

6. METODOS DE PROSPECCION APLICABLES EN LAS MANIFESTACIONES URANINIFERAS COLOMBIANAS

Por la "reserva" normal de las Empresas que adelantan los trabajos de exploración en Colombia y su poco deseo de colaborar, no podemos partir de datos ciertos en cuanto a la magnitud de las anomalías existentes y a la cuantificación de reservas minerales en todos sus grados de comprobación. Por tanto las técnicas recomendadas, en el presente capítulo, están encuadradas dentro de una metodología general y no en resultados concretos y realmente obtenidos, como hubiese sido lo ideal y nuestro deseo inicial.

El método recomendado inicialmente para aplicar en forma global en el país, surge de sus características de desarrollo y de la infraestructura existente en las áreas potencialmente aptas para Uranio y de la necesidad de obtener rápidamente resultados, es decir de la eficiencia requerida. Luego para las áreas "positivas" resultantes del punto anterior, dentro de las cuales podrían estar los que se consideran como "prospectos" importantes actualmente en el país: Quetame, Zapatoca, Vetas y Berlín, se recomienda un

método de exploración a detalle donde se tienen en cuenta aspectos tales como: tipo de formación, profundidad de la "mena", características de drenaje, suelos, vegetación y desarrollo del área principalmente.

Para el conocimiento de las anomalías radiactivas interesantes, se recomienda realizar Espectrometría aérea de rayos gamma, adecuada para programas de exploración de Uranio a gran escala.

6.1 RECONOCIMIENTOS AEREOS DE RAYOS GAMMA

El equipo más común para exploración radiométrica aérea de Uranio consiste en un detector de 500 a 1000 pulgadas cúbicas de yoduro de sodio, acoplado a un espectrómetro de 4 canales o ventanas. Todo se acondiciona en un avión pequeño, generalmente de dos motores y que vuela, en las mediciones, a una velocidad cercana a los 200 kilómetros por hora. Los detectores de mayor tamaño, que pueden llegar hasta 3000 pulgadas cúbicas y con centenares de canales de energía, tienen una mayor aplicación en trabajos de investigación de las características de las rocas basales y de las formas y profundidades de cuencas sedimentarias.

Los espectrómetros a utilizar en estos reconocimientos radiactivos son

los de cuatro canales, que normalmente pueden medir 40 potasio, 214 bismuto, 203 talio y el conteo global total.

Con los resultados de las mediciones se elaboran los mapas delineados en unidades de concentración de los radioelementos y sus relaciones de concentración. Estos valores "acotados" representan la concentración superficial promedio de los radioelementos, sobre áreas del orden de varios kilómetros cuadrados.

La relación entre esta concentración superficial promedio y la concentración del radio elemento en la roca madre subyacente depende de:

- Número de afloramientos
- Cantidad de terreno pantanoso o agua superficial
- La humedad en el suelo
- Densidad de la vegetación

Con los datos espectrométricos queremos obtener U, Th, K, U/Th, U/K y Th/K para corregirlos estadísticamente por medio de la geología superficial y examinados conjuntamente con la topografía y los registros de vuelo para identificar las anomalías de Uranio. Las más significativas se clasifican de acuerdo a los tipos de depósito más probables de encontrar bajo las condi-

ciones geológicas locales, señalando así las más promisorias para la investigación posterior.

Es necesario obviar ciertas dificultades que presenta la aplicación correcta de este método, entre los que se cuentan, las relacionadas con la estadística del conteo de los rayos gamma, otras inherentes a la naturaleza misma del fenómeno radiactivo y las que tienen que ver con la ocurrencia de los cuerpos minerales de Uranio. Lo anterior se logra, en la mayoría de los casos, con la experiencia del personal técnico utilizado.

Con la interpretación de los resultados de estos reconocimientos de rayos gamma, se lograrán entonces dos objetivos principales:

- Definir zonas uraníferas amplias pero concretas en las cuales las rocas y los suelos están potencialmente enriquecidos de Uranio.

- Evaluar las anomalías de Uranio, a lo largo de las líneas de vuelo con el fin de determinar los tipos de depósitos geológicos y poder así eliminar cualquier anomalía falsa o engañosa.

El método, tal como lo dijimos en la sección 4.1.1 es muy costoso y requiere de personal altamente calificado pero bien vale la pena su aplicación para conocer nuestros recursos en este campo en un tiempo mínimo.

6.2 PROSPECCION EN AREAS FAVORABLES

6.2.1 En areniscas

Para los depósitos colombianos en areniscas, relativamente superficiales, detectados inicialmente mediante los reconocimientos aéreos de rayos gamma, se recomienda la exploración mediante: Emanometría del Radón. (en este caso estarían los prospectos de areniscas en Zapatoca, Quetame y, parcialmente, Berlín).

El Radón es un fluido gaseoso que emite radiaciones alfa y que es absorbido por las rocas, el cual puede detectarse con facilidad con lo que se puede mapear la zona de interés con gran precisión. Es conveniente en nuestro medio, este método, porque las determinaciones se pueden realizar en el cam-

po con gran rapidez y también mediante análisis de muestras en el laboratorio, además el equipo utilizado en la detección de rayos alfa (Radón) es sencillo, económico y de gran sensibilidad (14).

Como el Radón es un gas, se difunde fuera de la roca encajante y puede emigrar a través de la superficie de un depósito de Uranio enterrado. La detección de Radón, en la superficie, seguida por mapeo según las variaciones en concentración se utiliza como guía para el delineamiento de la superficie de mineralización de Uranio.

La técnica de utilización es la siguiente (17):

Se requiere una cavidad de cinco a diez centímetros de diámetro y una profundidad aproximada de un metro. La cavidad se obtiene mediante una cavadora para postes, en tierra blanda y una perforadora manual, para roca dura.

El gas de terreno se extrae por medio de un "probador" colocado en la cavidad, de tal manera que su abertura final queda colocada a unos pocos centímetros del fondo de la cavi-

dad. La parte superior de la cavidad está herméticamente cerrada por un depósito de aire para inflar, una bomba de caucho, que rodea el probador e impide que el gas atmosférico contamine el gas del terreno durante la extracción.

El probador va conectado a una bomba manual, la cual se usa para la extracción del gas del terreno, cada descarga de la bomba extrae aproximadamente 560 centímetros cúbicos de gas de la cavidad. El bombeo se realiza a través de un filtro para separar las partículas de material sólido y de agua y el gas va a la cámara contadora de rayos alfa, herméticamente cerrada. El gas del terreno fluye lentamente y choca contra la superficie que ha sido cubierta previamente con rayos alfa sensitivos fosforados.

Las partículas alfa, emitidas por el Radón chocan contra el fósforo y emiten un rayo de luz. La cantidad de luz emitida es proporcional a la cantidad de Radón presente. La intensidad de la luz emitida se mide mediante un tubo fotomultiplicador y la señal resultante se lee en un medidor de intensidad que se calibra en valores por segundo. Puesto que las primeras alícuotas contienen aire atmosférico del fondo de la

cavidad, es necesario registrar y bombear hasta que la intensidad de los rayos alfa alcancen un valor constante, generalmente esto requiere de unos pocos minutos. Un cuadro que sirve para ilustrar los resultados de esta técnica podría ser el (6.1). Después que el valor constante se ha logrado se quita el probador de la cavidad y se bombea aire atmosférico a través del sistema hasta que la lectura alcanza el nivel del aire atmosférico indicando así que el sistema no está contaminado y está listo para usarse de nuevo.

Los valores constantes así medidos en varios lugares se integran en un mapa principal del área probada y las curvas isolíneas se dibujan con base en las anomalías de alto contenido de Radón. Estas áreas son entonces promisorias para adelantar una exploración más detallada que puede consistir en sondeos por rotación bajo las superficies muestreadas.

Es importante tener un buen conocimiento de la estructura geológica para la interpretación de las muestras, ya que zonas falladas o fracturadas entre la superficie y la mineralización, así como la impermeabilidad de los estratos pueden desviar o dejar escapar el Radón. Es así como la ausencia

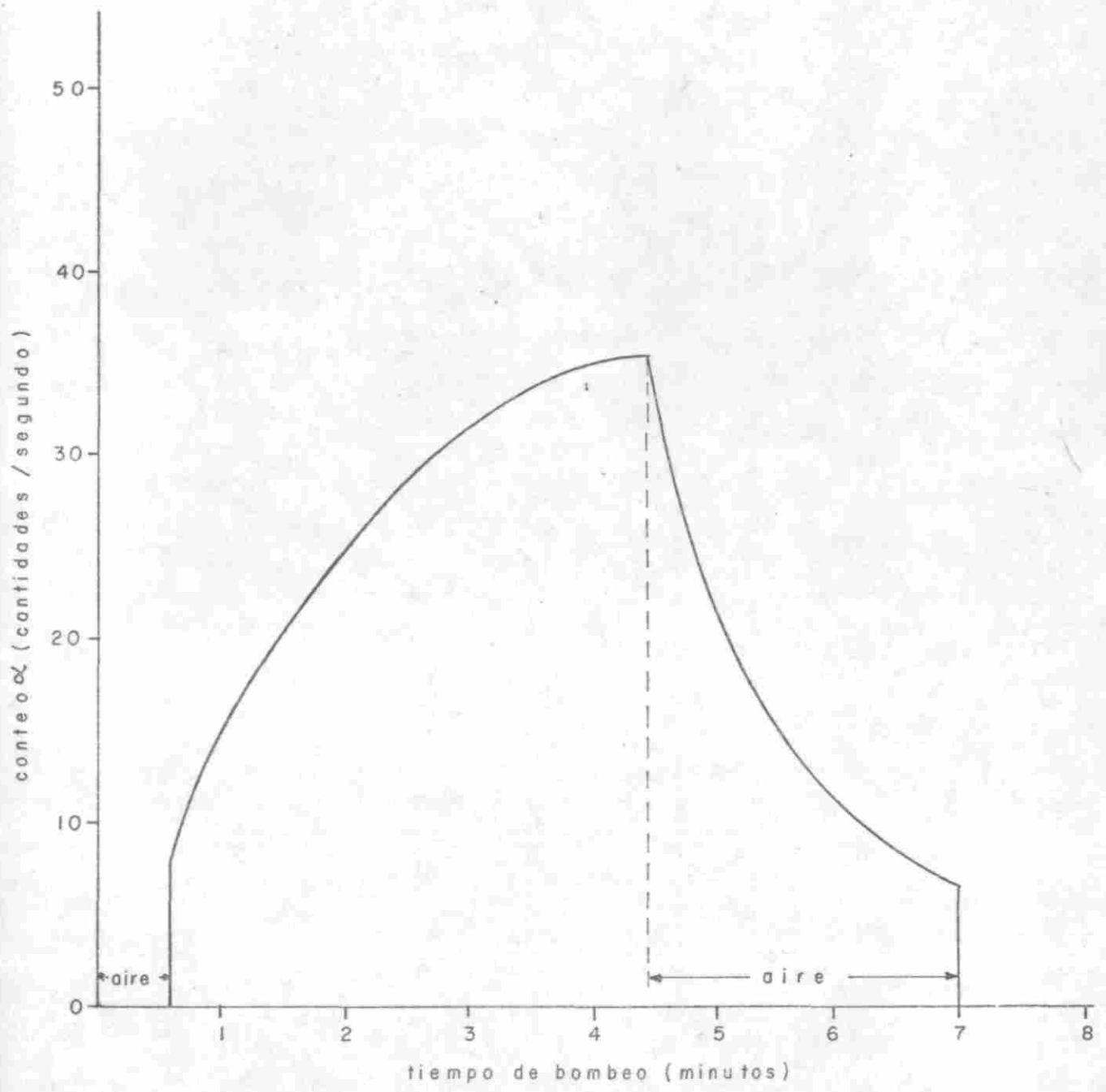
de anomalías de Radón no descarta la posibilidad de Uranio en el fondo.

Este método es particularmente apropiado para depósitos de Uranio en rocas de arenisca típica, "superficiales" y con suficiente capa vegetal. Lo que implica que para el área de Zapatocha, de muy escasa vegetación, sea opcional utilizar emanometría del Radón pero en las corrientes de agua, estas sí, abundantes.

6.2.2 En rocas Ígneas

La exploración para depósitos de Uranio tipo porfirítico, dentro de los cuales podrían estar la mayoría de las ocurrencias detectadas en Colombia, es técnicamente laboriosa, difícil y además costosa. Se podría comparar con la que se adelanta para depósitos de cobre porfirítico más conocida y ensayada en nuestro medio.

Es conveniente y casi siempre fundamental partir del conocimiento de las posibilidades de formación de tales depósitos para dirigir los trabajos tendientes a su descubrimiento donde realmente existan.



Cuadro 6.1- Determinación de la intensidad α

Cuando un magma se enfría y cristaliza, el Uranio puede escaparse o ser retenido en el lugar de cristalización de las rocas. Un porfirio de Uranio, se supone, es aquel donde éste ha sido concentrado y retenido, así como también el Thorio y las tierras raras. Se debe interpretar si ha existido movilidad del Uranio inicial en periodos de metamorfismo para poder definir las zonas más favorables para la existencia del Uranio porfirítico y las discontinuidades. Puede ocurrir que las rocas jóvenes hayan tenido mayor posibilidad de metamorfosearse y estar en condiciones más ventajosas, cuando no ha existido movilidad del Uranio.

La exploración se debe conducir especialmente hacia la búsqueda de uraninita, debido a su alta concentración de Uranio y su gran solubilidad en lechadas de ácido; hacia la determinación de Thorio y tierras raras, ya que puede ser una prueba de que el Uranio ha sido retenido en el magma y que la posibilidad para el depósito porfirítico es favorable; hacia los climas áridos donde pueden hallarse con mayor facilidad zonas de enriquecimiento secundario de coloración brillante y atractiva a la vista como se vió en el cuadro (3.5); hacia el tipo de rocas encajantes características y hacia la comprobación de los tenores y reservas.

Se estima que las rocas graníticas, por ejemplo, tienen 4 p.p.m. de Uranio. Es adecuado encauzar los trabajos exploratorios hacia la identificación de grandes volúmenes de bajo tenor que sean aprovechables a gran escala con métodos de extracción no costosas. Tales depósitos en nuestro medio, podrían ser los que contengan mínimo 800 p.p.m. de Uranio, ya que en los países de mayor tecnología y experiencia en el manejo de grandes volúmenes podrían contener hasta 400 p.p.m., con tendencia a disminuir. El comportamiento geoquímico del Uranio en el proceso de diferenciación magmática parece ser lo suficientemente conocida para indicar o al menos sugerir el medio en el cual se pueden hallar depósitos de Uranio porfirítico que contengan más de 800 p.p.m.

Aunque no se puede hablar de una metodología adecuada, exacta y con una secuencia ordenada en la prospección de este tipo de depósitos, ya que los parámetros en que se desenvuelve son complejos y variables, recomendamos para nuestro medio hacer énfasis en los siguientes aspectos:

- Buscar principalmente: granitos biotíticos, cuarzo monzonita biotítica, diques aplíticos y mantos pegmatíticos

o diques consistentes principalmente de cuarzo y feldespato potásico.

- Determinar si el proceso de concentración favorece las rocas primarias o las metamorfoseadas con lo que se puede descartar algunas zonas de "discontinuidad". Simultáneamente con el estudio del comportamiento geoquímico en la diferenciación magmática del Uranio.
- Prospeccionar zonas de enriquecimiento secundario especialmente en los climas áridos.
- Por medio de un buen detalle en el reconocimiento geológico y un abundante muestreo determinar tenor y reservas.

Las determinaciones de tenor son muy complicadas, el único método seguro es muestrear abundantemente la zona en estudio mediante muestreos de volúmen ya que el Uranio es fácilmente soluble en agua y podrían formarse soluciones de los corazones o fragmentos e incluso de las paredes de un pozo de perforación. Si este último es el método escogido se debe analizar muy bien el agua de perforación recirculada.

6.2.3 En vetas

Para las manifestaciones asociadas a "filones" o "vetas" y rellenos de fisuras, fallas o zonas fracturadas, que se hayan detectado por nuestro plan radiométrico general como "positivas" y dentro de las cuales caerían lógicamente las conocidas, de este tipo, en el país, especialmente el área de vetas y califormia en Santander, se recomendaría conducir la exploración en el siguiente orden:

- Estudio fotogeológico a una escala 1:50000 simultáneamente con la iniciación gradual de los estudios geológicos básicos "de campo": tipo de roca encajante, tipo de intrusión, grado de metamorfismo de contacto, hidrología, clases de estructuras, topografía, etc.
- Exploración radiométrica de campo con contadores de rayos gamma, manuales o sobre vehículos trazando grandes secciones perpendiculares a las estructuras, complementadas por algunas "rutas" alrededor de las secciones.
- Prospección, detallada principalmente concentrada en

las zonas de ocurrencia a escala 1:20000 o menor, mapeando sobre la geología conocida y sobre los trazados de las estructuras de los yacimientos reconocidos como favorables, donde se establecen: mineralizaciones, grado de alteración, proceso de concentración de los minerales de Uranio, cuantificaciones de radiactividad y tenores, relación existente entre mineralización y paleoestructuras.

- Taladro por rotación bajo las superficies muestreadas para determinar: continuidad en mineralización, propiedades físicas y contenidos, confirmación de las dimensiones de los ejes de la formación y de su situación con respecto a la paleografía del nivel subyacente, localizaciones de mayor mineralización y estimación de reservas.

Para el área de vetas y califomia (18), que además está bañada por abundantes corrientes de agua, que forman valles profundos y de gran pendiente y cuyo clima es frío y húmedo y su vegetación escasa, se podrían "llevar" conjuntamente con la radiometría detallada, algunos chequeos por métodos geoquímicos y de emanometría en el agua tal como fue descrito en las secciones: 4.1.2 y 4.1.3.