

#### 4. ALCANCE Y PERSPECTIVA DE LOS METODOS DE PROSPECCION PARA URANIO

Se va a presentar una descripción de las técnicas exploratorias para Uranio, tanto antiguas como modernas y algunos comentarios sobre el procedimiento de cada método y sus ventajas relativas, de la información existente del simposio internacional sobre "Exploración de depósitos de Uranio" realizado en Austria 1976, condensada en el trabajo de Bowie y Cameron (14).

##### 4.1 METODOS CLASICOS

Los métodos básicos tradicionales de mapeo geológico, reconocimientos aéreos y terrestres con contadores "Geiger Muller" y de "Scintillation" (ya descritos en el Capítulo 2.) pueden mejorarse pero en general la utilidad y limitaciones de estas técnicas están bien definidas, aunque hay un campo que aún requiere mucha investigación y es la utilización e interpretación de fotografías aéreas y de satélite para aumentar el alcance del mapeo.

Después del tiempo  
que no existe un  
pensamiento se  
exportando se  
hace en realidad  
se en su  
sentido idealista

43

Corrección  
Corrección

#### 4.1.1 Reconocimientos con espectrómetros de rayos gamma terrestres

(portátiles o sobre vehículos): se pueden determinar en el campo cantidades equivalentes relativas de U, Th y K, para futura comprobación con relaciones de campo.

- El costo de capital para equipos es grande, generalmente varias veces mayor que el costo de equipos para conteo global.
- Los costos de mantenimiento son mayores y normalmente hay más tiempo muerto.
- Las medidas espectrales requieren más tiempo que los reconocimientos globales y sus costos son comunmente 5 a 10 veces mayores que los de simples reconocimientos de rayos gamma.
- Los equipos más sofisticados son difíciles de mantener en áreas apartadas, ya que la mayoría de los instrumentos necesitan calibrarse frecuentemente.
- Los resultados óptimos generalmente requieren un buen co-

nocimiento de los parámetros físicos y geoquímicos de instrumentación y métodos.

- Se necesita un razonamiento considerable cuando se va a utilizar este método porque aunque se obtiene mayor información de las medidas espectrales, no siempre se requiere en un programa.

Se requiere un desarrollo de las técnicas dirigido esencialmente a reducir los costos de instrumentación y a simplificarlas.

Aéreos: Se han desarrollado dos planteamientos de la espectrometría de rayos gamma, hacia objetivos algo diferentes.

Un método utiliza una combinación de conteo global y espectrometría mínima, para lograr objetivos limitados. Se usa para buscar anomalías y las medidas espectrales para identificar productos derivados de U, Th, o el elemento K.

El otro método utiliza una espectrometría de alta sensibilidad para proporcionar una evaluación estadística-geoquímica multiparámetro, utilizándose para mapeo geológico-geoquímico regional y local.

- Los costos de capital para instrumentación y el tiempo para desarrollar procedimientos de trabajo son muy grandes.
- Requiere personal científico y técnico altamente calificado para la operación y análisis de datos.
- Muchos de los reconocimientos espectrales son inadecuados debido a los sistemas complejos de reconocimiento instrumental y a la reducción y análisis de datos insuficientes.

Uno de los principales problemas relacionados a la espectrometría aérea de rayos gamma estriba en el nivel de decisión de donde y cuando aplicar tal sistema. La espectrometría de rayos gamma está aún en una etapa de investigación y desarrollo.

#### 4.1.2. Reconocimiento con mediciones de Radón en el suelo y el subsuelo.

El método se diseña para detectar concentraciones anómalas de Radón, Thoren y sus inmediatos productos de transformación. Con él se puede, bajo condiciones favorables de desintegración proporcionar datos sobre concentraciones superficiales de minerales radiactivos en áreas cubiertas por suelo y material aluvial.

- La mayoría de los métodos de Radón dependen del gas del suelo y por lo tanto el suelo debe estar bien desarrollado, lo suficiente para proporcionar una zona de colección porosa que esté aislada de la atmosfera.
- No se pueden señalar depósitos de gran profundidad, a menos que al lugar del muestreo hayan emigrado isótopos relacionados de larga duración.

Las variaciones en la concentración de Radón están influenciadas por varios parámetros tales como condiciones climáticas cambiantes y estas variaciones son a menudo de difícil interpretación.

Una parte considerable de la investigación futura se debe hacer sobre la utilización e interpretación de los sistemas de Radón.

#### 4.1.2.1 Medidas de Radón en el agua

Las medidas de Radón en fuentes, lagos y manantiales pueden indicar regiones favorables para prospección de Uranio pero ya una interpretación detallada requiere un buen conocimiento de la hidrología del área.

La investigación para el futuro desarrollo de esta técnica puede encaminarse basados en un estudio de casos típicos.

#### 4.1.3 Reconocimientos geoquímicos

En sedimentos de corrientes o lagos. Los estudios geoquímicos se aplican ventajosamente en trabajos de reconocimiento y detallados. La posibilidad de disponer de muchos datos proporciona información sobre la geoquímica regional que ayuda a evaluar, qué tan favorable es el ambiente general.

- En áreas remotas y no desarrolladas, el costo del muestreo y de transporte de muestras al laboratorio puede ser restrictivo.
- La industria genera contaminación localizándose eventualmente las anomalías en capas superficiales y no en la roca madre.

En algunos aspectos estas técnicas están en desarrollo y se requiere más en el desarrollo de métodos operacionales, en la interpretación de datos y en la instrumentación.

En el suelo: Es el método más apropiado para realizar reconocimientos detallados de pequeñas áreas, aunque en algunas áreas tropicales sirve como método de reconocimiento.

- Depende del tipo y profundidad de la capa superficial (Overburden) y de otros factores del ambiente físico.

Salvo los avances en técnicas analíticas y de procesamiento de resultados, el desarrollo futuro de estas técnicas es relativamente pequeño.

#### 4.1.4 Reconocimientos hidrogeoquímicos.

El muestreo del agua en lagos, corrientes, manantiales o pozos es un método de reconocimiento preliminar para identificar áreas favorables garantizando una investigación adicional por otros métodos.

- Es más aplicable en áreas con pocos afloramientos, capas superficiales delgadas o unidades encajantes planas o en áreas de profundidad de meteorización moderada.

- La suficiencia del cubrimiento del muestreo depende de la densidad y modelo de las fuentes de agua.
- Las variaciones temporales del flujo pueden influir en los valores y limita los itinerarios del muestreo.
- Una concentración de Uranio por encima del promedio puede no ser indicativo de depósitos de Uranio por varios factores como materia orgánica disuelta o en suspensión.

#### 4.1.5 Reconocimientos geobotánicos

Este método se ha usado sólo en ciertos tipos de terrenos con vegetación apropiada y generalmente para problemas específicos. El modelo de distribución de elementos se controla no solamente por la distribución del suelo sino también por la actividad biológica de las plantas y su etapa de crecimiento.

- Los costos de muestreo y análisis son muy altos y requieren personal altamente calificado, y aún así se presentan ambigüedades en la interpretación.



- Se debe limitar a problemas específicos y no se puede usar como sustituto de otros métodos de exploración.

Cualquier nuevo desarrollo de métodos analíticos o nuevos conocimientos de la química Geobotánica del Uranio serían de gran beneficio.

#### 4.1.6 Métodos geofísicos

Los métodos geofísicos clásicos proporcionan una indicación indirecta de Uranio y responden sólo a parámetros físicos relacionados tales como litología, estructura o minerales asociados.

- Las condiciones locales pueden no ser apropiadas o los objetivos pueden no responder a algunos métodos.
- El buen equipo es costoso y se requiere un equipo de profesionales calificado.
- Muchos dan datos ambiguos a menos que se calibre o se pruebe mediante perforaciones.

La mayoría de las limitaciones dependen de las condiciones locales.

#### 4.1.7 Perforación exploratoria

La perforación, como herramienta de exploración, es un método de investigación en profundidad donde no habría expresión radiométrica en superficie, pero los índices geológicos son favorables. Puede ser el único método utilizable para capas superficiales (Overburden) alóctonas.

- Debe utilizarse sólo en los casos antes anotados cuando se justifica el costo relativamente alto de las perforaciones.

Sería conveniente el desarrollo de taladros móviles y la optimización de las unidades de registro de barrenos radiométricos. En general lo más importante es la investigación y el conocimiento geológico creciente de tal modo que se haga lo más económico posible la perforación exploratoria.

## 4.2 NUEVOS METODOS

Las técnicas que acá describimos son aquellas que hasta el presente no se han utilizado en una escala apreciable ni, en otros casos, se han probado adecuadamente bajo condiciones experimentales. Se requiere

una posterior investigación y desarrollo en estas técnicas, relativamente poco tratadas.

El Uranio es un elemento móvil, concentrado en las partes más exteriores de la corteza terrestre y asociado con rocas ígneas ácidas. Es de esperarse que la mayoría de los depósitos se presenten a poca profundidad. La superficie erosional actual es al azar y se puede predecir con certeza que hay muchos más depósitos de Uranio cubiertos por capas de varios tipos que los que afloran o dan señales gamma en la superficie.

La investigación futura en técnicas de exploración de Uranio debería tender:

Al diseño de vías y medios adicionales para descubrir depósitos cercanos a la superficie, y

Al desarrollo de métodos de instrumentación capacitados para detectar cuerpos minerales "tapados", que no dan señal gamma en la superficie.

Las técnicas cuyo desarrollo pueden ayudar a lograr estos objetivos son los siguientes:

#### 4.2.1 Plomo radiogénico

La determinación isotópica de plomo radiogénico en minerales no radiactivos puede ser un medio para identificar áreas favorables para Uranio. El plomo radiogénico se enriquece con minerales rocosos en algunas zonas uraníferas y aún puede presentarse en materiales superficiales sobre depósitos de Uranio.

#### 4.2.2 Calor radiogénico

Un depósito de Uranio, de tamaño medio, debe generar  $7.3 \times 10^9$  calorías por año, lo cual puede medirse en superficie por sensores térmicos.

- Alternativamente se deben emplear técnicas de examen térmico infrarojo de alta sensibilidad.
- El equipo moderno de este tipo es capaz de determinar cambios térmicos de  $\pm 0.25^\circ\text{C}$  a altitudes superiores a los 3000 m.

La investigación y desarrollo sobre esta técnica parece tener importancia en el futuro.

#### 4.2.3 Mediciones de helio

La industria de Uranio en los Estados Unidos está probando y evaluando técnicas de medición de helio. Los proyectos ya planeados incluyen la utilización  $^3\text{He}/^4\text{He}$  y  $^4\text{He}/^{36}\text{Ar}$ . Igualmente se realizan pruebas con helio "denso" de la atmosfera en la superficie terrestre.

#### 4.2.4 Determinaciones de isótopos de azufre

La identificación de la fuente del azufre en sustancias naturales sulfuradas con la ayuda de datos de isótopos de azufre proporciona la oportunidad de utilizar el análisis del isótopo como una herramienta exploratoria. Se ha aplicado en la búsqueda de depósitos en ambientes de arenisca.

La investigación futura conlleva pruebas más amplias del método.

#### 4.2.5 Magnetismo permanente

Método utilizado para distinguir entre óxidos de hierro formados como resultado de alteración asociada con depositación de menas de Uranio en areniscas y óxidos de hierro no relacionados con este proceso.

Parece justificable una investigación con miras al desarrollo de las aplicaciones exploratorias.

#### 4.2.6 Geoquímica aérea

Para localización de provincias uraníferas. Un método es la medida de la concentración de  $^{222}\text{Rn}$  en el aire por debajo de las capas de inversión atmosférica, lo cual mantiene la esperanza de localizar áreas, aún de muy pequeña dimensión, tratándose de reconocimientos aéreos.

Otro, es la medida de uno o más de los productos de desintegración  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Bi}$  y  $^{210}\text{Po}$ . El  $^{214}\text{Bi}$  atmosférico es muy variable y contribuye a los reconocimientos globales y espectral de rayos gamma variando frecuentemente de 20 a 70% de la señal de  $^{214}\text{Bi}$  total.

En los Estados Unidos se han probado y propuesto las siguientes técnicas.

- Muestreo del aire para productos de desintegración del Radón, mediante detectores protegidos.
- Mediciones en vuelo de inversiones de temperaturas que causan acumulación de Radón y sus productos de desintegración, entre el avión y la tierra.
- Utilización de programas computarizados de ampliación de espectros, lo que permite la evaluación de la distribución especial de rayos gamma de  $^{214}\text{Bi}$ .

Existen adicionalmente muchas ideas y desarrollos nuevos de las técnicas establecidas para mencionar unos pocos: detectores de rayos gamma mejorados como los detectores de germanio; nuevos tipos de monitores de Radón; detectores alfa de estado sólido electrónicos; registradores y métodos específicos de medida de Uranio en barrenos.