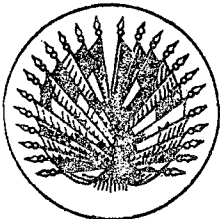


05.78.29



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



**CURSO LATINOAMERICANO DE CAPACITACION
PARA LA PROSPECCION Y EXPLORACION
DE YACIMIENTOS URANIFEROS**

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1978

CNEA-AC-15/78

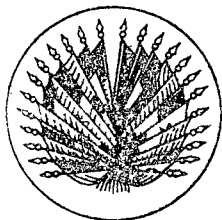
III. PROSPECCION AEREA

3. ESPECTROMETRIA AEREA

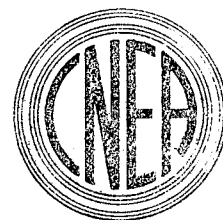
ROLANDO JOSE O. SOLIS

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

BUENOS AIRES
OCTUBRE 1978



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



CURSO LATINOAMERICANO DE CAPACITACION PARA LA PROSPECCION Y EXPLORACION DE YACIMIENTOS URANIFEROS

CONFERENCIA III-3

- ESPECTROMETRIA AEREA

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

Lic. Rolando José O. Solís

I. INTRODUCCION

La prospección radimétrica aérea desde la década de 1950, forma parte de los métodos clásicos y fundamentales aplicados a la búsqueda de minerales radiactivos. Desde su origen con equipos iniciales basados en contadores Geiger-Müller, fué en continua evolución hasta culminar en las actuales técnicas sofisticadas de espectrometría gamma con detectores cintilométricos de gran volumen.

Si bien es cierto, como lo manifestara S.H. Bowie del Instituto de Ciencias Geológicas de Londres, que la era de los descubrimientos de depósitos de uranio con manifestaciones radioactivas situados en las partes más accesibles de la corteza terrestre están virtualmente llegando a su fin, el empleo de las técnicas actuales son aconsejables bajo circunstancias razonables, especialmente en áreas extensas inexploradas y ambientes geológicos de gran desarrollo territorial que presentan condiciones óptimas para depósitos uraníferos, más aun si en los mismos se dispone de una variada gama de indicios y manifestaciones. Es recomendable también si los datos a obtener son numerosos, pretendiéndose elaborar los resultados rápidamente.

Resulta fundamental contar con el conocimiento geológico del área a considerar, como base de todo programa de reconocimiento racionalmente planificado. De no disponerse de manifestaciones uraníferas de importancia o indicios y

III.3.2

ambientes geológicos apropiados, no debería efectuarse la exploración con metodologías que impliquen excesivas sutilezas, sin comprobar previamente los costos operativos.

El método que nos ocupa, presenta limitaciones que deben tenerse en cuenta para obtener resultados satisfactorios; dependiendo de una serie de factores, entre los cuales los más importantes a considerar son :

- a) Condiciones climáticas; estas deben ser óptimas para vuelos relativamente bajos.
- b) Superficie del terreno; debe estar libre de depósitos glaciales, arenas eólicas, desarrollo excesivo de suelos especialmente en regiones húmedas de escaso relieve, vegetación u otros elementos que puedan atenuar o detener la radiación gamma a detectar.

La Comisión Nacional de Energía Atómica por intermedio de la Gerencia de Exploración ha programado un plan ambicioso de prospección aérea espectrométrica gamma para todo el territorio de la República Argentina. En el presente año se inició la exploración de 100.000 km² en las provincias del Chubut y Santa Cruz, jurisdicción de la Delegación Patagonia, por intermedio de servicios de prospección contratados con una empresa especializada en dichas tareas.

El trabajo reseña lo efectuado en el transcurso del año con la aplicación del mencionado método, haciendo referencias a las exigencias requeridas, parámetros operacionales, equipos utilizados, procesamiento de los datos registrados, información y resultados obtenidos al presente.

II. ANTECEDENTES

Para la selección de un área de 100.000 km² en la Patagonia a cubrir con el método de prospección aérea espectrométrica gamma, se tuvieron en cuenta los siguientes elementos de juicio : a) geológicos, b) topográficos, c) climáticos, d) planimétricos y e) técnicas aéreas utilizadas.

a) Geológicos

La superficie elegida cuenta con yacimientos de importancia y numerosas manifestaciones uraníferas como asimismo un voluminoso registro de anomalías radimétricas, encuadrados en su mayoría en formaciones sedimentarias aflorantes, con litología apta para la depositación de minerales radioactivos.

Se trata de una región semiárida con suelos residuales que tienen aproximadamente la misma radioactividad que sus rocas madres, las cuales no afectan mayormente a los rayos gamma de las formaciones infrayacentes.

Todo lo mencionado configura un panorama que encierra condiciones de favorabilidad geológica que hacen al objetivo básico del trabajo.

b) Topográficos

La topografía de la zona en cuestión responde en su mayor parte al tipo geomorfológico de mesetas con cordones montañosos de orientación N-S y E-O, cuya altitud no supera los 1.400 m sobre el nivel del mar. Las zonas elevadas responden en su mayor parte a un relieve maduro, reactivado por la orogenia Andina en un grado tal que la resultante, no llega a crear condiciones morfo-altimétricas que afecten la normal operación de vuelo.

c) Climáticos

El análisis de los factores climáticos nos indica que puede operarse sin dificultades en el período diciembre a mayo inclusive, especialmente con rendimientos notables en los últimos tres meses.

Durante el invierno el clima sumamente riguroso incluye precipitaciones pluviales y nivales, y durante la primavera vientos frecuentes de gran intensidad que dificultan los programas de vuelos .

Las bases del análisis climático se obtienen de los registros de datos meteorológicos de los últimos veinte años del Servicio Meteorológico Nacional y la experiencia en prospección aérea de la CNEA.

d) Planimétricos

Es fundamental disponer de una base planimétrica de muy buena calidad, que permita ubicar geográficamente la información registrada y procesada con gran precisión.

El área programada cuenta con el relevamiento fotográfico semi-apoyado del Instituto Geográfico Militar a escala aproximada 1:60.000.

En la confección de los fotoplanos se debió recurrir a su rectificación con la ayuda de las fotografías satélites Lansat a fin de reducir los errores de dualidad de imagen.

e) Técnicas aéreas utilizadas

Se cumplieron programas de exploración aérea desde 1960 con resultados exitosos en gran parte del área señalada. Reseñar los trabajos efectuados es prácticamente referirse a la historia de la prospección aérea de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Los mismos se aplicaron casi ininterrumpidamente, incluyendo técnicas aplicadas desde la llamada "Perro de caza" en sus comienzos, pasando por las de Reconocimiento y Prospección Regular hasta las de Prospección Detallada con equidistancia de vuelo de 250 m sobre sectores que merecieron este tipo de malla.

Desde su origen las distintas etapas efectuadas evolucionaron acorde con el progreso tecnológico, pero no superaron los 615 cm³ de cristal de INa(Tl)

III.3.4

en los detectores cintilométricos ni se utilizó la discriminación de radiación gamma, no registrándose tampoco actividad cósmica.

El pequeño porte de los aviones utilizados limitaron el transporte de equipos al mínimo indispensable, registrándose los valores radimétricos de conteo total con normalización de lecturas al plano de los 80 metros de altura tierra - avión, valorizándose el background formacional estadísticamente. Asimismo las correcciones por error de fluctuaciones del instrumental y los de temperatura no contemplaron las exigencias actuales.

III. PROGRAMACION DE LOS VUELOS

La graficación de los vuelos se efectuó delineando los itinerarios a realizar en un Plan de Vuelo a escala 1:500.000 sobre planimetría de imágenes Landsat.

El rumbo de las líneas de vuelo se determinó en base a la orientación principal de las líneas estructurales y forma geométrica de las anomalías conocidas.

Sobre este fundamento se establecieron dos tipos de líneas de vuelo.

- a) Líneas principales con rumbo E-O y equidistancia de 1.000 m, con tolerancia del 50%.
- b) Líneas de control con orientación N-S y separación entre recorridos de 10 km, con tolerancia del 10%.

Las líneas principales aseguran un cubrimiento efectivo del 24%, en tanto que las líneas de control permiten precisar el ajuste planimétrico de los itinerarios de vuelo, y secundariamente la radimetría. Cumplimentándose además las exigencias de confección de una grilla para la prospección magnetométrica que posteriormente se decidió ejecutar.

El trabajo previó la numeración de las líneas de recorrido con cifras de cinco dígitos, permitiendo con un código especial la identificación rápida de las líneas principales, de control, de test y de toma de background, de la misma manera se pueden reconocer los segmentos de líneas, líneas revoladas y futuros itinerarios de detalle hasta una equidistancia de 250 m.

El dimensionamiento del trabajo cartográfico se ajustó a hojas de 0,70m x 0,70m y escala 1:60.000 acorde al sistema de coordenadas Gauss-Krügger utilizadas en el País.

Por último se indicaron las bases de operaciones teniendo en cuenta los factores económicos, de apoyo logístico y rapidez de ejecución, incluyendo los aeródromos de alternativas para fines de seguridad e involucrando la cartografía todas las referencias usuales con el agregado de aquellos que específicamente hacen a los fines del trabajo.

III.3.5

IV. AVION

El avión utilizado en el desarrollo de la campaña de prospección de la cual se ha ejecutado un 61,5 % del área programada, es un Douglas DC-3 ; equipado con tanque suplementario de combustible instalado en la carlinga que permitió duplicar su autonomía de vuelo llevándola a 12 horas.

Se operó con una velocidad de 200 kilómetros por hora con una tolerancia de $\pm 10\%$, la cual está comprendida en las especificaciones de la máquina y acorde con el tiempo de respuesta de los equipos en uso.

Las condiciones de operabilidad se pueden calificar de óptimas, permitiendo acompañar el relieve sin dificultad con la altura de vuelo establecida en 120 m, manteniéndose las tolerancias de -30 y $+60$ m con respecto al nivel de vuelo señalado.

La gran capacidad de su fuselaje, permite transportar el instrumental necesario y una tripulación de cuatro personas.

El avión cuenta con instrumental para navegación radioeléctrica, aunque su uso no es frecuente en vuelos de prospección, cuyas condiciones son estrictamente visuales.

La tripulación de vuelo se integró con el siguiente personal : piloto, navegante, operador e inspector técnico de la obra.

V. SISTEMA DE DETECCION

El instrumental consiste en un espectrómetro de rayos gamma, marca Mcphar, construido en módulos, de alto poder de resolución con velocidad de respuesta de 3,5 microsegundos.

El detector primario para radiación terrestre se integra con un conjunto de cristales de INa(Tl) distribuido en cuatro módulos que totalizaron una ganancia equivalente a 46.600 cm^3 .

Los tubos fotomultiplicadores de acople perfecto con los cristales fueron alojados en compartimentos especiales para eliminar los efectos mecánicos y radioeléctricos, contando a su vez con blindaje antimagnético.

La temperatura de los cristales se mantuvo en 20°C durante las 24 hs con una tolerancia de $\pm 2^\circ\text{C}$.

El espectrómetro utilizado fué de 256 canales discriminativos de energía, registrándose el conteo de pulsos correspondientes a cuatro ventanas programadas segun los siguientes niveles :

III.3.6

Contaje total	0,40 - 2,82	Mev
Potasio	1,36 - 1,56	Mev
Uranio	1,66 - 1,86	Mev
Torio	2,42 - 2,82	Mev

Se prospectó con un segundo detector cenital cuyo volumen de cristal es de 5.000 cm³ y características discriminativas similares al terrestre, munido de un blindaje capaz de reducir en un 80% la influencia gamma de superficie. Su objetivo es captar la radiación atmosférica, cuya influencia debe ser tenido en cuenta para la valorización de los registros radimétricos finales.

VI. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO

La técnica de navegación aplicada se basó en lo siguiente :

a) Reconocimiento visual del navegante de la superficie prospectada, determinándose puntos de apoyo en los fotoplanos a escala 1:60.000 del I.G.M.

b) Datos de "x" e "y" de posicionamiento suministrados por el equipo Bendix DRA 12/CPS Doppler que permitió guiar al navegante durante el desarrollo de los vuelos y a su vez consignar en los registros digitales la ubicación real de la aeronave en la vertical.

c) Simultáneamente se utilizó una cámara filmadora de registro en cuadro de 35 mm a fin de reproducir los itinerarios de vuelos en base a los negativos blanco y negro a escala aproximada 1:10.000. Las imágenes fueron reproducidas con una velocidad acorde con el intervalo de muestra, presentando marcas fiducias sincronizadas con los registradores analógicos y digitales.

VII. SISTEMA DE DETERMINACION DE ALTURA

La altura de vuelo se determina mediante un radioaltímetro marca HONEYWELL V-176 capaz de discernir cada 10 pies con velocidad de respuesta a 1 segundo. La registración es indispensable para los futuros cálculos de corrección y compensar la pérdida de intensidad de la radiación gamma que se produce por la absorción del aire. Los datos se registran analógica y digitalmente, contando con un repetidor auxiliar para guía del piloto.

VIII. SISTEMA DE REGISTRACION

Se utilizó para la datación de los parámetros un sistema de doble registración :

a) Registración analógica: Se aceptó como una primera fuente de datos y comprendió a los canales de conteo total, uranio, torio, potasio, altura de vuelo y magnetometría.

Las muestras registradas en banda de papel de acuerdo al intervalo es-

III.3.7

pecificado de 120_m estuvieron sincronizadas con las marcas fiduciarias de la cámara filmadora, las del sistema de navegación y las de registración digital.

Los parámetros registrados se ajustaron a las siguientes escalas :

Escala horizontal : con el espaciamiento de muestra cada 120 m y a una escala de 1:60.000.

Escala vertical : los canales de conteo total, uranio, torio y potasio con ancho de escala de 200 c/s con una precisión de 1 cuenta.

El canal de altura de vuelo con un ancho de escala de 1.000 pies y precisión de 10 pies.

El canal de magnetometría con ancho de escala de 1.000 gamma con precisión de 10 gamma.

b) Registración digital : Se efectuó la registración digital mediante cinta magnética, empleándose una unidad que operó como periférico de una mini computadora. Asimismo se portó una máquina de escribir para entrada de datos y una pantalla de rayos catódicos para visión directa de los valores registrados.

Los datos se imprimieron en registros de 128 caracteres en lenguaje Fortran correspondiente a los siguientes parámetros.

- 1) Número de línea de acuerdo al Plan de Vuelo.
- 2) Número de muestra o fiducial cada 120 m a intervalos de 1 segundo.
- 3) Hora de muestreo en GMT con precisión de 1 segundo.
- 4) Altura de vuelo con precisión de 10 pies.
- 5) Posicionamiento, registrando los datos de "x" e "y", suministrado con intervalos de 1 segundo por el Doppler.
- 6) Datación de la radiación gamma terrestre discriminada y cósmica con el detector terrestre para los canales de : conteo total, potasio, uranio, torio y cósmica, con precisión de 1 cuenta en intervalos de 1 segundo.
- 7) Datación de la radiación gamma terrestre discriminada y cósmica con el detector cenital para los canales de : conteo total, potasio, uranio, torio y cósmica con precisión de 1 cuenta en intervalos de 1 segundo.
- 8) Registración magnetométrica con precisión de 1 gamma y tiempo de intervalo de 1 segundo.

IX CALIBRACION DE INSTRUMENTAL

a) Radioaltímetro : Se realizan vuelos de calibración periódicos a fin de registrar su comportamiento a niveles de 200,300,400,500,600,700 y 800 pies sobre la superficie de un espejo de agua de dimensiones de 5 km por 1 km.

III.3.8

Cuando no es posible contar en las proximidades de las bases de operaciones de tales accidentes geográficos, los vuelos de prueba se efectuarán sobre los aeródromos.

b) Espectrómetro : Se controla diariamente antes y después de cada operación de prospección la posición relativa y ancho de cada ventana de conteo, asimismo se establece el poder de resolución del detector en base al valor pico de 0,661 Mev del Cs 137, a través del calibrador nuclear incorporado.

Se realizan vuelos de calibración pre y post operación cumplimentándose los parámetros de velocidad y altura de prospección, sobrevolando una extensión longitudinal superior a 5 km, registrándose en los mismos los valores obtenidos con distintas fuentes utilizadas:

- 1) Fuente de torio (Tl 208)
- 2) Fuente de uranio (Bi 214)
- 3) Sin fuente

Los resultados obtenidos no deben superar $\pm 5\%$ del valor medio de las cuentas por segundos registradas para los canales que se establecieron.

c) Registros analógicos : Se controla diariamente el cero y punto máximo de cada escala mediante procedimientos de práctica.

d) Líneas de "test" o vuelos de prueba : Se efectúan antes y después de las operaciones vuelos en las condiciones de prospección, sobre un mismo lugar elegido por características radimétricas contrastada y sobrevolando un recorrido de 10 km.

La curva radimétrica obtenida en los registros analógicos se compara con los gráficos de líneas de test anteriores, observándose que la figura sea reiterativa en sus formas geométricas, tanto sea en sus proporciones como intensidad.

La finalidad de las líneas de "test" es controlar el funcionamiento del instrumental y a su vez detectar anomalías si las hubiere. El canal de uranio en especial no deberá diferir en $\pm 5\%$ de los valores medios datados anteriormente.

X. CONTROL DE BACKGROUND ATMOSFERICO

Se efectúan vuelos diarios pre y post operación para determinación del background atmosférico en las condiciones de vuelo estipuladas (altura y velocidad de prospección), de un recorrido superior a 10 km, sobre un espejo de agua de dimensiones mínimas de 5 km por 1 km.

De no contarse en el área de las condiciones geográficas antes estipuladas el control de background atmosférico deberá realizarse a 3000 pies de altura conservándose la velocidad de vuelo de prospección.

XI. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

El procesamiento de la información realizado completamente en el país, comprende la elaboración de los datos registrados analógica y digitalmente por vía separada, para control en su cotejamiento final.

a) Información procedente de los registros analógicos :

Comprende el análisis del registro gráfico de los seis canales dados; conteo total, uranio, potasio, torio, altura de vuelo y magnetometría.

Anomalías

Las anomalías de U y Th se determinan en base a los desvíos de intensidad con respecto al background formacional, considerándose el registro altimétrico. Si se pretende obtener el máximo ajuste de error, puede aplicarse la corrección que evalúe la variación de intensidad gamma por efecto de absorción de la atmósfera.

Asimismo debe contemplarse en los resultados finales el denominado efecto Compton, que involucra la influencia producida por la adición de actividad gamma que se produce en los límites fijados para los niveles de energía de torio-uranio.

El registro magnetométrico completa el análisis y evaluación final de las anomalías radimétricas habiéndose comprobado que los registros magnéticos y radimétricos suelen estar asociados a fallas, cambios formacionales, etc.

Plano de variación de fondos

Se confecciona en base a los registros analógicos, refiriéndose al canal de uranio los desvíos tipos medios del background formacional, debiéndose contemplar los canales de conteo total, potasio, torio y altura. Se grafica con distintos colores en base a una codificación que representa la variación de intensidad radimétrica. Se trabaja a la escala del registro apoyándose sobre planimetría o fotoplanos de las mismas proporciones.

La determinación de áreas de prioridad en base a los registros analógicos (registro de anomalías y plano de variación de fondo) representan una exactitud del 70 % aproximadamente con los trabajos finales ejecutados por documentación digital, aceptándose como una fuente primaria de información elaborada con prontitud.

b) Información procedente de la registración digital :

El procesamiento de la información digital y su correcta ubicación planimétrica, actualmente en ejecución, es realizada por la empresa argentina Aerofotogramétrica del Plata S.A. , contratista de la obra, con el asesoramiento técnico de Northway Survey Company de Toronto-Canadá.

III.3.10

La documentación obtenida por el avión para este proceso comprende la registración digital en cinta magnética, la cual debe auxiliarse en la ubicación precisa de las muestras de los datos suministrados por el film de 35 mm y el plano primario de navegación de vuelo.

Las distintas tareas que deben realizarse se clasifican primariamente en función del lugar donde es procesada.

Tareas de gabinete en campaña : Se revela el film de 35 mm a negativo, para posteriormente reproducir los itinerarios de vuelo. Se grafican los recorridos en base al cotejamiento de accidentes geográficos de las imágenes en cuadro de la película y los fotoplanos del I.G.M. a escala 1:60.000. El ploteo resultante de fiduciales con su correspondiente numeración debe realizarse en un intervalo de 3 km para la escala en que se opera. Se toma como referencia la graficación efectuada por el navegante, en mosaicos de la misma escala, con marcas de fiduciales aproximadas que identifican los reconocimientos visuales de la superficie del terreno prospectado con los fotoplanos.

Tareas realizadas por computación : En la fig.Nº1 se señalan los pasos principales de las tareas que deben efectuarse por computación de los datos registrados en campaña. Los mismos se limitan a los parámetros provenientes en cinta magnética y a los fotoplanos con las líneas de recorrido elaboradas en los gabinetes de campo.

El procesamiento comprende tres fases principales :

1. Proceso planimétrico
2. Proceso de datos digitales
3. Proceso mezclador

1. Proceso planimétrico

Se refiere a la ubicación de los fiduciales ploteados en coordenadas geográficas, operándose en las siguientes etapas.

1.1 Digitalización

Es la etapa en que se determinan los valores de x e y de los fiduciales señalados en campaña, efectuándose por procedimientos manuales o de computación; consignándose, simultáneamente o posteriormente, acorde con el equipo disponible, los valores obtenidos en tarjetas perforadas tipo I.B.M.

1.2 Corrección de errores

Se determinan los errores en distancia y velocidad resultante del ploteo de fiduciales con tolerancia del 10%.

Los errores resultantes se corrigen por replanteo de las líneas de vuelo, plotéandose nuevamente los fiduciales reubicados, procediéndose posterior

III.3.1i

mente al cambio de tarjetas perforadas que consignan los nuevos datos de "x" e "y".

A fin de obtener el % de error tolerado, se debe efectuar la presente etapa, tantas veces como sea necesaria.

1.3 Asignación de coordenadas geográficas

Superada la etapa anterior, se procede a la asignación de las coordenadas utilizadas. Para la tarea de referencia se emplean las coordenadas Gauss-Krüger la cual se realiza mediante programas de computación.

1.4 Graficación de las líneas de vuelo

Consiste en la aplicación de programas cuya finalidad es la graficación de las líneas de vuelo por medio de un "Plotter".

2. Proceso de datos digitales

Los parámetros geofísicos obtenidos en la prospección son grabados en cinta magnética en caracteres del lenguaje Fortran. Comprende a programas que se efectúan por computación, y cuyas principales etapas son : obtención de duplicados, comprobación de impresión de caracteres, conversión de caracteres alfanumérico a binario, corrección de errores, determinación de pulsos eléctricos erróneos, producción de perfiles por impresora para su visualización.

El resultado final es la depuración de los datos para el proceso siguiente y la obtención por graficadora de perfiles radimétricos de conteo total, torio, potasio y uranio, magnetometría y altura de vuelo.

3. Proceso mezclador

La información obtenida en los procesos planimétricos y de datos digitales se fusionan a fin de lograrse por medio de un programa de computación la ubicación geográfica precisa de las muestras tomadas con sus correspondientes parámetros registrados depuradamente.

La segunda etapa principal consiste en efectuar las correcciones siguientes por "Software" :

- Background atmosférico
- Absorción diferencial por altura de vuelo
- Efecto Compton
- Radiación cósmica
- Eventual fluctuaciones del instrumental
- Variación de temperatura y "tiempo muerto"

La etapa final del proceso mezclador se limita a la graficación por medio de "Plotter" de las curvas isoradimétricas en los formatos que se dimensionan

III.3.12

nó el trabajo de la radiación gamma correspondiente al conteo total, potasio, uranio y torio. Asimismo se establecieron los planos con las relaciones U/K, U/Th y Th/K.

XII.. INFORMACION FINAL

a) De los registros analógicos se obtiene la siguiente información :

1) Listado de anomalías de U y Th, clasificadas en base a la exposición de las fuentes e intensidad de los valores radimétricos con respecto al background formacional.

2) Plano de Variación de Fondo, con la distribución de los valores radimétricos de U, señalándose sus valores de intensidad.

b) De los registros digitales procede la documentación que se detalla :

3) Listado de los parámetros registrados digitalmente por muestra tomada.

4) Perfiles radimétricos de conteo total, uranio, torio y potasio, magnetometría y altura de vuelo, los mismos comprenden a cada línea de vuelo completa.

5) Planos isoradimétricos de conteo total, uranio, potasio y torio, y de las relaciones U/Th, U/K y Th/K. En los mismos se señalan hasta cuatro desvíos tipos de los valores medios del flujo de radiación gamma.

6) Listado de anomalías radimétricas en especial de uranio clasificadas en categorías de importancia.

7) Interpretación de los resultados obtenidos, cotejándose perfiles, planos isoradimétricos, relación de niveles de energía y magnetometría.

8) Informe final con indicación del proceso utilizado, metodología aplicada, calibraciones efectuadas, tolerancias admitidas, constantes empleadas, correcciones realizadas y conclusiones finales.

XIII. INFORMACION ADICIONAL

a) Magnetometría: La obtención simultánea de la registración radimétrica y magnetométrica por métodos aéreos resulta de extraordinario valor para las interpretaciones geológicas. Las manifestaciones uraníferas suelen estar asociadas a áreas de anomalías magnetométricas, tal el caso de estructuras geológicas, cambios formacionales, etc. A su vez la magnetometría puede utilizarse con fines geológicos exploratorios.

Por último la aplicación simultánea de ambos métodos aéreos de prospección no encarecen mayormente el monto total de la obra.

- b) Planos de "Zoning": La confección de planos de zoneamiento a partir de la elaboración e interpretación de los perfiles radiométricos discriminados de energía gamma, permiten tener con prontitud un mayor conocimiento geológico de áreas extensas no muy bien conocidas e incluso contribuyen a confirmar o reestudiar la fotointerpretación si se dispone. La información aportada se limita a planos de probabilidad de formaciones geológicas, basadas en el análisis de una superficie menor que reúne documentación y condiciones sedimentarias y estructurales representativas del área total prospectada. Las variables asignadas a cada formación se determinan en base al compartimento generalmente constante de los valores medios de radiación gamma del conteo total, uranio, potasio, torio y sus relaciones U/Th, U/K y Th/K.

XIV. CONCLUSIONES

TECNICAS

1) Equipos e instrumental : Se prospectó con equipos que superaron en calidad los sistemas de navegación y de detección utilizados en las técnicas aplicadas anteriormente. Registrándose para cada muestra numerosa información que involucra : número de muestra y de línea, rumbo de recorrido, datos de posicionamiento geográfico, radiación discriminada (conteo total, uranio, torio y potasio), gamma terrestre y cósmica, magnetometría, altura de vuelo, hora de toma, velocidad de prospección de la aeronave y temperatura ambiental, que permitieron correcciones de mayor precisión.

2) Avión : Las tareas de prospección realizadas con un avión de gran porte facilitó transportar el volumen de instrumental necesario con mayor autonomía de vuelo, efectuando los mismos a mayor altura que las utilizadas al presente por la CNEA y a velocidad crucero de la aeronave, permitiendo la operación con marcados márgenes de seguridad.

3) Rendimiento : Se pone de manifiesto en la relación superficie cubierta-tiempo empleado. La exploración de 61.600 km² de la superficie programada en solo tres meses de tareas de vuelo así lo indica.

El procesamiento de los datos registrados se ven acelerados por la aplicación en su depuración y graficación de equipos de computación con programas experimentados.

GEOLOGICAS

4) Información analógica : La elaboración de datos analógicos con un grado de veracidad del 70 % con respecto a los registros digitales arrojó los siguientes resultados :

- Anomalías de torio y uranio

Se registraron 306 anomalías, de las cuales 109 corresponden a torio y 197 a uranio.

III.3.14

Se estimaron en base a los desvíos máximos de radiación gamma con respecto a los valores medios o background formacional, estableciéndose una clasificación de grados de expectativas, detallándose las mismas a continuación :

<u>Intensidad</u>			<u>Anomalías</u>		<u>Grados de</u>
(Expresada en veces background)			<u>Th</u>	<u>U</u>	<u>Expectativas</u>
Hasta	x	2,00 B.G.	29	149	3
De 2,01	a	3,00 B.G.	48	45	2
De 3,01	a	4,00 B.G.	16	3	1
Mayor	a	4,01 B.G.	16	-	1

- Áreas de prioridad

El resultado de la aplicación de estas nuevas tecnologías permitió establecer áreas de prioridad en base a la interpretación de los planos de variación de fondo, agrupamiento en el espacio e intensidad de las anomalías dadas, dentro de un margen de tiempo, economía y seguridad superior con respecto a anteriores metodologías.

La valorización de las áreas de prioridad permite confirmar las expectativas iniciales geológicas, asignar menor importancia a zonas de influencias de anomalías y manifestaciones conocidas y determinar la presencia de superficies descubiertas dignas de ser inspeccionadas.

5) Información digital : Las tareas de procesamiento de la registración digital, en la actualidad en etapa de ejecución, se espera que confirme de manera más precisa la información obtenida en la datación analógica.

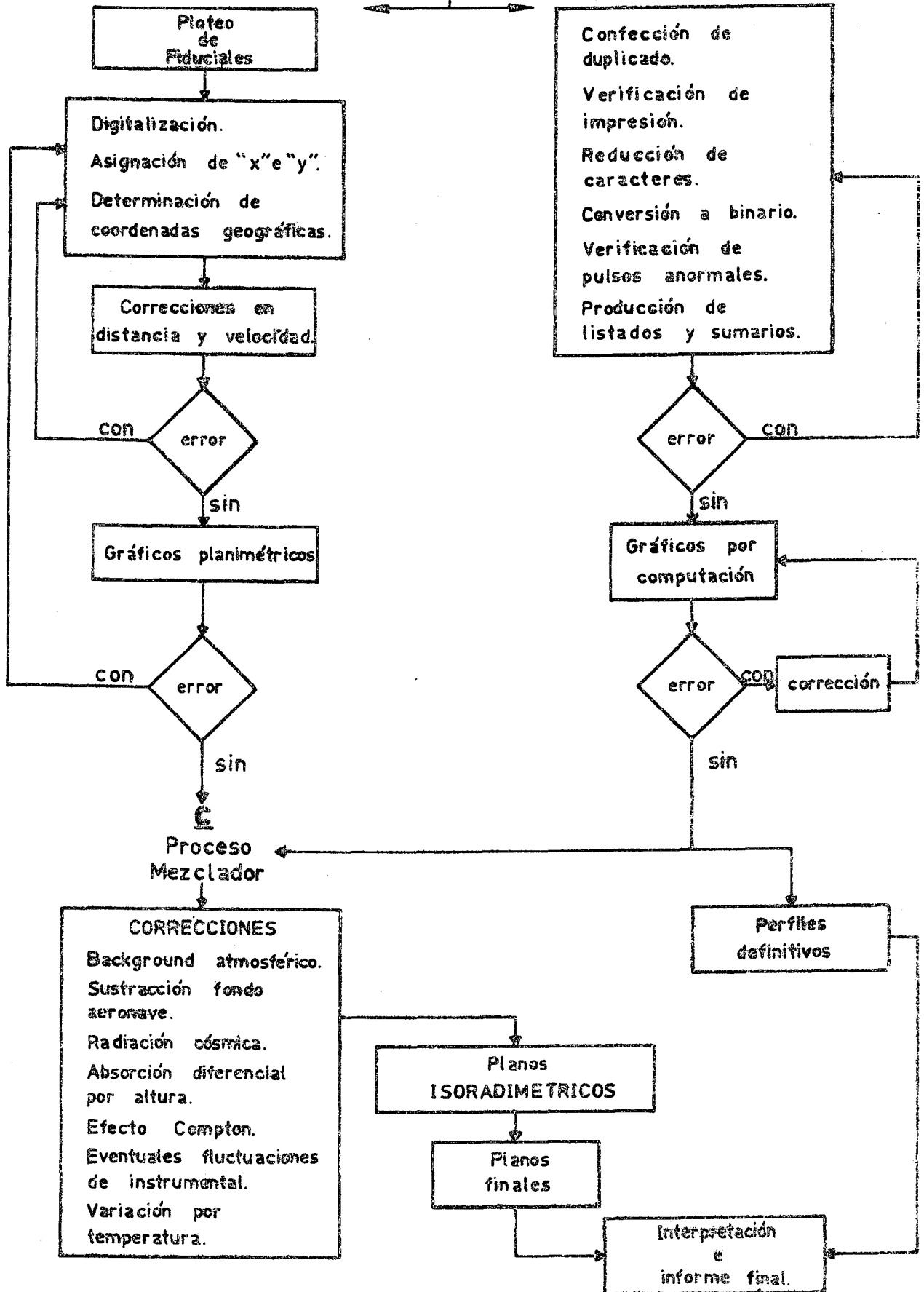
ETAPA DEL PROCESO DE GABINETE

M.J.15

DATOS DE VUELO

Proceso **A** Planimétrico

Proceso **B** Geofísico



BIBLIOGRAFIA

- /1 / AGOCS, W.B.-Prospección cintilométrica aérea.Publicación The Canadian Mining and Metallurgical. Bulletin 48, n°515 p.109 (1955).Traducción Coco A.L.- CNEA- (1975).
- /2 / BOWIE,S.H.U.- Métodos, tendencias y requerimientos en la exploración del uranio. Publicación del Instituto de Ciencias Geológicas - Londres, Inglaterra - Traducción de Saucedo Aponte ,P.A.-CNEA-(1975).
- /3 / COCO,A.L.- Métodos de Prospección Aérea. Prospección radimétrica aérea detallada- Curso de capacitación en la prospección de uranio- OIEA y CNEA. Buenos Aires-Argentina (1975).
- /4 / CHARBONEAU,B.W. and DARNLEY,A.G. - A test strip for calibration of airborne gamma ray spectrometers ; in Report of Activities Geological Survey Canadá. Paper 70-4. Ottawa, Canada (1970).
- /5 / DARNLEY,A.G.- Airborne gamma-ray survey techniques presentad future, in uranium exploration methods. p.67-108. IAEA. Viena-Suiza (1973).
- /6 / DARNLEY,A.G.- The Canadian uranium reconnaissance program. Publicación del Geological Survey Canada - Ottawa-Canada (1976).
- /7 / DARNLEY, A.G.- The advantages of standardizing radiometric exploration measurements, and how to do It.- Publicación de The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin- Ottawa,Canada (1977).
- /8 / DAVIS,F.J. y REINHARDT.- Instrumentación en aeronaves para medidas de radiación. Publicación de Nuclear Science and Engineering, 2,713-727 (1957). Traducción Coco,A.L.- CNEA.(1975).
- /9 / EXAMPLE OF PRESENTATION OF SPECTROMETRY. Publicación de la empresa Loockwood - Geophysics Division. Toronto,Canada.(1977).
- /10/ FARINA ITALO HILARIO-FORTRAN IV.Curso de Programación para computadoras digitales. EUDEBA-(1976).
- /11/ GREGORY,A.F. - Detección aérea de yacimientos radioactivos. Publicación de The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin- 48 n°520 p.479 (1955). Traducción de Coco,A.L.- CNEA.(1975).
- /12/ HINRICHS,F.W. - Interpretación práctica del estudio de anomalías radioactivas aéreas. (1955).
- /13/ SOLIS,R.J.O. - Relevamiento Aeroradimétrico del Departamento Cerro Largo (Uruguay) 1ªParte.Informe inédito del I.G.I.E.T.A.-Rep.Oriental del Uruguay (1976).

III.3.17

//..

/14/ SOLIS,R.J.D. y MALLET,R. -Informes Técnicos Mensuales de Obra 70 Ex.
Gerencia de Exploración. CNEA.(1978).

/15/ URANIUM EXPLORATION'75 .- Publicación del Geological Survey of Canada.
Departament of Energy Mines and Resources. Paper 75-26- Ottawa-Canada
(1975).

INDICE

I.	INTRODUCCION	pág.	III.3.1
II.	ANTECEDENTES	"	III.3.2
III.	PROGRAMACION DE LOS VUELOS	"	III.3.4
IV.	AVION	"	III.3.5
V.	SISTEMA DE DETECCION	"	III.3.5
VI.	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO	"	III.3.6
VII.	SISTEMA DE DETERMINACION DE ALTURA	"	III.3.6
VIII.	SISTEMA DE REGISTRACION	"	III.3.6
IX.	CALIBRACION DE INSTRUMENTAL	"	III.3.7
X.	CONTROL DE BACKGROUND ATMOSFERICO	"	III.3.8
XI.	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	"	III.3.9
XII.	INFORMACION FINAL	"	III.3.12
XIII.	INFORMACION ADICIONAL	"	III.3.12
XIV.	CONCLUSIONES	"	III.3.13
	FIGURA N° 1	"	III.3.15
	BIBLIOGRAFIA	"	III.3.16
