



Capitán JOSE EDMUNDO SANDOVAL S.

## PROSPECCION RADIOMETRICA AEREA EN COLOMBIA

Desde el año de 1946 se ha venido usando la técnica de la prospección aérea de minerales radioactivos con mucho éxito en varios países. Ejemplos de ese empleo son Inglaterra, Estados Unidos, Canadá, Rusia y Francia. Se ha discutido mucho la efectividad del método e inicialmente se llegó a dudar de su eficacia, pero la experiencia demostró que cuando se aplicaba con instrumentos de gran sensibilidad, permitía aun detectar características que no se habían encontrado en previas prospecciones terrestres. Este sistema de prospección está indicado para zonas montañosas donde se hace difícil la movilización de personal y equipo.

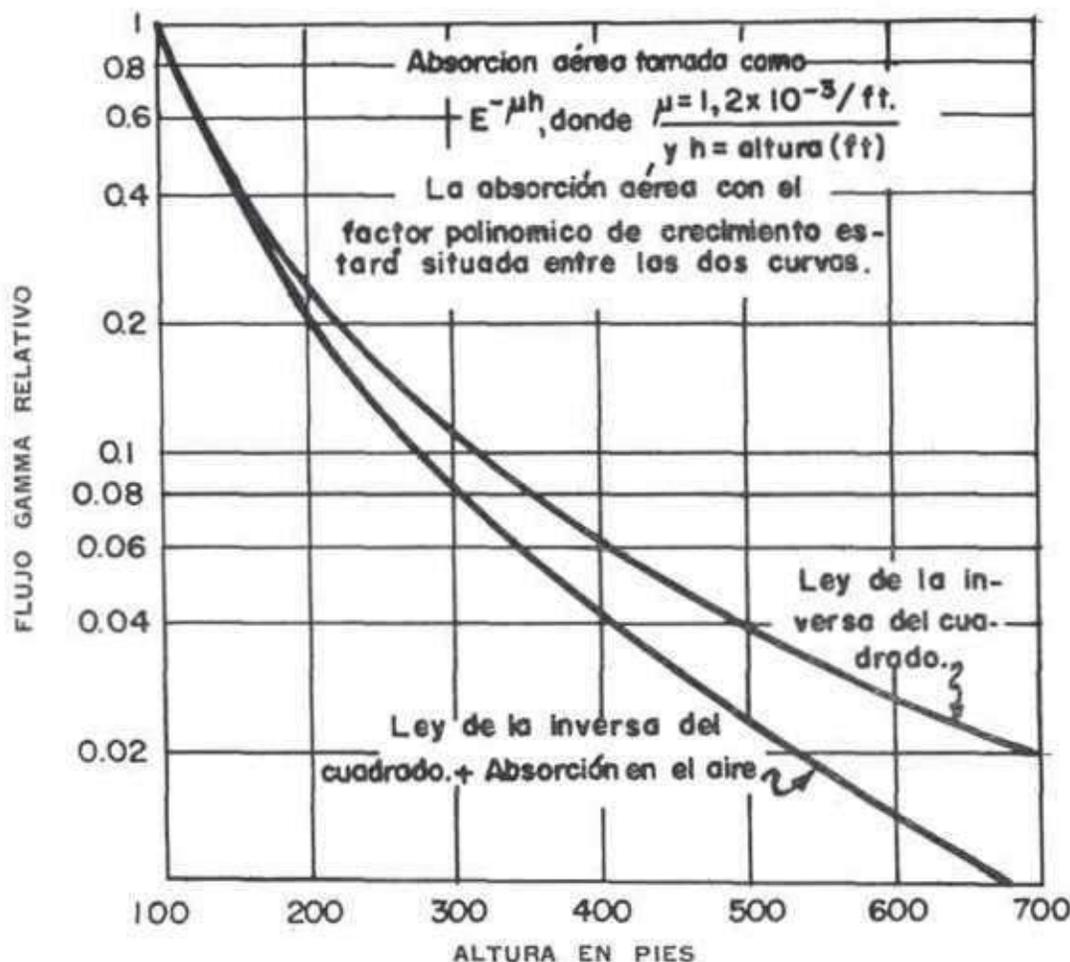
Tal es el caso colombiano, especialmente en aquellas regiones en las cuales las formaciones geológicas señalan la posibilidad de existencia de materiales radioactivos. Sin embargo, el aeromóvil que se puede emplear requiere ciertos requisitos que anulan la mayor parte de los equipos de vuelo conocidos, quedando solamente el helicóptero en condiciones de prestar este servicio, ya que reúne las cualidades del avión y del automóvil con lo cual se puede obtener la doble finalidad de prospección aérea detallada y estudio general en el suelo. Basados en esta experiencia el Instituto de Asuntos Nucleares, decidió organizar en colaboración con la Fuer-

za Aérea Colombiana, un estudio radiométrico aéreo en los departamentos de Santander y Norte de Santander.

### Consideraciones Físicas

**Rad'aciones del Uranio y del Torio.** Los minerales Uranio y Torio se desintegran y emiten radiaciones gamma muy penetrantes que alcanzan a atravesar las capas que cubren los yacimientos y aun a recorrer ciertas distancias en el aire, lo cual permite mediante el empleo de ciertos instrumentos de detección, reconocer el lugar de donde provienen. La variación de la intensidad de la radiación gamma, con la altura por encima de la fuente radiactiva está determinada por la relación geométrica entre la fuente y el detector y por la absorción y dispersión que produce el aire. Si las dimensiones superficiales de la fuente son pequeñas en relación a la distancia del detector, la atenuación es proporcional al cuadrado de esa distancia (Fig. 1). Cuando aumenta la superficie de la fuente, la absorción y la dispersión en el aire se hacen mayores y pueden llegar hasta ocultar las variaciones de flujo con la altura. (Fig. 2). Debido a la velocidad de los aeromóviles y a la disminución de las radiaciones con la altura, es necesario detectar las anomalías que se presenten en intervalos muy cortos. Esto no sería posible si no se dispusiese de instrumentos de

FIGURA No. 1



Variación del flujo gamma con la altura sobre una fuente poco extensa.

DIBUJO E.J.G.

sensibilidad muy elevada, tales como los contadores de centelleo provistos de cristales de yoduro sódico activados

con talio, que son capaces de registrar la mayoría de los rayos gamma con energías superiores a los 30 kiloelectrón voltios.

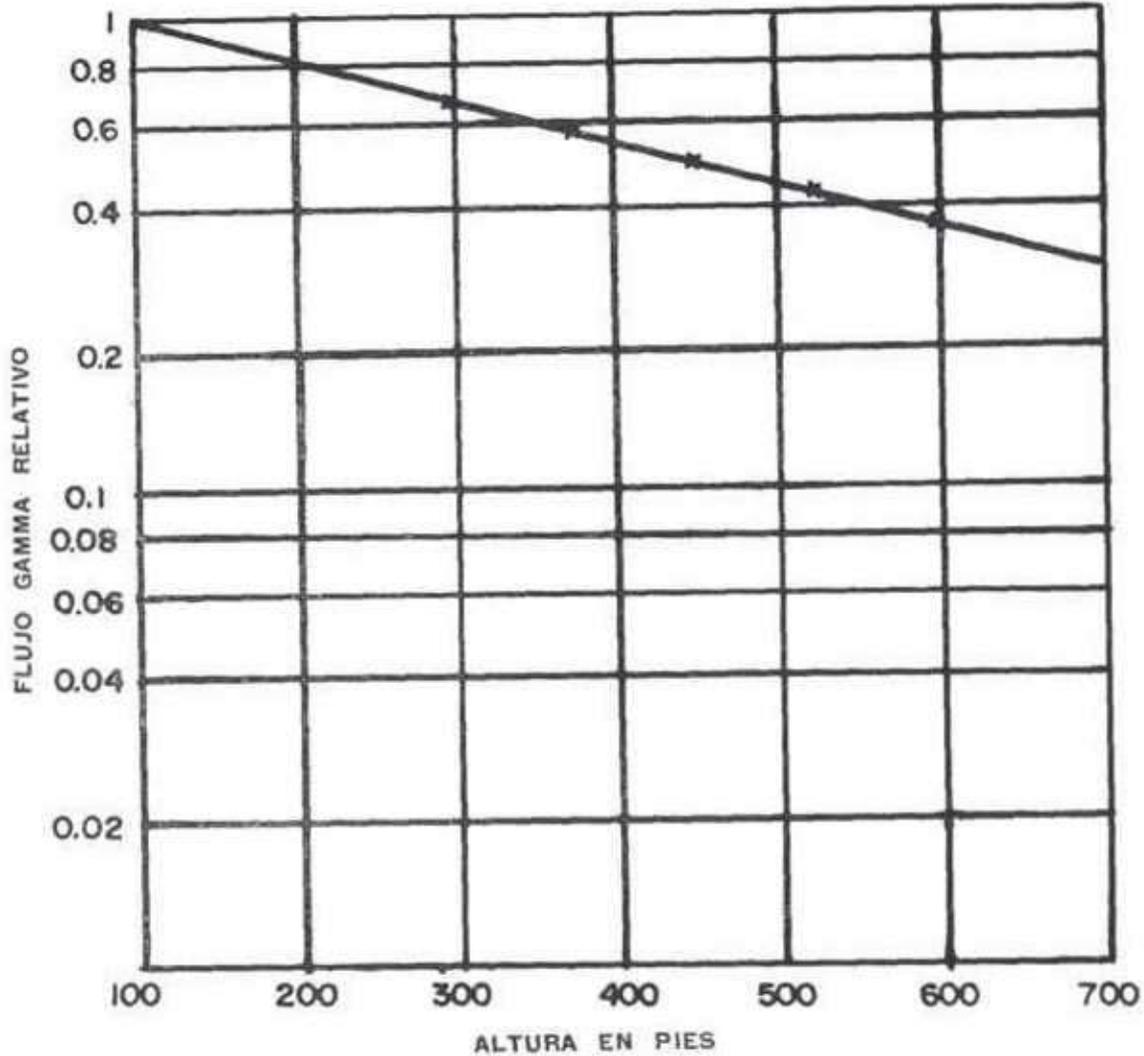
#### CAPITAN

JOSE EDMUNDO SANDOVAL

Egresó de la Escuela de Aviación Marco Fidel Suárez en diciembre de 1954. Recibió el título de Piloto Militar de Helicópteros en junio de 1956. Ha sido profesor de Matemáticas, Física, Teoría Nuclear y apreciaciones aéreas en el Instituto Militar Aeronáutico y en la Escuela Superior de Guerra. Adelantó los cursos de: Pilotaje de Helicópteros en la Escuela de Helicópteros y Tecnología Nuclear en la Facultad de Mayaguez de la Universidad de Puerto Rico. Es profesor escalafonado en tercera categoría. Actualmente presta sus servicios en comisión en el Instituto de Asuntos Nucleares de Bogotá.

Al registrar las actividades que señalan los detectores es preciso tener en cuenta la cantidad de radiación ambiental debida a los rayos cósmicos y a fotones gamma originados en la atmósfera, a los provenientes de los materiales de los instrumentos y los del avión. Cuando se utilizan contadores de centelleo, la contribución debida a la radiación cósmica es pequeña y normalmente se puede despreciar. Sin embargo, las variaciones de la radioactividad atmosférica pueden tener un efecto notable sobre el nivel registra-

FIGURA No. 2



Los puntos experimentales típicos se señalan xx (se ha restado el flujo residual).  
Variación del flujo gamma con la altura sobre una fuente plana infinita.

DIBUJO E.J.G.

do, particularmente durante cambios turbulentos del tiempo por inversiones de temperatura. Por regla general se aceptan como anomalías interesantes, aquellas que indican una desviación tres veces superior a la normal producida por la radiación ambiental.

#### Método de trabajo

La prospección aérea por helicóptero es una actividad que requiere gran experiencia y habilidad, ya que el personal científico y de vuelo debe en todo momento estar pendiente de muchos detalles tales como: altura exac-

ta, navegación correcta, los aspectos morfológicos y geológicos del terreno, la radiometría, etc.

El vuelo se efectúa siguiendo líneas que se dibujan previamente en un plano de vuelo, y a una altura constante. Esas líneas se colocan transversalmente a la dirección probable de las vetas o de las capas mineralizadas que se exploran.

El intervalo de las líneas es variable ya que depende de la naturaleza de los yacimientos. Donde las condiciones del terreno lo permitan, se obtienen magníficos resultados empleando 12 líneas por kilómetro, lo que equi-

vale a un intervalo promedio de 83 metros. No obstante, en países accidentados como el nuestro, la técnica a seguir es un poco diferente ya que exige la precaución de investigar niveles radiactivos en ejes longitudinales y verticales, lo que se consigue siguiendo un patrón de vuelo en forma de senoide.

La altura de vuelo se escoge de modo que el aparato cubra una faja bastante ancha en cada vuelo sin peligro de perder anomalías. Una altura de 35 metros sobre el suelo con una tolerancia de 7 metros, permite desarrollar una labor satisfactoria.

### **Operación Santander**

Antecedentes. Estudios geológicos previos y exploraciones posteriores han demostrado que en la zona comprendida entre California, Pamplona y Bochalema se encuentran vetas uraníferas cuya concentración va desde .008 por ciento hasta 7.2 por ciento de mineral radiactivo. Debido a lo difícil del terreno no había sido posible efectuar una exploración completa de las regiones circunvecinas que permitiera determinar la orientación y recorrido de los yacimientos y los puntos de mayor concentración. Para aclarar esta ambigua situación, el Instituto de Asuntos Nucleares en colaboración con la FAC, planteó una operación con el fin de familiarizarse con la prospección aérea en Colombia y buscar filones radiactivos, posibles continuaciones de los yacimientos ya conocidos.

Para integrar la comisión, la FAC destacó al señor Capitán Jorge Gutiérrez y al Suboficial Técnico Jefe Armando Elorza para que en unión del doctor Albin Kerekes, Geofísico del Instituto de Asuntos Nucleares y del Teniente Edmundo Sandoval, Oficial de la FAC en comisión en el IAN, efectuaron la primera prospección aérea en helicóptero que se realizaba en el país.

El personal militar se desplazó hacia Bucaramanga desde la Base de Helicópteros de Melgar, en una máquina Hiller, el día 9 de abril de 1962.

### **Prospección Radiométrica**

Debido a que la máquina no disponía de radioaltímetro fue necesario efectuar algunos ensayos para mantener la altura que se requería dentro de los niveles de tolerancia. Gracias a la habilidad del piloto se comprobó que esto era posible aun en las condiciones más adversas. El instrumento registrador se colocó en una de las camillas de tal modo que permitiera al geofísico, el control y la lectura del mismo. El cristal detector se dejó colgado a unos cinco metros para poder aprovechar un mayor margen de altura en los vuelos.

Con el objeto de partir de una base conocida, el primer vuelo se hizo a San Celestino, lugar donde se encuentran las minas de Minurano. Se determinó la cantidad de radiación ambiental cuyo valor fluctuó entre 8 y 12 microrentgen por hora. Se registraron las actividades en las cercanías y encima de la mina y se obtuvieron 25 y 80 microrentgen por hora respectivamente a una altura promedio de 30 metros. Como comprobación del método se anotaron en el vuelo de regreso las actividades en la cuenca de los ríos La Baja, Vetas y Suratá, resultados que coincidieron en la mayor parte con los que se habían obtenido anteriormente en comisiones terrestres.

Una de las más importantes conclusiones a que se llegó después de esta primera salida fue la de que la topografía del terreno no permitía la exploración por el método de rejilla o de líneas convenientemente espaciadas, como se había planeado y que por lo tanto se necesitaba hacer una variación en los planes de operación.

Una discusión detallada del problema permitió establecer que la mejor

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES  
 COMISION DE PROSPECCION AEREA EN LOS  
 DEPARTAMENTOS DE SANTANDER



FIGURA No. 3

manera de efectuar el trabajo sería seguir los cañones en forma sinusoidal y de arriba hacia abajo, aterrizando en los lugares donde se registraran las mayores anomalías para recoger muestras.

La experiencia de la primera salida permitió efectuar el siguiente vuelo, que llevaría la expedición a Cúcuta, pasando por Chitagá. El vuelo se hizo a diferentes alturas, dependiendo de las condiciones del terreno, y en algunas zonas se obtuvieron actividades dignas de tenerse en cuenta, tal como se muestra en la figura 3.

Posteriormente se exploraron los alrededores de Cúcuta y luego se investigó el cañón del río Zulia hasta Mutiscua, observándose anomalías notables en las proximidades de Cucutilla.

El viaje de regreso a Cúcuta se hizo siguiendo la cuenca del río Peralongso inicialmente y más tarde la de la Quebrada Arboledas.

Una vez pasada la cordillera se continuó por el río Cachirí. En este tramo no se observó detalle importante alguno.

Un último vuelo permitió recorrer las cuencas de los ríos Manco, Pechinguez, Cámara, Congreso, Servitá, Tunabo y Chicamocha.

El regreso se hizo vía Mogotes, San Gil, lo que se aprovechó para explorar la meseta llamada Mesa de los Santos.

## Conclusiones

La prospección aérea utilizando helicópteros es una técnica notable por su precisión y rapidez ya que multiplica considerablemente las posibilidades del explorador, permitiéndole efectuar en horas lo que de ordinario requiere meses y hasta años de difícil labor. Esto se pudo comprobar desde la primera salida.

Se sobrevoló un poco más de un millar de kilómetros, a una altura que permitió detectar una serie de anomalías que darán pie a prospecciones más detalladas en zonas específicas, sin que sea preciso en el futuro gastar una cantidad de tiempo y de dinero en la localización de las mismas. Las muestras que se recogieron en regiones casi inaccesibles servirán para análisis completos que de otra manera tal vez nunca hubieran podido hacerse.

Pese a la difícil topografía de las zonas investigadas, se demostró la viabilidad de las prospecciones aéreas y su efectividad. De no ser por esta comisión se habrían tardado años en determinar el potencial uranífero de esa agreste región.

Los resultados positivos de la comisión quedan muy bien sintetizados en las siguientes palabras del doctor Albin Kerekes: "La cooperación entre la Fuerza Aérea Colombiana y el Instituto de Asuntos Nucleares, significa un gran provecho económico para el país".