



C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº	AÑO
1	1979

05.79.04 al
05.79.09

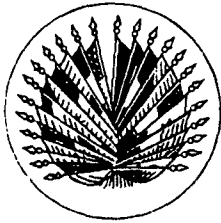


COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA DE LA REPUBLICA ARGENTINA
Y COMISION INTERAMERICANA DE ENERGIA NUCLEAR

CURSO LATINOAMERICANO DE EVALUACION DE INDICIOS URANIFEROS

TOMO I

1º de Agosto - 30 de Noviembre
BUENOS AIRES
1979



COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA DE LA REPUBLICA ARGENTINA
COMISION INTERAMERICANA DE ENERGIA NUCLEAR



CURSO LATINOAMERICANO
DE EVALUACION DE INDICIOS URANIFEROS

Buenos Aires, 1° de Agosto - 30 de Noviembre de 1979

CNEA-AC-14/79

LEVANTAMIENTOS RADIMETRICOS DE SUPERFICIE
LABORES DE RECONOCIMIENTO SUPERFICIAL
PROGRAMACION Y DESARROLLO

JUAN C. ANZULOVICH

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

BUENOS AIRES
AGOSTO-NOVIEMBRE 1979

LEVANTAMIENTOS RADIMETRICOS DE SUPERFICIE
LABORES DE RECONOCIMIENTO SUPERFICIAL
PROGRAMACION Y DESARROLLO

JUAN C. ANZULOVICH
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

I. INTRODUCCION

La prospección de un mineral cualquiera es una operación durante la cual son utilizadas en forma concurrente las propiedades del mineral investigado y un cierto número de bases afines al mismo, pero susceptibles de aportar informaciones útiles para su localización en el subsuelo. Dentro del primer grupo se ubicarían las propiedades físicas, las químicas y los caracteres cristalográficos, mientras que las bases petrográficas, geológicas y asociaciones mineralógicas o de rocas, corresponderían al segundo.

Como es lógico pensar, los minerales de uranio y todos los llamados radiactivos, no escapan a estas reglas fundamentales y la prospección de los mismos tenderá, como es lógico esperar, a la utilización de una propiedad particular que los caracteriza y que es la radiactividad.

También son utilizadas, aunque en menor escala, la fluorescencia, propiedad característica de algunos minerales radiactivos, y propiedades químicas esenciales del uranio y torio.

La búsqueda de los minerales radiactivos, al igual que la de todos los otros minerales, es una operación de carácter científico que no puede ser realizada sin un conocimiento geológico previo.

En nuestro país la prospección radimétrica tiene sus comienzos en la década del 50 y hasta el advenimiento de la prospec

ción aérea en el año 1958 constituyó el único método para la investigación de grandes áreas en la etapa de prospección general. A partir del año 1958 la técnica de radimetría terrestre se aplica como método de prospección general, únicamente en aquellas áreas donde la prospección aérea no puede ser utilizada.

En la actualidad su misión principal es definir la importancia de las anomalías o zonas anómalas que suministran otras técnicas de prospección general.

II. FUNDAMENTOS DE LA TECNICA

Ciertos elementos como el uranio, el torio y el potasio, poseen en mayor o menor grado la propiedad de emitir radiaciones, razón por la cual se los denomina minerales radiactivos.

Como se puede apreciar, utilizando equipos especiales que detecten estos tipos de radiaciones, se puede poner de manifiesto un cuerpo mineralizado radiactivo que se encuentre bastante próximo a la superficie. La posibilidad de éxito estará en función de la proximidad de dicho cuerpo con la superficie así como por la sensibilidad del equipo utilizado.

Es importante señalar aquí, que antes de comenzar la prospección uranífera, se deberá tener un conocimiento bastante amplio de la zona a investigar, sobre condiciones climáticas, geográficas, y geológicas.

El conocimiento que se tiene sobre ciertos factores de orden geológico y físico-químico, que determinan la formación de aureolas secundarias de dispersión a partir de la masa mineral primitiva, amplían la posibilidad de rastrear cuerpos mineralizados, aún en aquellos casos en que se encuentran sustraídos a la observación directa, y ello nos permite elegir la técnica de prospección más adecuada.

En ciertos casos, cuando la prospección radimétrica terrestre no brinda resultados satisfactorios, se recurre al auxilio de otras técnicas de prospección terrestre, como la Geofísica (mediante emanometría o prospección Alfa), y la Geoquímica.

III. PROSPECCION RADIMETRICA

III.1. Clasificación o División

Las técnicas radimétricas, tradicionalmente se denominan de acuerdo con el medio portante del detector; tenemos así: aeroportada, autoportada y homoportada.

A su vez éstas se clasifican de acuerdo a la extensión del área a investigar, a la superación entre línea sobre la que se efectúa la medición, así como por la finalidad de la información que se desea obtener y rapidez con que se la necesita. En

base a todos estos objetivos, se tienen los dos primeros grandes grupos, a saber:

III.1.a. Prospección General (también llamada panorámica, estratégica o regional)

Se denomina así al conjunto de tareas destinadas a definir o circunscribir zonas con capacidad para albergar yacimientos de minerales uraníferos. Generalmente tienen por finalidad investigar determinados ambientes geológicos como áreas graníticas, cuencas sedimentarias, etc, es decir grandes superficies. En la medida que los distintos factores que condicionan las posibilidades operativas lo permiten, se trata de aplicar los métodos de prospección más rápidos, como son la aeroportada (prospección aérea), la autoportada (car-borne), y ocasionalmente geoquímica.

III.1.b. Prospección Terrestre

Se denomina así al conjunto de tareas correspondientes a la definición de la importancia del hallazgo realizado por prospección general, mediante la determinación de algunos de los parámetros fundamentales, como corrida, espesores, tenores medios, y posibles controles de mineralización. Es evidente que en esta etapa, las áreas a considerar tienen superficies reducidas, que van desde algunos kilómetros cuadrados, hasta unas pocas hectáreas. La CNEA aplicó el método de prospección terrestre con tres variantes en función de la malla utilizada, denominando:

Prospección expeditiva: la que se realiza con malla irregular de 1 Km de separación, sin registro de itinerarios;

Prospección sistemática: con equidistancia en la separación de perfiles que van desde 200 m hasta 25 m, y lecturas sobre las mismas cada 25 m a menores;

Prospección detallada: la que se realiza sobre superficies reducidas, con malla cerrada que puede ir desde 25 m a menos, llegando a malla cuadrada de 10 x 10 m o aún más cerrada, de 2,50 x 2,50 m.

Es precisamente este capítulo que trataremos de desarrollar con más extensión, ya que el mismo tiene relación directa con los objetivos establecidos para el Curso de Evaluación de Indicios Uraníferos.

III.2. Prospección radimétrica terrestre o gamma

Descubierta una anomalía o una zona de interés por cualquiera de los métodos de prospección general, corresponde inmediatamente definir la importancia del hallazgo realizado. En estos casos, el problema de conocer el número, intensidad y distribución de las anomalías, como así también su posición geológica, plantea la necesidad de realizar observaciones en forma sistemática

ca, tanto geológicas como radimétricas, según un plan preestablecido. Para ello es necesario contar con una base topográfico-geológica en escala adecuada al problema a resolver (1:10.000 - 1:5.000 - 1:2.500 - 1:1.000, etc) en la que se volcarán todos los datos radimétricos y observaciones geológicas a realizar.

En caso de no disponer de estas bases topográficas, se deberá volcar las observaciones a planos obtenidos con restitución fotográfica a escala similares, o directamente mediante la marcación de perfiles referidos a un eje, y luego relevados experimentalmente.

III.2.a. Etapas que comprende

La denominación que se da a cada una de las etapas de prospección radimétrica terrestre, responde directamente a la separación entre los distintos itinerarios sobre los cuales se realizan las mediciones.

- Prospección expeditiva o abierta: esta etapa tiene algunas variantes en cuanto a su aplicación, según el ambiente geológico donde deba desarrollarse. Dentro de ambientes graníticos se la suele aplicar sin itinerarios fijos, realizando los prospectores desplazamientos más o menos rectilíneos cada kilómetro, con mediciones radimétricas continuas, tratando de localizar en el terreno la anomalía recomendada, así como el afloramiento que la produce.

Se la utiliza para ubicar en el campo la anomalía aérea y aportar un dato rápido sobre la posible orientación de la futura prospección.

En ambiente sedimentario, se aplica con perfiles topográfico-geológico-radimétricos, transversales al rumbo de los estratos, hasta establecer el o los niveles responsables de la anomalía. En estos casos puede reemplazar perfectamente a la prospección sistemática. La separación entre perfiles estará en función de las dimensiones del área a prospectar.

- Prospección sistemática: se realiza con itinerarios fijos (normales a la orientación determinada en etapa anterior), cuya separación va desde 25 a 200 metros y con lecturas fijas sobre los mismos, que estarán en función del espesor o ancho de la fuente emisora, generalmente comprendida entre 25 y 10 metros. Con esta etapa se llega a circunscribir el halo anómalo sobre el que se implantará la etapa siguiente.
- Prospección detallada: también llamada "plan Compteur" en Francia. En esta etapa las mediciones se realizan sobre itinerarios fijos, pero a malla más cerrada y está comprendida entre los 25 y 5 metros, pudiendo llegar a ser cuadrada. (ej. 20 x 20; 20 x 10; 20 x 5; 10 x 10; 10 x 5; 10 x 2,5; 5 x 5; 5 x 2,5; 5 x 1 m).

III.2.b. Planificación, coordinación y apoyo

Para obtener un buen rendimiento durante el desarrollo de las distintas etapas, es necesario planificar correctamente el trabajo, coordinarlo y apoyarlo, realizando para ello lo siguiente:

En Gabinete:

- Recopilación y evaluación de antecedentes del área con preparación de bases topográficas-geológicas adecuadas, incluyendo la mayor información posible a efectos de instruir al prospector sobre los lineamientos necesarios.
- En la medida de lo posible, hacer un control de las anomalías localizadas sobre fotogramas, tendiendo a analizar el tipo de morfología, además de la densidad de perfiles y características de malla.
- Mantener la información al día, de tal manera que posibilite la inmediata verificación de los resultados en el terreno, aprovechando para ello la permanencia del equipo en el área de trabajo.

En Campaña:

- Control permanente de instrumental (cintillómetro) por parte del personal idóneo, verificando uniformidad de lectura entre todos los detectores de un equipo de trabajo.
- Conexión entre el centro que presta servicios de mantenimiento con el área de trabajo.
- Existencia de detectores de reservas en la zona de trabajo, que deberá ser mayor a medida que es mayor la distancia que la separa de la Sede de la Regional.

III.2.c. Algunos conceptos básicos de Gammimetría

Antes de comenzar la operación en el campo, es necesario conocer la definición de algunos conceptos básicos, tales como: malla de prospección, back-ground, anomalías, indicio, etc; que permitirán interpretar luego los resultados de las mediciones radimétricas.

- Para nosotros el término "malla" ha sido empleado siempre para definir la distancia que separa dos caminos rectilíneos, paralelos y consecutivos, sobre los que se realizan las lecturas radimétricas.
- Back-ground o valor de fondo: es la radiactividad propia de una determinada formación sea ella sedimentaria, metamórfica, intrusiva o volcánica. Depende de la cantidad de material radiactivo

propio que contenga cada tipo de roca y está en función directa a la proporción del mismo dentro de la roca. Es decir que, en ausencia de radiactividad anormal se observa una actividad general de fondo.

- Anomalía: se denomina así a todos aquellos valores radiactivos cuya intensidad sobrepasa el nivel preestablecido como valor de fondo.
- Indicios: son todas aquellas anomalías en las cuales se ha comprobado presencia de mineral de uranio.

Estos indicios pueden ser clasificados en tres categorías, a saber: indicios simples, los que despiertan la curiosidad del prospector por un aumento local de la radiactividad, pero son debido a pequeños nódulos de mineral, no justifican etapas sucesivas de prospección, son puntuales. Indicios decisivos, los que por su tamaño, mineralización y valor radiométrico deciden la conveniencia de un trabajo de prospección detallada; puede dar o no yacimiento. Su calificación se hace una vez que unos pequeños trabajos de destape hayan permitido conocer algunos parámetros fundamentales. Indicios de tonelaje: son los que corresponden a yacimientos pequeños o grandes, cuyo tonelaje, reconocido mediante una investigación física (labores o perforaciones), justifica una instalación de explotación.

III.2.d. Desarrollo del método

La realización lógica de las distintas etapas ya fue señalada anteriormente, no obstante se indican a continuación con la aclaración que no siempre se utiliza la prospección expeditiva o abierta, ya que la misma por definición, es aplicada como un auxiliar para la sistemática. Por lo tanto en nuestro país, las etapas más empleadas en prospección terrestre son las sistemática y detallada.

La primera se aplica en amplias zonas con anomalías proporcionadas por el método de prospección general, sea ésta auto-transportada, aerotransportada o geoquímica y tiene por finalidad delimitar superficialmente las aureolas anómalas principales, dar una probable orientación y aportar algunos datos sobre posible control mineralógico, para una más correcta aplicación de la prospección detallada.

La segunda cubre superficies menores, ya que se aplica sobre los sectores aconsejados por la sistemática. Siendo la malla mucho más cerrada permite realizar mayor cantidad de observaciones geológicas, que luego son utilizadas en la interpretación zonoográfica. Con esta base y la valiosa ayuda que aporta la geofísica (emanometría, geoeléctrica, microsísmica, etc) se ejecuta la investigación física, ya sea mediante laboreo minero (superficial y/o subterráneo) o perforaciones, acompañado de un muestreo sistemático.

III.2.e. Personal

La dotación de una comisión de prospección terrestre es ta integrada esencialmente por:

- Un geólogo responsable de la ejecución e interpretación geológico-radimétrica de la prospección, sea ésta sistemática o detallada.
- Un técnico minero, ayudante del geólogo y ejecutor de la actividad diaria del grupo de prospectores.
- Tres o cuatro prospectores (obreros calificados que han sido instruidos en el manejo de detectores). El número está en función de la malla y de la topografía. Si la malla es muy abierta y la topografía muy abrupta su número se reduce, por la dificultad de control y anotaciones que ello significa.
- Cuando no existe relevamiento topográfico a escala adecuada, se agrega a esta dotación un topógrafo con su ayudante para el relevamiento de los perfiles.
- El elenco de la comisión se completa con una persona que cumple funciones auxiliares en el campamento.

Cuando el área a prospectar es demasiado grande el personal puede duplicarse formando dos equipos de prospección a efectos de acelerar el conocimiento de la zona.

III.2.f. Bases de apoyo topográfico

Las bases de apoyo topográfico a utilizar en el campo durante la prospección radimétrica sistemática o detallada son iguales. Si se dispone de relevamiento topográfico a escala conveniente, por ejemplo 1:10.000 ó 1:5.000 para sistemática y 1:2.500; 1:1.000 ó 1:500 para detallada, se marcará sobre el mismo las líneas correspondientes a los perfiles de acuerdo a la malla elegida, trazando transversalmente el eje que servirá de punto de referencia para las anotaciones. Este eje será paralelo a la mayor elongación de la aureola anómala, estructura tectónica o rumbo de los estratos. En la medida de lo posible se replantea sobre el terreno los puntos principales de dicha malla.

Un procedimiento parecido se sigue si se dispone de fotografías aéreas de la zona a escalas similares, colocándose un papel transparente sobre las mismas donde se traza la malla a utilizar.

Para estos dos casos no es necesario materializar totalmente la línea de perfiles en el terreno, ya que las distancias de separación entre lecturas pueden ser controladas y corregidas valiéndose de los accidentes topográficos. En ambos casos el relieve deberá ser bastante suave, como para poder visualizar tre-

chos largos de cada perfil; caso contrario se recurre a la materialización total del eje y perfiles, mediante estacas o mojones de piedra tal cual se procede cuando no se posee una base topográfica o fotográfica.

III.2.g. Técnica operativa en campaña

El equipo de trabajo de una comisión de prospección, está integrado por el geólogo, jefe de la misión y responsable de las observaciones geológicas que luego utilizará para la interpretación radimétrica. El técnico minero encargado del equipo de relevamiento y el conjunto de tres o cuatro prospectores que al desnlazarse a lo largo de los perfiles determinan, a pasos o con cintas métricas, la distancia entre las sucesivas lecturas radiactivas. El encargado supervisa y realiza las anotaciones de lecturas radimétricas fijas, de acuerdo a malla, e intermedias cada vez que surgen cambios litológicos, sectores decolorados, concentraciones de materia orgánica, cruceros de diaclasas, etc. El procedimiento que se sigue para el relevamiento sistemático o de tallado es el mismo; la diferencia estriba en la separación entre los perfiles. Cuando esta separación es grande, ocasiona dificultad para comunicar las lecturas al jefe del equipo, pero ella es salvada con pequeños transceptores.

Como es lógico pensar, los desniveles a veces pronunciados, introducen errores en las distancias medidas, razón por la cual se trata de corregirla utilizando puntos auxiliares conocidos, sea éstos accidentes geográficos o puntos topográficos. Esta es una causa por la cual se trata de materializar en el terreno el eje y las líneas de perfiles, colocando estacas o mojones de piedra a intervalos regulares o cada vez que se produce un cambio en la pendiente topográfica. La otra es, poder utilizar esta marcación como base para la implantación de otros métodos de prospección o para la investigación física mediante labores mineras o perforaciones.

III.2.h. Graficación de datos

Preparado así el trabajo de campo, las anotaciones de valores radimétricos y las observaciones geológicas, se pueden hacer corrientemente en libretas, pero luego de la jornada diaria de trabajo deberá ser llevada al plano a escala conveniente, demorando así el trabajo e imposibilitando una rápida interpretación.

Para obviar este inconveniente la CNEA ha adoptado dos nuevos sistemas de graficación de datos. Uno consiste en hacer anotaciones en una hoja que tiene marcada la grilla de registro (Fig. 1) en la que están representados cada uno de los puntos donde se efectuará la medición radiactiva. Puede utilizarse a diferentes escalas y por la simple unión de las hojas se obtiene un plano borrador de campo en el que se puede llevar la interpretación geológica radimétrica. Para evitar el inconveniente que puede significar trabajar, en días ventosos con hojas grandes, se ha ideado un

dispositivo de madera con dos rodillos en los que va enrollada dicha hoja, manteniéndola al abrigo del viento, dejando al descubierto tan sólo la parte correspondiente a la anotación.

El segundo sistema consiste en trabajar sobre una copia del plano topográfico o colocando un papel transparente sobre un fotograma.

III.2.i. Técnica operativa en gabinete

Una vez que han sido llevados al plano todos los valores radimétricos, fijos o intermedios, para la confección de la carta de isoradiactividad, es necesario determinar el back-ground local o valor de fondo mediante la confección de histogramas de frecuencia. Se toman luego distintos intervalos radiactivos a partir del valor de fondo para indicar las aureolas más importantes. La escala de intervalos surge como consecuencia de varios ensayos, adoptando la que más concuerda con la interpretación geológica de la zona. "En la elección de la escala de intervalos (Fig. 4) también intervienen las condiciones geológicas de la anomalía (si la roca está aflorante o cubierta), como también la intensidad y amplitud de los máximos valores registrados".

"Cuando la cantidad de puntos a considerar es elevada resulta muy práctico plotear con un mismo color todos los puntos con valores comprendidos entre los niveles establecidos". Luego se unen los puntos con igual valor radimétrico, obteniendo así una curva de isoradiactividad. El espacio comprendido entre dos curvas sucesivas se llama intervalo radiactivo. Con esta carta se obtiene una primera información respecto al posible control de la distribución superficial de la mineralización. Como esta varía según el tipo del yacimiento, resulta que el diseño de las cartas radimétricas reflejará en cierta medida dichas condiciones.

"Así para yacimientos filoneanos o con control tectónico podrán obtenerse direcciones preferenciales en la distribución de la radiactividad, mientras que en yacimientos sedimentarios los halos anómalos resultantes, no tendrán salvo casos especiales, una orientación definida".

III.2.j. Rendimientos y costos

El rendimiento mensual de una comisión estará en función de la malla utilizada y de la topografía del terreno prospectado. En general para condiciones desfavorables de algunas regiones de las provincias de La Rioja y Córdoba (Los Gigantes) se estiman los siguientes rendimientos de costos:

RENDIMIENTO-COSTO	SISTEMATICA 50 x 10 m	DETALLADA 10 x 5 m
Por equipo: 1 geólogo, 1 téc. minero y 4 prosp. 1 top. con ayudante	ha/mes 40-50	20 x 22
Costos totales	\$/ha 99.000 80.000	198.000 180.000
Idem	u\$s/ha 70-57	142-129

En ciertas zonas patagónicas, donde las condiciones topográficas son más favorables, estos costos pueden ser disminuídos sensiblemente al alcanzar rendimientos dos a tres veces superiores a los consignados.

IV. LABORES DE RECONOCIMIENTO SUPERFICIAL

Es necesario, antes de iniciar cualquier trabajo de remoción de terreno, haber cumplimentado la prospección radiométrica, así como cualquier investigación por el método de geoquímica, ya que una vez que se inicia el laboreo se contaminan las zonas vecinas y los resultados que se obtienen por estos métodos pueden ser erróneos. Dejamos así aclarado, porque no se inicia la investigación física de comprobación, durante la etapa de ejecución de la prospección detallada, sino al finalizarla.

IV.1. Programación y desarrollo

Una vez que se ha certificado mediante los trabajos de prospección detallada, la forma, extensión y magnitud de una o varias aureolas anómalas superficiales, corresponde realizar una investigación física mediante labores mineras de pequeña envergadura, tipo calicatas, pozos, trincheras, destapes, etc. Se ubican transversalmente a la dirección general del o de los halos anómalos principales y se disponen en forma sistemática, es decir, regularmente espaciadas sin buscar que se realicen sobre los máximos determinados. Las dimensiones de las labores están en relación directa con el fenómeno que se quiere investigar, pero generalmente llegan a la profundidad de 2 a 3 metros, con un largo de hasta 10 ó más metros. El ancho es generalmente el que permite al obrero trabajar, pero oscila entre los 0,80 y 1 metro. Se busca con esta investigación física recabar información sobre el comportamiento de la mineralización hacia profundidad y obtener algún dato sobre su posible control.

Para ello, a medida que son finalizadas las labores, el equipo de prospección realiza el relevamiento geológico radiométrico detallado de las paredes y frente. En el geológico se pretende consignar todos los detalles referentes a la composición de la roca, su litología, granulometría, caracteres estructurales y tectónicos; presencia de mineralización, ya sea de uranio o de cualquier otro elemento acompañante. Para realizar el relevamiento, se implanta sobre las paredes y frente la malla elegida, que puede ser de 0,20 por 0,20 metros; 0,50 por 0,50 m o intermedia, marcando con pintura los puntos correspondientes. Los registros radimétricos de cada punto marcado, se realizan con pistolas cintilométrica cuyo extremo ha sido cubierto con un colimador de plomo que deja libre la parte inferior, para permitir el paso de las radiaciones. Se atenúa así, en un 40 a 50 % el efecto de masa y Scatering, que se produce por trabajar con un detector en un ambiente cerrado, donde las radiaciones provienen de todos lados. Para ello el colimador a usar debe ser de 0,10 m de alto y un espesor de 0,01 m.

La representación gráfica (Figs. 2 y 3) de ambos relevamientos se efectúa a igual escala (1:20; 1:40; 1:100), confeccionando el radimétrico en papel transparente para permitir la superposición con el geológico. Sobre esta base se marcan y fraccionan las muestras, que luego de procesadas y molidas se envían a laboratorio para su análisis químico. Los tenores analíticos que se obtienen de las muestras así tomadas, junto a potencias mineralizadas determinadas en dichos gráficos, son valiosos elementos de juicios que colaboran con los aportados por la radiometría superficial, para tomar decisión respecto a la prosecución de trabajos exploratorios de mayor envergadura.

IV.2. Plan de sondeos

Una vez finalizada la etapa de laboreos superficial y conocidos los resultados analíticos que nos muestran la extensión y continuidad de la mineralización, se decide la prosecución de la etapa siguiente de exploración física regular mediante un programa de perforaciones. Este plan debe contemplar la ejecución de perforaciones testigadas para investigar la continuidad de la mineralización hasta un determinado nivel, que puede ser -20 ó -40 m, si se trata de una manifestación del tipo filoneano o con control tectónico. Si fuera sedimentario las perforaciones se ubicarán de tal manera que puedan alcanzar los estratos mineralizados a dichas profundidades.

Con la finalidad de poder establecer una relación entre radiactividad-tenor químico, todas las perforaciones son perfiladas geológicas y radimétricamente y los testigos analizados químicamente. Con estos datos de base se efectúa el cálculo para determinar la recta de correspondencia e interpretar luego adecuadamente los registros radimétricos de perfilaje de perforaciones.

Cuando por razones geológico-tectónico, o de otra índole, no es posible realizar perforaciones testigadas, estas se

pueden reemplazar por sondeos percutantes (Fig. 5) con recuperación de cutting, utilizándose para la evaluación una recta de correspondencia radiactividad-tenor químico. El procedimiento para la obtención de los datos de base para el cálculo de la misma, es el siguiente: aprovechando las labores realizadas en la etapa de prospección detallada, se ubican varias perforaciones a 0,50 m ó 0,60 m sobre los laterales, con profundidades iguales a las alcanzadas por las labores. En etapas siguientes las perforaciones son perfiladas con todos los equipos a utilizar durante la ejecución del plan de sondeo y luego descalzadas hasta dejar libre la media caña del sondeo. Sobre dicha media caña son marcadas con pinturas, las distintas fracciones a muestrear y posteriormente extraídas de acuerdo a las normas clásicas del muestreo tipo canaleta. Las muestras una vez procesadas y cuarteadas son enviadas a laboratorio para su análisis cuantitativo por uranio; con estos datos de base se efectúa el cálculo de la recta de correspondencia radiactividad-tenor químico.

"No existen límites bien precisos entre la finalización de la etapa de prospección y el comienzo de la exploración-evaluación de una manifestación nuclear". Sin embargo en la CNEA generalmente se ha considerado finalizada la primera, cuando el conjunto de datos logrados durante la prospección radimétrica detallada, laboreo superficial y un programa de perforaciones, permiten definir cualitativa y cuantitativamente una manifestación y aconsejar su exploración posterior con vistas a evaluar sus reservas.

V. EJEMPLOS DE RELEVAMIENTOS RADIMETRICOS GAMMA

V.1. Relevamiento sistemático gamma Los Gigantes

En el extremo norte de la Sierra Grande, en la provincia de Córdoba, mientras se reconocía algunas pegmatitas berilíferas en el batolito de Achala, se observó un trozo de roca granítica con impregnaciones de amarillos de uranio, en relación con la zona de falla principal sobre la escarpa oriental de la sierra.

Este hallazgo fue el comienzo de una investigación radimétrica terrestre en la etapa de prospección sistemática. Conociendo el carácter regional del fenómeno tectónico que se pretendía investigar, ya que dicha zona de falla se extiende entre los parajes conocidos como Los Gigantes al norte y Copina al sur, se decidió investigarla con prospección aérea detallada para acelerar el conocimiento. Se obtuvo así una serie de anomalías aéreas, muchas de las cuales estaban alineadas en relación directa con la estructura tectónica motivo por el cual se decidió estudiarla mediante radimetría terrestre sistemática a lo largo de la traza de la falla. Algunas comprobaciones mediante prospección expeditiva, permitieron certificar la ubicación terrestre de algunas principales anomalías aéreas, así como la conveniencia del trazado de un eje a lo largo de la zona de falla, para la ejecución de perfiles radimétricos en una etapa de prospección sistemática.

Dado el desarrollo longitudinal de algunas aureolas anómalas se consideró que con perfiles cada 50 m, normales al eje, se tendría suficiente posibilidad para la determinación areal de las principales anomalías.

Se estimó que 400 m de longitud para los perfiles, era suficiente para cubrir la zona con posibilidades uraníferas. Una vez marcados los perfiles se tomaron lecturas radimétricas en forma constante y fija cada 5 m, aumentándose dicha frecuencia en aquellos sectores que resultaron más anómalos.

El equipo de trabajo lo constituyó un geólogo jefe de comisión; un técnico minero como encargado de equipo de prospección y tres prospectores. Estos recorrían las líneas o perfiles efectuando lecturas fijas cada 5 metros, distancia que medían con cinta métrica. Los valores radimétricos, los datos geológicos, así como la ubicación de los mojones fueron anotados en la libreta del jefe de equipo. Con estos datos y con las correcciones de distancias efectuadas se confeccionó el plano radimétrico a escala conveniente.

Para el trazado de la carta de isoradiactividad, fue necesario establecer el "back-ground" o valor de fondo de la zona (.030mr/Hr); tomándose luego a partir del mismo los intervalos radiactivos siguientes: .050 - .10 - .25 Mr/Hr y mayores que éste para indicar las aureolas más importantes. Con esta carta se obtuvo una primera información respecto al posible control geológico o estructural de la manifestación.

La tarea de campo demandó la realización de 240 perfiles radimétricos para cubrir la distancia que media entre Copina y Los Gigantes efectuándose aproximadamente 20.000 lecturas. Se utilizaron cintilómetros americanos, hoy en desuso en el país, motivo por el cual no se da una correlación con los cintilómetros franceses que actualmente usa la CNEA.

Para el caso particular de Los Gigantes se obtuvieron tres zonas anómalas con mineralización de uranio, relacionadas con las zonas de fallas, de ellas, una es el actual yacimiento Schlagintweit. Presentó una amplia aureola anómala de casi 1.000 por 250 metros, con una orientación NO-SE, dirección esta que fue utilizada para el trazado del eje de radimetría detallada y base para la futura investigación física.

V.2. Relevamiento radimétrico detallado yacimiento "Schlagintweit"

Utilizando el eje implantado en la parte central de la aureola radimétrica, determinada por prospección sistemática, se efectuó un relevamiento detallado con malla de 10 por 5 metros. Para ello se trazaron perfiles normales al eje, cada 10 metros, materializándolos en el terreno mediante varios mojones de piedra, que luego fueron relevados taquimétricamente. Se efectuó la

corrección de distancia entre lecturas, a efectos de evitar las deformaciones del plano radimétrico resultante y poderlo superponer al topográfico-geológico.

El área cubierta con prospección radimétrica detallada (Fig. 4) alcanza a las 25 hectáreas, en las que se realizaron 111 perfiles con un total de 8.000 lecturas fijas y aproximadamente 2.000 intermedias. Se utilizaron cintilómetros franceses S.P.P.2.

El equipo de relevamiento se integró con un Técnico Minero como encargado de las anotaciones y cuatro prospectores que se desplazaban a lo largo de líneas separadas 10 metros entre sí, efectuando mediciones de distancias con una cadena convenientemente señalizada cada 5 metros. Para las anotaciones se usaron planillas con la grilla marcada a escala 1:1.000, colocadas en un dispositivo especial.

La carta de isoradiactividad permitió obtener aureolas anómalas más fuertes con elongación según el rumbo NO-SE; dirección preponderante de las diaclasas, fracturas menores y una zona de falla central.

Hacia el sector oriental las curvas isorradias se sucedían con menor espaciamiento hasta llegar a la zona de falla oriental con valores de fondo. Esta interpretación fue lograda luego de varios ensayos con distintas escalas de intervalos a partir de las 250 c/s determinadas como "back-ground". La amplitud de los valores radimétricos permitió finalmente elegir una escala de intervalos que establece, para los valores más bajos, diferencias que partiendo de 50 c/s se incrementan hasta llegar a 70 c/s; para continuar luego, en los más elevados, con el duplo del inmediato anterior, es decir 140 c/s - 280 c/s - 560 c/s, etc. (Fig. 4).

La etapa primera de investigación física comprendió la ejecución de 10 trincheras normales a las principales aureolas anómalas y un programa de 10 perforaciones testigadas y dirigidas al NE buscando cortar una estructura tectónica más importante que fuera responsable de la dirección y elongación de la anomalía.

Las labores fueron relevadas radimétricamente mediante una malla que establecía líneas verticales cada 0,30 m, con lecturas sobre las mismas cada 0,10 m. Las lecturas radimétricas se tomaron con cintilómetro americano 111 B provisto de un colimador de plomo de 0,10 m de alto por 0,01 m de espesor.

En cuanto al detalle geológico de paredes se realizó siguiendo la técnica clásica, es decir, sobre una línea horizontal como base se referían con cinta métrica todos los datos geológicos y tectónicos. Estos relevamientos sirvieron de base para la localización y fraccionamiento de las muestras.

V.3. Relevamiento radimétrico sistemático Sierra de Pichiñan (Chubut)

En la vertiente occidental de la Sierra de Pichiñan, en el Departamento Paso de Indios de la provincia del Chubut, se lo calizó mediante prospección aérea radimétrica detallada una serie de anomalías e indicios uraníferos. En razón de la gran extensión del área con anomalías, se decidió subdividirla en tres sectores para realizar la prospección radimétrica terrestre, denominados Norte, Central y Sur. Nos referiremos en este trabajo a la parte Central, también llamada área piloto por estar allí reunidas la mayor densidad de anomalías.

La configuración topográfica del sector Central permitió realizar el trabajo de campo con bastante facilidad, comparado con lo ya comentado de las Sierras de Córdoba.

La documentación cartográfica de la zona era deficiente existiendo tan solo un plano 1:500.000 del Instituto Geográfico Militar; un plano topográfico-geológico de YPF y el relevamiento aerofotogramétrico efectuado por CNEA a escala 1:10.000. Para la valorización de las anomalías, en primer término se realizó una radiometría sistemática malla 50 x 25 m apoyada sobre un estaqueo de 50 m x 50 m acotado, como control de distancia entre lecturas y como apoyo a todo trabajo posterior. Este estaqueo partía de un eje Este-Oeste, de tal manera de brindar líneas de perfil Norte-Sur.

El equipo de prospección radimétrica compuesto por cuatro prospectores y un jefe de anotaciones, se desplazaba sobre líneas Norte-Sur, determinando las distancias a pasos con control cada 50 metros, y realizando las lecturas radimétricas cada 25 metros. Para evitar inconvenientes en la comunicación de las lecturas, ya que la separación entre los prospectores de los extremos era 150 metros, se utilizó equipos pequeños de transceptores. Para acelerar el relevamiento y disminuir los costos de estaqueo de apoyo, los sectores Este y Oeste fueron realizados utilizando como base los fotogramas a escala 1:10.000. Para ello sólo fue necesario realizar líneas Este-Oeste sobre las que se implantó estas cada 50 metros. Estas líneas, perfectamente ubicadas en el fotograma sirvieron de base para la orientación de los prospectores en el campo. El fotograma con un papel transparente superpuesto sirvió para realizar el carteo geológico y anotar las mediciones radimétricas, mientras que los controles de distancia se hicieron utilizando los accidentes topográficos reconocidos en la foto.

Con la utilización de las dos técnicas de apoyo en el campo, el relevamiento radimétrico sistemático comprendió aproximadamente 20 Km². Con la última técnica de apoyo en el campo se obtuvo rendimientos muy elevados.

Para la confección de la carta de isoradiactividad, una vez determinado el valor de fondo en 100 c/s; se tomaron intervalos

los que partiendo de 20 c/s continúa con el duplo para la siguiente, estableciendo así la escala de curvas que a continuación vemos: 100 c/s; 120; 160; 240; 400; 700 c/s y > 700 c/s. Con esta interpretación se determinó un conjunto de aureolas anómalas las que por su importancia y ubicación se dividió en manifestaciones. Arealmente estas anomalías se integran demostrando que pertenecen al grupo fluvial de la Fm. Los Adobes y ocupando dentro de éste, el miembro inferior "A" y la porción inferior del "B".

V.4. Prospección radimétrica detallada "Cerro Cóndor"

En esta manifestación uranífera, una vez detectada la anomalía aérea, verificada por tierra y conocida su extensión areal, se determinó realizar inmediatamente la prospección radimétrica detallada sin pasar por la etapa anterior de prospección sistemática.

Antes de comenzarla y como paso previo para servir de apoyo a todo trabajo posterior, se efectuó un estaqueo de malla 50 x 50 m acotado. Fue trazado un eje Este-Oeste con estacas cada 50 metros y sobre cada una de ellas se hicieron pasar perfiles al Norte y Sur, con longitudes variables de acuerdo a los conocimientos previos que sobre la zona se tenían, de tal manera que cortaran los niveles anómalos.

La técnica utilizada para el relevamiento radimétrico detallado es la clásica para ambientes sedimentarios donde los desniveles, si bien pueden ser grandes, tienen pendientes uniformes y permiten la determinación de distancia a pasos. Un grupo de cuatro prospectores se desplazaban en forma simultánea utilizando la alineación de las estacas de los perfiles, manteniendo entre sí la equidistancia, que en este caso fue de 10 metros y efectuando lecturas radimétricas cada 5 metros con cintilómetros S.P.P.2. El control de distancia se efectuó cada 50 metros en coincidencia con las estacas. Las anotaciones se efectuaron directamente en planillas, que a escala 1:1.000 permitían cubrir una superficie correspondiente a 12 hectáreas.

El área de la manifestación corresponde a una loma alargada y levemente inclinada al occidente, con un truncamiento bastante brusco en el lateral oeste y un ensanchamiento hacia el lado opuesto.

En general los registros radimétricos del área son inferiores a 100 c/s y sólo en las proximidades, tanto inferiores como superiores de dichos niveles se obtienen incrementos. Como estos niveles se ubican sobre la ladera de dicha loma, desde su parte media a superior, la zoneografía ha delimitado casi perfectamente el contorno del conjunto anómalo en sus laterales Norte, Oeste y Sur. Para la interpretación zoneográfica de los valores radimétricos superficiales se ha utilizado una equidistancia entre curvas isorradias, que para las dos primeras es de 20 c/s,

continuando sucesivamente con el duplo de la anterior. Se ha considerado que 100 c/s constituye el máximo de lo que puede llamarse valor de fondo, por tal motivo este es el valor de la primera curva, continuando con 120, 140, 180, 260, 420, 740 y 1.380 c/s.

Las aureolas anómalas se relacionan con niveles de conglomerados y limos arenosos, con materia carbonosa, del ciclo fluvial perteneciente al grupo del Chubut, los que no siempre se encuentran bien expuestos. No obstante, con la carta de isoradiactividad, se ha delimitado casi perfectamente el contorno del conjunto anómalo.

Con los resultados de la interpretación radimétrica superficial se elaboró un plan de investigación física por medio de labores, la que fue realizada mediante 8 destapes y trincheras, ubicadas 4 en la ladera Norte y 4 en la Sur. Fueron ubicadas sistemáticamente cada 50 metros, tratando de cortar los halos anómalos más importantes en ambos sectores.

Las labores efectuadas han confirmado las aureolas radimétricas superficiales poniendo de manifiesto, algunas de ellas, mineralizaciones correspondientes a pequeños cuerpos, mientras que otras, tanto por su posición topográfica como por las condiciones litológico-radimétricas en ellas observadas, indicarían que se trata de un cuerpo mucho mayor.

El relevamiento radimétrico-litológico de labores fue realizado a malla cuadrada de 0,20 x 0,20 m. Para la radimetría fue utilizado un cintilómetro S.P.P.2., provisto de un colimador de plomo de 0,10 m de alto por 0,01 m de espesor que reduce los registros en 40 a 50 % aproximadamente de su valor sin protector.

Las muestras fueron ubicadas sobre los laterales, en forma alternada, con un intervalo de 2 metros, comenzando desde el frente.

La existencia de dos aureolas anómalas con valores tan importantes correspondientes al mismo nivel estratigráfico y se paradas por un intervalo de más de 300 metros, indicaría que pueden existir ocultas iguales o mejores condiciones de mineralización, que deben ser investigadas mediante un programa de perforaciones.

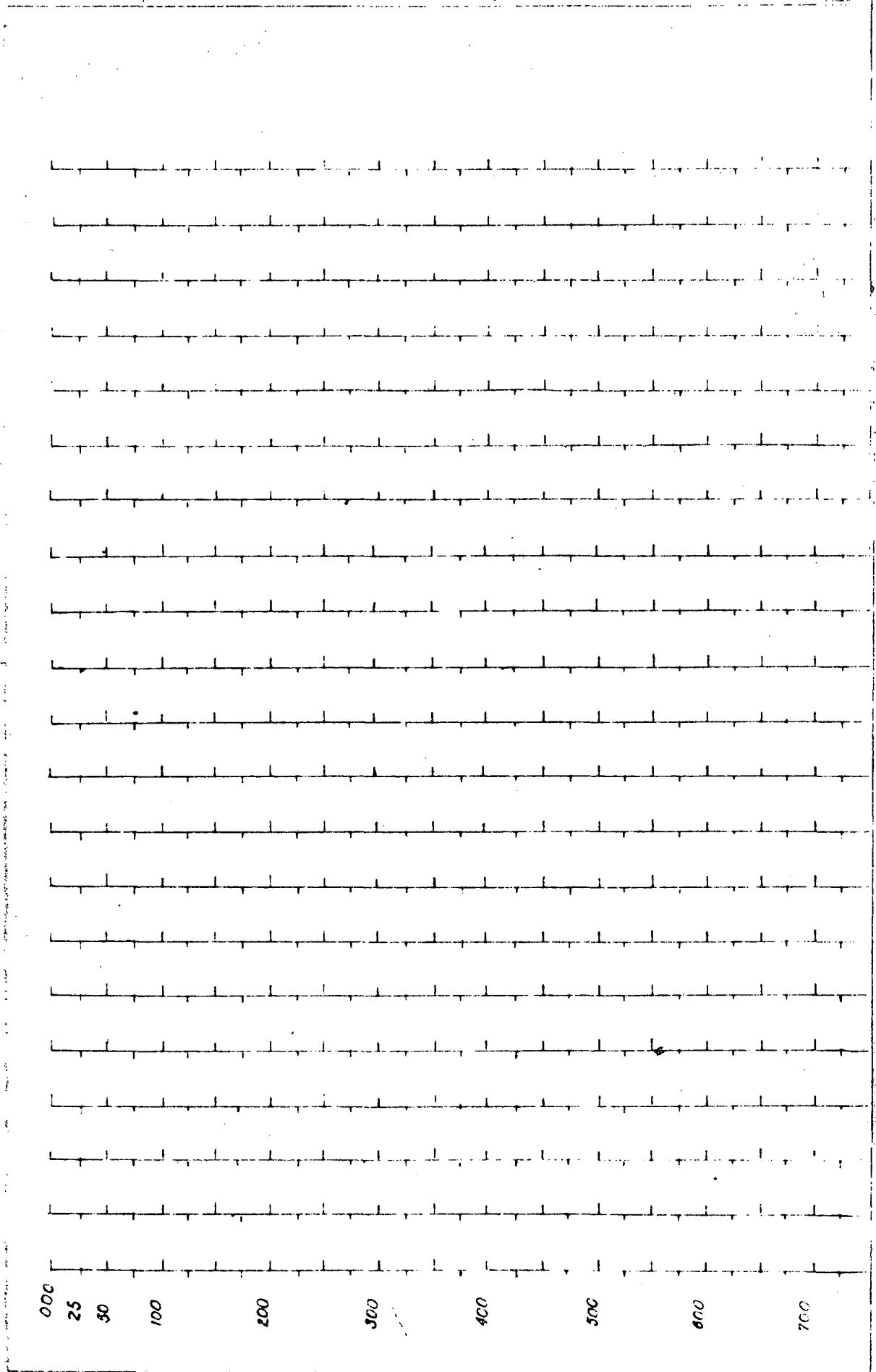
VI. BIBLIOGRAFIA

- AGOCs, W.B. "Prospección cintilométrica aérea". (The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, 48 N° 515, p. 109 - 1955). Traduc. por A.L. Coco, CNEA, 1975.
- ANZULOVICH, J.C. y BERIZZO, J.A. "Informe preliminar complementario de los estudios realizados en la vertiente occidental de la Sierra de Pichiñan - Depart. Paso de Indios - Prov. de Chubut, Agosto 1971 - Mayo 1972". 1972.
- ANZULOVICH, J.C. "Informe prospección radimétrica detallada Manifestación Nuclear Cerro Cóndor - Depart. Paso de Indios - Prov. de Chubut", 1972.
- ANZULOVICH, J.C. "Prospección detallada de la Manifestación Nuclear Schlagintweit - Sierra de Los Gigantes - Provincia de Córdoba, 1967.
- ANZULOVICH, J.C. "Informe Geológico sintético sobre distrito uranífero de Los Gigantes, con especial atención al Yacimiento "Schlagintweit" - Dpto. Cruz del Eje - Punilla - San Alberto, Pvcia. Córdoba. Geología-Mineralización - Exploración realizada. Estimación de reservas, 1978.
- ANZULOVICH, J.C. "Curso Latinoamericano de capacitación para la prospección y exploración de yacimientos uraníferos. III.6. Prospección Radimétrica Terrestre (Gamma), 1978.
- BOWIE, S.H.V. "Métodos, tendencias y requerimientos en la exploración del Uranio". Instituto de Ciencias Geológicas. Londres-Inglaterra. Traduc. por P.A. Saucedo Aponte, 1975.
- CARRAT, H.G. "El método de Prospección del Uranio en una División Minera (Puesta a punto y resultados)", 1959.
- MARTINEZ, C.G. "Métodos de Prospección Uranífera, 6a. Prospección radimétrica terrestre", Tomo III, 1969.
- RODRIGO, F. "Curso Regional de Capacitación en la Prospección de Uranio, 1. La prospección de uranio, planificación y selección de métodos", Tomo II, 1977.
- ROUBAULT, M. Géologie de L'uranium. Capítulo 11. La prospección des minéraux radioactifs. 1958.

I N D I C E

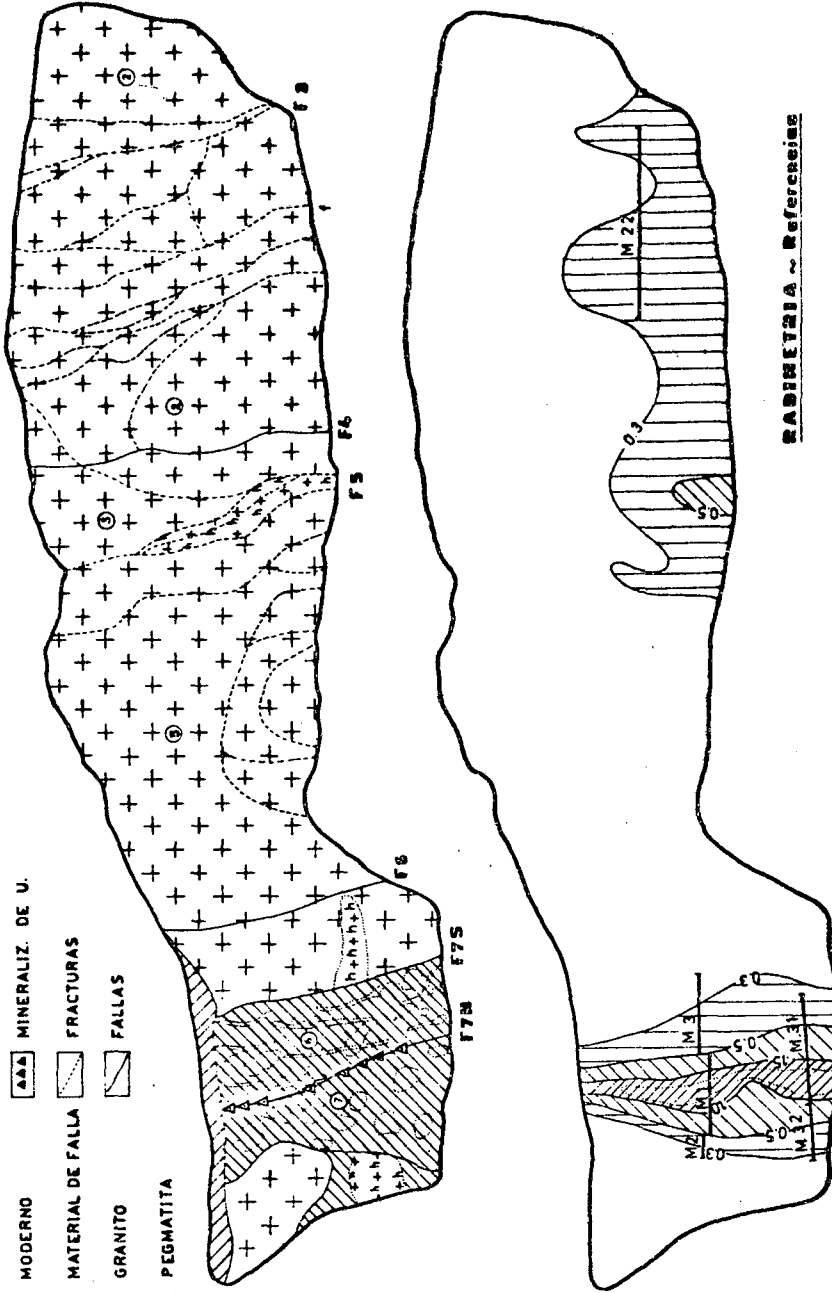
	<u>Págs.</u>
I. <u>INTRODUCCION</u>	1
II. <u>FUNDAMENTOS DE LA TECNICA</u>	2
III. <u>PROSPECCION RADIMETRICA</u>	2
III.1. <u>Clasificación o División</u>	2
III.1.a. <u>Prospección General</u>	3
III.1.b. <u>Prospección Terrestre</u>	3
III.2. <u>Prospección radimétrica terrestre o gamma</u>	3
III.2.a. <u>Etapas que comprende</u>	4
III.2.b. <u>Planificación, coordinación y apoyo</u>	5
III.2.c. <u>Algunos conceptos básicos de Gammametría</u>	5
III.2.d. <u>Desarrollo del método</u>	6
III.2.e. <u>Personal</u>	7
III.2.f. <u>Bases de apoyo topográfico</u>	7
III.2.g. <u>Técnica operativa en campaña</u>	8
III.2.h. <u>Graficación de datos</u>	8
III.2.i. <u>Técnica operativa en gabinete</u>	9
III.2.j. <u>Rendimientos y costos</u>	9
IV. <u>LABORES DE RECONOCIMIENTO SUPERFICIAL</u>	10
IV.1. <u>Programación y desarrollo</u>	10
IV.2. <u>Plan de sondeos</u>	11
V. <u>EJEMPLOS DE RELEVAMIENTOS RADIMETRICOS GAMMA</u>	12
V.1. <u>Relevamiento sistemático gamma Los Gigantes</u>	12
V.2. <u>Relevamiento radimétrico detallado yacimiento "Schlagintweit"</u>	13
V.3. <u>Relevamiento radimétrico sistemático Sierra de Pichinan</u>	15
V.4. <u>Prospección radimétrica detallada "Cerro Cóndor"</u>	16
VI. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	18

MODELO DE GRILLA PARA REGISTRO DE RADIMETERIA DE SUPERFICIE (sistemática o detallada)



GEOLOGIA ~ Referencias

- MODERNO
- MINERALIZ. DE U.
- MATERIAL DE FALLA
- FRACTURAS
- GRANITO
- FALLAS
- PEGMATITA



RADIOMETRIA ~ Referencias

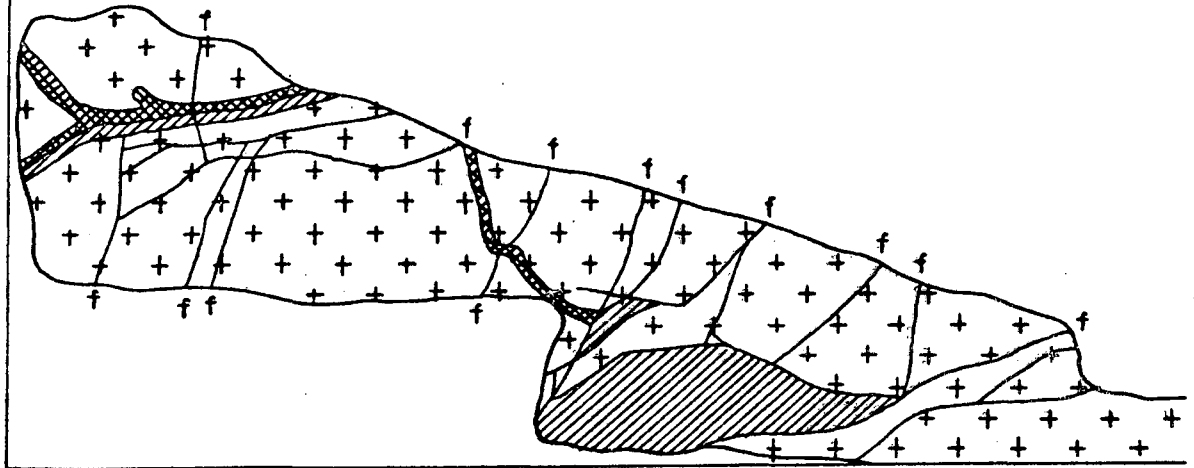
- 0.03 MR/h
- 0.10 a 0.25 MR/h
- 0.03 a 0.05 MR/h
- Muestreo
- 0.05 a 0.10 MR/h (Mediciones con colimador de Pb)

Escala 1:25
 0 0.50 1m

C.N.E.A.
GERENCIA DE EXPLORACION
PCIA. DE CORDOBA
MANIFESTACION URANIFERA SCHLAGINWEIT

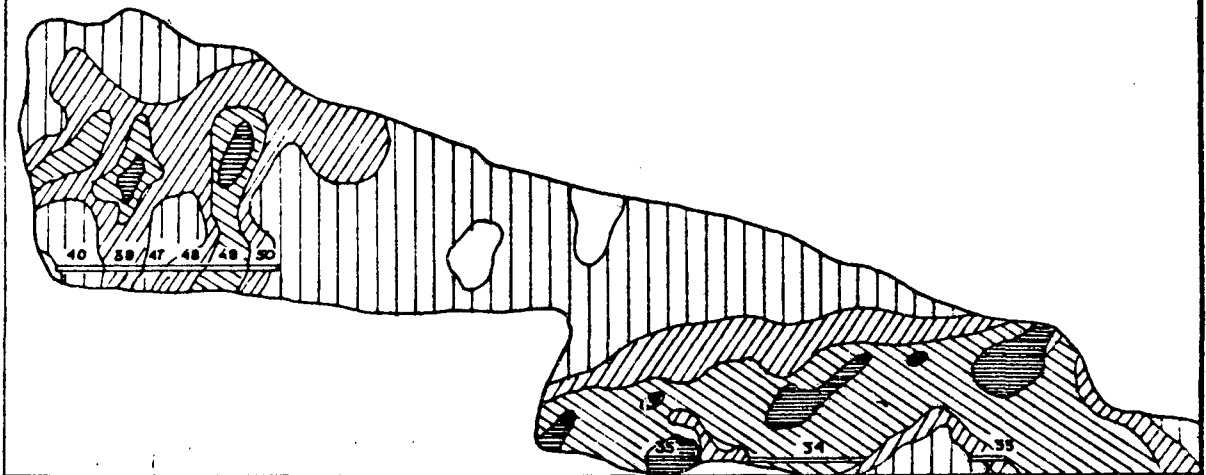
LABOR 6

A) GEOLOGIA

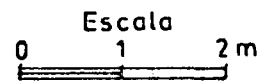


- Granito
- Pegmatitas
- Arcillas de falla
- Fallas

B) RADIMETRIA



- $< 0,03 \text{ MR/h}$
- 0,03 a 0,05 MR/h
- 0,05 a 0,10 MR/h
- 0,10 a 0,25 MR/h
- 0,25 a 0,50 MR/h
- Muestreo



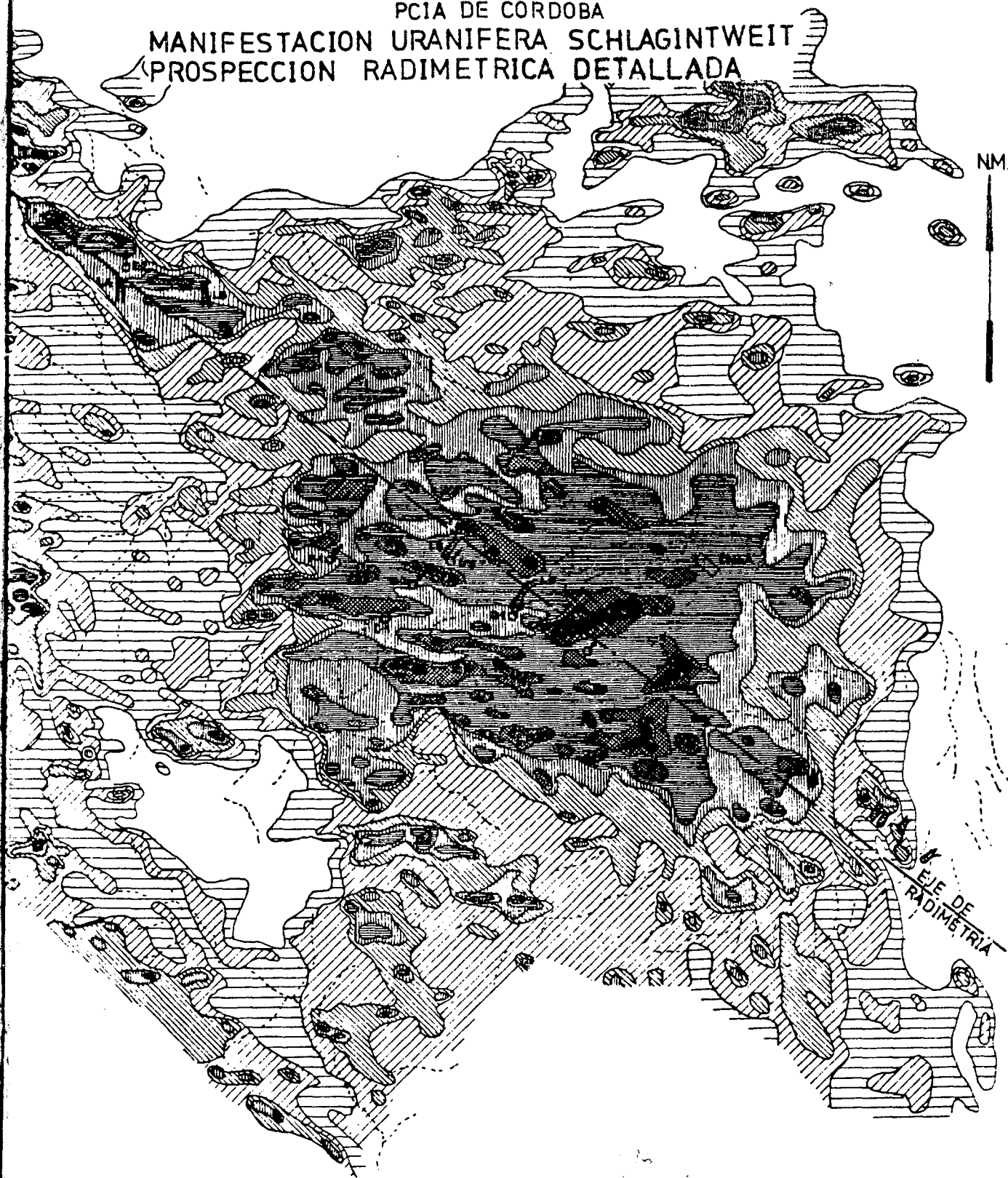
(Mediciones con colimador de Pb)









C.N.E.A.

fig. 4

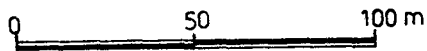
GERENCIA DE EXPLORACION
PCIA DE CORDOBA

MANIFESTACION URANIFERA SCHLAGINTWEIT
PROSPECCION RADIMETRICA DETALLADA



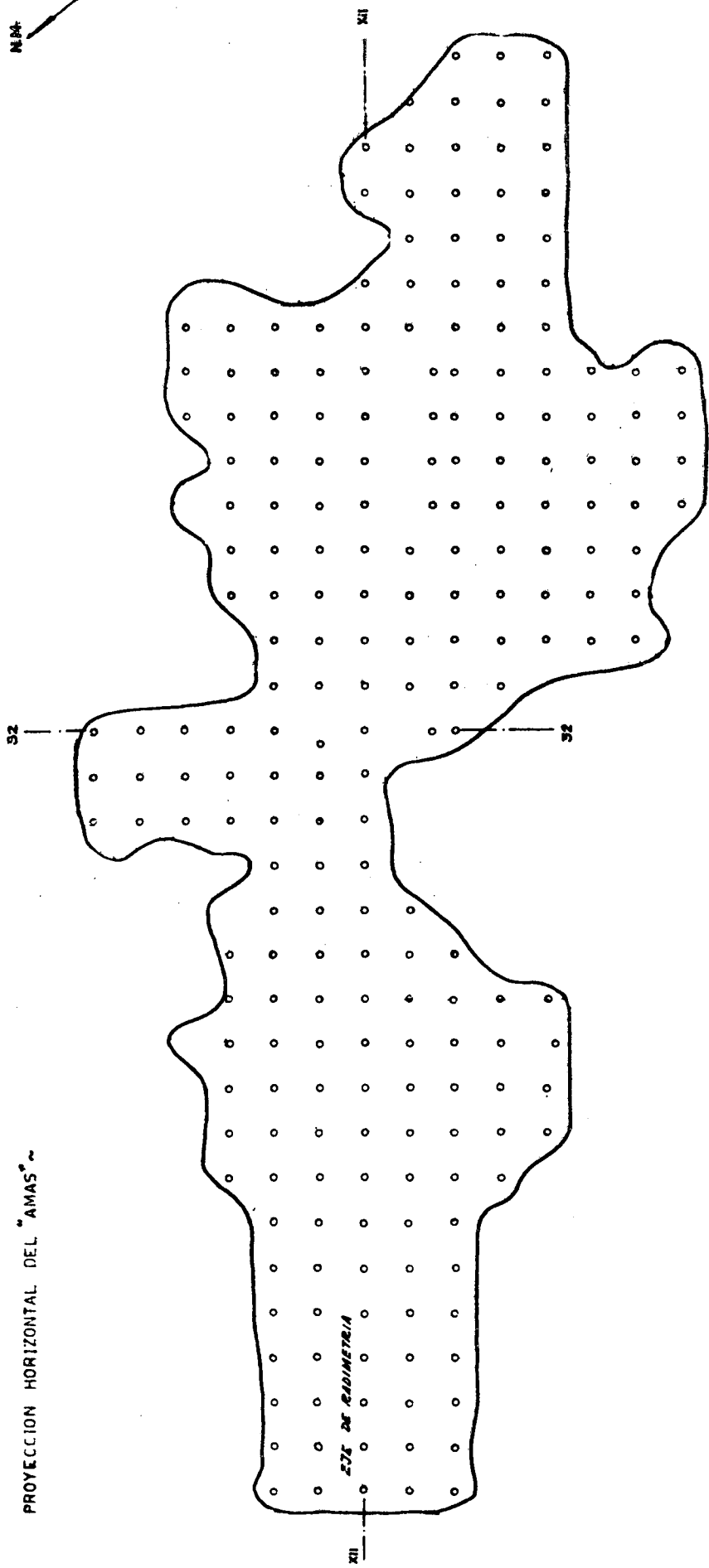
	250 % < Fondo		431 570 %
	251 - 300 %		571 850 %
	301 - 360 %		851 1410 %
	361 - 430 %		1411 % >

Escala : 1 : 2000



YACIMIENTO SCHLAGINTWIT ~ PROV. DE CORDOBA ~ R.F.P. ARGENTINA

PROYECCION HORIZONTAL DEL "AMAS"



REFERENCIAS (según LUCCRO, H.N.)

Contorno del AMAS de Los Gigantes, determinado con perforaciones ~ o ~ perforaciones

Escala 1:2500
0 20 40 60 m

