

17.5. 49/83

05.81.01

RG
061.3:
55(82)
C76
1981

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1981



**GEOLOGIA
Y RECURSOS NATURALES
DE LA PROVINCIA
DE SAN LUIS**

RELATORIO DEL
VIII CONGRESO GEOLOGICO ARGENTINO
20-26 de Setiembre de 1981

Auspiciado por la
Asociacion Geológica Argentina

Comisión Nacional de Geología
Buenos Aires

BUENOS AIRES

1981

RECURSOS MINERALES NUCLEARES

JORGE M. A. NOYA y HUGO N. LUCERO MICHAUT

I. GENERALIDADES

La mayor parte de las manifestaciones uraníferas hasta el presente reconocidas en San Luis se encuentran en ambiente cristalino, haciéndolo las pocas restantes en sedimentos, sedimentitas y productos de epitermalismo cenozoico postvolcánico, y todo ello dentro de un determinado sector de la "Provincia Uranífera" correspondiente a las Sierras Pampeanas; no se conocen hasta el momento manifestaciones de este tipo dentro de las formaciones mesozoicas de la llamada Cuenca de San Luis, perteneciente a la misma provincia metalogenética.

A los efectos de presentar en un determinado orden los depósitos e indicios de referencia, se ha seguido en una primera aproximación los cánones de la metalogenia clásica, ensayándose complementariamente la posibilidad de encasillar una parte de los mismos de acuerdo a la clasificación estructural de Geffroy y Sarcia para vetiformes (1930).

No puede dejar de ser especialmente señalado en este espacio, el hecho de que la primera mención sobre la existencia de *minerales de uranio y en especial de hipógenos de uranio en el país* se refiere a investigaciones llevadas a cabo por el notable naturalista G. Avé-Lallement en *la ciudad de San Luis y sobre minerales puntanos* ("Uranhaltende Mineralien" -La Plata, Monatschrift, 1874-; Lucero Michaut -Mundo Geológico, 1971).

Siempre, las referencias a primeras menciones de estos minerales en el país estuvieron erróneamente ligadas a un trabajo de 1938 (Rigal, R.) llevado a cabo 64 años después de que realmente los mencionara Avé-Lallement en el periódico platense-alemán de ritmo mensual de referencia.

II. RASGOS GEOLOGICOS GENERALES

El ambiente de basamento cristalino que aloja a la mayor parte de los yacimientos, manifestaciones e indicios uraníferos de la provincia de San Luis, se integra fundamentalmente de metamorfitas precámbricas de alto, mediano y bajo grado y de intrusiones copaleozoicas de dimensiones batolíticas y sub-batolíticas de plutonitas de carácter sobresaturado.

Completan el cuadro un grupo de ultramafitas ubicables en el deslinde Proterozoico-Paleozoico que constituyendo la primera manifestación ígnea de la comarca, inició toda una cadena de irrupciones de gradiente básico-ácido que pasando por el importante peldaño granítico mencionado, culminó con ubicuas descargas esquizolíticas y productos finales de naturaleza hidrotermal portadoras de diversos minerales, algunos de ellos, de uranio.

Un corto número de manifestaciones uraníferas se aloja en otros ambientes formacionales tales como sedimentitas terciarias, travertinos localmente mineralizados por epitermalismo y precipitación química, y en diversas rocas, por la vía de soluciones descendentes controladas por la litología y estructura; por otra parte, cabe mencionar los depósitos monacíticos aluvionales de los ríos Cañada Honda y Quinto que contienen torio, uranio y tierras raras.

El ambiente geológico y estructural que contiene a estos yacimientos reúne ciertas condiciones de orden general que parecen conferirle características propias de una "Subprovincia Uranífera" que abarca parte del sistema de las Sierras Pampeanas.

En primer lugar se cumple la exigencia de poseer *yacimientos portadores de hipógenos de uranio*, caso de las pegmatitas uraníferas y de los cuerpos vetiformes hidrotermales (yacimiento tipo: La Estela); además, la comarca aloja *formaciones primitivamente portadoras de uranio* presente en proporciones anómalas (expresable en p.p.m.) tales como los batolitos de Las Chacras, San Felipe, Concarán, etc. (yacimiento tipo: Las Toscas). Stipanovic P. et al, 1968, Lucero M., Diez J., Noya J., 1974).

III. DESCRIPCION DE YACIMIENTOS

III. 1) Manifestaciones en ambiente cristalino

III. 1.a) *Vetiformes de carácter hidrotermal*

Grupos "La Estela", "La Quinta", "El Repecho", "Bella Vista"

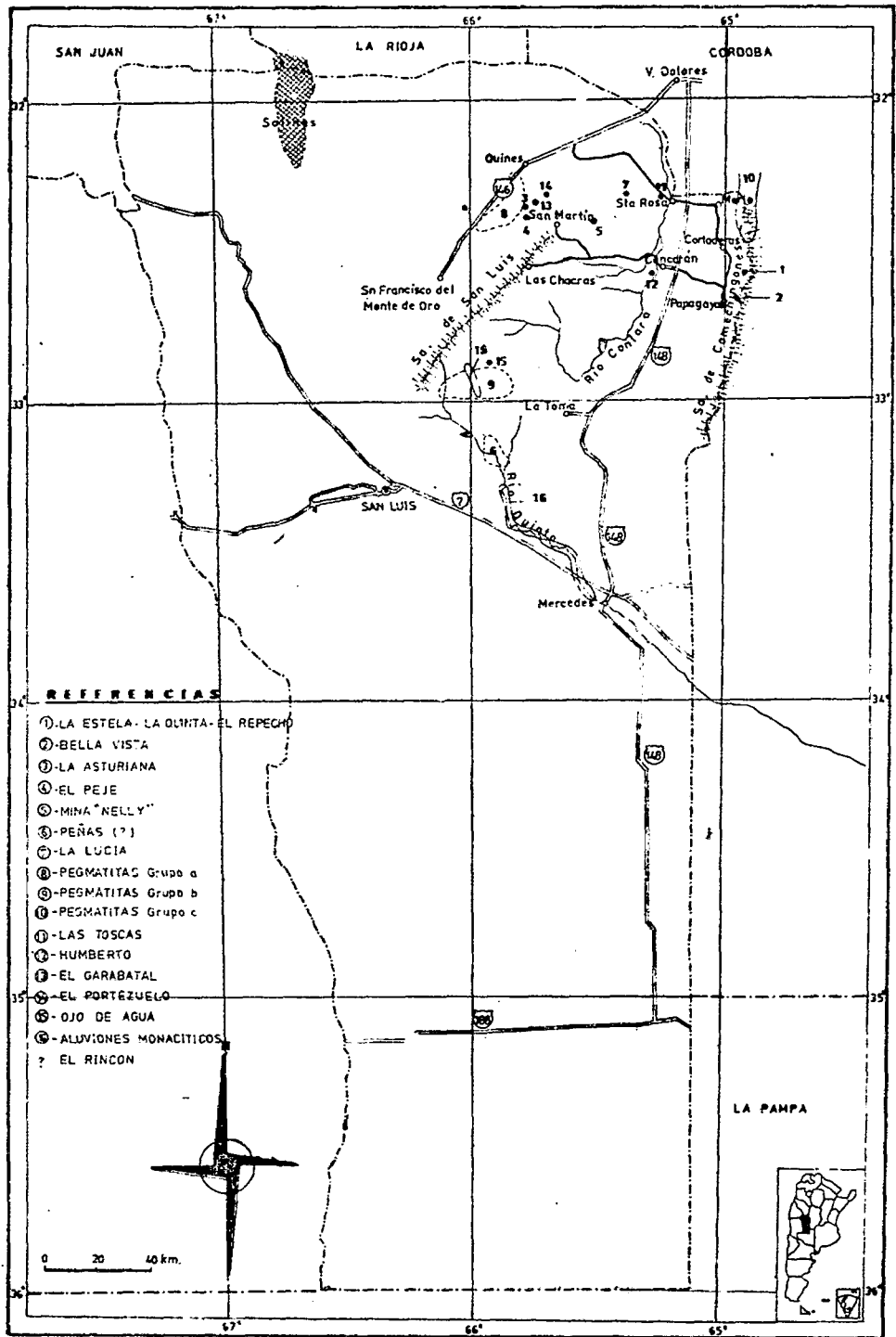
En el faldeo occidental de la sierra de Comechingones afloran, entre las localidades de Cortaderas y Papagayos, rocas graníticas con pasajes locales a granodioritas de color rosado y grano grueso, con transiciones frecuentes a áreas porfiroides por la presencia de grandes cristales de microclino, a menudo orientados. En estas rocas, biotita es el mafito más importante; muscovita está casi siempre presente, pero en cantidades muy limitadas. Están localmente muy afectadas por meteorización e hidrotermalismo y son portadoras de un pobre séquito filoniano casi exclusivamente aplítico. Son frecuentes grandes cuerpos de sílice lechosa, productos de una postrera escisión magmática.

Frente a las localidades mencionadas las rocas graníticas contactan intrusivamente con metamorfitas de alto grado.

Desde el punto de vista tectónico cabe señalar, en primer término, un sistema de grandes fracturas compresivas, submeridionales, de alto ángulo de buzamiento al este, responsable de la estructura de bloques de la sierra. Fracturas tensionales casi normales a las anteriores sirven de emplazamiento a los principales colectores del faldeo. Una serie de fallas menores, tanto tensionales como compresivas, son de poco significado regional, pero muy importantes en el marco de los yacimientos por su carácter postmineral. Se han observado diaclasas pertenecientes a tres sistemas principales, dos subverticales, de rumbos NE-SO y NO-SE, y subhorizontal el tercero.

La fractura tensional que coincide con el río Seco alberga una importante mineralización fluorítica, vetiforme, de probable origen epitermal.

Estas vetas de fluorita, que se extienden a lo largo de varias decenas de kilómetros sobre ambos flancos de la sierra de Comechingones, pueden resol-



verse localmente en verdaderos "Stockwerks", tanto en los cambios de rumbo como en los encuentros de la falla principal con otras ligeramente divergentes.

Las vetas de fluorita han sido amparadas por una serie de antiguos pedimentos mineros: "Plus Ultra", "La Marquesa", "Don Huberto", "Italo-Argentina", "Bubú", etc.

En 1951 ó 1952 se descubrieron minerales amarillos de uranio en la pertenencia central de las tres con que contaba la mina "La Marquesa", sobre la margen izquierda del río Seco. Este sector se conoce actualmente como mina de uranio "La Estela", la más conocida del grupo, y hasta el presente, la más importante de la provincia.

Precisamente en la cantera de "La Estela" se observa un cambio de rumbo en la fractura mineralizada. Las vetas de fluorita que al oeste de la cantera tienen un rumbo E-O, al este de la misma se orientan hacia el E-SE.

En el punto de inflexión la zona de fractura se ensancha considerablemente y todas las aberturas y oquedades de la brecha han sido ocupadas por fluorita negra, fétida, asociada a minerales de uranio. Se localiza aquí un gran "Stockwerk".

Las especies uraníferas hasta ahora identificadas son: Pechblenda, gummita, autunita y uranofano.

Uranofano es el mineral más abundante por encima del nivel freático. Por su extrema movilidad este silicato hidratado de calcio y uranio invade la roca granítica fracturada próxima al "Stockwerk", llegando a constituir impregnaciones de valor comercial.

Pechblenda se ha observado en dos pequeñas labores superficiales, en una de las galerías subterráneas y en un testigo de relativamente gran profundidad.

Sobre una muestra de pechblenda se efectuó una determinación de edad absoluta por el método Pb, U. La misma resultó de 23 ± 1 m.a. (Stipanovich-Linares).

Gummita y autunita son extremadamente escasas.

En profundidad se observaron pequeños cristales de calcopirita en ganga silícea. Este mineral, minúsculos trozos de azurita y malaquita encontrados en la cantera y óxidos de manganeso observados como pátinas en partes profundas de las vetas, son los únicos metalíferos existentes en "La Estela" fuera de los uraníferos y los óxidos de hierro.

La fluorita que acompaña a la mineralización uranífera es muy oscura, prácticamente negra y fétida. Hacia el extremo oeste del "Stockwerk" este mineral se aclara paulatinamente pasando a fluorita violeta, verde o amarilla, no uranífera. Hacia el este, en cambio, al nivel del laboreo subterráneo ya que el cuerpo no aflora en este sector, la fluorita es reemplazada por calcita, dentro de la brecha, y la mineralización uranífera desaparece.

En algunos sectores se observan delgadas venas de fluorita dentro de la milonita de algunas fallas menores postminerales, evidenciando la existencia de más de un ciclo mineralizante.

Los tipos de alteración más frecuentemente observados en la roca granítica en las proximidades del cuerpo mineralizado son: sericitización y caolinización de los feldespatos calco-sódicos; cloritización de la biotita que también suele estar desferrizada; epidotización amplia de la roca en la inmediata vecindad de los cuerpos mineralizados. Es frecuente muscovita secundaria formada a expensas de los feldespatos; menos común es la biotita secundaria formada probablemente por soluciones alcalinas similares a las que, a pocos cientos de

metros al este de "La Estela", produjeron fenómenos de episenitización en el granito.

En el ámbito del yacimiento una serie de fallas postminerales ha seccionado al cuerpo fluorítico-uranífero.

Estas fallas pueden ser agrupadas en dos sistemas principales. Las del primer sistema, más antiguas, son compresivas, de rumbo aproximadamente N-S y buzamiento al este que varía entre y 45° en superficie y tiende a la horizontal en profundidad. Las del segundo sistema son tensionales de rumbo groseramente E-O y fuerte buzamiento al sur.

Las fallas del primer sistema —de las cuales se han observado tres— han actuado invariablemente desplazando, relativamente, a los bloques del techo hacia el norte y oeste.

Las del segundo sistema son fallas "casi paralelas" y pueden dar lugar, de acuerdo a la relación de los buzamientos, a repeticiones u omisiones del cuerpo mineralizado. El primer caso se observa en la cantera y el segundo en la sección este de la Galería Oeste.

Sobre la misma corrida mineralizada del río Seco se localizaron dos áreas radiactivamente anómalas que fueron investigadas mediante perforaciones debido a que los cuerpos presuntamente mineralizados no afloran.

A unos 600 m aguas abajo de "La Estela", sector conocido como "La Quinta", se interesó mediante perforaciones un cuerpo radiactivo no aflorante, que por sus dimensiones y potencia se ha interpretado como un "Stockwerk" similar al de aquella.

Pertenciente al mismo tipo genético y estructural que los depósitos del grupo de "La Estela" el yacimiento "Bella Vista" se presenta en el extremo meridional del batolito antes mencionado.

Se trata de un "Stockwerk" mineralizado por pechblenda, autunita, etc. (Canga A., 1957-58, Lucero M., Diez J. y Noya J., 1974), acompañados por pirita, cuarzo y cierta cantidad de fluorita violácea, todo lo que identifica genéticamente a este depósito con el de "La Estela".

El cuerpo de veta principal posee una potencia métrica que se prolonga un tanto hacia las cajas en forma de un halo progresivamente menos mineralizado hasta esfumarse totalmente en forma gradacional. El mismo se encuentra afectado por una fractura postmineral que trunca su continuidad hacia profundidad; este accidente es de carácter traccional identificándose con los pertenecientes al juego de este mismo tipo, que fuera señalado para "La Estela" (Lucero, Diez, Noya, 1974) faltando localmente sólo el grupo de las fracturas postminerales compresivas que poseen también distribución regional y que preceden temporalmente a aquel grupo de fallas.

Este depósito, como los anteriores, constituye un caso de relleno de fisuras tectogénicas, recayendo por su mineralización dentro del caso típico de "depósitos vetiformes o de tipo pipe portadores de fluorita radiactiva", que pertenecen como los del grupo anterior al caso general de "depósitos epitermales".

Poco al este de "Bella Vista" y sobre la misma faja tectonizada, se ubica una serie de cuerpos de vetas sílico-fluoríferas que reconocen idéntico origen que los de aquella, de la que se diferencian por la exigüidad de los componentes uraníferos traducidos en la presencia de cierta radiactividad y en la mayor abundancia de fluorita normalmente coloreada; faltan también aquí las iteraciones fluorogénicas, algunas de las cuales fueron las responsables de los aportes uraníferos.

Grupo "El Peje" - "La Asturiana"

Estas manifestaciones uraníferas se ubican a 12-14 Km al NO de San Martín, en el flanco occidental del cerro Anticristo, "El Peje" y el noroccidental del cerro Potrero de las Mulas, "La Asturiana".

En ambos casos los minerales amarillos de uranio están asociados a vetas probablemente epitermales de fluorita oscura, a veces fétida, en las que se observan también óxidos de hierro.

Las dos manifestaciones están emplazadas en un remanente de micacitas ubicado entre los batolitos graníticos de Quines, al norte, y el de Las Chacras, al sur.

Es muy probable que este "techo" de micacitas sea poco potente dado la profusión de intrusiones graníticas menores en el área.

La veta fluorítico-uranífera de "La Asturiana", visible a lo largo de unos 50 m tiene un rumbo de N 70° E y buza alrededor de 60° al sur. La potencia máxima es de 2 m. Un filón de granito de grano muy fino, de hasta 0.80 m de potencia, se aloja en partes entre la veta y la roca de caja. Se han observado minerales amarillos de uranio, probablemente autunita, especialmente hacia las salbandas y en cantidades muy limitadas.

En el caso de "El Peje", la mineralización es similar. La veta, de rumbo E-O y prácticamente vertical, aflora por unos 100 m con potencia de 1,50 a 2 m.

Mina "Nelly"

Este conocido yacimiento de vanadio está ubicado a unos 12 Km al este de San Martín, alrededor de 1000 m sobre el nivel del mar.

En el área del yacimiento afloran micacitas de rumbo predominante E-O y buzamiento entre 60° al N y vertical, en la mitad occidental, y N-S con buzamiento de 80° al este, en la oriental.

Las micacitas han sido muy penetradas por filones capas y diques concordantes de pegmatitas rosadas de grano fino a medio y luego por pegmatitas blancas, discordantes, de rumbo predominante N-S y subverticales, de hasta 10 m de potencia, portadoras de turmalina y, más raramente, berilo.

Todo el conjunto ha sido cortado por vetas hidrotermales subverticales, de rumbo E-O. La veta principal ha sido reconocida a lo largo de 1600 m. Su potencia es de 2,5 a 3 m y alcanza, en el sector de las labores principales, a 5,25 m.

En la veta, mesotermal (Angelelli, 1950), se observa cuarzo de dos generaciones. El de la primera ha sido portador de pirita; el de la segunda de pirita, galena, blenda, calcopirita y vanadinita. Entre los minerales supergénicos se citan: limonita, malaquita, azurita, anglesita, cerusita, covelina, calcosina, vanadinita, descloizita y wulfenita.

La radiactividad registrada en este yacimiento está ligada principalmente a pirita. En este sulfuro se ha constatado por vía química la presencia de uranio, en leyes interesantes, pero no se ha observado ningún mineral uranífero. Probablemente se trate de pechblenda finamente diseminada en la masa de la pirita.

Manifestaciones "Peña" y "La Lucía"

La única referencia al indicio auro-uranífero de "Peñas" se debe a un artículo de G. Avé-Lallement del año 1874, escrito en idioma alemán (La

Plata Monatschrift, 1874); en el mismo se hace alusión a un grupo de vetas de cuarzo aurífero ubicadas en el lugar llamado "Peñas" —Saladillo, sobre el río Quinto.

Siempre de acuerdo a este autor, se trata de un cuerpo de vetas silíceas de rumbo este-oeste, de significativa potencia y portadoras de un cuarzo muy ferroso que contiene poco oro, mucha pirita, óxido de hierro hidratado, algo de galena y *minerales de uranio*; cita la conspicua presencia de un "ocre de uranio" (Zippeitía) de pigmentación amarillo limón, mate.

También se menciona la presencia de un "óxido de uranio de color pez" (¿pechblenda?), junto a galena finamente diseminada¹.

Avé-Lallement hace referencia en el mismo artículo a un único caso paragenético análogo y relacionado a la presencia conjunta de *uranio* y *galena* en un mismo criadero (Australia) de soporte silíceo, circunstancia que alentaría a considerar a estos depósitos como un "lugar tipo caracterizado por la existencia de una determinada ley paragenética".

El mismo autor cita finalmente la existencia de otros filones portadores de "chalcolita" (fosfato de uranio y cobre, hidratado) en dos sitios: "El Rincón", que será mencionado más adelante por pertenecer a otro tipo genético, y "Vallecito" —Socoscora, donde la torbernitita se presenta en magníficos desarrollos cristalográficos en el seno de vetiformes de cuarzo blanco.

Entre muchos otros depósitos de soporte silíceo, mineralógica o radiactivamente considerables como uraníferos, se describirá someramente sólo el de "La Lucía".

Se ubica en el Departamento Cautana, a unos 8 Kms. de la ruta Talita-Santa Rosa. Se trata de un filón de cuarzo de aproximadamente un metro de potencia, presente en ambiente metamórfico portador de pequeños stocks graníticos y representantes diasquísticos de naturaleza pegmatítica y aplítica. La veta se encuentra mineralizada por compuestos cupríferos tales como azurita y malaquita y abundantes concentraciones de hematita radiactiva, que si bien no permitió la visualización de minerales de uranio determinables acusó químicamente la presencia de este elemento (según tenores muy bajos en U_3O_8) (Canga A., 1960).

Todas estas manifestaciones filónicas cuarzosas y portadoras de minerales cupríferos, auríferos, uraníferos (y plumbo-zincíferos como productos de una segunda generación de sulfuros) corresponderían genéticamente a yacimientos de segregación magmática de carácter epitermal.

III. 1. b) *Manifestaciones en productos de escisión magmática pegmatítico-neumatolíticos*

Estos depósitos, que por su posición con respecto al emplazamiento de sus rocas madres (plutonitas) pueden ser internos, marginales o externos, por su estructura íntima se dejan clasificar en pegmatitas homogéneas y heterogéneas, o sea dotadas de zonalidad; por ser el uranio un elemento característico de soluciones residuales, suele encontrárselo con cierta frecuencia en pegmatitas del tipo petrogenéticamente más elaborado, vale decir las zonales en las que

¹ En su artículo, Avé-Lallement describe detalladamente todas las marchas químicas que condujeron a la determinación de las distintas especies minerales uraníferas mencionadas (Lucero Michaut, 1971; traducción completa de "Uranhaltende Mineralien", diario "La Voz del Sud", Mercedes, San Luis, 30-8-1971).

se presenta principalmente en forma de minerales hipógenos de alta temperatura y sus productos de oxidación.

Estas manifestaciones y/o indicios, que en muy pocos casos pueden llegar a constituir yacimientos uraníferos rentablemente explotables, se dejarían agrupar dentro de esta provincia en tres distritos principales, dos de ellos en el seno del macizo de la Sierra de San Luis propiamente dicho, y el tercero sobre la dorsal de la Sierra de Comechingones a la latitud de Merlo, correspondiendo en todos los casos a emplazamientos de tipo "externo", vale decir, encajantes en las metamorfosis que rodean a sus rocas madres.

En el macizo puntano generalmente lo hacen en los ambientes metamórficos de bajo grado que le son más característicos, y en la Sierra de Comechingones en gneises altamente metamórficos pero siempre en las vecindades inmediatas o relativamente mediatas de irrupciones plutónicas sobresaturadas de orden batolítico o subbatolítico; en la mayor parte de los casos las penetraciones son concordantes con la esquistosidad, siendo los rumbos preferenciales entre NNE-SSO y ENE-OSO.

Grupo a): Dentro del macizo puntano se localiza, por una parte, una serie de pegmatitas uraníferas ubicadas a pocos kilómetros al sur de la localidad de Quines (El Zapallar), dentro de las que cabe mencionar las siguientes:

- 1) San Fernando, anteriormente explotada por casiterita; es portadora de oxidados de uranio en nidos de concentraciones muscovíticas.
- 2) Rodeo de Los Arboles; portadora de fosfatos de uranio (autunita, torbenita, etc.).
- 3) Piedras Rosadas; explotada en otras épocas por wolframio, lleva también fosfatos de uranio (Angelelli V., 1950).
- 4) El Diablo; presenta concentraciones de uranofano y fosfatos de uranio.
- 5) El Neutrón-La Celsa; conspicuas portadoras de fosfatos de uranio. (Canga A., 1960).

Grupo b): Otro conjunto de pegmatitas uraníferas pertenecientes a la misma unidad serrana anterior, se ubica poco al SSE del primero, en un sector distante entre 40 y 45 Kms. al NO de la localidad de La Toma, del que se mencionarán las siguientes minas poliminerales que fueron explotadas esencialmente por su contenido berilífero:

- 1) La Elita; es portadora de erráticas concentraciones de uraninita, uranofano, autunita y schroekingerita.
- 2) Santa Ana; como minerales de uranio, lleva uraninita, gummita, diversos ocreos y torbenita. (Canga A., 1960).

Grupo c): Sobre la línea dorsal de la Sierra de Comechingones se localiza el tercer y último grupo de pegmatitas uraníferas, poseedoras en este caso de las mismas características de las cordobesas ubicada desde San Javier (Córdoba) por el norte y Merlo (San Luis).

Se trata de pegmatitas normalmente portadoras de columbita-tantalita, berilo y mica, mineralizaciones por las que fueron real y parcialmente explotadas; son conspicuas fuentes de minerales uraníferos de disposición errática dentro de sus masas, tales como uraninita y "amarillos de uranio" derivados

de ésta. Como yacimiento tipo de este grupo, puede mencionarse la mina "Beatriz", que es portadora de pequeñas cantidades de uraninita, gummita y autunita. (Angelelli V., 1950).

III. 1. c) *Manifestaciones de carácter descendente con control litoestructural*

Este subgrupo incluye la manifestación "Las Toscas", ubicada a unos 2 Kms. al oeste de Santa Rosa, el yacimiento "Humberto", a 4 Kms. al SO de Concarán, y manifestaciones menores.

Al oeste de Santa Rosa, sobre la margen izquierda del Río Conlara, afloran sedimentitas arenoso-calcareas, probablemente del Neógeno (Rigal), a lo largo de unos 3 Kms. en sentido N-S por 300-400 metros en sentido E-O. Apoyan directamente sobre las micacitas del basamento y acompañan la pendiente de su superficie erosiva hacia el centro del valle.

Hacia la parte central de la referida sedimentita, en una extensión de 300 por 300 metros, se observa una franca tosca o caliche calcáreo, de color marrón y más de 2 metros de potencia, que fue explotado en pequeña escala para la producción de cal. Encierra clastos principalmente de cuarzo, de tamaño y forma irregulares. En algunos sectores son frecuentes, dentro de la tosca, lenticulas de arcilla de color marrón más oscuro que el de la roca. La tosca es, en general, masiva y no se observan planos de estratificación.

Minerales amarillos de uranio, carnotita y tyuyamunita en su mayor parte, se presentan como delgadas venas de 1-2 mm dentro de volúmenes limitados de la tosca y también tapizan pequeñas oquedades de la misma.

Se estima que esta manifestación es similar, desde el punto de vista genético, a los depósitos de uranio en "calcretes" existentes en el sudoeste de Australia, donde se considera que los vanadatos de uranio precipitan directamente como tales, a partir del U^{+6} y V^{+4} transportados por las aguas subterráneas. La precipitación de los vanadatos se produce durante o inmediatamente después de la precipitación del carbonato de calcio.

En el pedimento nuclear "Humberto", ubicado en la margen izquierda del Río Conlara, a 4 Km al SO de Concarán, los minerales uraníferos presentes son también carnotita y tyuyamunita. (Valdiviezo, 1976.)

En el área del yacimiento sólo se observan metamorfitas precámbricas, en esencia micacitas y gneises inyectados, intruidas por pegmatitas graníticas, y la cubierta aluvial actual, areno-limosa, de unos 2 m de espesor.

La mineralización uranífera se aloja en el contacto del regolito con la roca subyacente, formando un cuerpo subhorizontal de unos 300 m de largo, en sentido NO-SE, por alrededor de 150 m de ancho. El espesor varía entre pocos centímetros y 5 metros.

Una fractura de rumbo NO-SE afecta al cuerpo mineralizado en las proximidades de su borde nororiental. Sobre esta fractura se observan en mayor proporción los vanadatos de uranio asociados a material caolínico y a carbonato de calcio.

Se estima que los procesos genéticos han sido similares a los de "Las Toscas".

"El Garabatal" se encuentra ubicado en esquistos elorítico-sericíticos corrugados y de bajo grado de metamorfismo, a pocos kilómetros al sur del extremo oeste del batolito de Quines; esta manifestación consiste en una mineralización autunítica (fosfato de uranio) que impregna densamente a la roca portadora ocupando planos de esquistosidad y fracturas (fallas y diaclasas); muy

probablemente ha sido generada por soluciones descendentes que provinieron de la lixiviación de los granitos vecinos que normalmente llevan cierta cantidad medible en p.p.m. de uranio lábil entre sus minerales accesorios. (Berizzo J., 1979).

La degradación de otros accesorios tales como apatitas podría haber suministrado el complemento fosfórico que adecuadamente combinado dio lugar a la precipitación de los fosfatos mencionados.

Cabe también mencionar la manifestación "El Rincón" prácticamente del mismo tipo que la del Garabatal, que ya fuera señalada hace 105 años (G. Avé-Lallement, La Plata, Monatschrift, 1874). Este autor hace referencia al hallazgo de abundante chalcólita (fosfato hidratado de uranio y cobre) en el seno de esquistos sericíticos y juntamente con algo de corindón (Lucero Michaut H., 1971) en un sitio llamado "El Rincón" donde se ha localizado un depósito cuprífero.

El pequeño depósito de "El Portezuelo" se ubica sobre una gruesa faja tectonizada de rumbo norte-sur que afecta a un sector meridional del batolito de Quines. Se trata de una mineralización de "amarillos de uranio" exavalente que muy probablemente se originó como las anteriores manifestaciones, a raíz de procesos de lixiviación de las masas graníticas y pegmatíticas del mismo batolito que la aloja; las soluciones descendentes así originadas pudieron precipitar dentro de la brecha tectónica mencionada tapizando fracturas de movimiento y diaclasas existentes. (Berizzo J., 1979).

III. 2) Manifestaciones ligadas al vulcanismo cenozoico Ojo de Agua

Se ubica en el lugar homónimo inmediatamente al N-O del Cerro Tiporco, a 40-60 Km al N-O de la localidad de La Toma en la vecindad de conspicuos emplazamientos andesíticos-traquiandesíticos que constituyen muy probablemente su roca madre. Según Canga (Canga A., 1960) predomina en la zona el ambiente de basamento cristalino metamórfico con intrusiones graníticas, penetraciones pegmatíticas y aplíticas y extrusiones de magmas dioríticos.

Al igual que lo que ocurre en el caso de los travertinos uraníferos de Las Playas situados en el ángulo N-O de la Hoja Geológica Cruz del Eje-Córdoba (Olsacher J., 1960, Lucero Michaut H. y Olsacher J., 1975), se trataría en el que aquí se menciona, de depósitos de precipitación química umbilicados a etapas tardías de un epitermalismo ligado a las efusiones andesítico-traquiandesíticas terciarias presentes en el área; estas actividades póstumas del vulcanismo de referencia podrían recaer en escalones temporales ubicables en el deslinde plioceno-pleistoceno si se hacen extensivas a estos eventos circunstancias comprobadas en los travertinos derivados de las andesitas cordobesas de cuya sincronización con las de la provincia de San Luis no habría razones para dudar.

Los productos de este epitermalismo están representados en el área por capas calcíticas blanquecinas impuras y aragoníticas verdes, ambas portadoras de abundante sílice, y de variado espesor; la manifestación uranífera principal se localiza en un determinado sector de estos bancos carbonáticos que presentan escasas e irregulares impregnaciones de uranofano que se manifiestan como agrupaciones de finos cristales (Canga A., 1960) que tapizan fisuras y diaclasas de la roca portadora.

Muy probablemente se trata de un yacimiento epigenético en el que las soluciones mineralizantes se encontrarían ligadas ora a aportes termales póstumos del mismo vulcanismo que dio origen a las carbonatitas receptantes, ya a soluciones derivadas de la lixiviación de granitos con contenidos anómalos en uranio, tales como los del vecino batolito de Concarán y de pegmatitas portadoras de mineralización uranífera hipogénica.

III. 3) Manifestaciones en aluviones y sedimentitas cenozoicas

Gran parte de la cuenca de recepción del Río Quinto —desde sus cabeceras identificadas con las nacientes de los ríos Carolina, Grande y Cañada Honda, hasta la latitud de V. Mercedes— es portadora de aluviones caracterizados por la presencia de "black sands" que a su vez contienen ciertos porcentajes de monacita¹.

Puede observarse que sólo los tributarios provenientes del oeste y noroeste, es decir los enclavados en áreas graníticas o metamórficas de alto grado (gneises macizos almandínicos portadores de algo de monacita) llevan este mineral radiactivo, a la par que los del este y noreste, enraizados en ambientes de metamorfitas de bajo grado son completamente estériles en este sentido.

Otra fuente uranotorífera secundaria que regula en algún grado la reposición de los "black sands" monacíticos de los placeres holocénicos que constituyen básicamente estos depósitos, se identifica con un grupo de sedimentitas terciarias de probable edad mioceno-pliocena, a juzgar por sus analogías litológicas con los estratos de Cosquín-Córdoba; las mismas, consistentes en limos margosos con lenticulaciones psamíticas oscuras, afloran sobre las márgenes del Río Quinto después de su salida del cristalino siendo especialmente visibles a la altura de Paso de las Carretas (Quebrada de las Avispas) sitio en que se caracterizan por sus elevados contenidos en titanita, monacita, granate y varios minerales densos melanocráticos.

Evidentemente (Lucero Michaut H. N., 1960) la convergencia de dos minerales de génesis tan dispares cual el granate y la monacita dentro de una misma roca (gneis biotítico-almandínico) puede obedecer a circunstancias meramente fortuitas. La génesis del almandino no ofrece problemas en un sedimento integrado por compuestos relativamente ácidos y expuestos a la dinámica reinante en niveles catazonales; en cuanto a la monacita presente, su génesis puede hallarse vinculada a la profusa penetración pegmatítica existente, manifestación diasquística cuyas soluciones residuales suelen caracterizarse por un enriquecimiento en uranio, torio y tierras raras.

No debe descartarse empero, la posibilidad de que la monacita presente en estos gneises (paragneises) pueda haberse depositado como tal en el sedimento originario y proveniente como en el caso de las arenas actuales, de la desintegración de rocas ácidas preexistentes; circunstancias de pigmentación (las monacitas pegmatíticas suelen ser pardas y las gnéisicas, amarillo miel) no invalidarían esta alternativa —siempre suponiendo un origen pegmatítico en última instancia— dado que el metamorfismo puede haber tomado a su cargo la tarea de obliterar y desfigurar los rasgos originales de procedencia.

¹ Un análisis de la monacita de los aluviones del río Tercero (Córdoba) en un todo similar —mineralógica y genéticamente— a la presente en San Luis, brindó los siguientes resultados: ThO₂ = 3,8 %; U₃O₈ = 0,2 %; Ce O₂ = 15,7 % y otros óxidos de tierras raras = 45,4 %.

Otros acompañantes erráticos de la monacita en los aluviones y sedimentos mencionados, son los siguientes: dentro de la fracción liviana, abundante feldespato calcosódico, cuarzo, biotita, muscovita, vermiculita, circón, apatita, anfíbol, titanita, etc., y dentro de otra fracción relativamente más grave, magnetita, ilmenita, piezogramates, scheelita, oro ¹, etc.; no se descarta la intervención de alguna fergusonita, niobatos, niobiotantalatos, etc., que no han sido particularmente investigados.

La reserva principal se ubica en realidad, no en la zona de cabeceras (río Cañada Honda), donde la monacita fuera señalada por primera vez, sino en la de planicie ya en el mismo río Quinto. vale decir a partir de donde los contenidos en "black sands" contaron y siguen contando con la reposición adicional y permanente proporcionado por los estratos terciarios que fueron mucho más tempranamente mineralizados en monacita y otros minerales graves (oro, granate, magnetita, ilmenita, etc.).

IV. CLASIFICACION ESTRUCTURAL

Finalmente se intentará encasillar algunos grupos de yacimientos puntanos dentro de los cuadros de la clasificación de raíz estructural para yacimientos uraníferos vetiformes, de Geffroy-Sarcía, esbozada sobre la base de la posición de los depósitos con respecto a sus rocas madres y al de metamorfismo (en caso de haberlo) de las cubiertas afectadas por sus emplazamientos (Geffroy J. et Sarcía J., 1960).

Si bien esta clasificación diferencia claramente ocho tipos distintos de yacimientos dentro de los de la naturaleza anclada, sólo se expondrán en esta breve sinopsis, aquellos que logran encasillar depósitos uraníferos o grupos de ellos, señalados en las descripciones generales precedentes

- Tipo A) "Yacimientos uraníferos en pegmatitas y aplitas y de metamorfismo de contacto en rocas holocristalinas ácidas presentes en macizos circunscriptos (vale decir, de tipo intrusivo) con mineralización principal de *uraninita* y/o *niobio-tantalatos*, y edades del mismo ciclo de la intrusión respectiva".

Entran en esta categoría todas las manifestaciones pegmatítico-neumatolíticas descritas en el punto III. 1.b), de carácter eminentemente petrogenético y cuyas relaciones con las rocas graníticas madres son evidentes, a pesar de su posición generalmente "externa" con respecto a los batolitos o stocks genéticamente responsables.

- Tipo G) "Yacimientos intragraníticos alejados en zonas de filitización más o menos acentuada; se extienden poco, o no lo hacen, en las metamorfitas encajantes. Diversas edades, pero siempre postgraníticas. Mineralización principal: *pechblenda*. Estos depósitos serían difícilmente interpretables según la metalogenia convencional a causa de la antinomia existente en la presencia de una mineralización de baja temperatura, generada en el seno de un centro pirogénico".

Pueden ubicarse en este tipo las mineralizaciones de los yacimientos La Estela, El Repecho, Bella Vista, etc.

¹ Este metal se considera genéticamente ligado a las extrusiones andesíticas existentes en la zona de cabeceras del río Quinto (Carolina - Cañada Honda).

- Tipo H) “Yacimientos uraníferos probablemente secundarios-hidrotermales correspondientes al arrastre del uranio preconcentrado o no, por medio de soluciones termales ligadas a un vulcanismo cualquiera; conforman yacimientos portadores de uranio exavalente (*minerales coloreados*), generalmente en gangas opalíferas”.

Malgrado su aspecto no vetiforme, cabría ubicar en este caso las manifestaciones epitermales ligadas a un vulcanismo cenozoico representado en los depósitos de “Ojo de Agua”, que se encuentran constituidos por gangas carbonáticas mineralizadas por uranio muy probablemente derivado de los aportes termales póstumos de la actividad extrusiva de referencia.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ANGELELLI, V., 1950. *Recursos Minerales de la República Argentina*. I. Yacimientos Metales. Instituto de Investigaciones de las Ciencias Naturales (Revista Ciencias Geológicas). II. Bs. Aires.
- AVE-LALLEMENT, G., 1874. *Mineralogische Mitteilungen an der Argentinischer Provinz San Luis*. IV. *Uranhaltende Mineralien*; (minerales uraníferos). Happs “La Plata Monatschrift”, pág. 147, Nº 10. Biblioteca Nº 30.493. Bs. Aires.
- BERIZZO, J., 1979. *Comunicaciones verbales*.
- CANGA, A., 1957-58. *Informaciones Internas varias de Delegación Cuyo-C.N.E.A.* (inéditas), Mendoza.
- 1960. *Las Manifestaciones y Yacimientos Uraníferos de la Provincia de San Luis*. Primeras Jornadas Geológicas Argentinas. Tomo III. 1962. Bs. Aires, págs. 59-75.
- GEOFROY, J. et SARCIA, J., 1960. *Essai d'une classification des gites uraníferes filoniens*. Rapport C.E.A. Nº 1683. Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay. Service de Documentation.
- GORDILLO, C.; LINARES, E., y POLJAK, R. J., 1957. *Contribución al conocimiento de algunas uraninitas y pechblendas de la República Argentina*. C.N.E.A., Serie Geológica. Vol. I, Nº 1, Bs. Aires.
- LUCERO MICHAUT, H. N., 1960. *Los Aluviones Monacíticos de los ríos Cañada Honda y Quinto*. Prov. de San Luis, Dpto. Pringles, Delegación Centro. C.N.E.A. Córdoba y Bs. Aires (inéd.).
- 1961. *Exploración Complementaria Manifestación Bella Vista, Partido de Arca, Dpto. Chacabuco, Prov. de San Luis*. Delegación Centro. C.N.E.A. Córdoba y Bs. Aires (inéd.).
- 1971. *Mundo Geológico. Rectificación de la fecha de primera mención de un mineral hipógeno de uranio en el país*. Órgano de difusión del Centro Arg. de Geólogos, Nº 1, abril de 1971, Bs. Aires.
- 1971. *Traducción completa del artículo de G. Acé-Lallement: “Uranhaltende Mineralien” de La Plata Monatschrift. 1874, pág. 147, Nº 10. Biblioteca Nacional Nº 30.493, Bs. Aires. Publicación en el diario “La Voz del Sud”, V. Mercedes, San Luis, 30 de agosto de 1971.*
- LUCERO MICHAUT, H. N.; DIEZ, J. D., y NOYA, J. A., 1974. *Los Depósitos Uraníferos de las Sierras Pampeanas (Provincias de Córdoba y San Luis)*. República Argentina. Actas del Quinto Congreso Geológico Argentino. Carlos Paz, Córdoba. Bs. Aires.
- LUCERO MICHAUT, H. N. y OLSACHER, J., 1975. *Hoja Geológica 19/h - Cruz del Eje*. Carta geológico-económica de la República Argentina. Dirección Nacional de Geología y Minería, Bs. Aires (en prensa).
- LUCERO MICHAUT, H. N., 1978. *Yacimientos uraníferos. Principales tipos de yacimientos uraníferos mundiales*. Curso Latinoamericano de Capacitación para la Prospección y Exploración de Yacimientos Uraníferos. Comisión Interamericana de Energía Nuclear y C.N.E.A. de la República Argentina.
- NOYA, J. M. A., 1977. *Mina “La Estela”*. Dpto. Chacabuco, Prov. de San Luis. C.N.E.A., Córdoba y Bs. Aires (inéd.).
- 1977. *Manifestación nuclear “La Quinta”*, Dpto. Chacabuco, Prov. de San Luis. C.N.E.A. Córdoba y Bs. Aires (inéd.).
- 1977. *Manifestación nuclear “El Repecho”*, Dpto. Chacabuco, Prov. de San Luis. C.N.E.A. Córdoba y Bs. Aires (inéd.).

- OLSACHER, J., 1960. *Hoja Geológica Los Gigantes, Córdoba*. Carta geológico-económica de la República Argentina. Dirección Nacional de Geología y Minería, Bs. Aires.
- A. RIGAL, R., 1938. *Las minas de Columbita y Tantalita y el descubrimiento de los minerales de uranio radiactivo en la Cañada de Alvarez, Dpto. Calamuchita, Córdoba*. Min. Agric. Nac. Dirección de Minas y Geología. Bol. 45, Bs. Aires.
- STIPANICIC, P.; RODRIGO, F.; FRIZ, C., y LINARES, E. 1968. *Provincias uraníferas argentinas*. XXIII International Geological Congress. Vol. 7, págs. 57-70.
- STIPANICIC, P. y LINARES, E., 1969. *Edades radiométricas determinadas para la República Argentina y su significado geológico*. Bol. Acad. Nac. de Ciencias XLVII. 1, Córdoba.
- VALDIVIEZO, A., 1976. *La prospección y exploración de la manifestación nuclear "Humberto", Valle de Conlara, San Luis*. C.N.E.A., Córdoba y Bs. Aires (inéd.).
- VALVANO, J. A., 1949. *Informe sobre el depósito uranífero de Santa Rosa, Prov. de San Luis*. Dirección General de Industria Minera. Buenos Aires (inéd.).