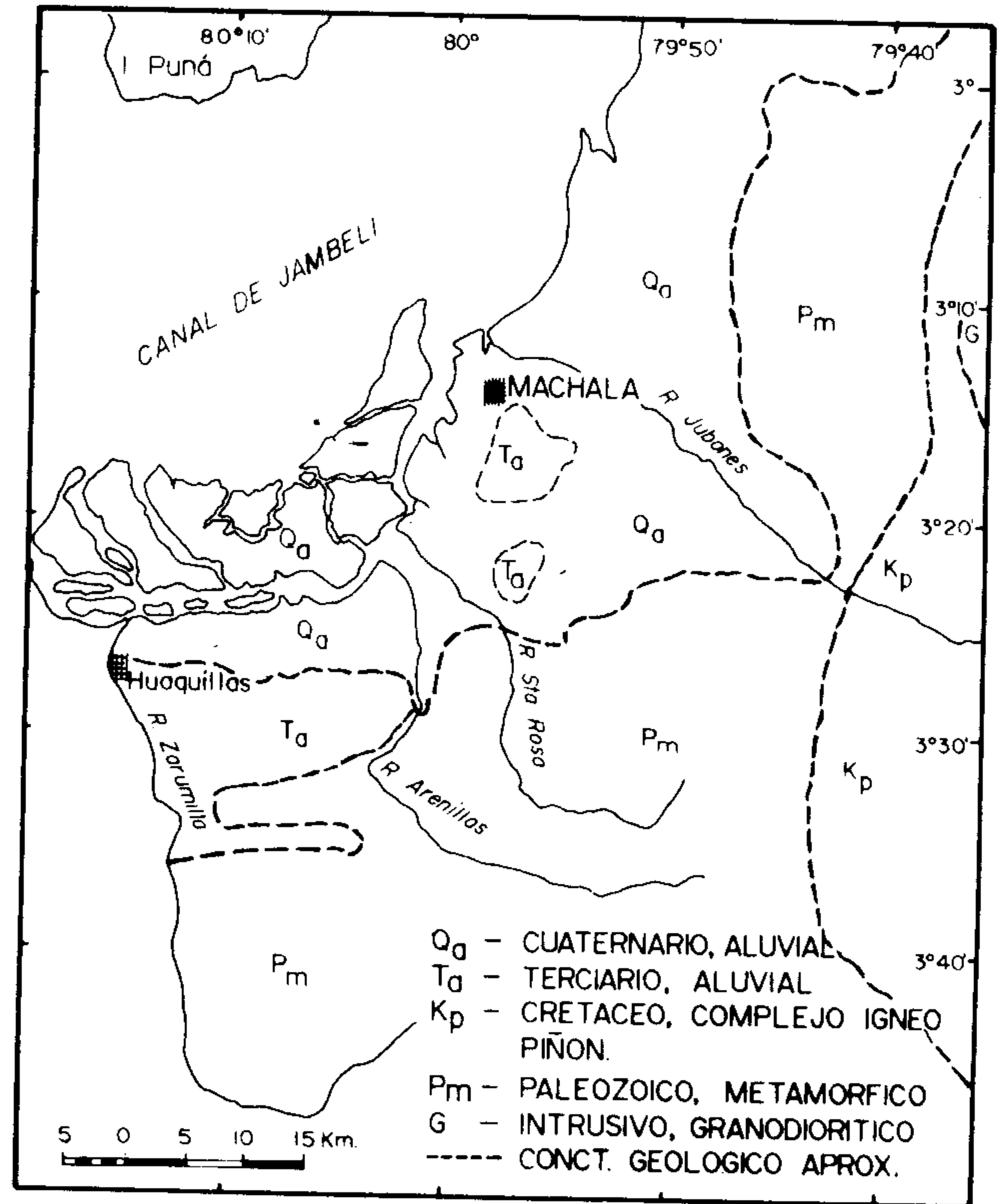


Fig. 2. Geología Regional.

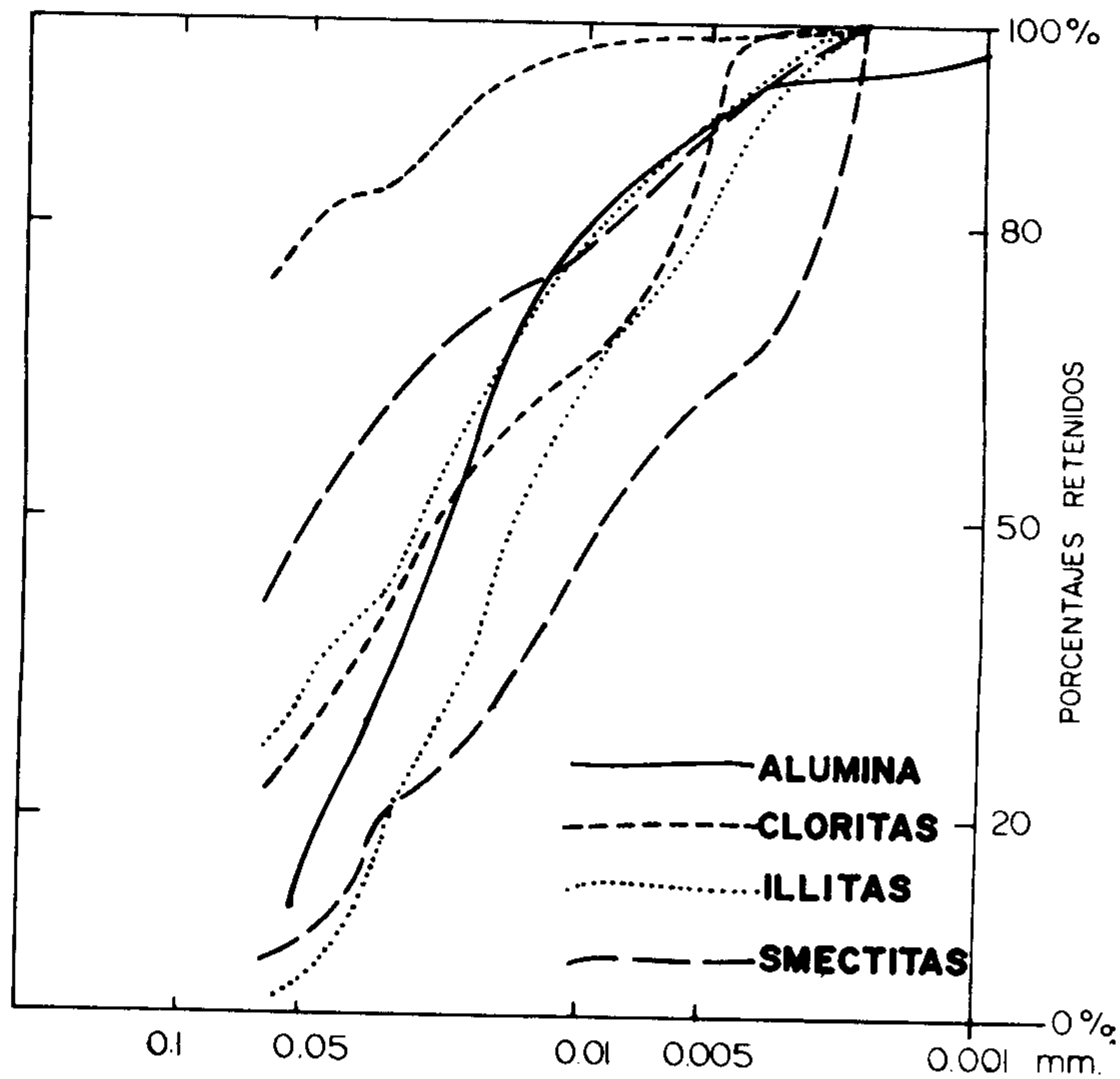


Fig. 3. Granulometría de arcillas. Se ha utilizado el método del hidrómetro para determinar la granulometría de la fracción fina de los sedimentos.

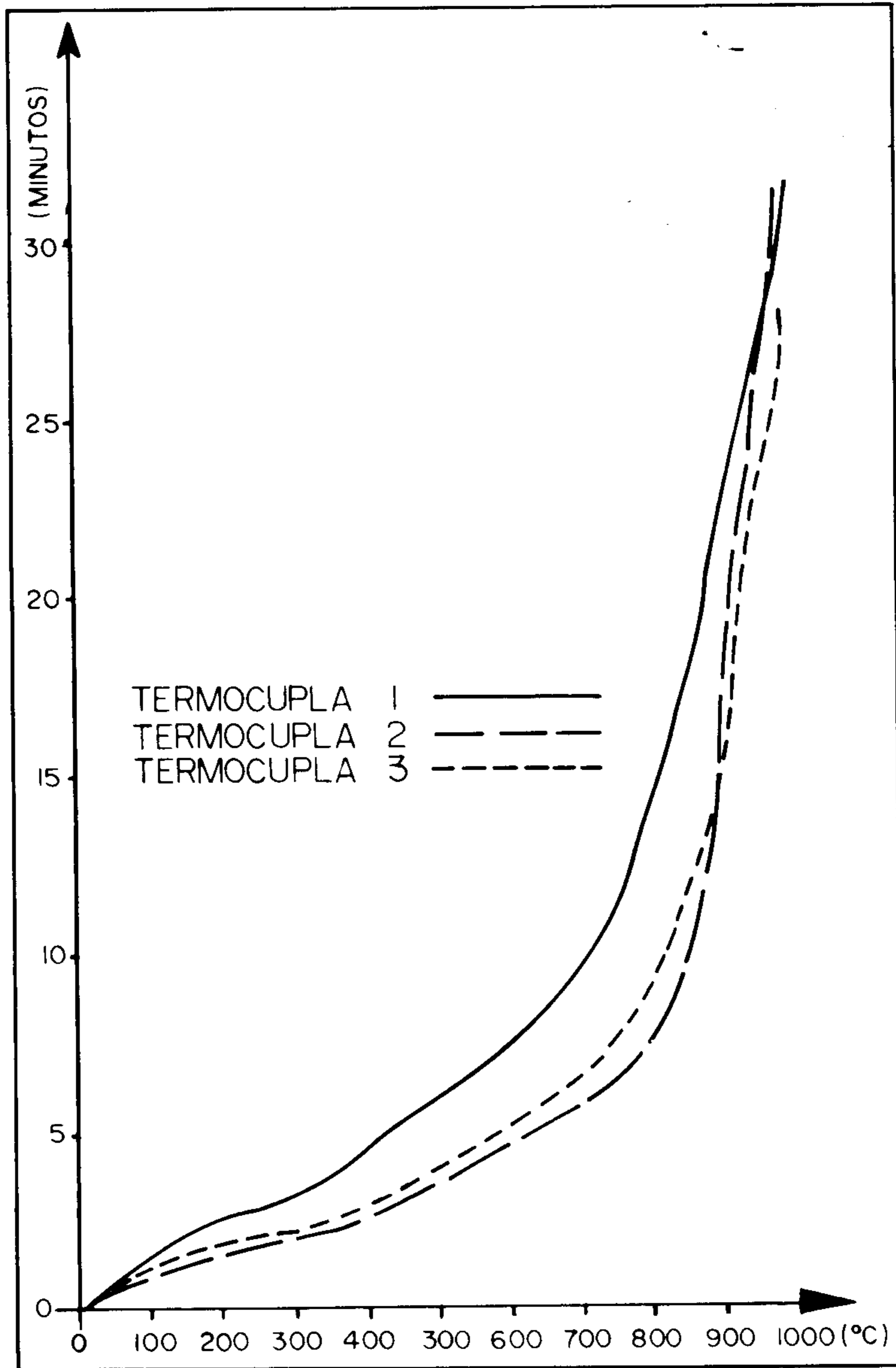


Fig. 4. Tasas de calentamiento de las termocuplas.

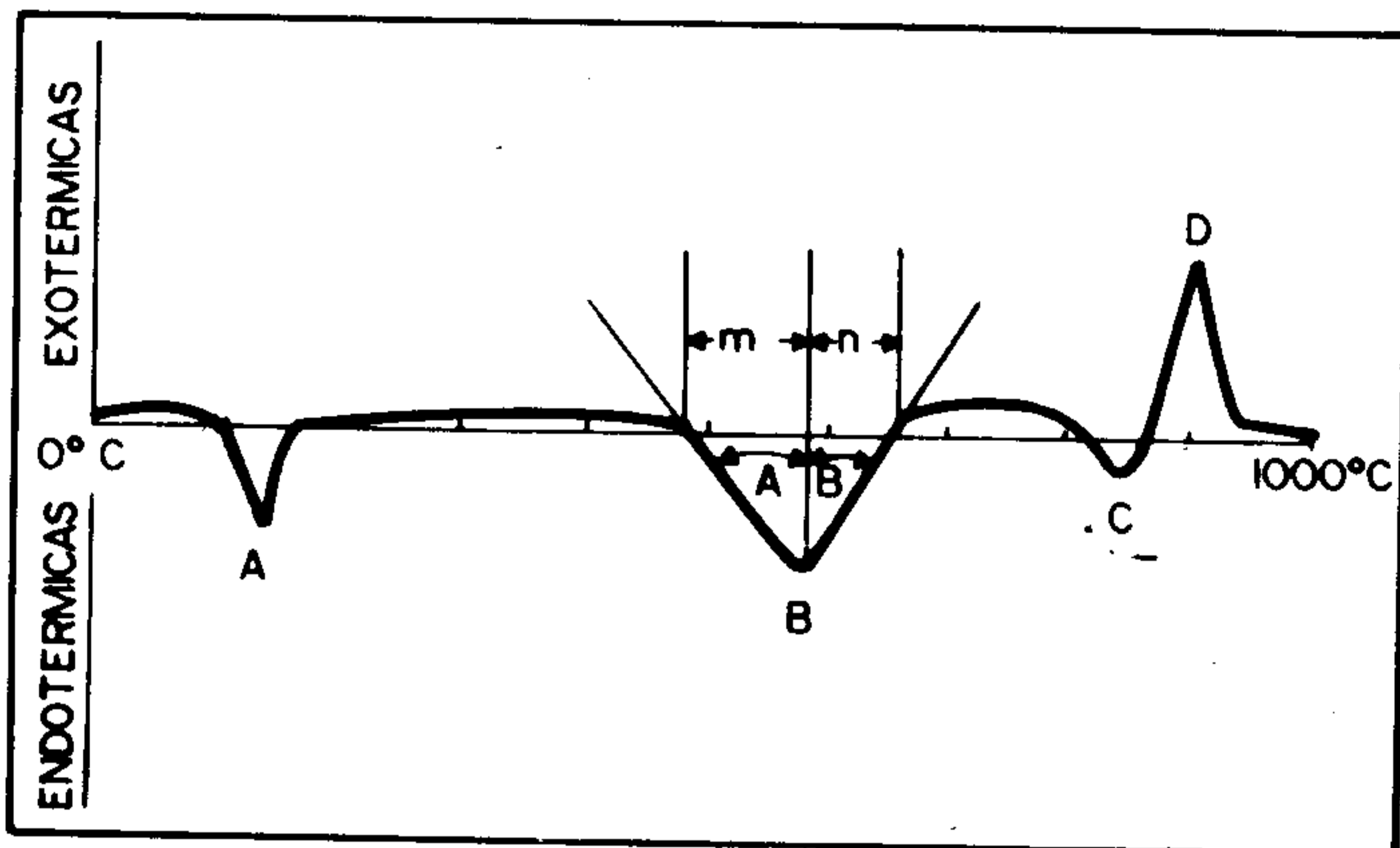


Fig. 5. Principales anomalías de una curva térmico-diferencial generalizada. No todas las anomalías están presentes en una curva térmica diferencial. El concepto de simetría es aplicable a cualquier anomalía. La escala vertical depende de la sensibilidad del instrumento.

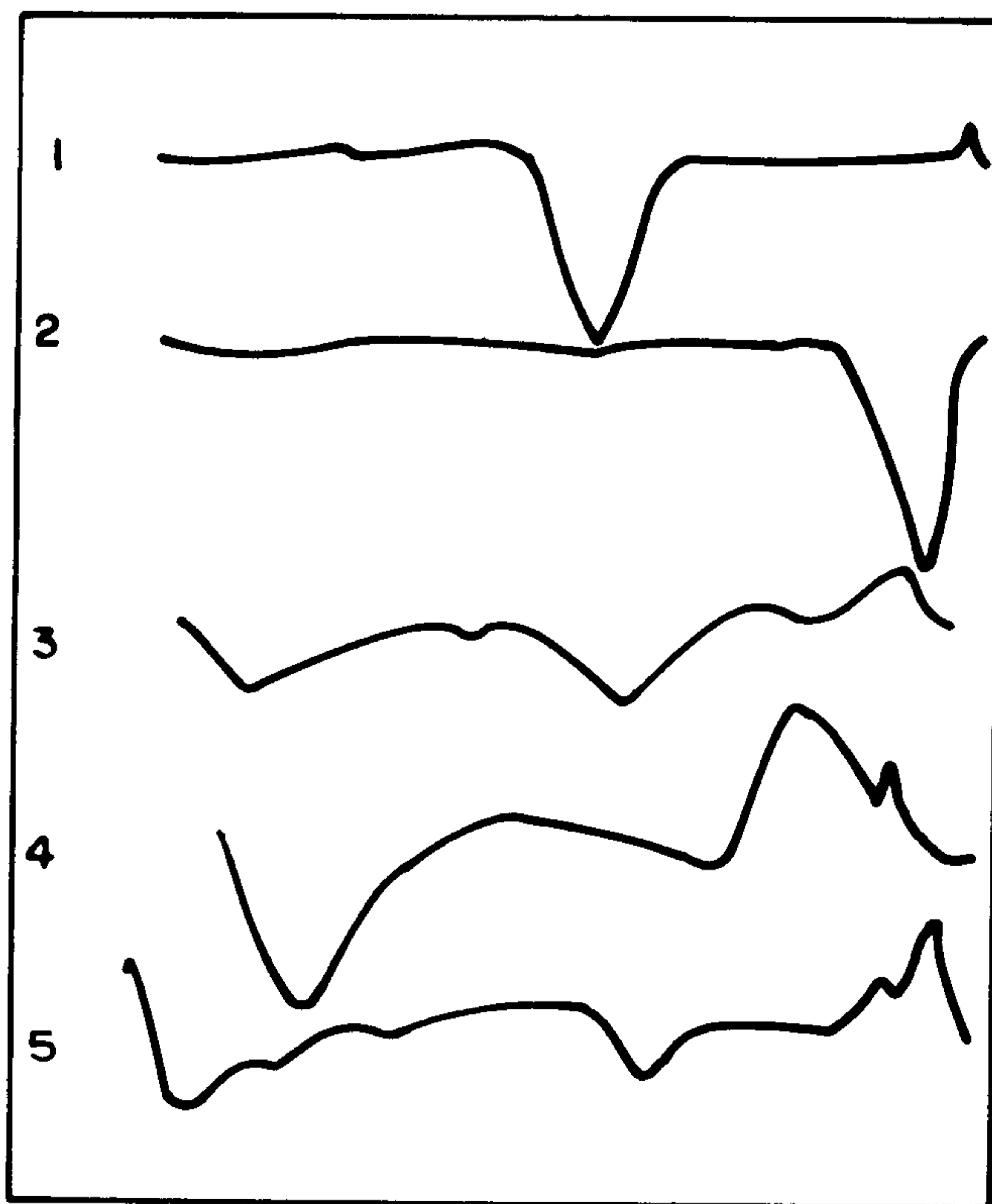


Fig. 6. Curvas representativas de los minerales examinados: 1. Caolin; 2. Carbonato de calcio; 3. Illita; 4. Clorita, y 5. Snectita.

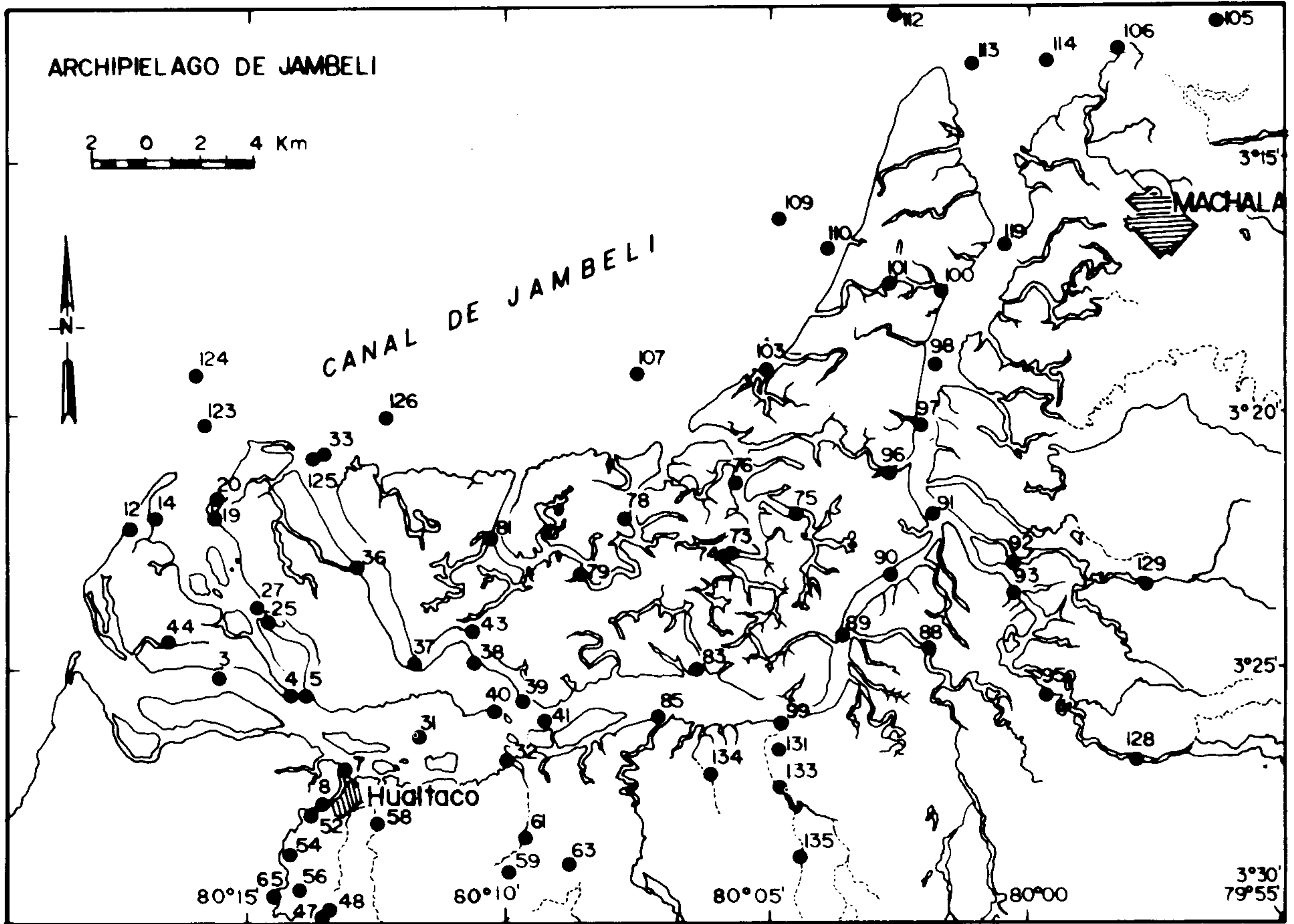


Fig. 7. Mapa de ubicación de muestras.

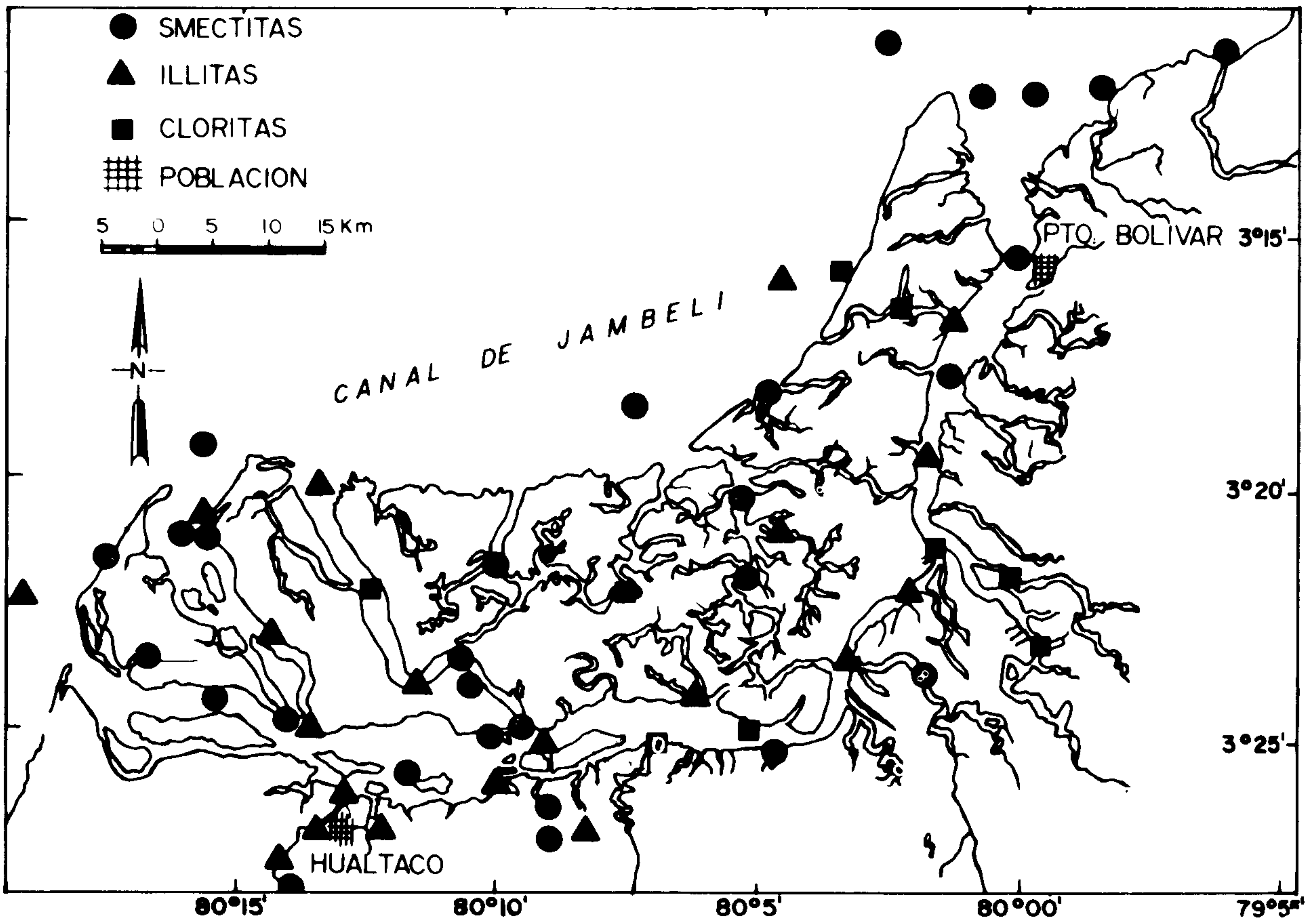


Fig. 8. Mapa de distribución de los minerales de arcilla en el Archipiélago de Jambelí. Se ha graficado solo el mineral predominante en cada estación.