



SUPLEMENTO DE CIENCIAS NATURALES DEL
BOLETIN DE LA REAL SOCIEDAD VASCONGADA DE AMIGOS DEL PAIS
AÑO VIII 1957 CUADERNO 1.º y 2.º

Redacción y Administración: GRUPO DE CIENCIAS NATURALES «ARANZADI»
Museo de San Telmo - San Sebastián -Teléfono 2-29-45

COMUNICACIONES RECIBIDAS

Notas sobre minerales radioactivos

(Continuación) ⁽¹⁾

Por ANTONIO VEGA DE SEOANE

Depósitos de Carnotita

Desde poco después del descubrimiento del radium en 1898, hasta el comienzo de 1920, en que iniciaron su producción los yacimientos de uraninita del Congo Belga, la mayor parte del uranio mundial, procedía de los depósitos de carnotita en el oeste del Estado de Colorado y en el este del de Utah en U. S. A. La carnotita pura contiene por encima del 60% de óxido de uranio, pero en la forma que habitualmente se presenta, son impregnaciones en bancos de arenisca y está tan diluida por la arena, que el contenido en uranio del mineral, rara vez excede de un 2%, considerándose difícil preparar un cargamento de importancia con ley superior al 0,25%. La Comisión de Energía Atómica de U.S.A. acepta cargamentos de carnotita con ley superior al 0,10% de U_3O_8 para ser lavados en las instalaciones situadas cerca de las explo-

(1) Véase MUNIBE: 1955 (208/215)
1956 (28/36)

taciones mineras. Únicamente en la iniciación de estas explotaciones, pudo contarse con partidas de carnotita de alta ley, procedente de bolsadas que impregnan o rodean troncos fósiles. Estos troncos pagaban su hallazgo y fué en gran parte debido a su localización por los prospectores que se lograra delimitar el campo de los minerales de baja ley.

La mineralización de los yacimientos americanos consiste en carnotita y roscoelita (nombre que se da a una pizarra micácea conteniendo hidro vanadatos) impregnando ambos minerales areniscas del Jurásico Superior. El Vanadio es mucho más abundante que el uranio habitualmente. El mineral explotable o mena forma mantos, lentejones alargados y masas tabulares irregulares, de potencias comprendidas entre unos 30 centímetros y 1,50 metros siendo las masas pequeñas de unos metros de longitud solamente, mientras que las mayores tienen a veces cientos de metros y contienen muchos miles de toneladas. Yacen en principio paralelamente a los bancos de arenisca, pero no siguen al detalle la configuración de estos bancos, a los que frecuentemente cortan las bandas mineralizadas de arenisca, en forma ondulante e irregular, dando lugar a las estructuras que los mineros llaman "rolls" u olas.

Areniscas y conglomerados impregnados de carnotita existen también en varios puntos del Uzbekistán y Kazajistán en la U. R. S. S. Aquí, al igual que en los yacimientos americanos, las mineralizaciones amarillentas de carnotita se presentan frecuentemente en las areniscas y conglomerados del desierto, con sus zonas más ricas alrededor de la vegetación fósil y dondequiera que aparezcan materias bituminosas. En uno o dos yacimientos, la mineralización de uranio, se presenta en calizas que aparecen impregnadas por el uranovanadato cálcico amarillo, llamado tujamunita a lo largo de las juntas y planos de estratificación.

El origen de los yacimientos de carnotita es poco claro, pero se explica como producido, bajo condiciones de aridez, en un tiempo reinantes, al mezclarse aguas profundas cargadas de uranio y filtradas a través de las zonas profundas de horizontes de areniscas, con aguas alcalinas de origen superficial. Las aguas ácidas de la zona profunda, pudieran haber adquirido su contenido en uranio, por haber bañado capas de pizarras negras ligeramente radioactivas. Desgraciadamente poca o ninguna orientación puede darse a los prospectores, para la localización de estos yacimientos, salvo que sólo es probable encontrarlos en territorios desiertos o subdesérticos; en regímenes de precipitaciones moderadas, con un nivel

freático próximo a la superficie, lo probable es que la mineralización haya sido disuelta y arrastrada. En estos yacimientos americanos, los minerales se presentan irregularmente agrupados, en áreas mal definidas de anchos entre 300 y 600 metros separadas por extensiones mucho mayores de roca estéril: por tanto el lugar más probable para localizar un depósito de este tipo es la proximidad de otro ya conocido.

Un tipo de yacimiento que tiene cierta relación con las carnottitas se presenta en Tyuya Muyun en la cuenca de Fergana del Uzbekistán en la U.R.S.S., cuyo mineral típico es la tujamunita (composición aproximada $C O 2U O_3 V_2 O_5 8H O$). La roca local, es aquí una caliza Devoniano-Carbonífera, atravesada en el Terciario por canales de aguas superficiales, lo que ha producido una topografía kárstica, pródiga en hoyas de hundimiento. A lo largo de estas hoyas, se encuentran tubos de mármol ónice de apariencia estalagmítica, que también recubren las paredes de las cavernas, apareciendo la calcita del mármol intercruzada con capas de barita y con minerales de uranio y vanadio de color amarillo o marrón tabaco. El contenido en uranio de los minerales aumenta con la profundidad. Parece como si las aguas ácidas al circular sobre las pizarras bituminosas silurianas infrayacentes, diluyeron el uranio y vanadio que fué posteriormente depositado a lo largo de los canales de penetración, cuando estas aguas ascendieron hacia la superficie a través de las cavernas de la caliza. Los depósitos de este tipo no es probable presenten cubriciones importantes de mineral de uranio; sin embargo hay que contar con ellos siempre que se presenten minerales de vanadio, cobre o cinabrio asociados con mármol ónice o caliza sinterizada, dentro de una misma roca de caja.

Yacimientos del tipo placer

Hasta el momento no se ha encontrado ningún yacimiento de uranio de tipo aluvial, susceptible de ser económicamente explotado; sin embargo, prácticamente todo el torio mundial proviene de arenas y gravas de tipo "placer". Es por tanto importante para el prospector tener un conocimiento sobre la forma de producirse estos sedimentos radioactivos.

Los "placers" de mayor importancia para la producción de torio (monacita) son arenas de playas altamente mineralizadas, encontrándose los yacimientos más importantes a lo largo de las cos-

tas del Brasil, India Meridional, Ceilán y Australia Oriental. La monacita primaria, se presenta en los granitos, gneis graníticos y pegmatitas; por tanto, solamente a lo largo de las costas, en las que estas rocas, o sedimentos de ellas derivados, constituyan la parte preponderante de su "hinterland", puede esperarse encontrar concentraciones explotables de monacita en las playas

Cuando una arena de playa que contiene monacita, ilmenita y otros minerales pesados, es barrida por las olas, la resaca tiende a arrastrar hacia el mar el cuarzo y otros minerales de menor peso específico, produciéndose así concentraciones de las especies más pesadas.

Esta acción de lavado natural, es particularmente intensa en mareas equinociales y en el tiempo del monzón, lo que produce la aparición de arenas negras densas en forma de orla de 4 a 5 centímetros de espesor y más de un metro de ancho, a lo largo de la línea de playa correspondiente. Al aportar el mar nuevas arenas para reemplazar las arrastradas se producen después nuevas concentraciones hasta producirse el efecto de que un corte por un plano vertical de la playa presente el aspecto de una loncha de jamón en la que aparecen bandas y lentejones de arena negra —el tocino— inter cruzadas por zonas de arena cuarzosa —el magro—. Donde la forma de la costa y las condiciones climáticas sean adecuadas, al mismo tiempo, que hay una buena aportación de arena de baja ley, que llega al mar procedente del "hinterland", por los ríos, pueden llegar a producirse enriquecimientos temporales de una playa entera en minerales pesados hasta el punto de no quedar arriba de un 10% de cuarzo presente. Estas condiciones se dan en Travancore (India Meridional) que posee las arenas de playa de más alta concentración del mundo.

Las playas que contienen depósitos importantes de arenas con minerales pesados, tienen tendencia a encontrarse, a lo largo de orillas, que no han sufrido ni elevaciones ni sumergencias, durante largos periodos o bien a lo largo de costas lentamente emergentes. Estas condiciones permiten, que se realice una acción de concentración natural, con la frecuencia necesaria para producir un alto grado de enriquecimiento. Además, las playas más productivas, se hallan en los trópicos o comarcas sub-tropicales, porque en ellas los nocivos minerales ferromagnesianos tan difíciles de separar de las menas tienen una corta vida en los sedimentos.

Los depósitos de interés no quedan adscritos a las playas solamente; allí donde predominen los vientos del mar hacia tierra, las

arenas pesadas son arrastradas hacia el interior formando dunas, siempre con menores concentraciones que las playas, pero frecuentemente beneficiables. En el Brasil, las concentraciones más importantes, han tenido lugar en restingas que cruzan las bahías y en la boca de los estuarios, encontrándose ahora dichas restingas bastantes metros detrás de la playa actual, como consecuencia de recientes elevaciones, mientras que lagunas y marismas ocupan lo que anteriormente fué el fondo del océano.

En un tiempo fueron localizadas en la costa de Travancore delgadas capas superficiales de arena conteniendo hasta un 20% de monacita, pero hoy en día, probablemente ningún yacimiento de playa explotable en gran escala contiene arriba de un 3%. Estas playas, relativamente ricas, se presentan con mayor frecuencia cerca de la desembocadura de los ríos pequeños. Afortunadamente no es sólo la monacita la mena de estos depósitos. El producto principal, suele ser la ilmenita, mineral básico para la fabricación de pigmentos de titanio; también se obtiene rutilo (fuente de titanio de alta calidad para revestimiento de electrodos de soldadura) y circo (para refractarios) de estos yacimientos. La minería es sencilla, no presentando dificultades el beneficio por gravimetría, separación electromagnética o electrostática. La ley de los yacimientos explotados, varía muchísimo, desde más de un 90% de minerales pesados en las playas de Travancore, hasta menos de un 5% en Florida.

Puede afirmarse "grosso modo" que cuando la monacita vale en el mercado entre 4 y 5.000 pesetas por tonelada, para que un yacimiento sea rentable debe cubicar varios cientos de miles de toneladas. Si la ley es inferior, la monacita se convierte en un subproducto y entonces debe haber suficiente mineral como para pagar la explotación de la mena principal.

Las posibilidades de explotar la monacita de yacimientos aluviales tierra adentro —arenas o gravas de río sobre lechos actuales o antiguos— son menos claras, en parte porque estos yacimientos suelen ser de menor importancia y en parte, porque la monacita revuelta y meteorizada, se presta mal a ser beneficiada por separación electromagnética. Sin embargo, muchas explotaciones mineras sobre yacimientos aluviales para estaño, columbo, tantalita y oro proporcionan concentrados pesados de arena negra frecuentemente lo bastante ricas en monacita como para pagar su extracción. Estos mismos concentrados contienen a veces cantidades de minerales radioactivos recuperables en potencia, especialmente to-

rita y urano-torita, que se presentan en las arenas estannosas de Nigeria y en los placeres auríferos de Nueva Zelanda, así como minerales refractarios de uranio de mucho más amplia distribución. La uraninita se encuentra rara vez en placeres debido a su escasa dureza y a la facilidad con que se descompone al exponerse a las aguas superficiales; la urano-torianita sin embargo, es un mineral secundario de los placeres auríferos de Alaska y de las gravas portadoras de gemas en Ceilán.

Así como es poco probable la explotación de minerales de uranio procedentes de yacimientos del tipo "placer" tales yacimientos tienen su valor en cuanto a indicar si existen o no dentro de aquella cuenca hidrográfica, concentraciones de minerales refractarios de uranio. Deben hallarse partículas de mineral de uranio a lo largo del sistema fluvial, hasta la roca madre y no más allá. Se puede llegar a localizar por tanto esta roca madre, examinando una serie de concentrados en batea, del lecho del río, probando su radioactividad con el Geiger o por las técnicas de fluorescencia.

Otros yacimientos de uranio

Además de los tipos mejor conocidos de yacimientos que hemos descrito hasta ahora, existen otros modos de presentarse el uranio con los que puede topar el prospector y que deben tenerse presentes como fuentes productivas de uranio en potencia.

Debo hacer mención especial de los yacimientos de hidrocarburos radioactivos, hallados en varios lugares de Suecia y conocidos con el nombre de "kolm". Se trata de un combustible mineral, duro, de aspecto parecido al tipo de carbón llamado "cannel" que recuerda el azabache y que se presenta en nódulos lenticulares, en un horizonte fijo de las pizarras bituminosas o aluminosas del Cambriano Superior. Estos nódulos tienen unos pocos centímetros de espesor para un diámetro aproximadamente cuatro veces mayor; su forma de presentarse, es parecida a la de las intercalaciones de pizarra ferruginosa que aparecen en las capas de carbón. Tienen una ley de uranio de un 0,4% aproximadamente, pero como el "kolm" es un 75% combustible, la ley de uranio asciende a cerca del 1% en las cenizas producto de la combustión.

Hasta el momento no se han encontrado yacimientos realmente comparables en ningún otro lugar del mundo; sin embargo, debe investigarse la posible presencia; del uranio dondequiera que se aprecien concreciones carbonosas en estratos de pizarras bitu-

minosas de origen marino. La afinidad que presenta el uranio, al igual que el vanadio, por los hidrocarburos, está probada por su presencia ocasional en las asfaltitas y petróleos de condensación y también por la radioactividad relativamente elevada de las aguas de muchos campos petrolíferos.

En las pegmatitas, aparece algunas veces íntimamente mezclado con la uraninita un hidrocarburo rico en uranio llamado trepolita. Un producto semejante, fué hallado anteriormente en algunas minas de hierro suecas, así como en una mina de cobre en el Sur de Australia, lo que parece indicar, que todo hidrocarburo que se halle asociado con un yacimiento metalífero debe ser investigado como posible fuente de uranio.

Se conoce otro tipo de ocurrencia de uranio en forma concrecionada, diferente del llamado "kolm" en un lugar de Inglaterra llamado Budleigh Salterton. Existe allí un horizonte o nivel de las margas rojas del Permiano, que contiene abundantes nódulos de color negro o verde oscuro, rodeado cada uno de ellos, por un halo verde pálido en el cual la marga roja ha sido desoxidada. Los nódulos tienen hasta unos 7/8 cmts. de diámetro y contienen un 3% de vanadio y un 0,2% de uranio. Aunque el yacimiento, es demasiado pequeño para su explotación comercial, sugiere la conveniencia de investigar para uranio otras concreciones más amplias de tipo nodular.

En el distrito de Tete en Mozambique, se encuentran pequeños depósitos de davidita, mineral negro del tipo de la ilmenita con 8% de U3O8 encajando en los gabros con hipersteno y en las anortositas. El mineral viene invariablemente acompañado, por importantes cantidades de cuarzo y calcita así como molibdenita, rutilo, esfena, turmalina y otras especies características de las rocas graníticas; es evidente que esta mineralización ha sido introducida dentro de las rocas básicas por emanaciones gaseosas de los granitos subyacentes. Es el único caso conocido de ocurrencia de minerales primarios de uranio en rocas básicas.

En estos últimos años, se ha dirigido la atención con gran interés hacia la posibilidad de extraer el uranio contenido en rocas de muy baja ley pero muy elevada cubicación. Las pizarras bituminosas de sedimentación marina, tiene un tenor de uranio entre 30 y 50 veces mayor que el de las rocas normales de la corteza terrestre.

Existen depósitos típicos en las pizarras aluminosas del Cámbrico Superior sueco, que cubican muchos millones de tonela-

das con leyes de 0.01 a 0.02 por ciento de U_3O_8 . Muchos yacimientos de fosfatos que se explotan como fertilizantes, tienen una radioactividad del mismo orden y es indudable que podrían localizarse otros tipos de depósitos de minerales que acusaran parecido grado de radioactividad. Pudiera suceder en el futuro que llegara a tener una influencia importante en el desarrollo de la energía atómica, el uranio obtenido como subproducto de la explotación de pizarras bituminosas y rocas fosfatadas; parece, sin embargo, remota todavía esta posibilidad, excepto en los casos en que estas importantes cubicaciones, se presenten cercanas a grandes centros industriales o bien cuando la explotación de otra sustancia básica soporte el precio de costo quedando el uranio como subproducto valioso.

Dentro del ámbito nacional español, esta concepción futura de explotación de grandes masas de rocas pobres apunta muy directamente al granito cuya radioactividad como hemos indicado anteriormente es muy superior a las demás rocas y cuyas cubicaciones en España son inmensas.

Subproductos de minas en explotación

Es esta la última fuente productora de minerales radioactivos a la que voy a hacer referencia en este estudio donde he pasado en revista todas las conocidos.

Existe una fuente en potencia de gran interés en cuanto al uranio y al torio que no debe ser despreciada por el geólogo de campo. Los minerales de oro, estaño, cobre, cobalto y otros metales pueden contener pequeñas cantidades de elementos radioactivos, cuya recuperación puede ser viable, si el costo de explotación es totalmente soportado por el producto básico de la mina o por lo menos, lo soporta en gran proporción. Existe un excelente ejemplo en los yacimientos auríferos del Witwatersrand. Era conocida hace años, la existencia de algo de uraninita, en los concentrados de osmio iridium; sin embargo, investigaciones recientes, facilitadas por contadores Geiger modernos, han puesto de relieve, que tanto la uraninita como el hidrocarburo radioactivo llamado tucholita, están mucho más extendidos de lo que se creía y además, en cantidades suficientes, como para justificar su explotación.

En otros países, los placeres auríferos, contienen minerales re-

fractarios de uranio del tipo de la euxenita potencialmente recuperables como subproductos.

Las explotaciones de estaño de tipo placer en Nigeria y Sudeste de Asia producen arenas pesadas que contienen monacita, euxenita y torita que son habitualmente descartadas con los estériles o "amang" del último lavado, electromagnético o por gravedad, de los concentrados de estaño y que en muchos casos, justifican el que se investigue para su eventual recuperación. En algunas minas de cobre, el mineral, particularmente la bornita y la calcosina es apreciablemente radioactivo; los yacimientos filonianos de cobalto, en una mayoría de casos, presentan algo de pechblenda y también se conocen yacimientos radioactivos de cinabrio y de molibdenita. El geólogo o metalúrgico de cualquier empresa minera importante, debe tener un preciso conocimiento de la radioactividad de sus minerales y residuos de lavadero.

Con esta referencia a la recuperación del uranio como subproducto, termina la revista de los diferentes tipos de yacimientos o aprovechamientos de minerales radioactivos.

Su aplicación concreta a nuestras provincias, es difícil como orientación para quienes recorren los montes o penetran en las simas, pero es evidente que salvo en el caso de los minerales de colores vivos, es imprescindible disponer del contador Geiger.

Conjugando las indicaciones anteriormente vertidas, una vez más puede apuntarse como zona de interés, el asomo granítico de Peña de Aya, junto con su aureola metamórfica, tan amplia y de manifestaciones diversas, en la que predominan los minerales de hierro, plomo, zinc y cobre junto con las baritas fluorinas y cuarzos.

Queda para terminar estas notas la descripción de los diferentes aparatos que se emplean para determinar la existencia de la radioactividad y también una referencia sobre la legislación vigente en España en la materia, lo que será objeto de otro capítulo.

(Continuará)