

DIRECCION GENERAL DE FABRICACIONES MILITARES
SUBDIRECCION DE EMPRENDIMIENTOS
DEPARTAMENTO GEOLOGIA Y MINERIA

PROYECTO "TIERRAS RARAS"

CASTRO TOLAY, DEPARTAMENTO COCHINOCA
PROVINCIA DE JUJUY

por

EDUARDO ZAPPETTINI

BUENOS AIRES, SETIEMBRE DE 1960

RESUMEN

En el presente informe se describen los resultados obtenidos del estudio de las Minas ISIS, OSIRIS y RA, del cateo ubicado al norte de las mismas y del Area de Reserva Provincial "QUEPENA", en el marco de convenio celebrado entre la Provincia de Jujuy y la Dirección General de Fabricaciones Militares.

La mineralización investigada esta vinculada con la presencia de cuerpos carbonatíticos. El estudio de los mismos permitio determinar que la concentración máxima de Tierras Raras se localiza en carbonatitas metasomáticas. El principal cuerpo correspondiente a tal litología es el cubierto por las Minas ISIS, OSIRIS y RA, cuyo estudio de detalle permitio definir las siguientes características:

- La geometría es la de un cuerpo tabular, de 1.400 m de corrida, en parte cubierto por acarreos. La potencia varia entre 0,50 y 4,00 metros. Tiene rumbo general N 55° E e inclina 80° NO. Se estima una continuidad vertical superior a los 150 metros.
- Las Leyes medias y el tonelaje, calculados a partir de un programa de exploración consistente en la ejecución de trincheras y destapes son:

RESERVAS POSIBLES: 1.028.281 t

LEY MEDIA: 800 ppm (Oxidos de Tierras Raras)

CONTENIDO EN OTR: 820 t

El contenido en lorio es similar al de Tierras Raras, por lo que el contenido en OTR (Oxidos de RE+Yb) es 1.800 toneladas.

El estudio mineralúrgico preliminar definió la necesidad de estudiar la posible separación gravimétrica de la mena y la de realizar ensayos de flotación previa identificación detallada de la mineralogía de la mena.

I N D I C E

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCION | |
| 1.1. ANTECEDENTES..... | |
| 1.2. OBJETIVOS..... | |
| 1.3. TRABAJOS REALIZADOS..... | |
| 1.4. PERSONAL INTERVINIENTE..... | |
| 2. INFORMACION GENERAL | |
| 2.1. SITUACION LEGAL..... | |
| 2.2. UBICACION..... | |
| 2.3. MORFOLOGIA..... | |
| 2.4. CLIMA..... | |
| 2.5. ACCESO..... | |
| 2.6. RECURSOS HIDRICOS..... | |
| 2.7. ABASTECIMIENTO DE ENERGIA ELECTRICA..... | |
| 2.8. ABASTECIMIENTO DE INSUMOS..... | |
| 2.9. RECURSOS HUMANOS..... | |
| 3. GEOLOGIA | |
| 3.1. GEOLOGIA GENERAL..... | |
| 3.2. ESTRUCTURA..... | 13 |
| 3.3. FENOMENOS DE ALTERACION METASOMATICA..... | 13 |
| 4. EL DEPOSITO DE MINAS ISIS, OSIRIS Y RA | |
| 4.1. EL CUERPO MINERALIZADO..... | 17 |
| 4.2. ESTUDIOS GEOPISICOS..... | 18 |
| 4.3. GEOQUIMICA..... | 19 |
| 4.4. LABOREO DE EXPLORACION..... | 20 |
| 4.5. RESERVAS Y LEYES..... | 21 |
| 4.6. ESTUDIO MINERALURGICO PRELIMINAR..... | 22 |
| 5. CONCLUSIONES..... | 23 |
| 6. RECOMENDACIONES..... | 24 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 25 |

1. INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

La selección de esta región para realizar estudios de prospección fue resultado de la existencia de manifestaciones de minerales de torio con contenidos anómalos en Tierras Raras en la Sierra de Rangel (al sur del área) y un ambiente geotectónico favorable caracterizado por la presencia de un magmatismo alcalino vinculado con un rifting cortical con minerales diseminados de Tierras Raras.

El área investigada posee escasos antecedentes mineros

1.2. Objetivos

El objetivo del presente trabajo es la evaluación de la información obtenida a partir de las tareas realizadas en 1988 y 1989.

1.3. Trabajos realizados

Las tareas de campo ejecutadas consistieron en:

- a. Mapeo geológico regional sobre fotografías aéreas a escala 1:12.500.
- b. Muestreo petrográfico y caracterización petrológica de las facies identificadas.
- c. Muestreo geoquímico de roca de los cuerpos carbonatíticos identificados, con fines prospectivos.
- d. Pruebas de geofísica (I. P. - Resistividad, magnetometría y radiometría) de los cuerpos carbonatíticos.
- e. Exploración del cuerpo carbonatítico de minas Isis, Osiris y

Ra. que incluye:

- * Mapeo topográfico-geológico a escala 1:1.000.
- * Realización de 2.000 m de caminos de acceso para labores mediante topadora.
- * Ejecución de un programa de muestreo mediante la realización de 8 trincheras y 6 destapes, mediante voladuras.
- * Levantamiento geológico a escala 1:40 de las labores.
- * Perfilaje radiométrico de las labores.
- * Extracción de muestras volumétricas para su estudio geoquímico (ETA -12 elementos- y Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Se, Mg, Ca).
- * Estudio mineralúrgico preliminar para evaluar la recuperabilidad de las Tierras Raras, realizado por la Empresa Rhône-Poulenc (Francia).

El trabajo de gabinete consistió en la elaboración de mapas geológicos, perfiles de trincheras, y evaluación de la información obtenida.

1.4. Personal interviniente

El personal profesional y técnico que participó en los trabajos realizados fue el siguiente:

- Coordinación general:

Dr. Mario ROJO (DPM - Jujuy)
Dr. Vicente NENDEZ (DCFM)

- Trabajo de campo:

Dr. Eduardo ZAPPETTINI (DCFM)
Dr. Carlos LURCO (DCFM)
Lic. Adolfo SANDRUS (DPM - Jujuy)

- Geofísica:

Dr. Raúl GARAVILLA (DGFM)

- Agrimensura y topografía:

Agr. Ernesto F. BATMALLE (DGFM)
Top. Osvaldo OTERO (DGFM)

- Laboratorio petrográfico:

Dr. Eduardo ZAPPETTINI (DGFM)

- Laboratorio geoquímico:

Lic. Osvaldo GROSS (DGFM)

- Ayudantes de campo:

Raúl TOLABA (DGFM)
Jorge ARCE (DGFM)
Fernando TLJADA (DGFM)

- Ayudantes de Geofísica:

Carlos ROMERO (DGFM)
Jorge ALANIZ (DGFM)

- Labores de exploración:

Benicio TORRES -Jefe Obra (DGFM-ARZ)
Walter VARGAS -Perforista (DGFM-ARZ)
Serapio LAMAS -Perforista (DGFM-ARZ)
Antonio MAMANI -Ayudante (DGFM-ARZ)
Leandro CHAPOR -Compresorista (DGFM-ARZ)

2. INFORMACION GENERAL

2.1. Situación legal

La región investigada se halla cubierta legalmente por tres minas y un cateo, a nombre de la DIRECCION GENERAL DE FABRICACIONES

MILITARES, y un Area de Reserva Provincial sobre la que la DGFN ha realizado estudios por convenio con la Provincia de Jujuy (Figura 1).

Las minas Ra, Isis y Osiris cubren una superficie de 16, 12 y 10 hectáreas, respectivamente, y el cateo de 6.500 hectáreas.

El área de reserva comprende dos sectores, uno al noroeste y otro al noreste del cateo, con una superficie de 2.000 y 5.355 hectáreas respectivamente.

2.2. Ubicación

El área se localiza al suroeste de la localidad de Abdón Castro Tolay, provincia de Jujuy, al norte del límite interprovincial Jujuy-Santa.

Las coordenadas geográficas centrales son 23° 23' de Latitud Sur y 66° 10' de Longitud Oeste.

2.3. Morfología

El sistema de diques investigado se halla ubicado en el flanco oriental de la Sierra de Incahuasi y al sureste de la Sierra de Churcal, entre 3.700 y 4.400 metros s.n.m.. Los cuerpos atraviesan la sierra de Churcal paralelos a la ladera aproximadamente.

2.4. Clima

El clima de la región es continental semiárido. La temperatura presenta variaciones diurnas de hasta 30°C, con temperaturas extremas de 35°C en enero y -20°C en julio-agosto.

Las lluvias son ocasionales así como las nevadas. Los vientos predominantes son del cuadrante oeste, entre 30 y 100 km/hora.

Las condiciones climáticas permiten el normal desenvolvimiento de las operaciones mineras durante todo el año.

2.5. Acceso

El acceso se efectúa desde Purmamarca, siguiendo la ruta provincial Nro. 16 (ruta a Paso de Jama) con un recorrido de 70 km hasta el cruce con la ruta provincial Nro. 75 que conecta con Abdón Castro Tolay hacia el norte. Desde allí se accede al área por caminos secundarios o desde la misma ruta Nro. 16 utilizando el cruce "badén río de las Burras" al oeste de la intersección de las rutas antes mencionada.

CUADRO 1. DISTANCIA A LOCALIDADES DE LA REGION - INFRAESTRUCTURA

| LOCALIDAD | Km | ABASTECIMIENTOS | VÍAS FERREAS | COMBUSTIBLE | APTITUD CAMIONES |
|--------------|-----|-----------------|--------------|-------------|------------------|
| PURMAMARCA | 70 | LIMITADOS | SI | SI | TODO TIPO |
| JUJUY | 100 | SI | SI | SI | TODO TIPO |
| ABRA PANPA | 120 | LIMITADOS | SI | SI | TODO TIPO |
| CASTRO TOLAY | 10 | NO | NO | NO | TODO TIPO |
| SUSQUES | 30 | NO | NO | SI | TODO TIPO |
| S.A. COBRES | 110 | LIMITADOS | SI | SI | TODO TIPO |

Asimismo puede accederse a la región desde Abra Pampa, provincia de Jujuy y desde San Antonio de los Cobres, provincia de Salta.

La estación más cercana de ferrocarril es Purmamarca a 70 km con la que se halla unida por camino consolidado.

2.6. Recursos hídricos

Al sur del área explorada fluye el río de las Burras, de aguas permanentes hasta la longitud de la Ruta 40. Presenta una zona encajonada en granito a unos 5 km del área de interés con posibilidad de ser endicada para aprovechamiento hidroeléctrico y como reservorio de agua.

2.7. Abastecimiento de energía eléctrica

La región carece de líneas de alta y media tensión. En Abdón Castro Tolay hay una pequeña usina eléctrica trifásica y red de distribución domiciliaria.

2.8. Abastecimiento de insumos

El abastecimiento de los insumos necesarios para operaciones mineras puede efectuarse parcialmente en Abra Pampa o San Antonio de los Cobres y el resto en San Salvador de Jujuy.

2.9. Recursos humanos

La fuente de mano de obra más próxima es la localidad de Abdón Castro Tolay, que cuenta con limitados recursos humanos parcialmente capacitados en la actividad minera.

3. GEOLOGIA

3.1. Geología general

La región estudiada está integrada por leptometamorfitas paleozoicas intruidas por un conjunto de unidades magmáticas de diversa edad (Figura 2).

ORDOVICICO

Formación Acoyte (Turner, 1960)

Constituye afloramientos conspicuos en el sector occidental. Está integrada por lutitas, grauvacas e intercalaciones de areniscas y cuarcitas, conjunto afectado por leptometamorfismo. Sobreimpuesto a este último hay efectos de metamorfismo de contacto vinculados a intrusiones de diversa edad que afectan a la unidad, con desarrollo local de cornubianitas y esquistos de inyección.

Complejo espilitico-queratofirico Santa Ana (Zappettini, 1989)

Comprende un conjunto de filones capa intruidos en la F. Acoyte, con potencias de 2 a 500 metros y longitudes de hasta 5 km, dispuestos en una faja meridiana en la parte central del área estudiada. Comprende queratófirios constituidos por diópsido, prehenita, albita-oligoclasa, tremolita-actinolita, epidoto y calcita, originados por modificación metamórfica de dioritas y diabasas. Las espilitas presentan textura subofítica a variolítica constituidas por albita, piroxenos alterados totalmente a clorita y tremolita-actinolita, opacos, epidoto y ojos constituidos por calcita, clorita y cuarzo.

ORDOVICICO MEDIO-SILURICO

Faja Eruptiva de la Puna Oriental (Méndez et al., 1973)

El estudio de la Faja Eruptiva en el sector analizado permitió discriminar cinco unidades litológicas:

1. Pórfireo riocacítico Peladar (Zappettini, 1989)

Aflora al norte de Santa Ana. Intruye a la F. Acoyte, y está

constituida por una roca de textura porfirica formada por fenocristales de ortosa, cuarzo, plagioclasa ácida y biotita en una matrix holocristalina de feldespato, cuarzo, clorita y minerales opacos.

2. Granodiorita Quepente (Zappettini, 1989)

Aflora en el área del Cerro homónimo. Presenta textura gnéisi- ca a hipidiomorfa, compuesta por oligoclasa, microclino, cuarzo y biotita.

3. Granodiorita Cobres (Zappettini, 1989)

Comprende los afloramientos asignados por Schwab (1973) a La F. Hornillos (Turner, 1960), designación que es aquí sustitui- da ya que la misma corresponde a un cuerpo de diversa edad y litología. Aflora entre la localidad de Cobres y el río de las Burras. Presenta textura hipidiomorfa granular, compuesta por oligoclasa, ortosa, cuarzo y biotita.

4. Granito Churcal (Zappettini, 1989)

Aflora al este del cajón del río de las Burras. Es un monzo- granito cordierítico, con textura hipidiomorfa granular, com- puesto por megacristales de cordierita, microclino, oligoclasa y biotita. Intruye a las Granodioritas Quepente y Cobres.

5. Granito Las Burras (Zappettini, 1989)

Aflora en el cajón del río de las Burras. Es un stock monzo- granítico biotítico, con textura xenomorfa granular, compuesto por cuarzo, microclino, oligoclasa y biotita. Hay asociados diques aplíticos y micrograníticos. Intruye al granito Chur-

cal y a la Granodiorita Quepente. Una datación radiométrica del mismo arrojó una edad de 428 ± 17 m.a.

PERMICO

Se ha identificado un acontecimiento magmático de edad paleozoica superior, y datado radiométricamente como Pérmico (288 ± 10 m.a.), compuesto por tres unidades:

1. Stock Compuesto Castro Tolay (Zappettini, 1989)

Está constituido por dioritas, monzodioritas, monzonitas, sienitas y cumulos gábricos, a los que se asocian regionalmente diques dioríticos y melagábricos. La masa principal del stock es una diorita de textura xenomorfa granular formada por andesina, augita, hornblenda, biotita, escaso cuarzo intersticial, y localmente feidespato potásico, que ha dado lugar a variaciones faciales (monzodiorita, monzonita).

2. Granodiorita Puirá (Zappettini, 1989)

Comprende un conjunto de cuerpos que intruyen a la unidad anterior, y se halla constituida por una granodiorita sincinemática, con variaciones locales a tonalita. Presenta textura xenomorfa granular, compuesta por oligoclasa, ortosa, cuarzo, hornblenda y biotita.

3. Leucogranito Bayo (Zappettini, 1989)

Incluye un conjunto de stocks y diques de composición leucogranítica, textura xenomorfa granular integrada por cuarzo, microclino, muscovita primaria y escasa oligoclasa. Localmente

hay nódulos de turmalina diseminados.

JURASICO INFERIOR-CRETACICO MEDIO

Los estudios geoquímicos y consideraciones petroológicas, estructurales, geotectónicas y geocronológicas, permitieron discriminar en el área cuatro pulsos de actividad ignea, para el lapso Jurásico inferior-Cretácico medio. Tres de ellos (200, 150 y 110 m.a.) se vinculan con el Batolito Compuesto de Tusaquillas, y el correspondiente al lapso 145-110 m.a. al Lacolito Compuesto de Rangel y carbonatitas asociadas.

1. Batolito Compuesto de Tusaquillas (Zappettini, 1989, nom. subst., Méndez, 1974)

Presenta dos fases principales seguidas de un conjunto de diques. La primera fase está representada por un leucogranito de dos micas; la segunda es un monzogranito biotítico con tendencia porfirica. Asociada a esta fase hay pórfiros graníticos y diques micrograníticos. Un granito muscovítico intruye al monzogranito. Los diques están constituidos por lamprófiros, tefritas, sienitas, bostonitas, sienitas foidicas, riolitas alcalinas, aplitas y pegmatitas graníticas.

Relacionados con este acontecimiento magmático hay fenómenos metasomáticos de greisenización y episienitización.

En el margen oriental del batolito hay abundantes nódulos turmalínicos, de origen primario.

2. Lacolito Compuesto de Rangel (Zappettini, 1989, nom. suost.,
Yéndez et al., 1979)

Constituye un cuerpo intrusivo alcalino de estructura lacolítica, volcado por efecto de los movimientos de la Fase Quechua inicial.

Comprende dos fases principales y un cortejo filoniano.

La primera fase es sienítica y comprende diversos subtipos petrográficos entre los que se destacan: sienita riebeckítica, hornbléndica y biotítica.

La segunda fase, que intruye a la anterior en forma pseud concordante, es granítica; distinguiéndose como subtipos: granito riebeckítico-egirínico, alcalifeldespático riebeckítico, alcalifeldespático biotítico, leucogranito hematítico y monzogranito biotítico.

La fase terminal comprende diques de microgranito riebeckítico, pegmatita simple y compleja de escazo desarrollo, aplita, rielita, bosconita, sienita analcímica, lamprófiros, tefrita nefelinica y andesita.

3. Carbonatitas

Los cuerpos diqueformes clasificados aquí como carbonatitas, en su mayoría no fueron descriptos con anterioridad. Otros, portadores de mineralización de torio, fueron clasificados por Santomero (1958) como vetas hidrotermales de mediana a baja temperatura. Es éste el primer hallazgo de carbonatitas en la República Argentina (Largo y Zappettini, 1989).

Se han identificado dos ciclos de carbonatitas. El primero corresponde a carbonatitas primarias que han dado lugar a zona de alteración fenítica. Petrográficamente se distinguen variedades sovíticas y rauhaugíticas, que localmente gradúan a sillocosovita y sillicorauhaugita. Algunos diques están estrechamente vinculados con otros de composición teschenítico-orinánitica.

El segundo ciclo presenta contacto intrusivo con el anterior muestra extrema variabilidad petrográfica. Incluye carbonatitas primarias: beforsita, rauhaugita, beforsita hipersténica beforsita serpentínica, rauhaugita clorítica; carbonatitas metasomáticas: se han originado por la acción metasomática carbonática sobre diques de sienita alcalina, observándose para los cuerpos estudiados todos los grados de reemplazo, que alcanzan a ser totales. Como característica se señala que el carbonato tiende a preservar la textura original de la roca y su granulometría, quedando relicto de feldespatos potásicos y mafitos. Como fases póstumas de este tipo de cuerpos se han originado carbonatitas hidrotermales, constituidas esencialmente por calcita-siderita-cuarzo-baritina.

CRETACICO SUPERIOR

Grupo Salta

Aflora al oeste del Batolito de Tusaquillas, en una pequeña fosa tectónica, y comprende niveles asignados a los Suogrupos Pirgüe y Baibuena.

TERCIARICO

Dacita Yunguero (Zappettini, 1989)

Constituye un afloramiento aislado, correspondiente a una domo de composición dacítica vitríca biotítica, con textura vitrofirica fluidal, con fenocristales de andesina, cuarzo, biotita y escasa hornolenda basáltica.

Toba Barrancas (Zappettini, 1989)

Constituye extensos campos hacia el oeste de la zona de trabajo. Presenta estructura porfirica, con fenocristales de plagioclasa ácida, cuarzo, biotita, trizas vítreas y localmente litoclastos de sedimentitas ordovicicas y de granito. Se relacionan genéticamente con los aparatos volcánicos de Casabindo y Macho Muerto, y equivalen a la F. Zapaleri (Turner, 1964).

CUARTARICO

Comprende depósitos glaciarios, eólicos, terrazados, de pie de monte, conos y depósitos aluviales.

3.2. Estructura

El análisis estadístico de los rumbos de diques y vetas de la región se indica en la Figura 3. Las direcciones dominantes son N 5°E, N 40°E y N 160°E.

La dirección N 40 °E corresponde fundamentalmente a los diques calcocatíticos del extremo norte de la sierra de Cobres, en tanto que la dirección N 160°E a los del Cerro Quepenue.

La particular disposición de los mismos en fajas ha llevado a analizar su distribución a partir de la interpretación cinemática de las mismas.

Se ha utilizado como modelo para dicho análisis el de zonas de cizalla, en las que se desarrollan los siguientes tipos de fracturas:

- * Fisuras de tracción T paralelas al eje de acortamiento máximo con apertura de los labios perpendicular al mismo.
- * Fisuras conjugadas de RIEDEL (R y R') a 15° y 75° del plano de cizalla.
- * Fisuras P, consistentes en rupturas suplementarias, simétricas de R.

Estas fallas fragmentan la zona de cizalla en prismas. En un sistema de este tipo la zona de cizalla es considerada como una falla de Riedel de tipo R de una zona de cizalla de orden superior. Se tienen así a partir de una dirección principal de esfuerzo, cizallamientos de órdenes sucesivos asociados. Se han considerado dos fajas independientes, teniendo en cuenta que responden a dos grupos con relaciones que indican diferencias de edad entre una y otra.

La faja correspondiente al Cerro Quepente se corresponde con una zona de cizalla de dirección N 130°E, en la que se reconocen cuques emplazados en fracturas de tipo R y T. Estas últimas son, coherentemente con el modelo utilizado, las de mayor potencia, siendo de destacar la correspondiente al Anexo 1.

La disposición de este sistema se puede vincular con la falla ubicada al oeste del Cerro Quespente, que actuaría como una fractura de primer orden con desplazamiento de rumbo derecho.

En cuanto al sistema representado por los diques del norte de Sierra de Cobres y del sudeste de la serranía de Churcal, son coherentes con una zona de cizallamiento de dirección N 60 °E, la que se reconocen diques correspondientes a fracturas de tipo R, R', T y P.

Dicho sistema estaría vinculado con la falla de Tusaquillas de rumbo general norte-sur, con desplazamiento local nornoreste-sursuroeste, que actuaría como sistema de primer orden. Este modelo implicaría, un desplazamiento de rumbo derecho, o su continuación, que crearía las condiciones traccionales requeridas para el desarrollo de la zona de cizalla .

3.3. Fenómenos de alteración metasomática

Fenitización:

a. Distribución:

Constituye aureolas de diversa magnitud que bordean a los cuerpos carbonatíticos de mayor desarrollo. Los principales sectores fenitizados se encuentran en el área de Cerro Quespente, donde alcanzan a tener una potencia de 15 metros a cada lado de los cuerpos carbonatíticos, que en general es menor; y hacia el sur, en la parte norte de la Sierra de Cobres.

c. Estudio petrográfico:

Las observaciones petrográficas sobre las aureolas de fenitización están acordes con el nivel de exposición de las mismas. En forma similar a lo expuesto por Le Bas (1981), conforme al modelo según el cual la fenitización potásica se desarrolla en niveles altos y la sódica en niveles profundos, se constata que dado el escaso nivel de erosión en la región prevalecen las fenitas potásicas con algunos ejemplos sódico-potásicos.

El producto metasomático más frecuente del proceso de fenitización en la zona de Cerro Quepente es una roca originalmente monzogranítica peraluminosa, transformada a una fenita sienítica, compuesta por abundante feldespatos potásico, albita subordinada, un mafito totalmente cloritizado (transformado a pennina) y zoisita. Se destacan grandes cristales de zircón. Esta roca se halla fuertemente cataclásada.

Una característica macroscópica notable de la zona considerada es el pasaje a una estructura porfiroide en la que se destacan los feldespatos potásicos de color blanco.

En algunos sectores esta roca se moviliza adquiriendo un aspecto intrusivo, característica ya observada en otros complejos carbonatíticos (Sutherland, 1966). Estas zonas se destacan en el paisaje por su mayor resistencia a la meteorización, y por su coloración general blanca respecto del granito grisáceo, con tonos cores por oxidación. En el contacto inmediato con la carbonatita el cuarzo está absolutamente ausente, y la fenita se constituye en el soporte de un stockwork carbonatítico, lo que indica la precedencia de la

fenitización respecto de la inyección de la carbonatita. En un estadio tardío, la fenita se silicifica, por introducción de cuarzo en venillas.

Como fenómeno de alteración difuso y de menor temperatura, que afecta a la masa granítica en la zona de intrusiones carbonatíticas, se tiene una fina hematitización, que da una coloración rojiza al conjunto.

En el extremo norte de la sierra de Cóbres se observa el desarrollo de una fenita sodio-potásica, caracterizada por la transformación de la granodiorita original en una fenita sienítica de color rosado, de estructura granosa gruesa, compuesta por feldespatos potásico dominante, oligoclasa, biotita cloritizada, titanita y agujas de egirina-augita.

En cuanto a las rocas de caja esquistosas, se observa en la zona de contacto con las carbonatitas, en este caso en su mayoría metasomáticas, el desarrollo de una zona feldespatizada, con enrojecimiento debido a hematitización.

*. EL DEPOSITO DE MINAS ISIS, OSIRIS Y RA

4.1. El cuerpo mineralizado

Corresponde a un afloramiento de carbonatita metasomática con potencias variables entre 1 y 4,5 m y una corrida de más de 1.000, en parte cubierta por acarreos (Figura 3).

El rumbo general de la estructura mineralizada es N 65°E e inclinación 55 a 75°NW.

El cuerpo se halla constituido por dolomita-ankerita dominante; los minerales minoritarios son calcita, cuarzo, relictos de rocas silicatadas (anfíboles, cuarzo, microclino). Entre los minerales accesorios reconocidos se destacan: magnetita, hematita, micas y thorita.

La paragénesis anterior se halla atravesada localmente por venillas hidrotermales constituidas por cuarzo dominante, baritina, galena y blenda y minerales oxidados de cobre (malaquita).

Localmente hay vetas de cuarzo estéril con potencias de hasta 1 metro y 100 m de corrida que intersectan a la carbonatita. En sectores este cuarzo desprende al golpe un olor particular, característica organoléptica debida a inclusiones que posiblemente contienen metilmercaptán (gas de origen orgánico) y/o a la presencia de arsénico.

El levantamiento de detalle de las labores (Figuras 4 a 11) permite distinguir dentro de las carbonatita variaciones de granulometría y la disposición de la misma respecto de la roca de caja. En sectores (trincheras 1 y 6) el contacto es por falla. En la labor 7 la carbonatita está ausente, lo que puede explicarse por efecto del fallamiento identificado en la labor 6.

4.2. Estudios geofísicos

Las pruebas de respuesta geofísica permiten extraer las siguientes conclusiones:

1. La magnetometría no acusa ninguna anomalía, lo que se explica por la escasa cantidad de magnetita presente en la carbonati-

ta.

2. Los perfiles de polarización inducida - resistividad no muestran contraste entre el cuerpo mineralizado y la caja.
3. La scintilometría constituye la mejor metodología para determinar en carbonatitas metasomáticas como la estudiada la presencia de mineralización, vista la buena correlación entre torio y tierras raras. En la Figura 12 se indica para toda la corrida el perfil de distribución de tierras raras (promedio por trinchera) y los valores de cuentas por segundo registrados.

Deberá testearse la aplicabilidad del método para el estudio de las carbonatitas primarias, ya que en las mismas el contenido en torio es por lo general inferior.

4.3. Geoquímica

El contenido en óxidos de tierras raras varía entre 73 y 4888 ppm (Anexo I). La distribución de las mismas muestra un predominio neto de las Tierras Raras Livianas (céricas) sobre las Pesadas (Figura 13).

En cuanto a los demás elementos analizados (Anexo II) se obtuvieron los siguientes resultados:

- El contenido en plata no supera los 3 g/t. La existencia de algún valor errático alto en muestreos previos puede explicarse en relación con la presencia de venillas hidrotermales plumbocincíferas.

- El contenido en plomo y zinc está entre 19 y 227 ppm, y 16 a 365 ppm respectivamente, con valores extremos de 0,3 % Zn y 0,12 % de Pb en relación con las venillas hidrotermales.
- El oro no fue detectado.

4.4. Laboreo de exploración

Con el fin de muestrear el cuerpo carbonatítico principal y otros menores, así como las vetas de cuarzo, se procedió a la ejecución de un programa de trincheras y destapes mediante perforaciones y voladuras.

Para la realización de las tareas se utilizó un motocompresor Nortorf 715 DR propiedad de la Dirección Provincial de Minería de Jujuy, y martillos neumáticos BBC 24 con barrenos de 0,8 y 1,6 m.

Los accesos y huellas para el traslado de equipos consistieron en 2.000 m de caminos aptos para vehículos de doble tracción, que fueron realizados por Vialidad Provincial de Jujuy.

Para las voladuras se utilizó gelamón, nagovil y fulminantes eléctricos.

Se efectuaron en total los siguientes trabajos:

| <u>Descripción</u> | <u>Cantidad</u> | <u>Dimensiones</u> | <u>Volumen</u> |
|--------------------|-----------------|--------------------|---------------------|
| Trincheras | 9 | 3 * 1 * 1,6 m | 43,2 m ³ |
| Reperforaciones | 4 | 3 * 1 * 0,4 m | 4,8 m ³ |
| Destapes | 6 | 1,2 * 1,2 * 1,6 m | 13,8 m ³ |

La diagramación de los tiros en las trincheras se muestra en la

Figura 14.

4.5. Reservas y leyes

La exploración efectuada en las minas Osiris, Isis y Ra, mediante trincheras y destapes permitió la obtención de muestras volumétricas. En el cuadro II se indican los valores de potencia y ley para cada labor y el cálculo de reservas, considerando una continuidad vertical de la mineralización hasta los -250 m, valor compatible con una corrida continua de 1.000 m en superficie, y una densidad media del mineral de 2,5.

CUADRO II. Cálculo de reservas minas Isis, Osiris y Ra

| LABOR | LEY (ppm) | Influencia | Potencia | L * I * P | I * P |
|--|-----------|------------|----------|-----------|-------------|
| T 1 | 259.3 | 55 | 2.1 | 29949.15 | 115.5 |
| T 2 | 2167.9 | 85 | 4.4 | 810794.6 | 374 |
| T 3 | 566.3 | 75 | 2.1 | 92342.25 | 157.5 |
| T 4 | 164.1 | 197.5 | 1.1 | 35650.73 | 217.25 |
| T 6 | 412.7 | 237.5 | 1.2 | 117619.5 | 285 |
| T 8 | 355.3 | 60 | 1.4 | 39793.6 | 112 |
| T 9 | 291.5 | 60 | 1.6 | 37312 | 126 |
| D 2 | 618 | 150 | 1.2 | 111240 | 180 |
| D 3 | 526.5 | 40 | 1.9 | 40014 | 76 |
| LEY MEDIA = $\Sigma (L * I * P) / \Sigma (I * P)$ | | | | = | 799.1 ppm |
| TONELAJE = $\Sigma (I * P) * 6 * \text{profundidad}$ | | | | = | 1026281 t |
| RESERVAS POSIBLES = Ley media * Tonelaje= | | | | = | 821.7 t OTR |

Se estima un contenido medio en torio similar al de tierras raras, según los análisis efectuados por Rhône-Poulenc. En este caso, las reservas posibles de las minas Isis, Osiris y Ra ascienden a 1.600 t de OTT (óxidos de tierras raras y torio).

4.8. Estudio mineralúrgico preliminar

Gracias a la colaboración prestada por la Empresa Rhône-Poulenc de Francia, se realizó en sus laboratorios de investigación de Aubervilliers un estudio a escala laboratorio de tipo preliminar, con el fin de estudiar mineralógicamente muestras de mena y encontrar un procedimiento de recuperación de las Tierras Raras.

Dichos ensayos (Anexo III) permitieron extraer las siguientes conclusiones:

1. La distribución de las Tierras Raras en la mena permite estimar que las mismas se hallan contenidas en:
 - a. Thorita y/o thorianita con contenido en ETR
 - b. Uno o más minerales portadores de ETR, esencialmente céricos, del tipo fluorcarbonato (bastnasita-parisita), o eventualmente en sustitución en los carbonatos ankerita calcita.

Resta efectuar el estudio mineralógico detallado de la mena.

2. Debe realizarse un enriquecimiento físico previo de la mena dadas las leyes conocidas, ya que, en caso contrario el consumo de reactivos no sería redituable económicamente.

3. La separación magnética (separador tipo Frantz) no indica enriquecimiento.
4. La separación gravimétrica debe testearse, debiendo estudiarse la curva de lavabilidad.
5. La flotación no puede encararse sin un mejor conocimiento del mineral portador y de la malla de liberación.

Pese a las dificultades puestas de manifiesto por el estudio preliminar, se destaca que han quedado vías de investigación no ensayadas por el tiempo y costo que habría demandado a la empresa su realización (ver Anexo I).

Asimismo se destaca que se han establecido contactos con la Universidad del Oeste de Australia para encarar nuevos estudios mineralúrgicos más detallados.

5. CONCLUSIONES

- Los estudios efectuados en la región de Castro Tolay permitieron definir la presencia de cuerpos carbonatíticos con contenidos anómalos en Tierras Raras.
- La carbonatita cubierta legalmente por las Minas Isis, Osiris y Ra fue evaluada mediante un programa de exploración consistente en la ejecución de trincheras y destapes. Dicho estudio permitió definir las siguientes leyes medias y tonelajes:

RESERVAS POSIBLES: 1.028.281 t

LEY MEDIA: 800 ppm (óxido de Tierras Raras)

CONTENIDO EN OTR: 820 t

CONTENIDO EN OTT (óxidos de TR+Th): 1.600 t

- El estudio mineralúrgico preliminar definió la necesidad de estudiar la posible separación gravimétrica de la mena y la de realizar ensayos de flotación.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar los ensayos mineralúrgicos necesarios para definir la recuperabilidad de las Tierras Raras contenidas en la carbonatita.
- Una vez establecido el proceso de concentración y definida su factibilidad técnica y económica, realizar una etapa de exploración de detalle, para investigar la mineralización en profundidad.

BIBLIOGRAFIA

- LE BAS, M.J. (1981). Carbonatite magmas. *Mineral. Mag.*, Vol 44:131-144.
- MENDEZ, V. (1974). Estructuras de las Provincias de Salta y Jujuy a partir del meridiano 65° 30' oeste, hasta el limite con las Repúblicas de Bolivia y Chile. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXIX*, 4: 391-424. Buenos Aires.
- MENDEZ et al. (1973). Faja Eruptiva de la Puna Oriental. V Cong. Geol. Arg. Actas VI: 89-100. Buenos Aires.
- MENDEZ et al. (1979). Geología de la Región Noroeste, Provincias de Salta y Jujuy. República Argentina. D.G.F.M., Buenos Aires.
- SANTOMERO, A. M. (1958). Las manifestaciones toríferas de la Sierra de Rangel, Depto. La Poma, Provincia de Salta. Inédito. C.N.E.A.
- SUTHERLAND, J. (1966). Potash trachytes and ultrapotassic rocks associated with the carbonatite complex of Toror Hill, Uganda. *Mineral. Mag.*, 35:363-378.
- TURNER, J. C. (1960). Estratigrafía de la Sierra Santa Victoria y adyacencias. *Acad. Nac. Cs., Bol. XLI*, 2:163-196. Córdoba.
- TURNER, J. C. (1964). Descripción geológica de la Hoja 2b, La Quiaca. Provincias de Salta y Jujuy. *Inst. Nac. Geol. Min. CIII*. Buenos Aires.
- ZAPPETTINI, E. (1989). Geología de la Región comprendida entre las localidades de Santa Ana y Cobres, Provincias de Jujuy y Salta, República Argentina. Tesis doctoral Universidad de Buenos Aires. 180 p.

ANEXOS

1. CERTIFICADO DE ANALISIS QUIMICOS (La, Ce, Nd, Sm, Eu, Gd, Ho, Er, Yb, Lu, Y)
2. CERTIFICADO DE ANALISIS QUIMICOS (Au, Ag, Cu, Zn, Pb, Fe, Mg, Ca)
3. INFORME MINERALURGICO PRELIMINAR (RHONE-POLLENC)

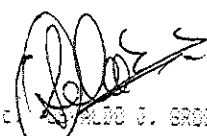
CERTIFICADOS DE ANALISIS QUIMICOS N° 64/15/66

Solicitante: Dr. Eduardo Lappettini
 Ubicación: Minas Ra, Isis y Belvis
 Fecha: 26/SET/89

| MUESTRA | La ppm | Ce ppm | Nd ppm | Sm ppm | Eu ppm | Gd ppm | Dy ppm | Ho ppm |
|---------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 9002 | 91,30 | 163,50 | 79,70 | 23,90 | 6,70 | 17,10 | 12,00 | 2,40 |
| 9004 | 27,40 | 36,10 | 19,20 | 4,60 | 1,60 | 6,20 | 5,50 | 1,60 |
| 9005 | 53,20 | 171,50 | 199,90 | 93,10 | 24,60 | 56,30 | 16,40 | 4,00 |
| 9006 | 507,90 | 1669,50 | 1246,60 | 361,50 | 76,40 | 140,90 | 26,50 | 5,70 |
| 9008 | 91,40 | 206,00 | 120,60 | 42,30 | 10,10 | 23,20 | 8,30 | 1,60 |
| 9009 | 190,10 | 337,60 | 160,40 | 43,30 | 9,40 | 21,00 | 5,80 | 1,20 |
| 9010 | 65,90 | 131,00 | 69,40 | 24,30 | 6,40 | 15,50 | 6,60 | 2,40 |
| 9014 | 18,50 | 40,30 | 25,50 | 13,60 | 2,90 | 9,10 | 5,00 | 1,20 |
| 9015 | 31,50 | 109,60 | 80,30 | 34,90 | 10,10 | 26,50 | 20,30 | 4,40 |
| 9016 | 29,60 | 63,00 | 26,90 | 10,60 | 2,00 | 6,60 | 4,60 | 0,60 |
| 9019 | 117,60 | 263,60 | 76,10 | 22,50 | 6,70 | 20,00 | 12,70 | 2,50 |
| 9021 | 37,40 | 67,30 | 26,50 | 7,10 | 2,40 | 7,90 | 5,20 | 1,00 |
| 9022 | 49,00 | 122,00 | 67,90 | 30,10 | 6,70 | 24,30 | 14,30 | 2,70 |
| 9023 | 122,30 | 209,20 | 59,10 | 16,90 | 3,70 | 10,60 | 5,50 | 0,80 |
| 9025 | 123,30 | 233,20 | 61,00 | 21,90 | 3,80 | 14,80 | 7,10 | 1,00 |
| 9026 | 40,60 | 81,40 | 29,60 | 12,20 | 3,00 | 7,90 | 2,50 | 0,60 |
| 9028 | 196,20 | 351,40 | 141,30 | 49,20 | 11,40 | 27,60 | 7,60 | 1,80 |
| 9029 | 69,60 | 165,90 | 79,30 | 33,60 | 9,50 | 24,00 | 12,10 | 2,10 |
| 9030 | 56,60 | 113,60 | 46,20 | 14,20 | 4,10 | 12,30 | 9,60 | 2,20 |
| 9033 | 6,60 | 14,30 | 9,70 | 10,20 | 1,90 | 4,60 | 3,30 | 1,00 |
| 9035 | 12,40 | 24,70 | 16,60 | 960,00 | 3,10 | 11,20 | 11,60 | 2,30 |

Analista: GROSS, D.

Observaciones: Análisis realizados por Plasma ICP, previa concentración en columna de intercambio iónico


 Lic. ALDO J. GROSS
 Laboratorio Geoquímico

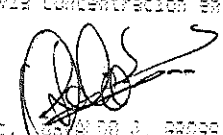
CERTIFICADOS DE ANALISIS QUIMICOS N° 64/65/66 (Cont.)

Solicitante: Dr. Eduardo Ippertini
 Ubicación: Minas Ra, Isis y Ceiris
 Fecha: 26/SET/89

| MUESTRA | Sr ppm | Yb ppm | Lu ppm | Y ppm |
|---------|--------|--------|--------|--------|
| 9002 | 6,00 | 4,60 | 0,70 | 44,70 |
| 9004 | 6,60 | 2,20 | 0,40 | 17,60 |
| 9005 | 11,60 | 3,50 | 0,50 | 47,10 |
| 9006 | 27,50 | 2,20 | 0,30 | 36,10 |
| 9008 | 9,40 | 1,80 | 0,40 | 19,40 |
| 9009 | 3,40 | 0,60 | 0,20 | 7,50 |
| 9010 | 7,90 | 2,60 | 0,40 | 26,50 |
| 9014 | 6,60 | 1,50 | 0,30 | 15,10 |
| 9015 | 14,90 | 6,50 | 1,20 | 100,70 |
| 9016 | 5,40 | 1,10 | 0,30 | 10,70 |
| 9019 | 3,70 | 2,90 | 0,30 | 36,60 |
| 9021 | 6,30 | 1,60 | 0,40 | 14,50 |
| 9022 | 5,10 | 3,20 | 0,60 | 47,60 |
| 9023 | 1,50 | 1,90 | 0,30 | 15,90 |
| 9025 | 4,40 | 1,70 | 0,30 | 21,00 |
| 9026 | 3,90 | 0,40 | 0,20 | 3,30 |
| 9028 | 6,30 | 1,40 | 0,30 | 16,00 |
| 9029 | 3,40 | 3,60 | 0,50 | 38,60 |
| 9030 | 6,60 | 3,40 | 0,50 | 37,40 |
| 9033 | 3,70 | 0,60 | 0,20 | 5,70 |
| 9035 | 6,20 | 4,60 | 0,70 | 53,30 |

Analista: BR666, O.

Observaciones: Analisis realizados por Plasma ICP, previa concentración en columna de intercambio iónica


 Lic. ALDO O. BR666
 Laboratorio Geoquímico


CERTIFICADOS DE ANALISIS QUIMICOS N° 81/82

Solicitante: Dr. Eduardo Iappettini
 Ubicación: Minas Ra, Isis y Osiris
 Fecha: 26/SET/89

| MUESTRA | Au g/t | Ag g/t | Cu g/t | In g/t | Pb g/t | Fe % | Mg % | Cs % |
|---------|--------|--------|--------|----------|----------|-------|------|-------|
| 9002 | n/d | 1,67 | 133,10 | 199,10 | 19,04 | 7,71 | 1,66 | 3,69 |
| 9004 | n/d | 1,66 | 79,72 | 111,61 | 24,06 | 12,09 | 3,54 | 9,11 |
| 9005 | n/d | 1,86 | 156,20 | 983,14 | 191,64 | 3,59 | 2,13 | 3,76 |
| 9006 | n/d | 1,81 | 210,16 | (0,30 %) | (0,12 %) | 9,96 | 3,67 | 10,35 |
| 9008 | n/d | 0,30 | 130,46 | 94,75 | 227,62 | 11,13 | 0,11 | 0,28 |
| 9009 | n/d | 0,93 | 133,52 | 73,06 | 936,12 | 9,26 | 0,03 | 0,80 |
| 9010 | n/d | 2,67 | 198,96 | 234,26 | (0,32 %) | 8,17 | 3,42 | 6,71 |
| 9014 | n/d | 0,37 | 133,56 | 39,32 | 19,16 | 3,87 | 0,16 | 0,65 |
| 9015 | n/d | 1,49 | 336,91 | 365,02 | 48,24 | 16,90 | 0,46 | 4,95 |
| 9018 | n/d | 1,36 | 162,67 | 74,67 | 46,77 | 21,16 | 1,66 | 4,64 |
| 9019 | n/d | 2,23 | 34,23 | 66,41 | 36,16 | 12,63 | 1,69 | 6,96 |
| 9021 | n/d | 0,30 | 136,71 | 16,14 | 19,14 | 4,56 | 0,01 | 0,01 |
| 9022 | n/d | 3,02 | 161,59 | 96,26 | 57,22 | 3,42 | 0,41 | 11,65 |
| 9023 | n/d | 2,04 | 97,08 | 284,91 | 144,74 | 15,36 | 3,76 | 10,56 |
| 9025 | n/d | 2,23 | 160,04 | 56,69 | 47,69 | 6,67 | 2,44 | 9,75 |
| 9026 | n/d | n/d | 142,20 | 62,08 | 24,02 | 4,93 | 0,03 | 0,12 |
| 9028 | n/d | 0,45 | 170,27 | 109,96 | 23,97 | 10,49 | 0,12 | 0,06 |
| 9029 | n/d | 0,37 | 190,69 | 98,11 | 28,71 | 3,87 | 0,06 | 0,06 |
| 9030 | n/d | 1,86 | 114,11 | 160,12 | 144,61 | 3,99 | 2,49 | 10,73 |
| 9033 | n/d | 1,61 | 153,92 | 123,16 | 56,12 | 13,96 | 1,06 | 16,16 |
| 9035 | n/d | 0,74 | 148,36 | 114,36 | 10,05 | 3,66 | 0,09 | 1,60 |

Analista: ALVAREZ, J.H.

Observaciones: Análisis realizados por Absorción Atómica. n/d: no detectable


 Lic. OSVALDO S. BRUGES
 Laboratorio Regional



RHÔNE POULENC RECHERCHES

52, RUE DE LA HAIE COQ
93309 AUBERVILLIERS CEDEX
TEL. (1) 49 37 62 62 FAX (1) 49 37 61 00
TELEX 235 663 F RHONE

SIRET 322 646 669 00030
APE 8301

Y. MOTTOT

A. MILLOT

Aubervilliers, le 8 Janvier 1990

Destinataire :

M. MENDEZ

ARGENT

Copies :

MM. PERRIN DE BRICHAMBAUT
FALCONNET
SALLES
TOGNET
FELTIN

RP/Argen
MF/TR.D
MF/TR.E
VTR
CRA/CS

MINERAIS DE TERRES RARES - ARGENTINE - PROVINCE DE JUJIUY

Nous vous indiquons les résultats de l'étude préliminaire que nous avons réalisée sur les deux échantillons de quelques kg de minerais, référencés FM 1 (référence CRA : M 2760) et FM 2 (référence CRA M 2761) que nous avons reçu à Aubervilliers le 15 Novembre 1989.

La teneur annoncée en terres rares était d'environ 1 %, supposée sous forme fluorocarbonate.

Les premiers résultats annoncent un sujet difficile. Aucun minéral porteur de terres rares n'a pu être identifié, et les possibilités d'enrichissement économique nous paraissent très restreintes.

Y. MOTTOT

A. MILLOT

1. ANALYSE MINÉRALOGIQUE

Les deux échantillons ont été concassés (tout passant à 500 µm) et quarté. L'analyse minéralogique a été réalisée à la loupe binoculaire et au microscope optique après séparations magnétiques au séparateur de laboratoire Frantz.

Echantillon FM1 (M 2760)

Essentiellement composés de minéraux non magnétiques, non attirables au Frantz : feldspaths, calcite, quartz Les minéraux accessoires reconnus sont les suivants : magnétite, hématite, pyrite oxydée, mica, oxydes de fer altérés (type limonite), barytine. Aucun minéral porteur de terres rares n'a pu être identifié.

Echantillon FM2 (M 2761)

Essentiellement composé de minéraux moyennement magnétiques (carbonates du type ankérite et dolomie). Les minéraux minoritaires sont barytine, quartz et calcite. Les minéraux accessoires reconnus : magnétite, hématite et micas. Aucun minéral porteur de terres rares n'a été identifié.

2. DIFFRACTION DES RAYONS X (annexe 1)

Les spectres obtenus confirment l'analyse optique.

Echantillon FM1

Phases principales : . structure triclinique proche de la structure microcline $KAlSi_3O_8$
. quartz SiO_2
. calcite $CaCO_3$

Echantillon FM2

Phases principales : . structure hexagonale proche de l'ankerite $(Ca, Fe, Mg)(CO_3)_2$
. quartz SiO_2
. calcite $CaCO_3$
. barytine $BaSO_4$

3. ANALYSE CHIMIQUE DES TERRES RARES (annexe 2)

Les analyses ont été réalisées par ICP, après mise en solution des minerais. Les teneurs OTT (somme des oxydes de terres rares et oxyde de thorium) sont de 1,9 % (FM1) et 0,8 % (FM2).

La répartition des terres rares montre que nous sommes en présence de plusieurs minéraux porteurs de terres rares :

- un ou des minéraux porteurs de thorium, type thomite (ThO_2) ou thorianite ($ThSiO_2$).

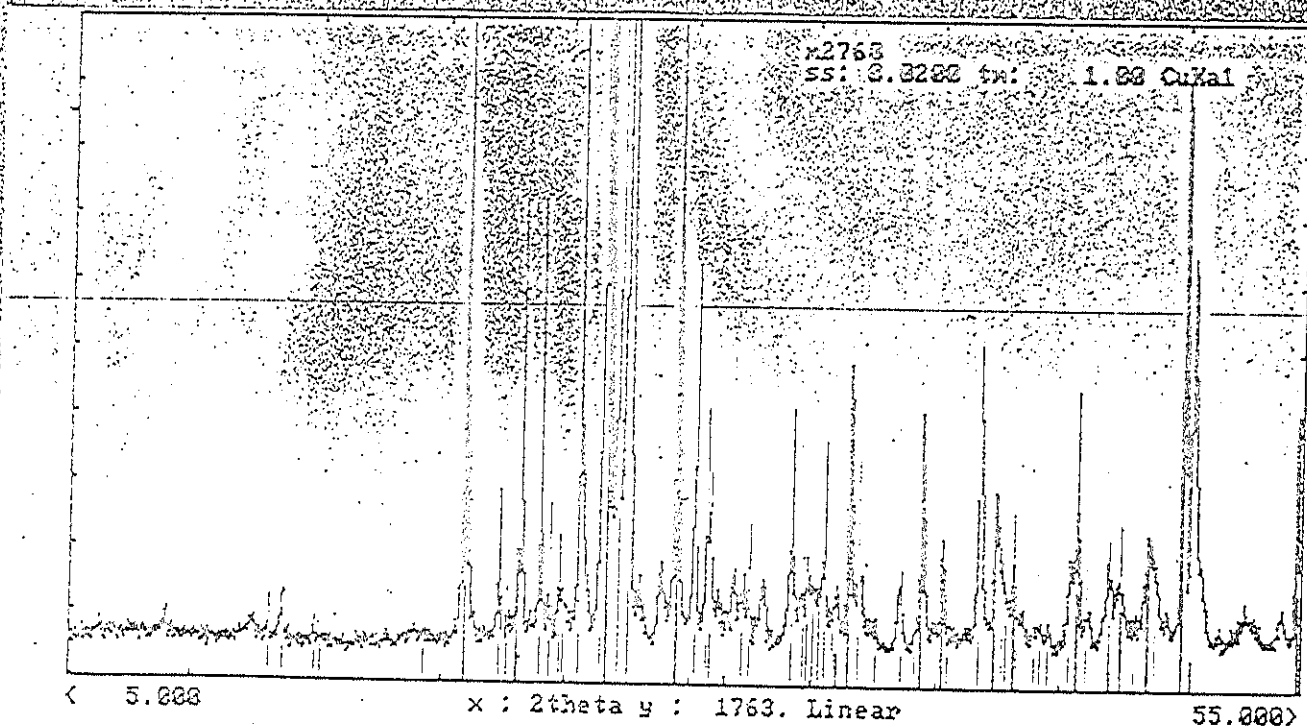
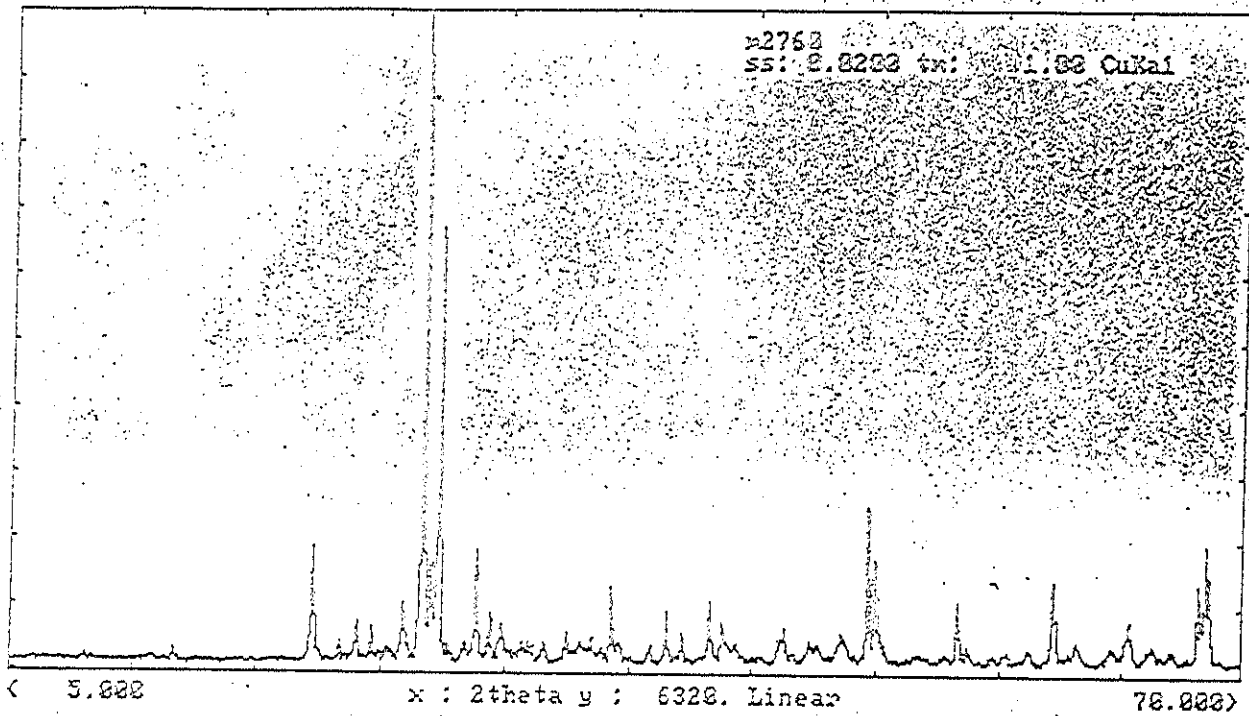
- un ou des minéraux porteurs de terres rares essentiellement cériques, sans doute de type fluorocarbonate (bastnaesite, parisite) ou éventuellement en substitution dans les carbonates ankerite ou calcite.

4. COMMENTAIRES

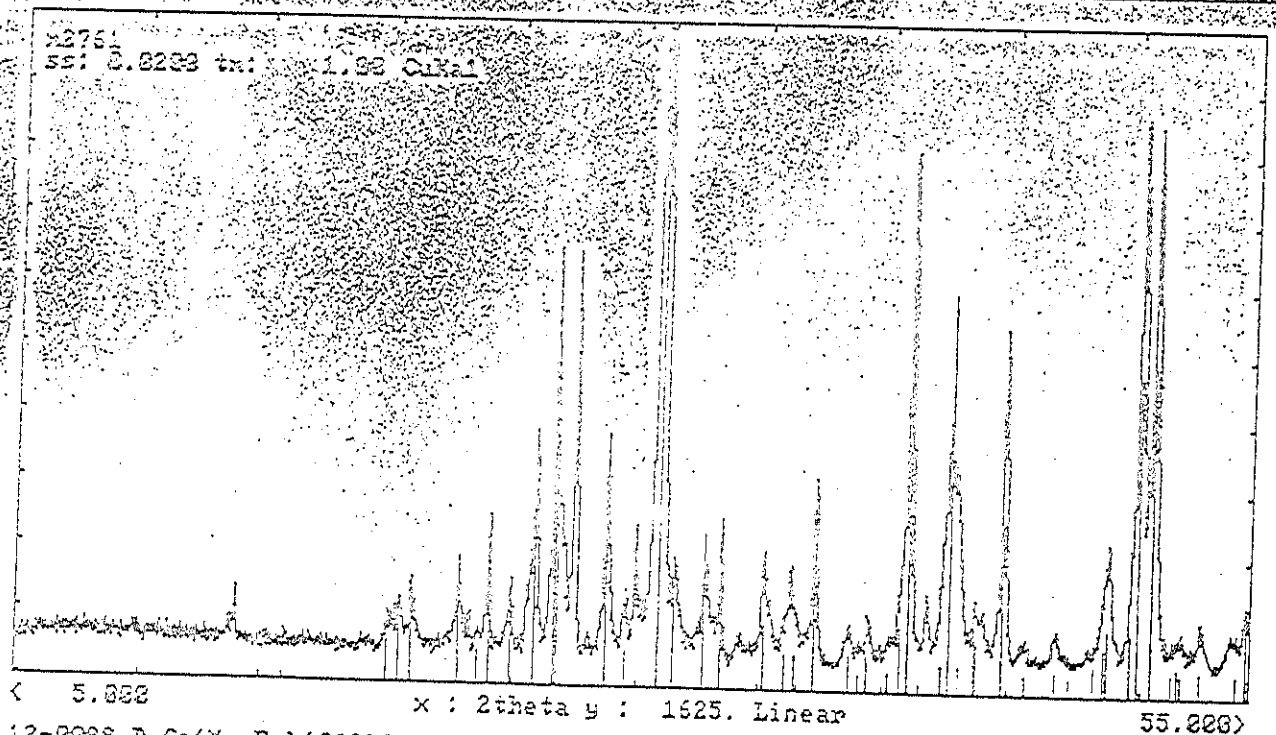
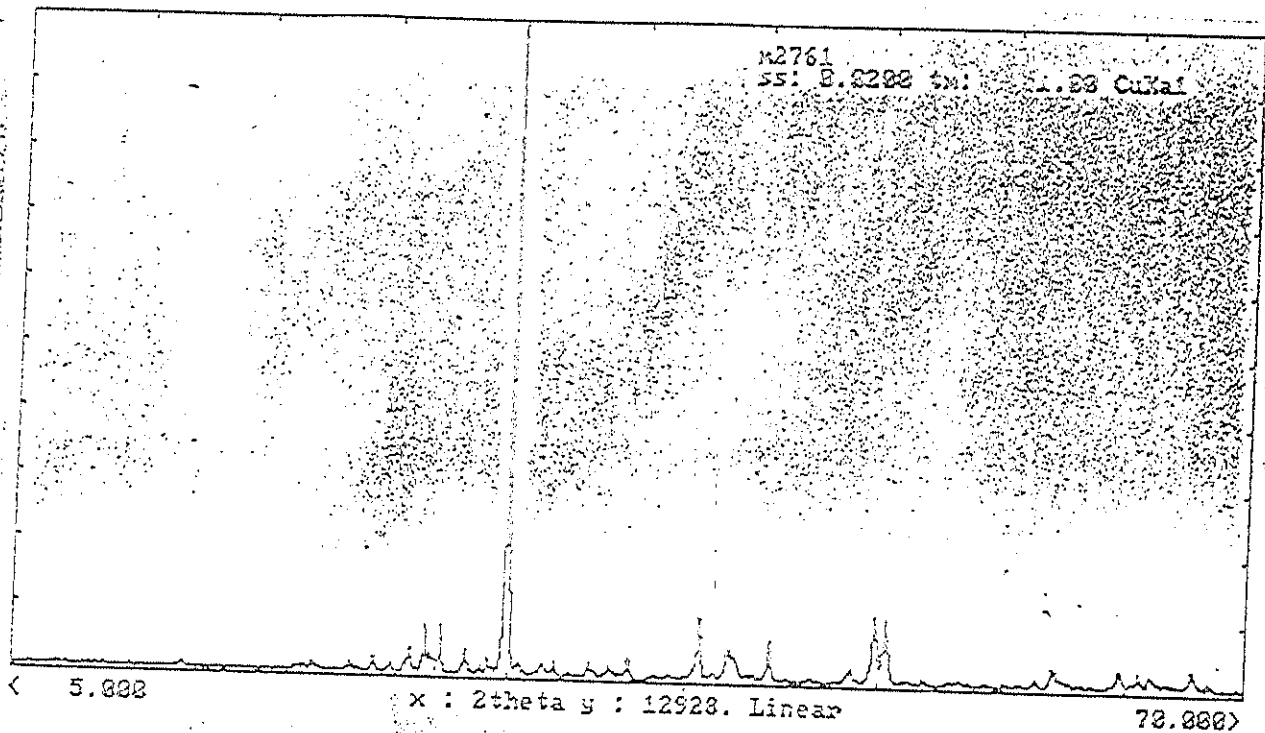
Compte tenu de la présence majoritaire de carbonates, il ne peut être envisagé un procédé de récupération des terres rares par attaque chimique seule, sans enrichissement physique préalable: la teneur en terres rares est trop faible, et la consommation de réactif serait économiquement rédhibitoire.

Le ou les minéraux porteurs de terres rares n'ayant pu être identifiés, il n'est pas possible actuellement de proposer un enrichissement physique particulier.

- La séparation magnétique n'est pas adaptée (pas d'enrichissement au séparateur Frantz).
- La séparation gravimétrique serait à tester, mais demanderait des études plus longues (courbe de lavabilité).
- La flottation ne peut être envisagée sans une meilleure connaissance du minéral porteur, de la maille de libération.
- La faisabilité de l'enrichissement d'un tel minéral demanderait des efforts de recherches relativement importants avec un enjeu qui reste à préciser.



33-1151 * SiO2 Quartz syn
24-0227 D CaCO3 Calcite
33-0661 * 34.81808 Microcline ordered



12-0088 D Ca(Mg,Fe)(CO₃)₂ Ankerite
 33-1161 * SiO₂ Quartz syn
 24-1035 * BaSO₄ Barite syn

MINERAIS ARGENTINS : DOSAGE ET REPART. OTT

| | M2760 (FM1) | | M 2761 (FM2) | |
|---------------------------------|-------------|---------|--------------|---------|
| | TEN. ppm | REPART. | TEN. ppm | REPART. |
| CeO ₂ | 3550 | 18.4 | 2300 | 29.7 |
| La ₂ O ₃ | 1235 | 6.4 | 915 | 11.8 |
| Pr ₆ O ₁₁ | 20 | 0.1 | 30 | 0.4 |
| Nd ₂ O ₃ | 2830 | 14.7 | 1505 | 19.4 |
| Sm ₂ O ₃ | 1275 | 6.6 | 470 | 6.1 |
| Eu ₂ O ₃ | 410 | 2.1 | 120 | 1.5 |
| Gd ₂ O ₃ | 1170 | 6.1 | 260 | 3.4 |
| Tb ₄ O ₇ | 95 | 0.5 | 15 | 0.2 |
| Dy ₂ O ₃ | 250 | 1.3 | 30 | 0.4 |
| Ho ₂ O ₃ | 25 | 0.1 | 3 | 0.04 |
| Er ₂ O ₃ | 40 | 0.2 | 3 | 0.08 |
| Tm ₂ O ₃ | 3 | 0.02 | 1 | 0.01 |
| Yb ₂ O ₃ | 15 | 0.08 | 4 | 0.05 |
| Lu ₂ O ₃ | 2 | 0.01 | - | - |
| Y ₂ O ₃ | 515 | 2.7 | 70 | 0.9 |
| ThO ₂ | 7860 | 40.7 | 2020 | 26.1 |
| Σ | 19300 | 100 | 7750 | 100 |

FIGURAS

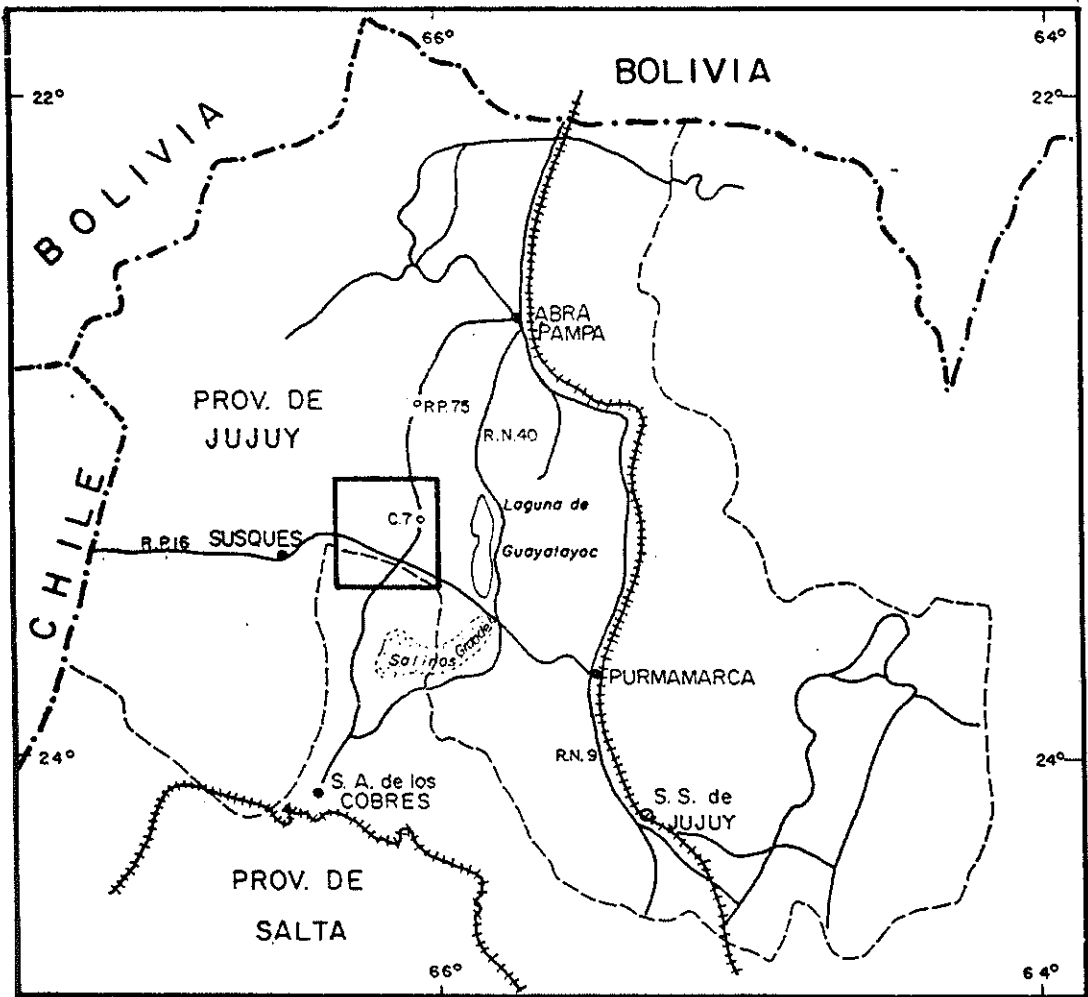


FIGURA 1 Mapa de ubicación de áreas de reserva y minas

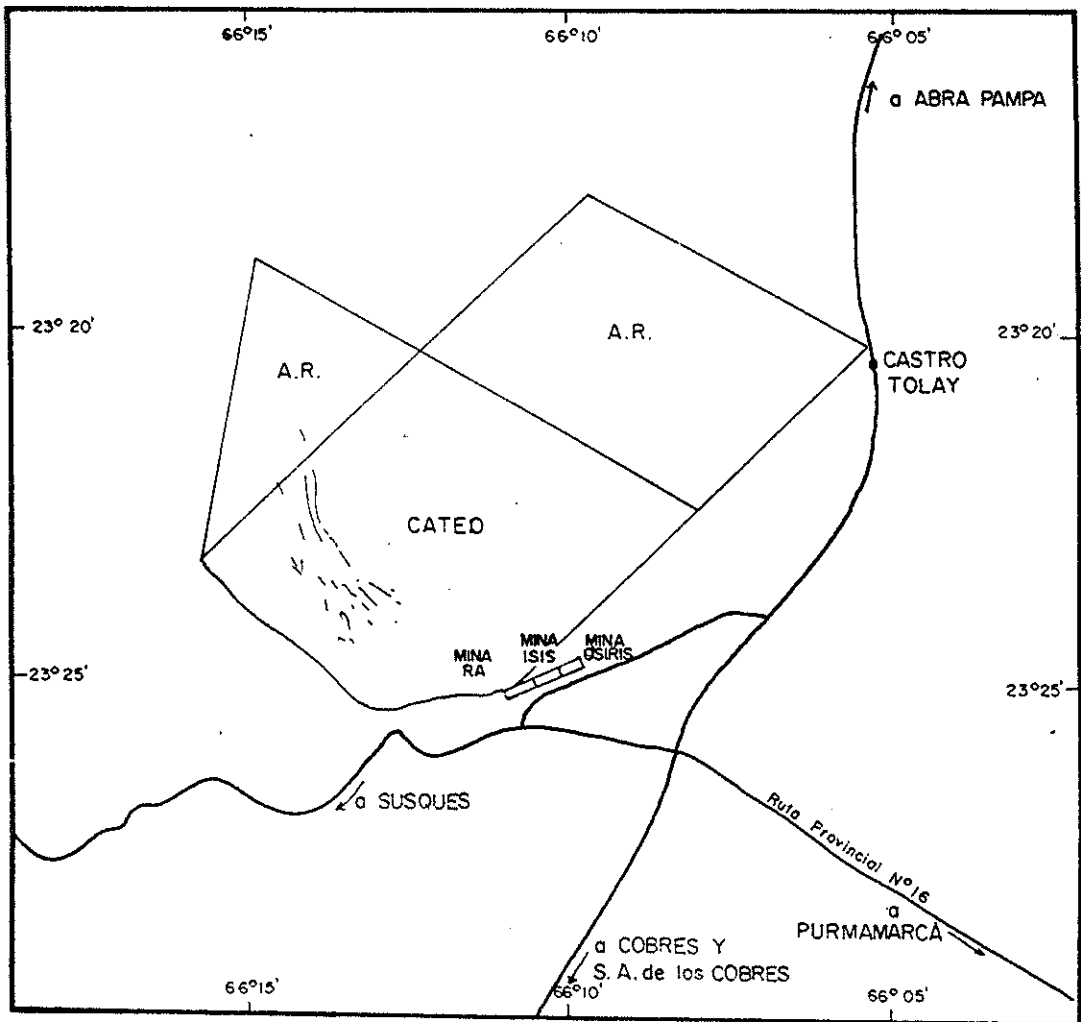
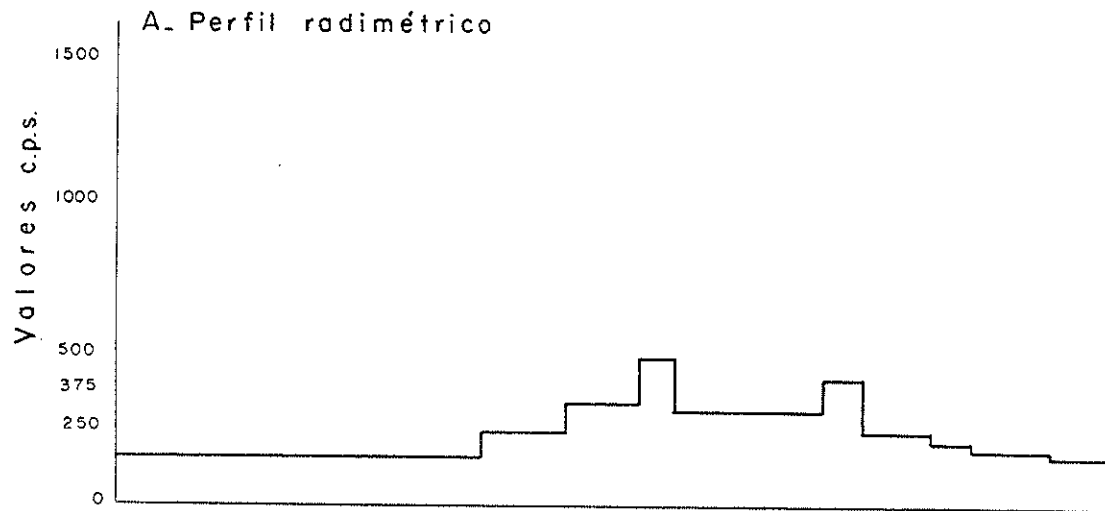
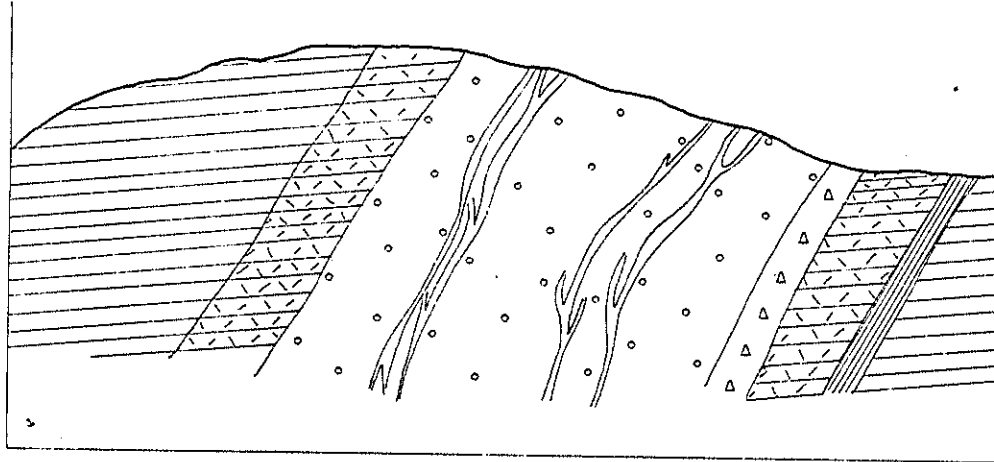


FIGURA 4 TRINCHERA N°1



9004 9002 9004

B. Perfil geológico

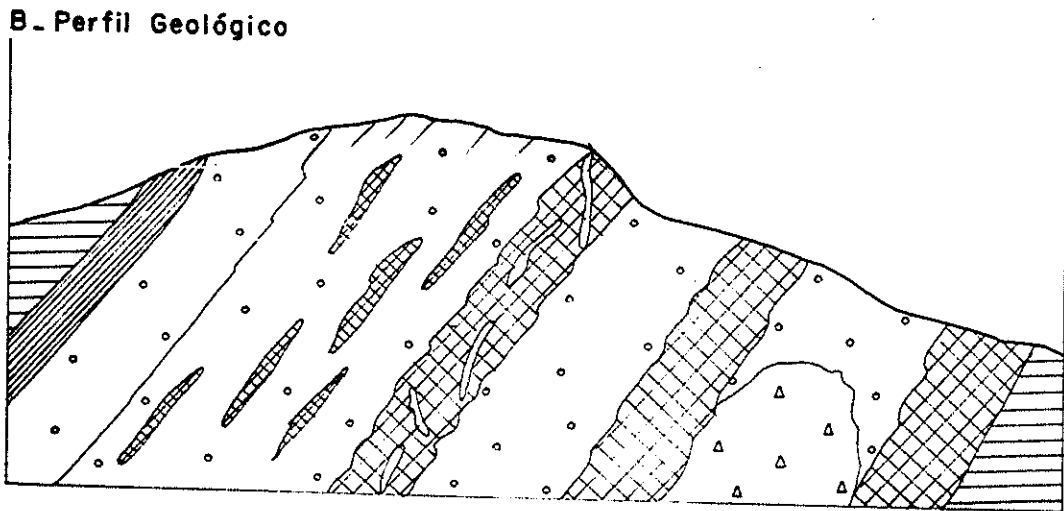
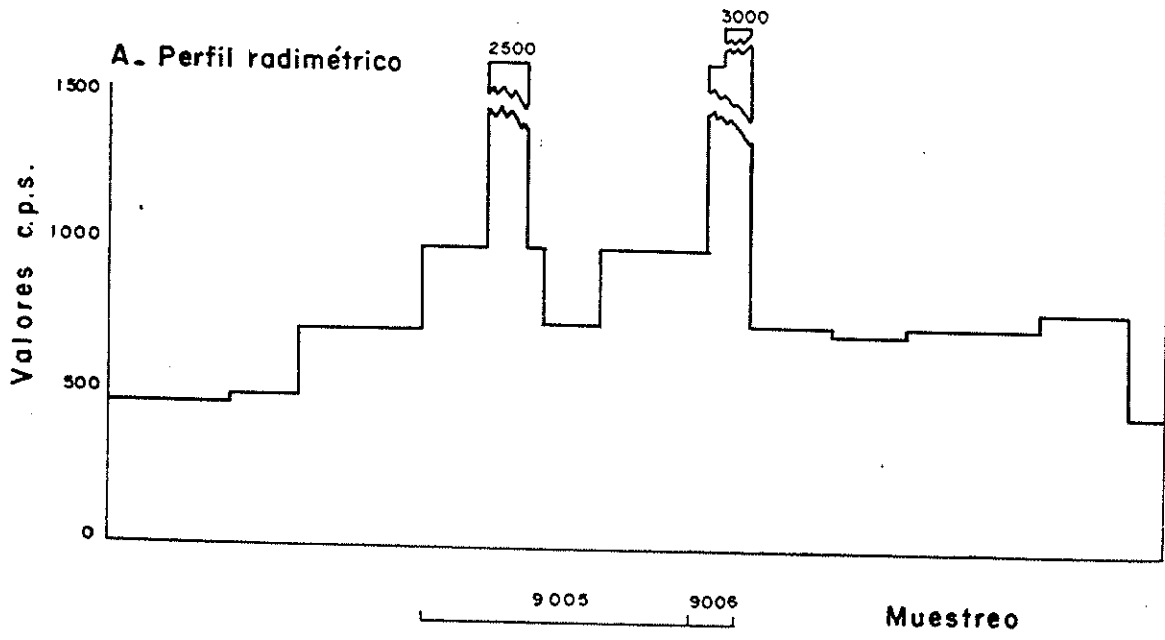


REFERENCIAS








-  Venutación de cuarzo
-  Carbonatita
-  Cuarzo
-  Zona de falla
-  Lutita silicificada
-  Lutita

ESCALA 1:40

FIGURA 5 TRINCHERA N°2

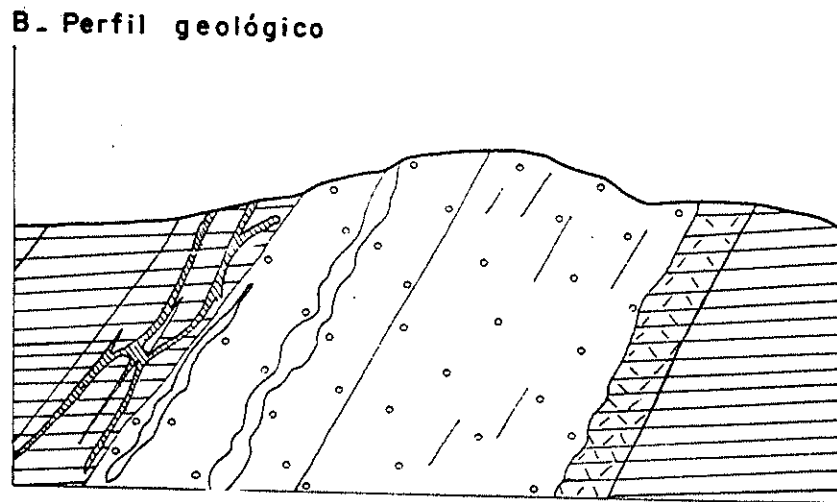
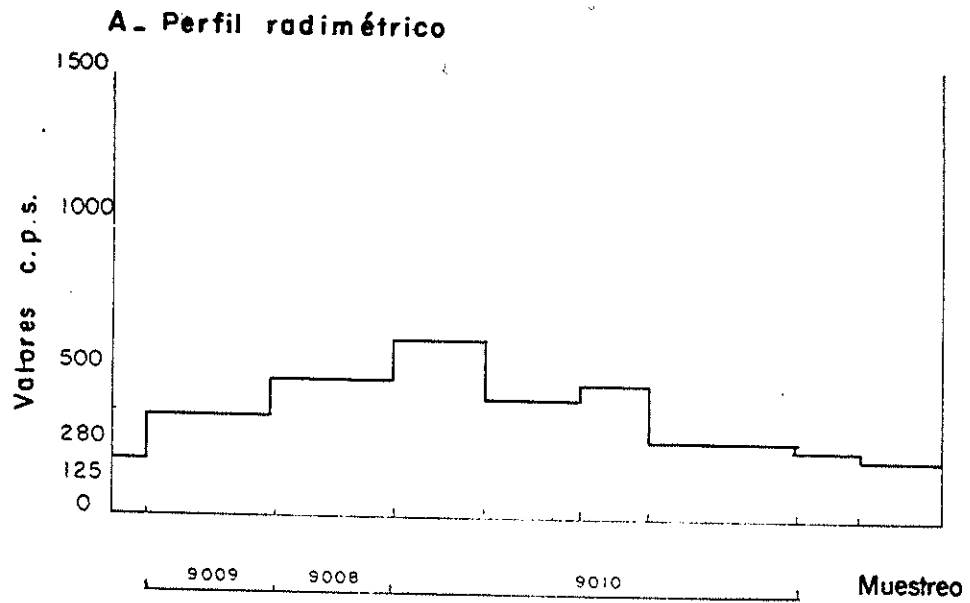


REFERENCIAS






-  Venulación de cuarzo - baritina - carbonato
-  Carbonatita con guías de carbonato grueso
-  Carbonatita de grano grueso
-  Carbonatita de grano fino
-  Cuarzo
-  Zona de falla
-  Lutita

ESCALA 1:40

FIGURA 6 TRINCHERA N°3



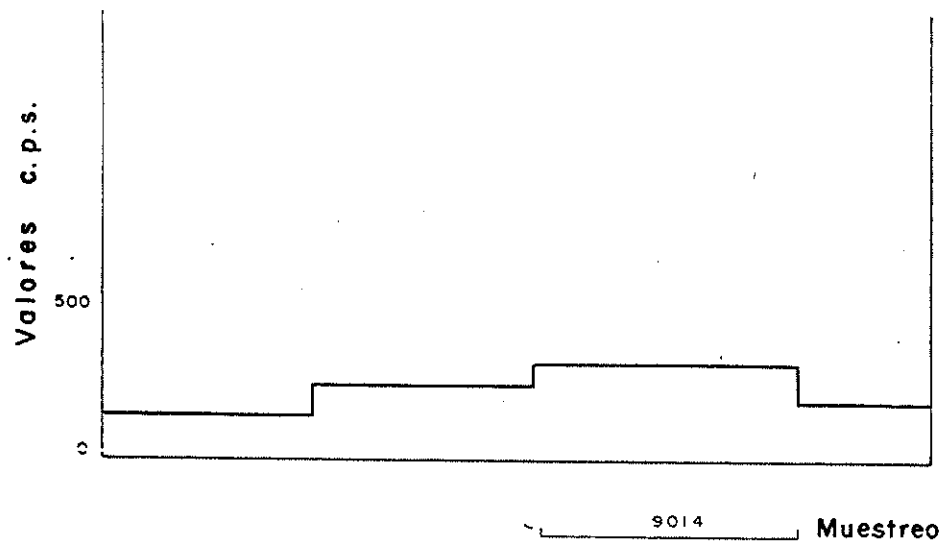
REFERENCIAS

-  Venulación de carbonato, baritina, galena, óxidos de cobre
-  Venulación de carbonato de grano grueso
-  Carbonatita
-  Lutita silicificada
-  Lutita

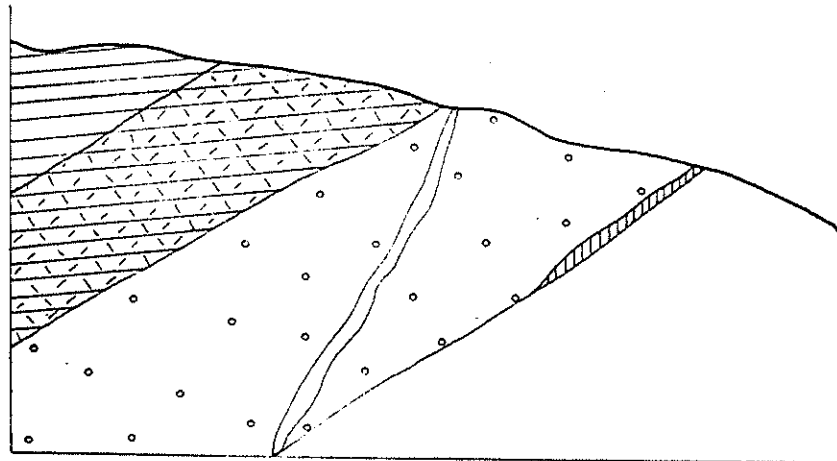
ESCALA 1:40

FIGURA 7 TRINCHERA N°4






A. Perfil radiométrico



B. Perfil geológico



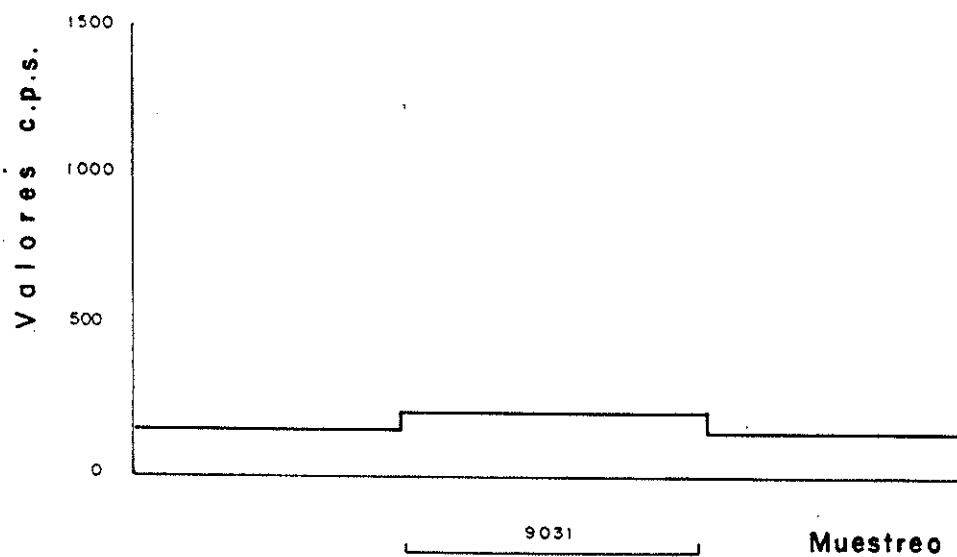
REFERENCIAS

-  Venulación de cuarzo
-  Venulación de baritina
-  Carbonatita
-  Lutita silicificada
-  Lutito

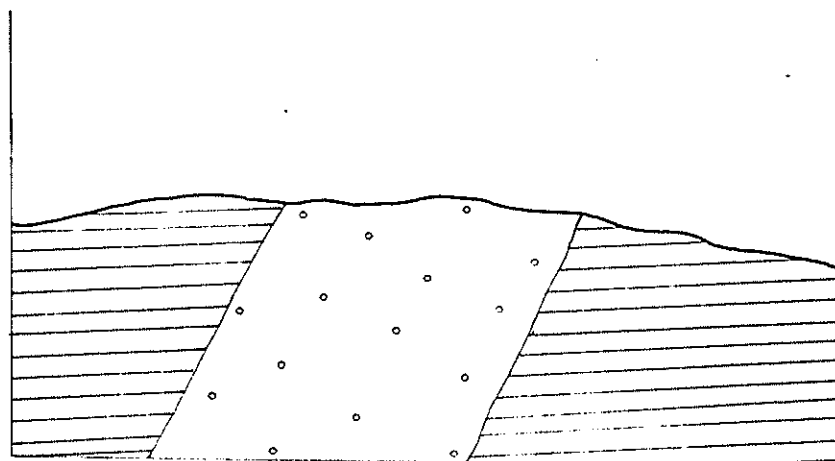
ESCALA 1:40

FIGURA 8 TRINCHERA N°5



A. Perfil radimétrico



B. Perfil geológico



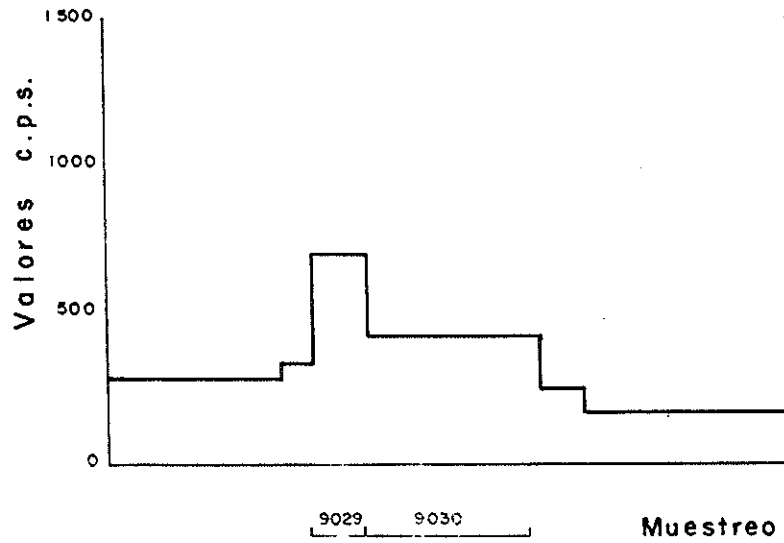
REFERENCIAS

-  Carbonatita
-  Lutita

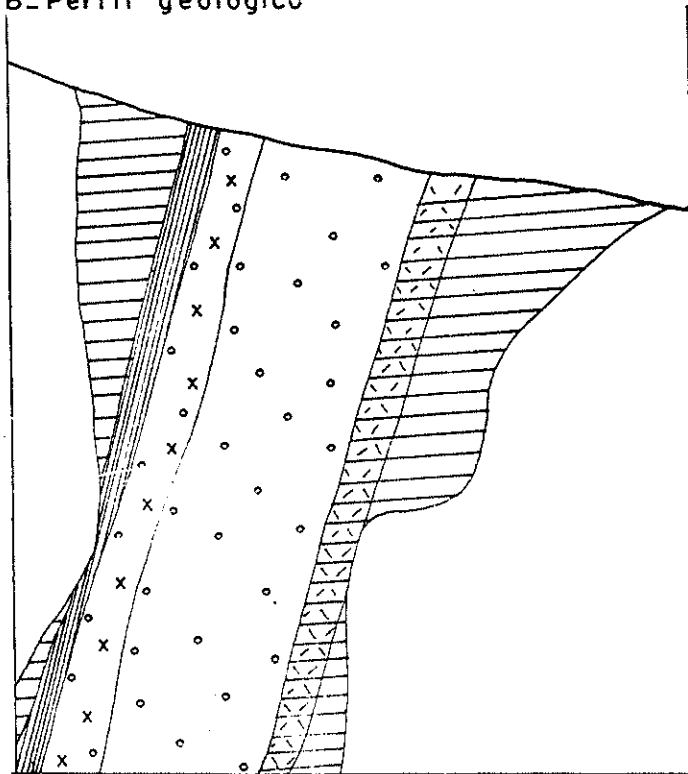
ESCALA 1:40

FIGURA 9 TRINCHERA N°9

A. Perfil radiométrico



B. Perfil geológico

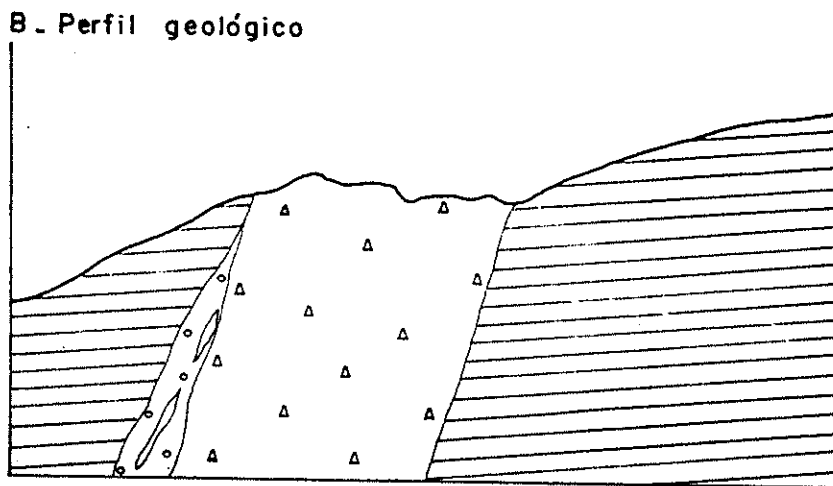
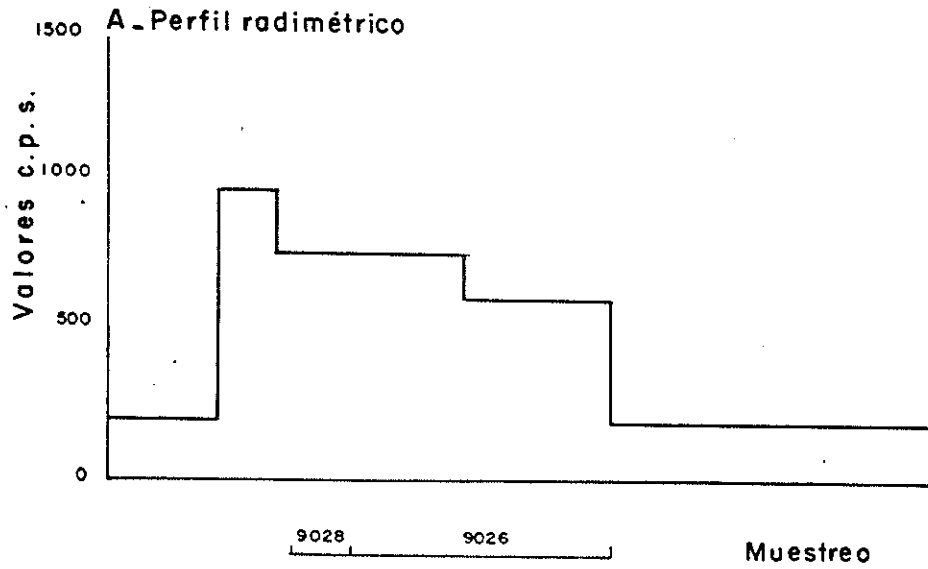


REFERENCIAS





- Carbonatita opalizada
- Carbonatita
- Zona de falla
- Lutita silicificado
- Lutita

ESCALA 1:40

FIGURA 10 TRINCHERA N°8

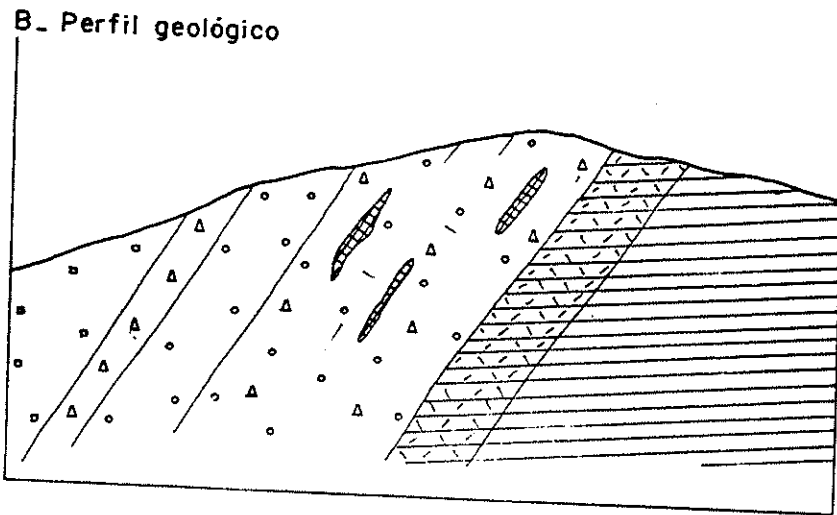
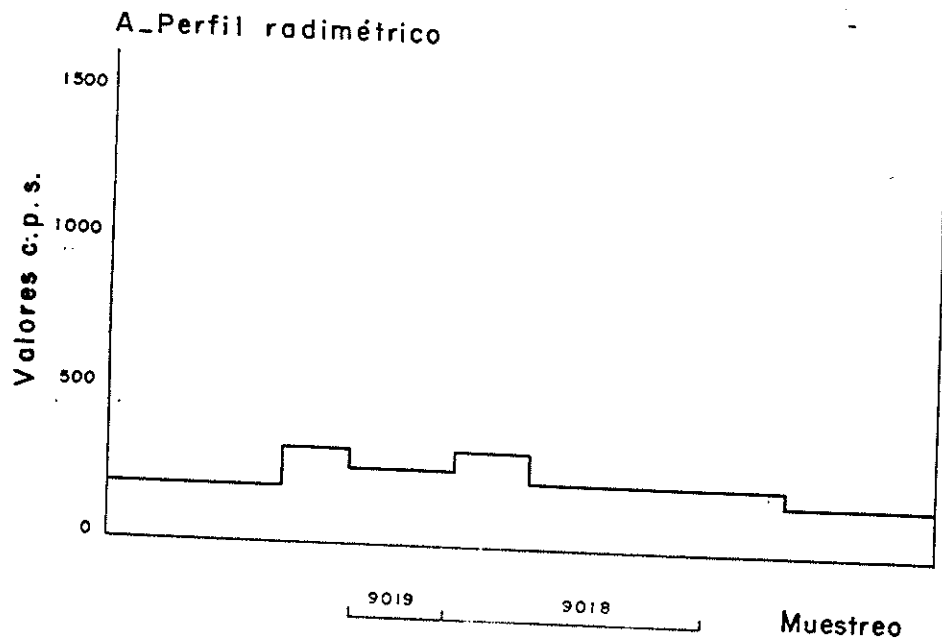


REFERENCIAS








-  Venulación de cuarzo
-  Carbonatita
-  Cuarzo
-  Lutita

ESCALA 1:40

FIGURA II TRINCHERA N°9



REFERENCIAS

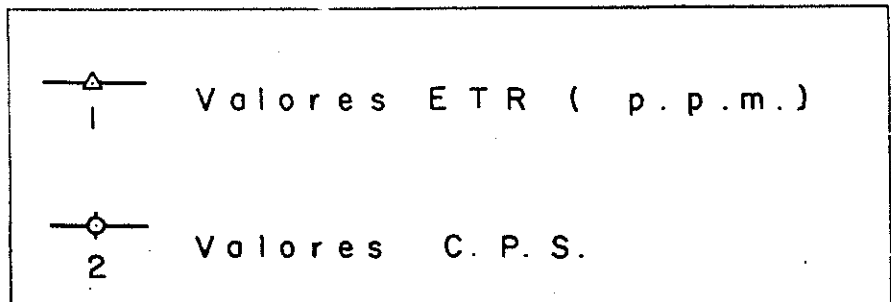
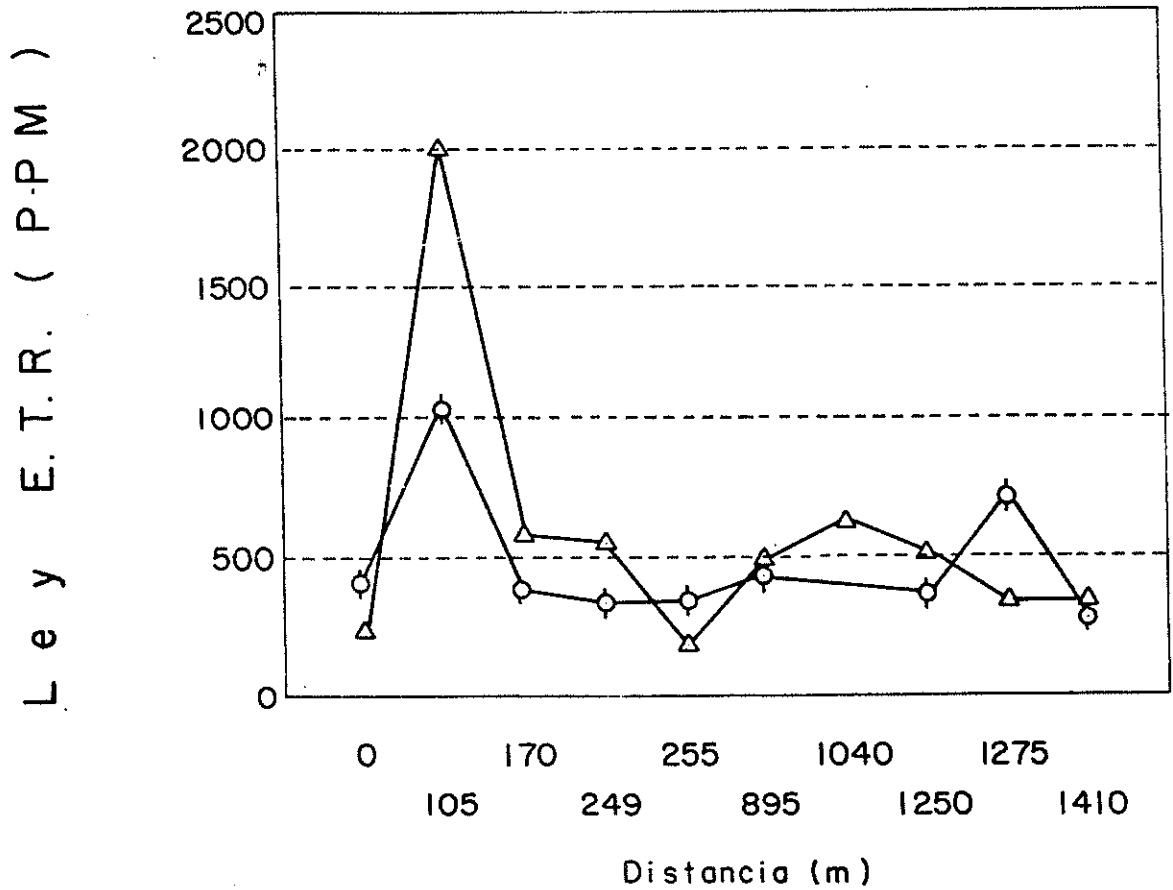
-  Venulación de carbonato
-  Carbonatita con cuarzo
-  Carbonatita
-  Cuarzo con ocras
-  Zona de arcillas (falla?)
-  Lutita silicificada
-  Lutita

ESCALA 1:40

FIGURA 12

MINAS ISIS, OSIRIS Y RA

PERFIL DE DISTRIBUCION DE E.T.R.Y.C.P.S.
(promedio por trincherero)



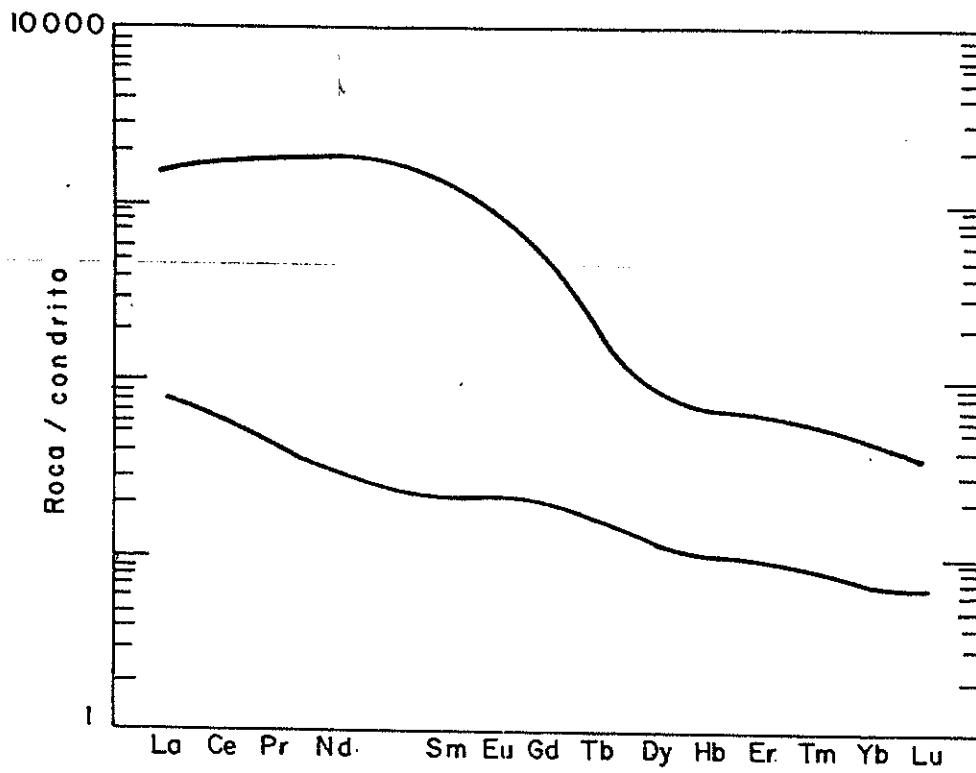
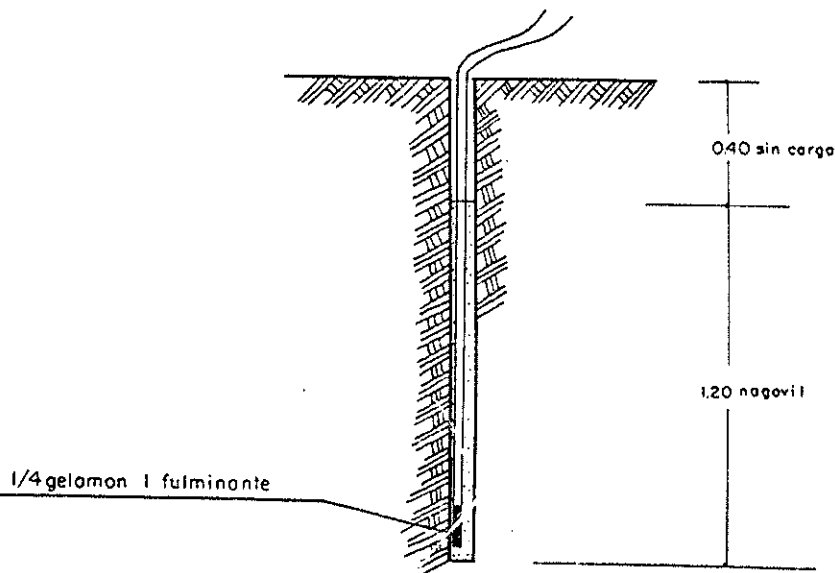
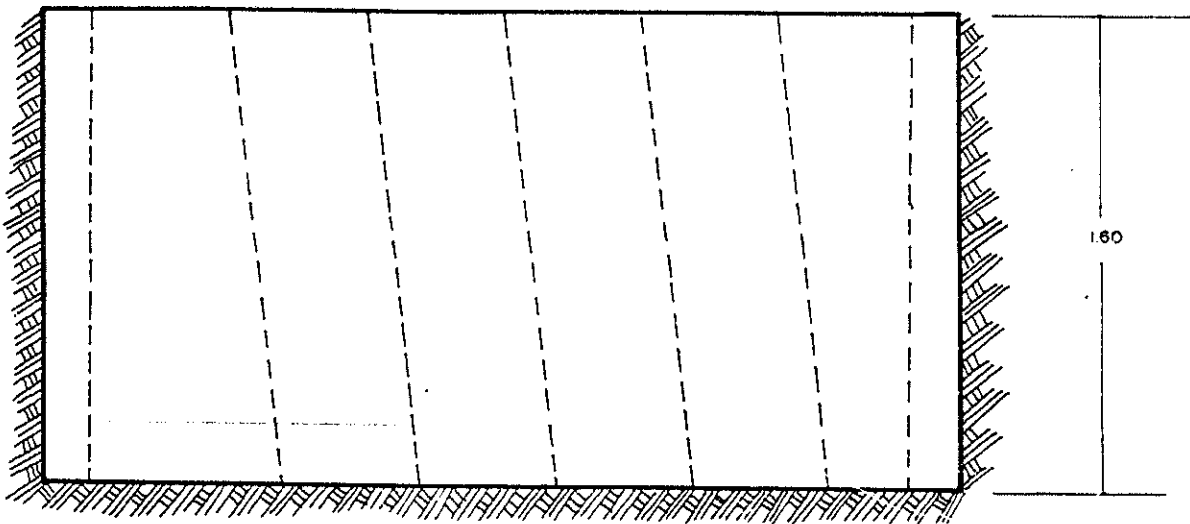
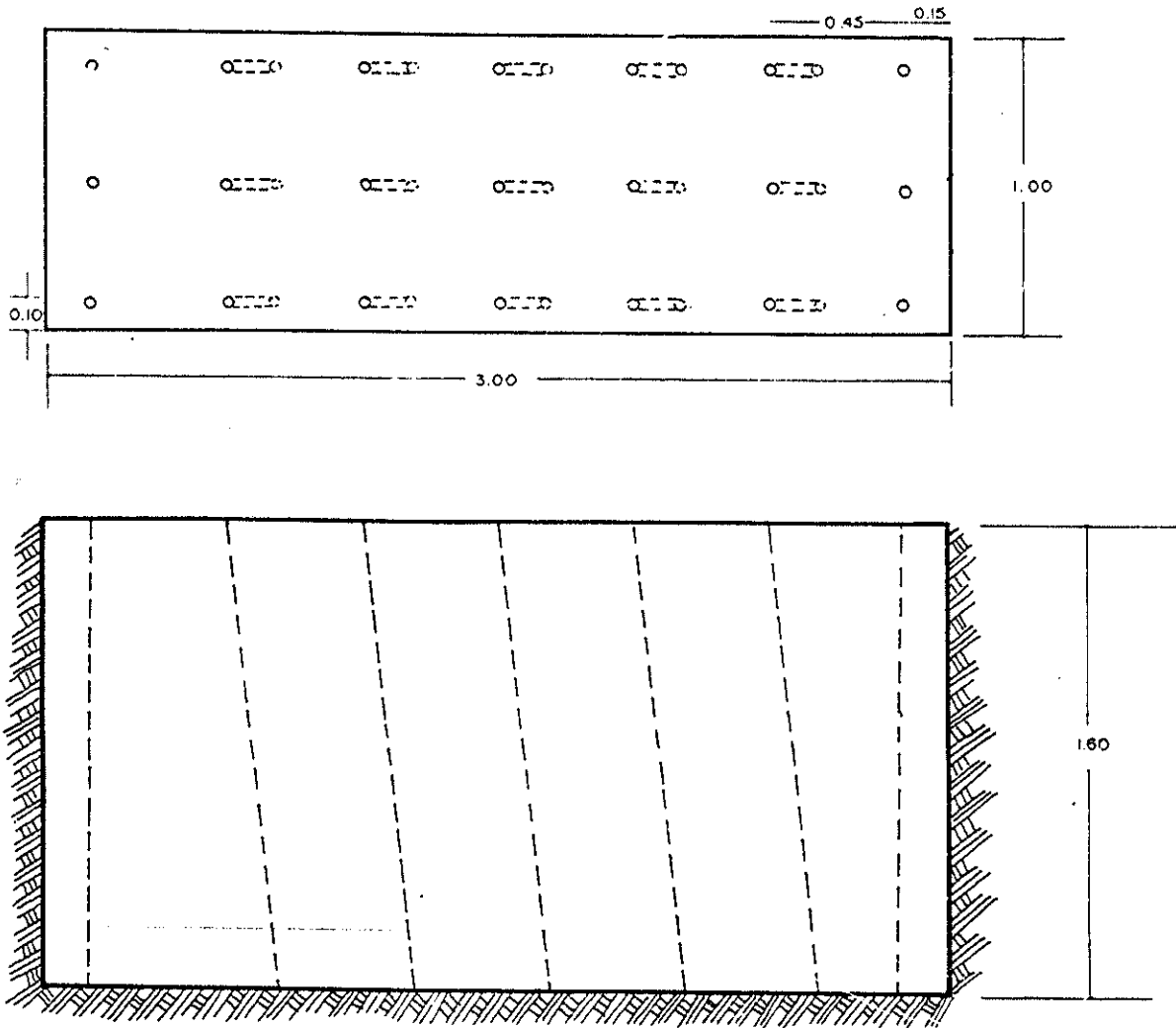


Figura 13_ Concentraciones de ETR
 normalizadas a condritos de la
 carbonatita de Minas Isis, Osiris y Ra
 Provincia de Jujuy

DIAGRAMACION DE TIROS EN TRINCHERAS





| | | | | |
|--|---|--|--|-----------------|
| | Dep. aluviales y coluviales | | Leucogranito | PERMICO |
| | Depósitos glaciarios | | Leucogranito Boyo | |
| | Toba Barrancos | | Granodiorita Puira | JURASICO |
| | Dacita Yunguero | | Sienita | |
| | Grupo Salta | | Monzonita | |
| | a. Carbonatita b. Lamprófito c. Sienita y Riolita | | Diorita | ORDOVICICO |
| | Granito | | Granito Las Burras | |
| | Sienita | | Granito Churcal | SLURICO |
| | Granito Muscovítico | | a. P. rind. Peladar b. Granod. Querpente c. Granod. Cobres | |
| | Microgranito | | Complejo espilitico queratofirico Sta Ana | Faja de la Luna |
| | Porfiro Granítico | | F. Acoyte | |
| | Monzogranito Tusaquillas | | Falla | |

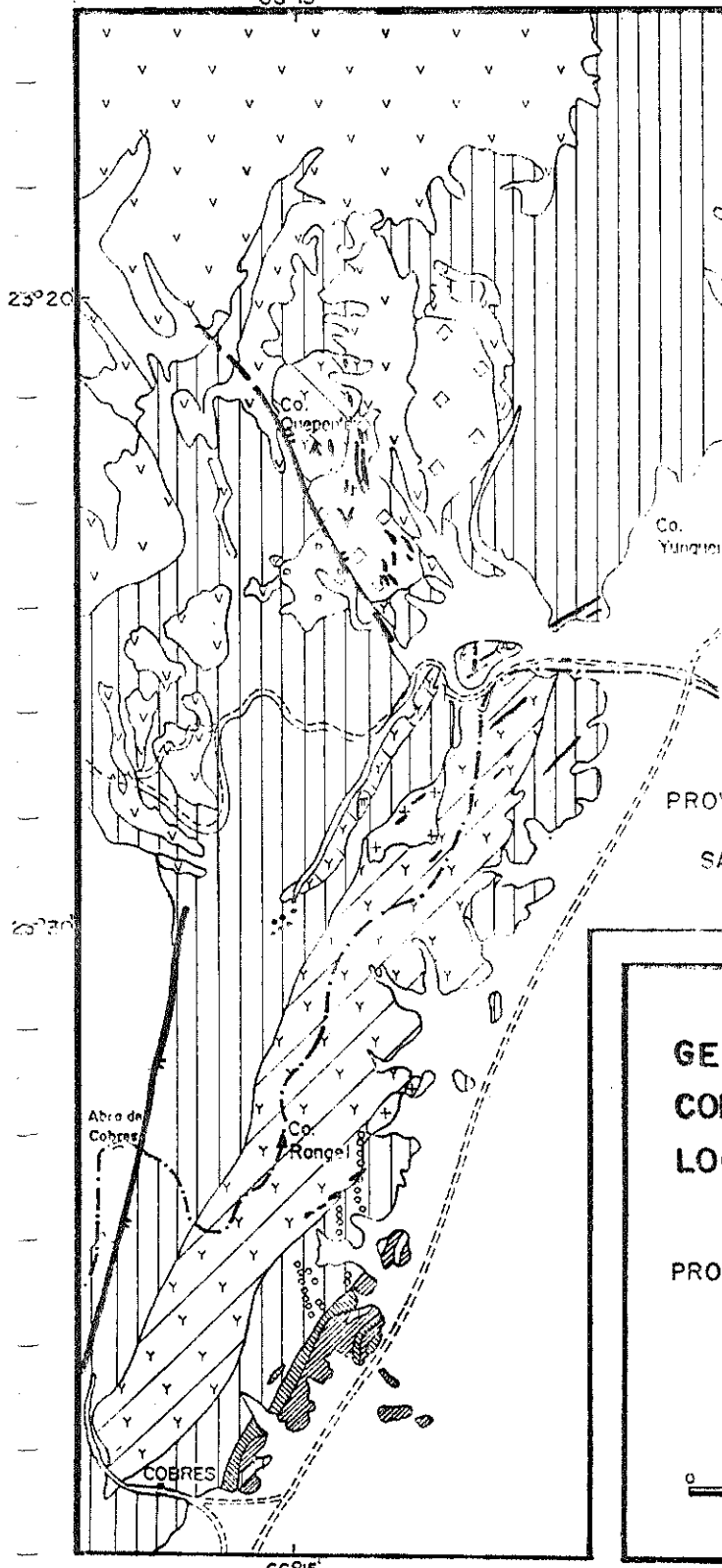
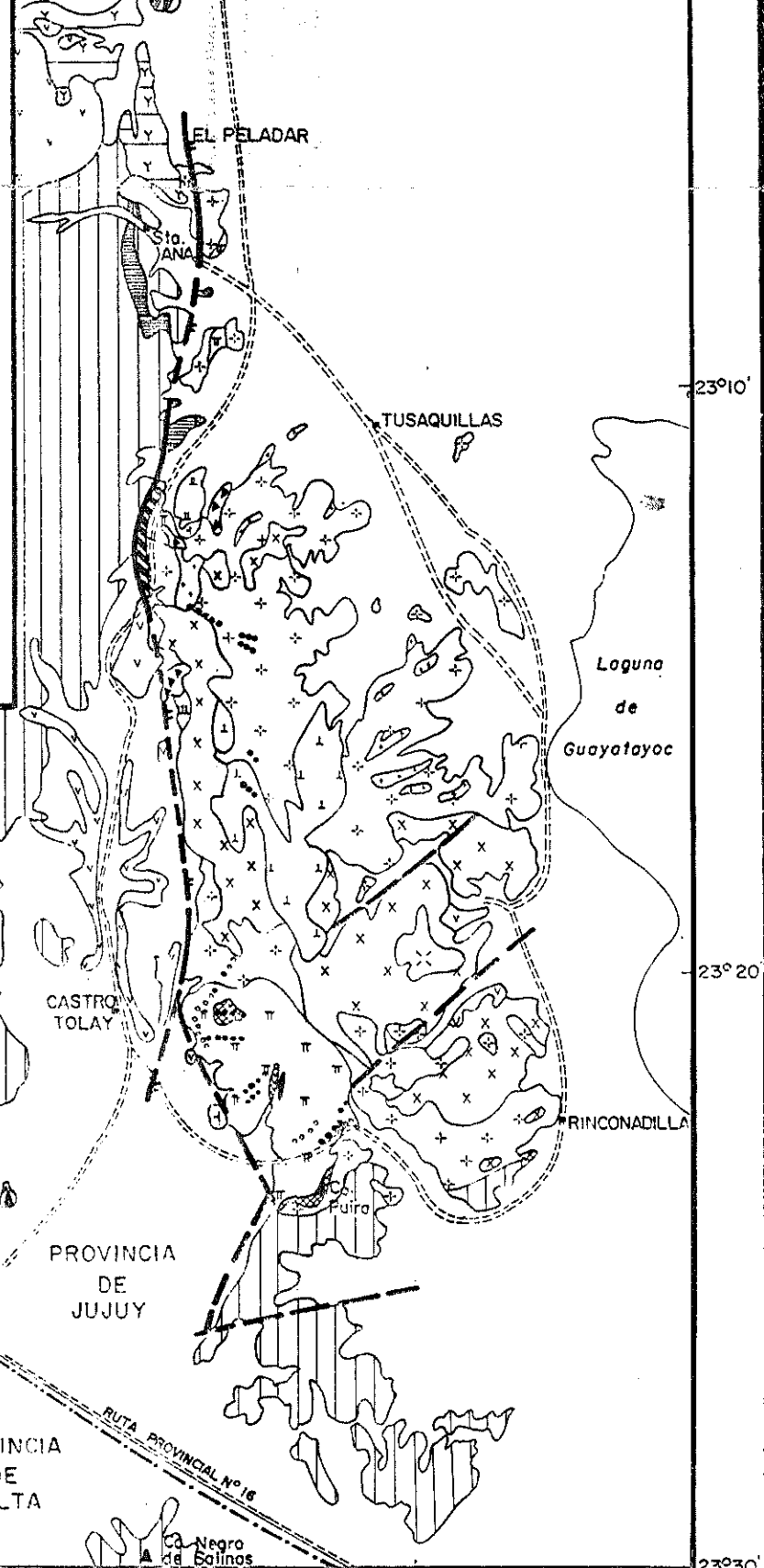


FIGURA 1

**GEOLOGIA DE LA REGION
COMPRENDIDA ENTRE LAS
LOCALIDADES DE COBRES
Y SANTA ANA**

PROVINCIAS DE JUJUY Y SALTA
REPUBLICA ARGENTINA

ESCALA 1:200 000

0 4 8 12km.

ZONA DE TRABAJO

MAPA DE UBICACION