

ESTRATEGIA ANALITICA PARA EL ESTUDIO DE CERAMICA ARQUEOLOGICA Y MATERIA PRIMA¹

Solís, Natalia²

Cremonte, María Beatriz³

En este trabajo presentamos la estrategia de análisis seguida para detectar probables materias primas empleadas en la fabricación de cerámicas arqueológicas. Se trata de la aplicación del método de Difracción de Rayos X a pastas y sedimentos arcillosos.

Para este estudio se siguieron tres etapas de análisis: a) muestreos de campo, preparación de las muestras para Difracción e interpretación de los difractogramas b) procesamiento de los datos aplicando análisis de agrupamientos y c) evaluación de los agrupamientos en función de la naturaleza, cantidades y comportamientos térmicos de los minerales arcillosos y no arcillosos. A su vez, complementados con observaciones en grano suelto de las arcillas y de cortes delgados de las cerámicas analizadas.

Como caso de estudio se tomaron 13 fragmentos cerámicos del sitio incaico de **Potrero-Chaquiago** (Dto. Andalgalá, Catamarca) y 7 arcillas muestreadas en sus alrededores.

Los análisis que presentamos en esta oportunidad se insertan en la investigación que se viene realizando desde 1985 sobre producción y distribución cerámica en este centro estatal, dirigida a la resolución de algunos problemas puntuales como es, por ejemplo, el de la probable presencia de mitmakunas (Lorandi 1984, 1991; Lorandi et al. 1988; Cremonte 1988, 1991a, b, c; Williams y Cremonte 1992).

1. Caracterización geológica y sedimentos arcillosos

¹ Trabajo presentado en las III Jornadas Regionales de Investigación en Humanidades y Ciencias Sociales. 28-31 de octubre de 1992. FHYCS. UNJu

² Investigadora del Instituto de Geología y Minería (UNJu)

³ Investigadora del CONICET.IIT (UBA), FHYCS (UNJu)

Investigación realizada con fondos del CONICET

El sitio Potrero-Chaquiago se localiza a 1.200 metros s.n.m. en los 27° 30' Lat. Sur y 65° 15' Long. Oeste emplazado en el piedemonte de la sierra de Capillitas.

En la región es posible reconocer las siguientes unidades litológicas (Fig. 1). En primer lugar, un Basamento Cristalino constituido por las rocas de mayor extensión, representado por granitos y granodioritas de color gris claro a rosado, formando grandes cuerpos batolíticos afectados por metamorfismo de bajo a mediano grado. Las rocas metamórficas son pizarras de color gris claro a verde oscuro. Este Complejo granítico-metamórfico es de edad Precámbrica. En discordancia se apoyan rocas de edad Terciaria: areniscas de tonos rojizos a rosados y conglomerados gruesos con rodados de andesitas verde oscuro e intercalaciones de tobas gris verdoso. Este paquete sedimentario recibe el nombre de Calchaquense.

El Cuaternario (Pleistoceno-Holoceno) se encuentra representado por depósitos de piedemonte y aluviones aterrizados. Los sedimentos se presentan seleccionados en sentido de la corriente; en algunas áreas estos sedimentos se empalman con acumulaciones eólicas.

Los sedimentos arcillosos proceden de estos afloramientos, seleccionándose para su análisis las siguientes muestras:

14. 1. Amanao: arcilla arenosa pardo-oscuro.
15. 2. Amanao: arcilla arenosa pardo rojiza.
16. 3. Amanao: arcilla pardo amarillenta con abundantes inclusiones de cuarzo, feldespatos potásico y plagioclasas redondeadas y subredondeadas.
17. 4. Amanao: arcilla pardo rojiza.
18. 12. La Aguada: arcilla pardo amarillenta.
19. 9. El Totoral: arcilla limosa pardo oscuro (color húmedo).
20. 10. Potrero: arcilla arenosa pardo rojiza.

Es importante señalar que Potrero-Chaquiago se encuentra en un sector bajo con cobertura de vegetación densa. De modo que la ausencia de perfiles expuestos impidió localizar bancos de arcillas en las inmediaciones del asentamiento. Dada la uniformidad geológica de la zona prospectada, consideramos que muchos de los sedimentos muestreados y analizados deben estar presentes en las inmediaciones del asentamiento. Es decir que en algunos casos, las distancias de acceso a los depósitos de materias primas habrían sido más cortas.

2. La muestra cerámica.

Se seleccionaron 13 fragmentos cerámicos integrantes de la muestra previamente analizada en cortes delgados. Estos fragmentos son representativos de la mayoría de los tipos presentes en Potrero Chaquiago y que incluimos dentro de las categorías Inca Provincial, Inca Mixto y Fase Inca (Calderari y Williams 1991).

1. Yocavil Polícromo	Fase Inca	La Solana
2. Cuzco Polícromo	Inca Provincial	La Solana
3. Santa María Bicolor	Fase Inca	La Solana
4. Santa María Bicolor	Fase Inca	La Solana
5. Chaquiago Negro Pulido		La Solana
6. Chaquiago Negro Inciso		La Solana
7. Famabalasto Negro/Rojo	Fase Inca	Los Retambay
8. Chaquiago Negro/Marrón	Inca Mixto	La Solana
9. Cuzco Rojo/Blanco	Inca Provincial	La Solana
10. Ordinario		La Solana
11. Belén	Fase Inca	La Solana
12. Altiplánico	Fase Inca	Los Retambay
13. Cuzco Rojo/Blanco	Inca Provincial	Los Retambay

La mayoría de los fragmentos proceden del Recinto III del barrio manufacturero La Solana y solamente tres del sector ceremonial Los Retambay. Algunos de los fragmentos fueron seleccionados porque sus pastas presentan componentes significativos, así las 9 y 12 poseen abundantes inclusiones blancas, las 3 y 11 tiesto molido y las 2, 6 y 8 litoclastos carbonáticos (calcita, dolomita).

3. Análisis por Difracción de Rayos X

El método de Difracción de Rayos X permite determinar la mineralogía de la fracción arcillosa en sedimentos y cerámicas. Su aplicación en estudios de producción cerámica es conocida en la bibliografía arqueológica (Arnold 1972, Weymouth 1973, Evans y Rye 1976, Terada y Onuki 1980, Maggetti 1982, Buko 1984, Lorandi 1984, Echallier y Méry 1988, entre otros). Si bien su aplicación combinada con otros métodos como Análisis Térmico Diferencial (DTA), Fluorescencia de Rayos X (FRX) y Activación de Neutrones (NAA), permiten una mayor exactitud en los resultados así como obtener otros datos adicionales, la DRX es el procedimiento más accesible para el análisis de muestras numerosas.

La identificación mineralógica se basa en la medición de los espaciados de

familias de planos atómicos de cada especie mineral. Las muestras se analizaron en un equipo Phillips con radiación K de Co (1,788965 Angstroms) con goniómetro vertical y velocidad constante de 4×10 en el Departamento de Sedimentología del Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán.

3.1. Metodología

Para la determinación de la composición y abundancia relativa de los minerales arcillosos y no arcillosos se realizaron análisis cualitativos y semicuantitativos que incluyeron los siguientes procedimientos:

- 1) De cada cerámica se realizaron dos difractogramas:
 - a. Muestra total (en polvo). $3^\circ 2\theta - 35^\circ 2\theta$.
 - b. Muestra orientada seco natural (al aire). $3^\circ 2\theta - 35^\circ 2\theta$.

No se realizaron en estas muestras tratamientos especiales por ser materiales cocidos a temperaturas superiores a los 500°C , no presentándose dificultad en la identificación de las especies minerales presentes.

- 2) De cada muestra de sedimento arcilloso se realizaron tres difractogramas:
 - a. Muestra orientada seco natural (al aire). $3^\circ 2\theta - 31^\circ 2\theta$.
 - b. Muestra orientada con glicerol (por 24 horas) $3^\circ 2\theta - 15^\circ 2\theta$.
 - c. Muestra orientada calcinada a 550°C . durante 24 horas. $3^\circ 2\theta - 31^\circ 2\theta$.

La identificación mineralógica se realizó mediante la comparación de los tres difractogramas.

El análisis semicuantitativo se llevó a cabo con los diagramas de muestras totales de las cerámicas y muestras orientadas calcinadas de los sedimentos. La abundancia relativa de los minerales se determinó en base a la intensidad de los picos de difracción que son proporcionales a la concentración del componente mineral que los produce. La intensidad de los picos de difracción integrada puede ser medida por diferentes técnicas, en este análisis se aplicó la medición del área encerrada por los picos y sobre el fondo estimado.

Al correlacionar los difractogramas de las arcillas con los de las cerámicas es importante tener en cuenta las alteraciones mineralógicas producidas por las temperaturas de cocción. Durante este proceso, algunos minerales arcillosos de importancia como la caolinita y la montmorillonita sufren variaciones a temperaturas superiores a los 550°C . La caolinita se amorfiza, destruyendo su estructura, mientras que la montmorillonita se contrae a 10 \AA , superpo-

niéndose al pico de la illita. (Grim, 1968). A los 704°C los picos de la calcita comienzan a disminuir sus intensidades, hasta los 774°C donde se transforma en mayenita (óxido de calcio). El pico de la dolomita disminuye de intensidad a partir de los 704°C desapareciendo a los 774°C; mientras que las plagioclasas se intensifican a partir de los 704°C, produciéndose una anortización. Estas alteraciones fueron registradas por Echallier y Méry en pruebas con cerámicas experimentales (op.cit).

Además de las dificultades mencionadas se deben tener en cuenta otras, como por ejemplo, que algunas arcillas no se consideran apropiadas para la manufactura cerámica; sin embargo, existen numerosos datos etnográficos sobre algunos comportamientos de manufactura que disminuyen los efectos negativos (Evans y Rye op.cit; Nicklin, 1979). Por otro lado, no siempre aparecen en los diagramas las reflexiones de todos los minerales presentes. Por ello, en este estudio se incluyeron observaciones en grano suelto de las inclusiones naturales de las arcillas y su comparación en microscopio de polarización con las de las pastas cerámicas en corte delgado. Así se pudieron corroborar similitudes observadas en los difractogramas y obtener datos adicionales sobre los minerales no arcillosos.

En relación con lo expuesto, en ninguno de los difractogramas de las cerámicas aparecen los picos de caolinita y montmorillonita presentes en las muestras naturales y glicoladas de arcillas. Esto indica que las temperaturas de cocción superaron los 550°C. Por otro lado, no fue posible salvo en un caso (4.Santa María Bicolor), identificar las micas, debido a que presentan las mismas intensidades de la illita.

En la comparación de cerámicas y arcillas se consideraron las muestras de arcillas calcinadas a 550°C, el propósito fue minimizar las diferencias debidas a modificaciones mineralógicas producidas durante la cocción.

4. Procesamientos de los datos. Análisis multivariado.

Los datos se procesaron aplicando técnicas de Taxonomía Numérica (Sneath y Sokal 1973, Crisci y López Armengol 1983 las que, mediante operaciones matemáticas, calculan la afinidad entre unidades taxonómicas (OTU) en base al estado de sus atributos (caracteres). Como resultado, se obtienen agrupamientos que más adelante son testeados y explicados en función de los componentes mineralógicos y sus comportamientos térmicos.

Cada una de las pastas cerámicas y arcillas analizadas por difracción de Rayos X fue considerada como un OTU (Unidad Taxonómica Operativa). Los caracteres seleccionados fueron 10 y corresponden a especies minerales arci-

llosas y no arcillosas medidas en los difractogramas : **Montmorillonita cloritizada, Illita y Montmorillonita, Illita, Illita y Cuarzo, Cuarzo, Calcita, Dolomita, Feldespato potásico, Plagioclasa Albita o Anortita) y Muscovita.** Se trata de caracteres multiestados cuantitativos: porcentaje de cada carácter presente en la composición total de cada OTU. Así se construyó una MBD (Matriz Básica de Datos) de 20 OTUS (Filas) por 10 caracteres (Columnas) sobre la que se aplicaron los programas de Taxonomía Numérica NTSYS-pc. Tabla 1.

NTSYS-pc es un sistema de programas utilizado para encontrar y representar la estructura de datos multivariados. Los programas usados en este estudio fueron: SIMINT, SAHN y COPH.

El programa SIMINT crea una matriz simétrica como resultado de calcular coeficientes de similitud y disimilitud para datos cuantitativos. El coeficiente aplicado fue el de distancia "Taxonómica" promedio. (average "taxonomic" distance) que se adecua muy bien para datos multiestados y doble estado. El Programa SAHN desarrolla métodos de agrupamientos jerárquicos secuenciales, aglomerativos y nucleados mediante la aplicación de distintas técnicas de análisis de agrupamiento sobre la matriz de similitud. La estructura taxonómica que se obtiene está representada por un diagrama arborescente (fenograma) que muestra la relación en grados de similitud de la totalidad de los OTUS considerados.

Las técnicas aplicadas fueron las de Ligamiento Simple, Ligamiento Completo y Ligamiento Promedio no Ponderado (UPGMA). El programa COPH (valores cofenéticos) sirve para medir en qué grado el fenograma representa a los valores de la matriz de similitud. La técnica aplicada es la del coeficiente de correlación cofenética (CCC) mediante la cual se obtiene una nueva matriz de similitud "matriz cofenética" a partir de los valores del fenograma. Así, por ejemplo, los valores superiores a 0,8 indican una buena representación de la matriz de similitud por parte del fenograma. (Crisci y López Armengol, op. cit.).

5. Agrupamientos obtenidos en el Fenograma

Los fenogramas obtenidos por la aplicación de las tres técnicas de agrupamiento fueron similares, seleccionándose al de los Promedios no Ponderados (UPGMA) porque su CCC fue el más elevado (CCC:0.93780). En base al análisis del fenograma (fig.2) se determinaron tres agrupamientos y una muestra aislada:

GRUPO A: 1, 3, 7, 11, 2, 8, 10 y 18

GRUPO B: 13, 4, 12, 14, 5 y 15

GRUPO C: 16, 6, 9, 20 y 17

muestra aislada: 19

El Grupo A incluye dos Conjuntos: 1, 3, 7, 11 y 2, 8, 10 con dos Núcleos: 7, 11 y 8, 10. El Grupo B incluye y dos Núcleos: 12, 14 y 5, 15. En el Grupo C las muestras se relacionan a bajos niveles de similitud.

Observamos que en el Grupo A la arcilla 12.La Aguada se relaciona con los fragmentos Yocavil Polícromo, Santa María Bicolor, Famabalasto Negro sobre Rojo, Belén, Cuzco Polícromo, Chaquiago Negro sobre Marrón y Ordinario.

En el Grupo B las arcillas 1 Y 2 Amanao se relacionan a fragmentos Cuzco Rojo sobre Blanco, Santa María Bicolor, Altiplánico y Negro Pulido.

En el Grupo C la arcilla 10. Potrero se relaciona con fragmentos Chaquiago Negro Inciso y Cuzco Rojo sobre Blanco.

5. Evaluación de los agrupamientos

Las pastas del Grupo A: Yocavil Polícromo (1), Famabalasto Negro sobre Rojo (7), Santa María Bicolor con tiesto molido (3) y Belén con tiesto molido (11) poseen igual composición mineralógica (illita, illita + cuarzo, cuarzo, feldespato potásico y plagioclasas) en proporciones similares. Se trata de un conjunto muy homogéneo.

En el fenograma las pastas 2, 8 y 10 (Cuzco Polícromo, Chaquiago Negro sobre Marrón y Ordinario) conforman otro conjunto donde la 8 se relaciona más a la 10 que a la 2. Si bien las tres pastas poseen proporciones similares de sus componentes, además de illita, illita + cuarzo, cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa, las pastas 2 y 8 poseen calcita y dolomita en cantidades similares lo que indica que se empleó la misma materia prima para la fabricación del Cuzco Polícromo y del Chaquiago Negro sobre Marrón. Mientras que para el Ordinario se utilizó una materia prima diferente. Es decir, entonces, que la pasta Chaquiago Negro sobre Marrón está mucho más relacionada con la Cuzco Polícromo de lo que indica el fenograma.

La arcilla 12.La Aguada (18) se relaciona con los dos Conjuntos descriptos. Su composición mineralógica es illita-montmorillonita, illita + cuarzo, cuarzo, feldespato potásico y plagioclasas. El primero es el componente que lo diferencia de los fragmentos cerámicos del primer conjunto. Si tenemos en cuenta que a temperatura superior de los 550°C los picos de la illita-montmo-

rillonita se contraen superponiéndose a los de la illita 10 Å la composición de esta arcilla es similar a la de los fragmentos **Yocavil Policromo** y **Famabablasto Negro sobre Rojo** (1 y 7) pudiendo ser esta arcilla la materia prima. Además, la mayor anortización de las plagioclasas en los fragmentos (respecto de la arcilla) estaría indicando que la temperatura de cocción de éstos excedió los 700°C. Por otro lado, la arcilla 12. La Aguada no se relaciona con los fragmentos Cuzco Policromo y Chaquiago Negro sobre Marrón (2 y 8) porque éstos presentan calcita y dolomita, minerales ausentes en la arcilla.

En el Grupo B la arcilla **1.Amanao** (14) y el fragmento **Altiplánico** (12) son prácticamente iguales, la única diferencia es que la pasta cerámica presenta una pequeña cantidad de Feldespato potásico no detectado en el difractograma de la arcilla. A su vez, los porcentajes equivalentes de dolomita están indicando que la temperatura de cocción del fragmento no habría superado los 700°C porque la dolomita disminuye su intensidad hasta los 774°C desapareciendo a partir de esta temperatura. Por otro lado, en grano suelto se observan en la arcilla cuarzos angulosos a subredondeados y clastos de dolomita redondeados similares (en forma y tamaño) a los de la pasta cerámica en corte delgado. Por último, las inclusiones blancas (gránulos de vidrio volcánico) presentes en la cerámica habrían sido agregados como antiplástico.

Las composiciones cuali-cuantitativas de la arcilla **2.Amanao** (15) y del fragmento **Negro Pulido** (5) son también similares. La diferencia se basa en que la arcilla presenta un 4% de montmorillonita cloritizada. Con respecto a esto es importante tener en cuenta que las arcillas cloritizadas son menos estables que las verdaderas cloritas, se contraen paulatinamente a valores menores de 13,8 Å al ser calentadas entre 200 y 600°C hasta alcanzar los 10 Å. Esto quiere decir entonces, que por acción de la temperatura la montmorillonita cloritizada se contrae a intensidades de 10 Å superponiéndose a la intensidad de la illita (10 Å) variando los porcentajes relativos de las muestras analizadas. En nuestro ejemplo, el fragmento cerámico presenta un aumento del 2% en illita y en la arcilla el porcentaje de montmorillonita cloritizada es semejante, por lo tanto podría tratarse de la misma arcilla.

En el Grupo C la arcilla **Potrero** (20) se relaciona con los fragmentos **Chaquiago Negro Inciso** (6) y **Cuzco Rojo sobre Blanco** (9). Pero **Potrero** no puede ser considerada como la arcilla empleada porque su concentración de plagioclasas es muy superior a la de la pasta **Chaquiago Negro Inciso** y por la ausencia de illita-montmorillonita en el **Rojo sobre Blanco**.

Por último, la composición de las arcillas **3.Amanao**, **4.Amanao** y **El Total** son distintas a las pastas cerámicas estudiadas.

6. Consideraciones finales

El estudio realizado permitió detectar tres arcillas que se comportan como las materias primas de los tipos **Yocavil Polícromo**, **Famabalasto Negro sobre Rojo**, **Altiplánico** y **Chaquiago Negro Pulido**. Y pastas cerámicas que por sus similitudes composicionales fueron fabricadas con las mismas materias primas, pudiendo ser en algunos casos locales y en otros no. Además, nos aproximamos al conocimiento de las temperaturas máximas de cocción; corroboramos que las inclusiones blancas fueron agregadas como antiplástico y la importancia de poner a prueba la validez de los agrupamientos obtenidos mediante la evaluación de los comportamientos térmicos de las distintas especies minerales.

El análisis cuali-cuantitativo de los difractogramas permite puntualizar los siguientes resultados:

1. La arcilla 1.Amanao (14) y el fragmento Altiplánico (12) son muy similares. Esta arcilla pudo ser la materia prima empleada. Los porcentajes equivalentes de dolomita están indicando que la temperatura de cocción no superó los 704 °C. En grano suelto la arcilla posee cuarzos subredondeados a angulosos en forma y cantidad análogos a los de la cerámica; mientras que las inclusiones blancas (gránulos de vidrio volcánico), presentes en el corte delgado del fragmento, habrían sido agregadas como antiplástico.
2. La arcilla 12.La Aguada (18) se relaciona con los fragmentos Yocavil Polícromo (1) y Famabalasto Negro sobre Rojo (7) presentando composiciones mineralógicas semejantes. Se observa que los picos de plagioclasa (anortita) son más abundantes en la cerámica, lo que estaría indicando una temperatura de cocción superior a los 750 °C.
3. La arcilla 2.Amanao (15) se manifiesta como la materia prima utilizada para la manufactura del Negro Pulido (5).
4. Los difractogramas de las cerámicas Chaquiago Negro sobre Marrón son análogos tanto en composición como en abundancia relativa. Evidentemente, fueron fabricados con el mismo tipo de arcilla; sin embargo, ninguna de las arcillas analizadas se manifiesta como la probable materia prima.
5. Los difractogramas de la cerámica Cuzco Rojo sobre Blanco (6) y Chaquiago Negro Inciso (9) integran el Grupo C del fenograma con la arcilla 4.Amanao (17). Diferencias significativas en dos de los caracteres: calcita y feldespato potásico, hacen que esta arcilla no pueda ser considerada como la materia prima.

6. No se han podido establecer correlaciones claras entre las arcillas 3.Amanao, 10.Potrero y 9.El Totoral y las cerámicas analizadas.

7. Las pastas Santa María Bicolor y Belén, ambas con tiesto molido son muy similares pero no se corresponden con ninguna de las arcillas. El tiesto molido es un comportamiento de manufactura inusual en las alfarerías de Potrero-Chaquiago. El mismo sumado a que la composición mineralógica de la fracción arcillosa es diferente a la de las arcillas analizadas, refuerza la hipótesis de que estas piezas no son de manufactura local.

8. Los cortes delgados de las pastas Negro Pulido indicaron que eran similares al de la pasta Chaquiago Negro Inciso pero, a pesar de esta semejanza, los difractogramas sugieren el empleo de arcillas diferentes para su fabricación. Es importante señalar que si bien el Negro Pulido incluído en esta muestra no posee litoclastos carbonáticos (calcita o dolomita), uno de los cortes estudiados sí las presentaba, de allí su vinculación con la Chaquiago Negro Inciso y otras pastas incaicas (Cremonte, 1991b). El Negro Pulido y el Chaquiago Negro inciso se manifiestan como tipos incaicos.

9. Aunque no se registró una clara correlación entre la arcilla 4.Amanao (6) con las cerámicas con calcita o dolomita, pensamos que se habría empleado una arcilla local similar para la fabricación de Chaquiago Negro Inciso, Cuzco Polícromo, Chaquiago Negro sobre Marrón, Cuzco Rojo sobre Blanco y Negro Pulido. De modo que estos tipos incaicos serían de manufactura local.

10. Las inclusiones blancas (gránulos de vidrio volcánico) no aparecieron contenidas en ninguna de las arcillas. Evidentemente se trata de un material intencionalmente agregado a algunas arcillas locales. Tal es el caso de la arcilla 1.Amanao utilizada para fabricar la pasta del Altiplánico que presenta abundantes inclusiones blancas.

En síntesis, las aproximaciones sobre procedencia y empleo de materias primas obtenidas permitieron: a) corroborar la mayoría de las observaciones registradas por aplicación de otras estrategias analíticas y b) avanzar en la resolución de interrogantes sobre distintos aspectos de la organización de la producción cerámica en un asentamiento estatal. Así, por ejemplo, los resultados son alentadores en cuanto al carácter local de la manufactura del Yocavil Polícromo, Famabalasto y Altiplánico. Datos que, junto con otros previos, sustentan cada vez más la hipótesis sobre la presencia de mitmaqunas tucumano-santiagueños y altiplánicos en Potrero Chaquiago (ya comentada en los artículos citados). Donde los primeros, por la abundancia y calidad de sus alfarerías, evidentemente estuvieron comprometidos con una producción a gran escala.

Bibliografía

- ARNOLD, D.E. Mineralogical Analysis of Ceramic Materials from Quinua, 1972 Department of Ayacucho, Peru. **The Pennsylvania State University**: 94-101.
- BUKO, A. Problems and Research prospects in the determination of the 1984 provenance of pottery. **World archaeology** Vol 15 N°3.
- CALDERARI, M. y V. WILLIAMS. Re-evaluación de los estilos cerámicos 1991 incaicos en el noroeste argentino. **Comechingonia** Vol. II El Imperio Inka:75-96
- CREMONTE, M.B. Caracterización composicional de pastas cerámicas con 1988 inclusiones blancas del sitio Potrero-Chaquiago (Dto. Andalgalá, Catamarca). MS
- 1991a Caracterizaciones composicionales de pastas cerámicas de los sitios Potrero-Chaquiago e Ingenio del Arrenal Médanos (Catamarca). **Shincal** 3:33-47.
- 1991b Caracterización composicional de una nueva muestra de pastas de Potrero-Chaquiago. MS
- 1991c Apéndice: La Tecnología cerámica y las evidencias sobre el origen de los mitmaquna. **Anthropologica** Vol 9:237-245. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- CRISCI, J y M.F. LOPEZ ARMENGOL. Introducción a la teoría y práctica 1983 de la Taxonomía Numérica. **Secretaría General de la OEA**. Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington D.C.
- ECHALLIER, J.C. y S. MERY. L'évolution mineralogique et physico chimique des ceramiques au cours de la cuisson. Applications archéologiques. **Geologues** 87-88:64-70

- EVANS, C y O.S. RYE. **Traditional Pottery Techniques of Pakistan** Smithsonian Institution Press. Washington DC.
1976
- GONZALEZ BONORINO, F. Geología y Petrografía de las Hojas 12 d (Capillitas) y 13 d (Andalgalá). Catamarca. **Dirección General de Industria Minera**. Buenos Aires.
- GRIM, R.E. **Clay Mineralogy**. 2º Edición. McGraw-Hill Book Co.; New York.
1968
- LORANDI, A.M. Soñocamayoc. Los olleros del Inca en los centros manufactureros del Tucumán. **Rev. Museo de La Plata (N.S.)**. Tomo VIII. **Antropología** 62:303-327. La Plata
- 1991 Evidencias en torno a los mitmaquna incaicos en el N.O. argentino. **Anthropologica** N°9:211-236. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- LORANDI, A.M; M.B. CREMONTE y V. WILLIAMS. Identificación étnica de los mitmaquna instalados en el establecimiento incaico de Potrero-Chaquiago. **Actas del XI Congreso Nacional de Arqueología Chilena**. Santiago.
- 1990
- MAGGETTI, M. Phase Analysis and Its Significance for Technology and Origin. **Archaeological Ceramics**. Eds J.S Olin y A.D. Franklin:121-135. Smithsonian Institution Press. Washington DC.
1982
- NICKLIN, K. The Location of Pottery Manufacture. **Man** 14:436-458. Londres.
1979
- SNEATH, P.H.A y R.R. SOKAL. **Numerical Taxonomy. Principles and Practice of Numerical Classification**. Freeman, San Francisco, Ca; XV, 573 págs.
1973
- TERADA, K. e Y. ONUKI. **Excavations at Huacaloma in the Cajamarca Valley**. Perú, 1979. University of Tokyo Press.
1988
- WEYMOUTH, J.W. X - Ray Diffraction Analysis of Prehistoric Pottery. **American Antiquity** Vol 38, N°3:339-344
1973
- WILLIAMS, V y M.B. CREMONTE. ¿Mitmaquna o circulación de bienes? Indicadores de la producción cerámica como identificadores
1988
176

étnicos. Avances en Arqueología 2 IIT. En Prensa.

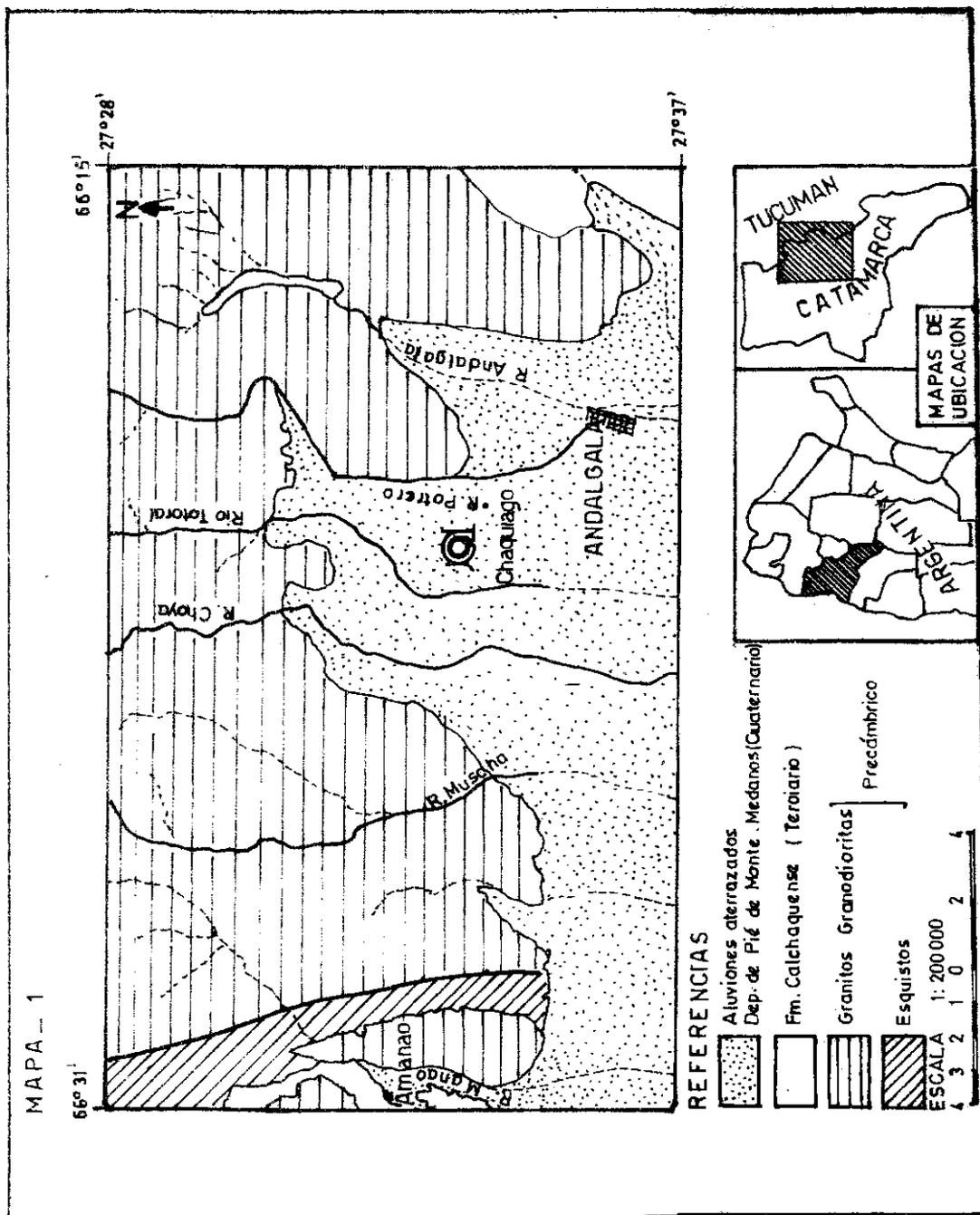


Fig. 1 Mapa geológico del área de estudio prospectada y localización del sitio Potrero-Chaquiago

COMPOSICION POR DRX DE CERAMICAS DE POTRERO CHARQUIASO Y
ARCILLAS DE ANDALGALA

	N-CI	M+I	I	I+Oz	Oz	Ca	Si	Fk	Pg	Mu	
1 ñ	0.000	0.000	15.000	33.000	11.000	0.000	0.000	0.000	26.000	15.000	0.000
2 ñ	0.000	0.000	20.000	35.000	10.000	6.000	3.000	3.000	14.000	12.000	0.000
3 ñ	0.000	0.000	10.000	33.000	18.000	0.000	0.000	0.000	30.000	9.000	0.000
4 ñ	0.000	0.000	21.000	42.000	3.500	0.000	5.000	10.000	10.000	7.500	11.000
5 ñ	0.000	0.000	34.000	24.000	9.000	0.000	0.000	33.000	0.000	0.000	0.000
6 ñ	0.000	0.000	10.000	0.000	40.000	5.000	0.000	40.000	5.000	0.000	0.000
7 ñ	0.000	0.000	10.000	32.000	12.000	0.000	0.000	32.000	14.000	0.000	0.000
8 ñ	0.000	0.000	5.500	41.000	10.000	4.500	2.000	20.000	17.000	0.000	0.000
9 ñ	0.000	0.000	6.000	0.000	52.000	0.000	0.000	22.000	20.000	0.000	0.000
10 ñ	0.000	0.000	12.000	44.000	12.000	0.000	0.000	17.000	15.000	0.000	0.000
11 ñ	0.000	0.000	10.000	32.000	10.000	0.000	0.000	37.000	11.000	0.000	0.000
12 ñ	0.000	0.000	20.000	34.000	8.500	0.000	16.000	5.500	16.000	0.000	0.000
13 ñ	0.000	0.000	10.000	28.000	15.000	10.000	0.000	11.000	28.000	0.000	0.000
14 ñ	0.000	0.000	27.000	31.000	8.000	0.000	16.000	0.000	18.000	0.000	0.000
15 ñ	4.000	0.000	32.000	26.000	9.000	0.000	0.000	29.000	0.000	0.000	0.000
16 ñ	0.000	28.000	31.000	41.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17 ñ	2.000	0.000	27.000	0.000	32.000	15.000	0.000	0.000	24.000	0.000	0.000
18 ñ	0.000	18.000	0.000	33.000	9.000	0.000	0.000	26.000	14.000	0.000	0.000
19 ñ	0.000	30.000	0.000	0.000	22.000	0.000	48.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20 ñ	0.000	32.000	0.000	0.000	30.000	0.000	0.000	22.000	16.000	0.000	0.000

Tabla 1

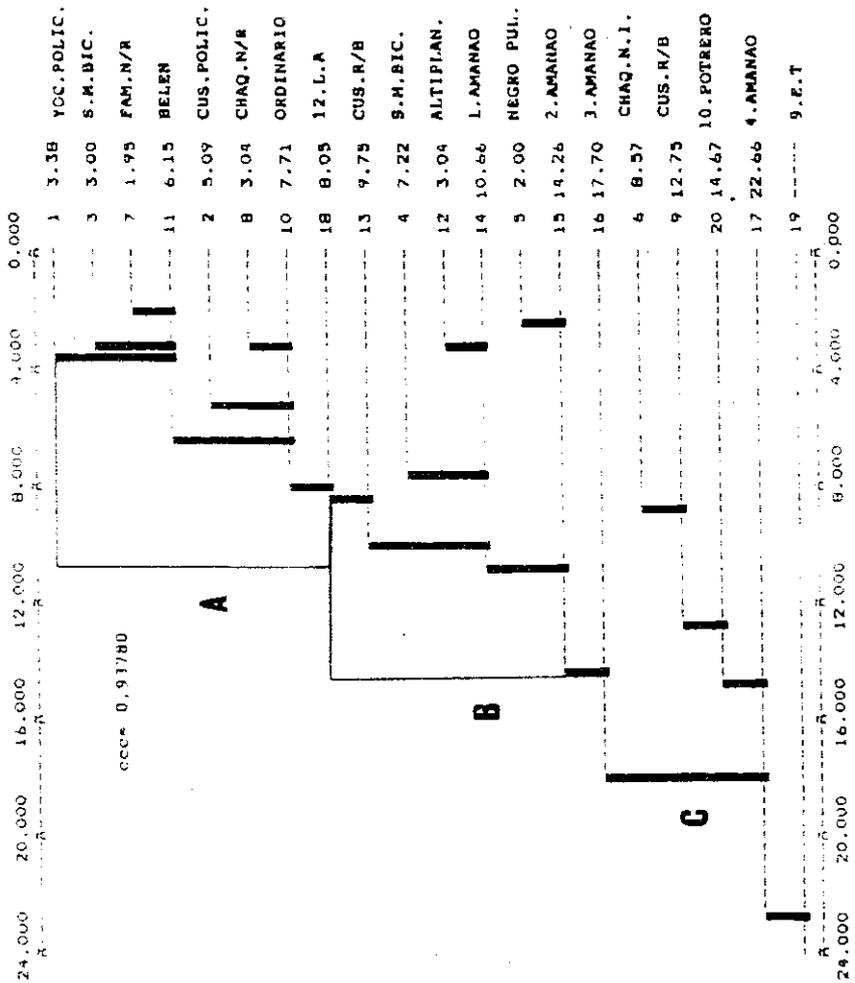


Fig 2: Fenograma en el que se refleja la similitud mineralógica entre arcillas y fragmentos cerámicos

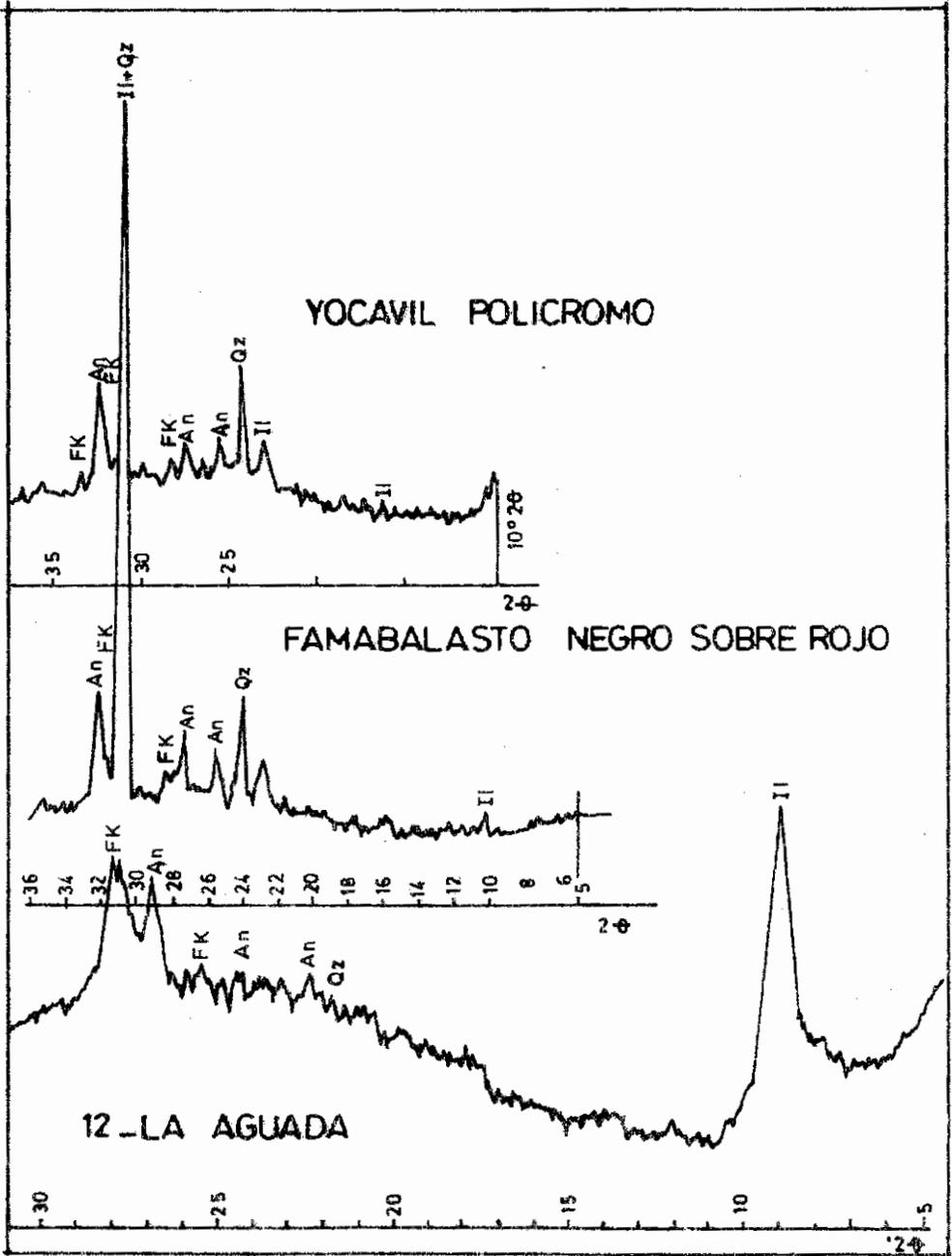
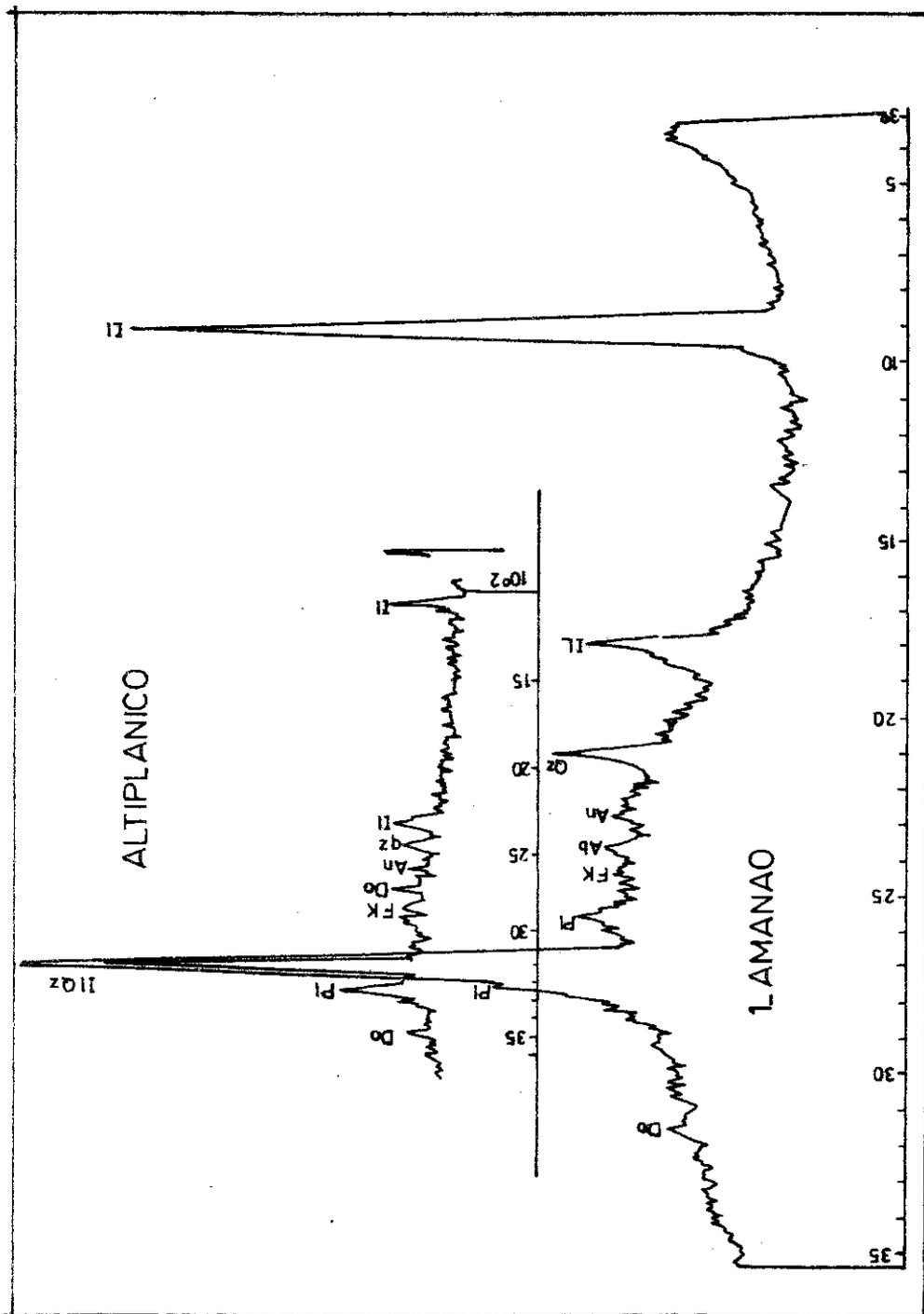


Fig. 3

Fig. 4



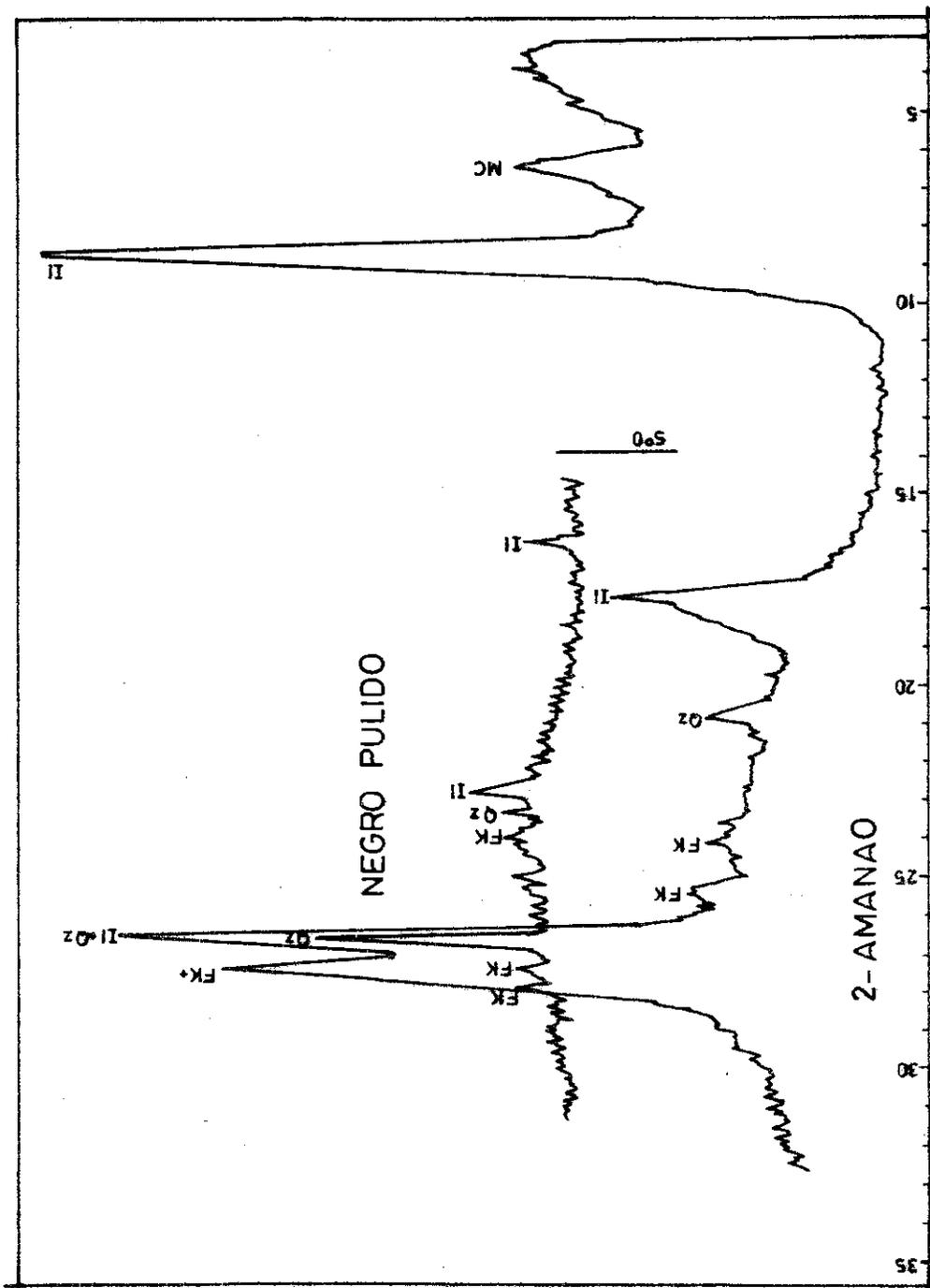


Fig. 5

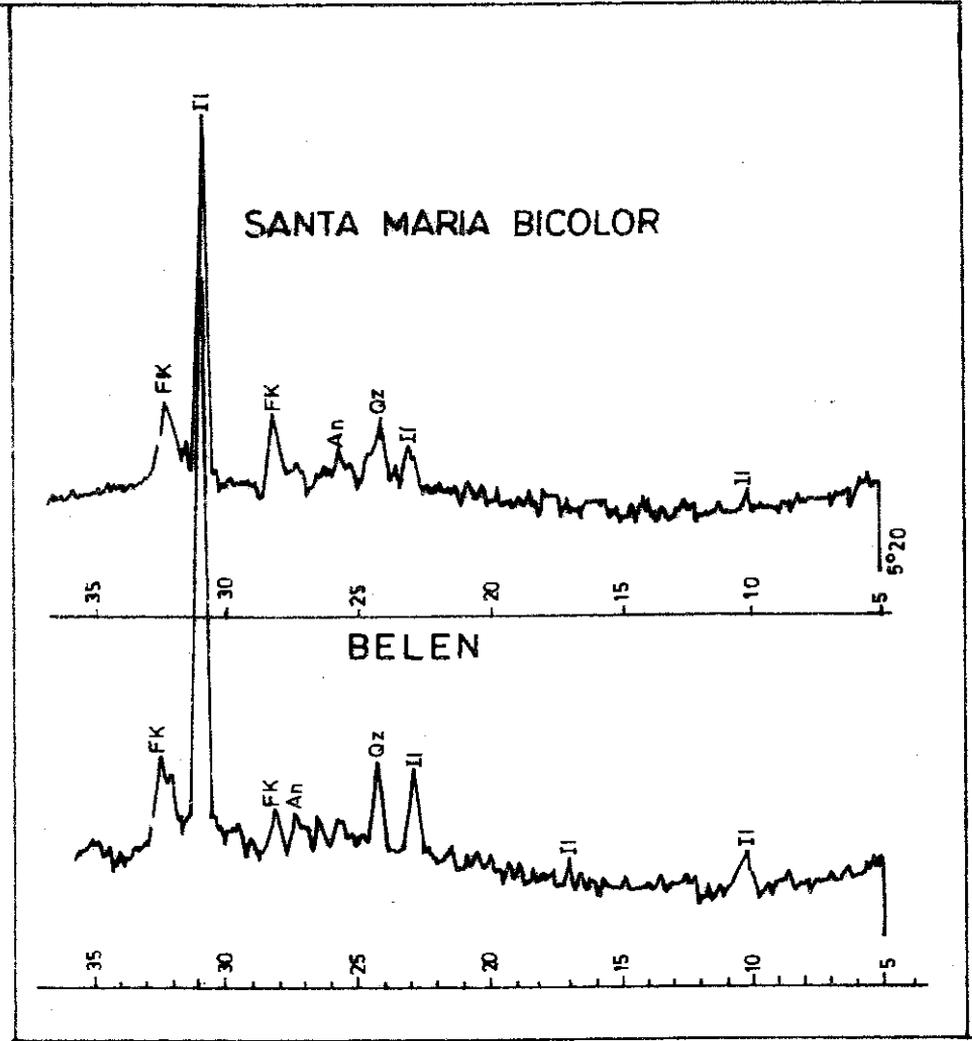


Fig. 6
184