

CASA
B-45

34.484

ALBERTO BELLUCO, JOSE DIEZ Y CARLOS ANTONIETTI

LOS DEPOSITOS URANIFEROS DE LAS PROVINCIAS DE LA RIOJA Y SAN JUAN

DE ACTAS DEL QUINTO CONGRESO GEOLOGICO ARGENTINO

BUENOS AIRES

1974



LOS DEPOSITOS URANIFEROS DE LAS PROVINCIAS DE LA RIOJA Y SAN JUAN

POR ALBERTO BELLUCO, JOSE DIEZ Y CARLOS ANTONIETTI *

BIBLIOTECA

"Florentino Ameghino"

RESUMEN

Se describen en el presente trabajo los criaderos uraníferos descubiertos hasta la fecha por la C.N.E.A. y particulares en las provincias de La Rioja y San Juan. El mismo tiene carácter de recopilación y resumen de los antecedentes de todos los depósitos nucleares conocidos en ese ámbito. Asimismo se sintetizan las características de las unidades geológicas y morfoestructurales portadoras de la mineralización uranífera.

Un último capítulo describe el criterio con que se ha procedido a agrupar esos depósitos jerarquizando sus posibilidades económicas y las perspectivas potenciales de las unidades geológicas portadoras en el ámbito de su yacencia regional.

RÉSUMÉ

On décrit dans ce travail les gisements uranifères découverts jusqu'au présent par la C.N.E.A. et par des particuliers dans les provinces La Rioja et San Juan.

Le but de ce travail-ci c'est de faire la recopilation et le résumé des antécédents de tous les gîtes nucléaires connus dans la région. On fait aussi la synthèse des caractéristiques les unités géologiques et morphostructurales qui emportent la minéralisation uranifère.

Un dernier chapitre décrit la façon avec laquelle on a groupé ces gîtes en hiérarchisant ses possibilités économiques et les possibilités potentielles des unités géologiques dans la région où ces gîtes se trouvent.

INTRODUCCION

En el ámbito de las provincias de La Rioja y San Juan, y como parte de un estudio a nivel nacional, se delimitaron 4 unidades de prospección nuclear, que cubren 115.000 km² de áreas estimadas geológicamente favorables para ubicar concentraciones de uranio.

Estas delimitaciones se fundamentaron en la geología de esas provincias y en el conocimiento de las condiciones bajo las cuales pueden ser formados los minerales de uranio, a partir de procesos endógenos o en la compleja evolución geoquímica de ese elemento en el ciclo exógeno.

Sobre algunas áreas de esas unidades se desarrollaron desde 1951 a la fecha programas de prospección, con aplicación de diferentes técnicas (radimetría aérea y terrestre, geoquímica, etc.), que cubrieron unos 37.000 km². y permitieron ubicar 89 depósitos nucleares, del más variado hábito de yacencia y posición geológica, desde el basamento precámbrico (?) al Cenozoico aflorante en dichas provincias.

* Comisión Nacional de Energía Atómica.

El presente trabajo resume los numerosos antecedentes e informes elaborados sobre esos depósitos uraníferos con la finalidad de establecer el encuadre provincial de su distribución geográfica, posición geológica, condiciones de yacencia, control y génesis de la mineralización, etc., jerarquizando las entidades morfoestructurales y por ende a las unidades de prospección que las contienen.

Para la finalidad de estos trabajos se han considerado con carácter de depósitos uraníferos a todo criadero de mineral de uranio que pueda revestir importancia económica o interés geológico para establecer las perspectivas regionales potenciales de las unidades portadoras.

I. UNIDADES PORTADORAS Y DEPOSITOS URANIFEROS

I. 1. UNIDAD ESTRUCTURAL: Sierras Pampeanas Noroccidentales

Dentro de la entidad morfoestructural principal de las Sierras Pampeanas se ha separado un grupo de cordones montañosos desarrollados entre los 26° y 32° lat. S y los meridianos de 66° y 68°30' long. O, bajo la designación genérica de Sierras Pampeanas Noroccidentales (Caminos, 1972). Cubren aproximadamente 120.000 km² de un relieve de bloques tectónicos cortados en rocas cristalinas de edad prepaleozoica y batolitos graníticos paleozoicos, que emergen a menudo en formas de pilares, desde las llanuras pampásicas.

Esos bloques positivos presentan una típica morfología de montaña muy modelada por efecto de una deflación activa, bajo clima árido. Suelen culminar las sierras con pequeños altiplanos sobreelevados (pampas), correspondientes a la antigua penillanura, entre los cuales asoman girones de sedimentos paleozoicos muy plegados. Sedimentos continentales mesozoicos y cenozoicos de relleno de cuencas intermontáneas, aparecen plegados y adosados tectónicamente a los bordes o como enclaves centrales de las sierras.

La aridez del clima no ha permitido el desarrollo de una red hidrográfica definida y es causa de la existencia en el área central, de numerosas cuencas cerradas.

En el ámbito de las provincias de La Rioja y San Juan, esta unidad estructural se hace presente con el desarrollo de los cordones montañosos correspondientes a las sierras de Velazco, Chepes, Ulapes, Umango, Valle Fértil, Pie de Palo, etcétera.

PROVINCIA DE LA RIOJA

1

Hoja Nº		NOMBRE DEL DEPOSITO	EDAD - FORMACION ROCA PORTADORA	LITOLOGIA DE LA ROCA PORTADORA	H. AGRUPA. M. MIENTO	
14c	1	San Santiago	Precámbrico (?)	Cuarcitas	⊗	UMANGO
15b	1	La Millonario	II (?)	Cuarcitas y Micacitas	⊗	
15c	1	El Puma	II (?)	II	⊗	
II	2	Porota	II (?)	Metamorfitas Esquistos Pizarreños	⊗	ANGULOS
15d	1	Niño Jesús	Pérmico F. Patquia	Tobas Lutitas	⊗	
II	2	La Calerita	II	Lutitas	⊗	
II	3	Tristan	Araucanense	Tobas y Arcillas	⊗	ANGULOS
16b	1	Stellita	Terciario	Areniscas	⊗	
II	2	San Bambino	Carbónico F. Panacán	II	⊗	
II	3	El Alto	Terciario F. Calchaquense	II	⊗	GUANDACOL - JACHAL
II	4	Luisito	II F. Araucanense	II	⊗	
II	5	Carlitos	II F. Calchaquense	II	⊗	
II	6	Los Pastrosjos	Carbónico F. Panacán	II	⊗	GUANDACOL - JACHAL
II	7	Elenita	II	II	⊗	
II	8	Marthita	II	II	⊗	
II	9	Sonia	II	II	⊗	GUANDACOL - JACHAL
II	10	Cº Paiva - Cº Totorá	II	II	⊗	
17b	17	Los Horcones	II	II	⊗	
II	18	Las 3 Marias	II	II	⊗	GUANDACOL - JACHAL
II	19	Urcal	Ordovícico F. San Juan	Calcoconglomerado	⊗	
II	20	Urcuschun	Carbónico F. Panacán	Areniscas	⊗	
II	21	La Cuesta	II	II	⊗	GUANDACOL - JACHAL
II	22	La Liga	II	II	⊗	
16c	1	San Ruben	Devónico F. Rio Miranda	Conglomerado	⊗	
II	2	La Novedad	Ordovícico F. Negro Peinado	Metamorfitas - ectinitas	⊗	CUESTA DE MIRANDA
II	3	San Lorenzo	II	II	⊗	
II	4	La Primera	Carbónico	Areniscas	⊗	
II	6	Aleli	Ordovícico F. Negro Peinado	Metamorfitas - ectinitas	⊗	CUESTA DE MIRANDA
16d	4	Santa Rosa	Devónico F. Nuñorco	Granito	⊗	
II	5	San Francisco	II	II	⊗	
16c	5	San Cayetano	Ordovícico F. Negro Peinado	Metamorfitas - ectinitas	⊗	CUESTA DE MIRANDA
16d	1	San Sebastián	II	II	⊗	
II	2	Santa Brigida	II	II	⊗	
II	3	La Represa	II	II	⊗	SAÑOGASTA
II	6	Don Michel	II	II	⊗	
17c	1	San Basilio	Devónico F. Nuñorco	Granito	⊗	
17d	1	El Milagro	II	II	⊗	SAÑOGASTA
II	2	Susana	Pérmico F. Patquia	Areniscas	⊗	
II	3	Teresita	Devónico F. Nuñorco	Granito	⊗	
II	4	Falla IV	II	II	⊗	TALAMPAYA
II	5	Doña Rosa	II	II	⊗	
II	6	Los Paez	II	II	⊗	
II	7	Cristina	II	II	⊗	TALAMPAYA
18e	1	San Roque	Triásico F. Aimana	Areniscas y Vulcanitas	⊗	
II	2	Cateo Nva. Anomalía	II	II	⊗	

 SAN
ROQUE

Hga Nº	NOMBRE DEL DEPOSITO	EDAD - FORMACION ROCA PORTADORA	LITOLOGIA DE LA ROCA PORTADORA	H. M.	AGRU- PAMIENTO
19f	1 Chimenea	Carbonico F.Malanzan	Areniscas-Arcillas Carbonosas	☒	MALANZAN
II	2 Loro de Piedra	II II	II II II	☒	
20f	1 Agua Quemada	Precámbrico (?)	Granito	☒	
II	2 Almalan	II II	II	☒	CHEPES
II	3 Santa Rosa	II II	II	☒	
II	4 Chepes Viejo	Carbonico F.Malanzan	Arcillas Carbonosas	☒	
21f	1 El Abra	Precámbrico (?)	Granitos y Gneis	☒	ULAPES
II	2 La Cayana	II II	II II	☒	
II	3 San Pedro-S.Pablo	II II	II II	☒	
II	4 El Totoral	II II	II II	☒	
II	5 San Isidro	II II	II II	☒	
PROVINCIA DE SAN JUAN					
16b	1 Vega del Chorrillo	Permo Triásico	Granodiorita	☒	COLANGUIL
17a	1 Fernanda	II II	Granito	☒	
II	2 Gladys	II II	II	☒	
17b	1 Cerro Aspero	Carbonico F.Panacan	Arenisca	☒	
II	2 Las Catitas	II II	II	☒	
II	3 Chepical	II II	II	☒	
II	4 Los Barriales	II II	II	☒	
II	5 Cerro Blanco	II II	II	☒	
II	6 Qda. Colorada	II II	II	☒	
II	7 Qda. Potrerillos	II II	II	☒	JACHAL
II	8 Qda. del Salado	II II	II	☒	
II	9 Tunumaya	II II	II	☒	
II	10 El Ranchito	Ordovico F. San Juan	Brecha de Falla en Caliza	☒	
II	11 La Panaquense	Carbonico F.Panacan	Arenisca	☒	
II	12 Las Espimas	II II	II	☒	
II	13 Pescado Atomico	II II	II	☒	
II	14 Chicagualla	Carbonico F.Volcan	Lutitas Carbonosas	☒	
II	15 Gualampi	Permo Triásico	Andesita	☒	CARRIZAL
II	16 Cº Colorado	Carbonico F.Volcan	Lutitas Carbonosas	☒	
18c	1 Cuesta de Huaco	II II	Conglomerados	☒	
II	2 La Despreciada	II II	II	☒	
II	3 La Pantera	Carbonico F.Panacan	Areniscas	☒	
18d	1 La Enterrada	Terciario Mioceno	II	☒	
18b	1 Mondaca	Permo Triásico	Veta Cuarzo en Granito	☒	
18c	4 Carrizal 1	Carbonico F.Volcan	Arenisca	☒	
II	5 Cº Negro	Permo Triásico	Riolitas	☒	
II	6 Cº Colorado	II II	II	☒	MEDANO RICO
II	7 Carrizal 2	Carbonico F.Volcan	Arenisca	☒	
II	8 Qda. Los Jachalleros	II II	II	☒	
19b	1 Don Marcos	Permo Triásico	Veta Cuarzo en Granito	☒	
19c	1 Medano Rico	Carbonico F.Panacan	Arenisca	☒	
II	2 Cuculi	II II	II	☒	
II	3 Azulejos	II II	II	☒	
19d	1 La Moquinera	Terciario	II	☒	
20b	1 Cº Puntudo	Permo Triásico	Riolita	☒	
H.M.: HABITO MINERALIZACION				☒ ESTRATIFORME	☒ FILONIANO

PROVINCIA DE LA RIOJA

I. 1. 1. UNIDAD GEOLÓGICA: *Basamento (Precámbrico?)*

Su litología está constituida por un complejo granítico y un conjunto de metamorfitas con participación de cuarcitas, micacitas, esquistos pizarreños y calizas cristalinas, con las cuales alternan anfibolitas.

El complejo metamórfico está penetrado por venas de cuarzo y profusamente surcado por vetas de calcita a las que se asocian minerales de hierro, selenio y níquel.

A su vez el basamento granítico se presenta integrado por un granito de color general gris a gris rosado, grano mediano a fino, inyectado por abundantes filones pegmatíticos, aplíticos y guías y vetas de cuarzo, adquiriendo estos últimos considerable potencia y extensión. Las citadas penetraciones silíceas son por lo general portadoras de mineralizaciones cupríferas, ferruginosas y auríferas.

El uranio ubicado a la fecha en esta unidad se asocia a las vetas de calcita presentes en las metamorfitas y a los filones de cuarzo en caja de granito.

DEPÓSITOS URANÍFEROS

a) **Manifestación nuclear "San Santiago":** Se ubica sobre la quebrada de Cumichango, a unos 30 km al E del pueblo de Jagüé.

En un ambiente metamórfico constituido por bancos de cuarcitas y alternancia de anfibolitas afloran vetas subverticales de calcita portadoras de una mineralización de níquel y uranio. La roca encajante presenta notables procesos de alteración (piritización), especialmente sobre las salbandas de las vetas, las que tienen desarrollo lenticular de algunas decenas de metros sobre rumbo y espesores variables, con máximos de 0,30 - 0,40 metros.

La mineralización uranífera está constituida por pechblenda, becquerelita, autunita y zeunerita, acompañadas por niquelina, pirita, calcopirita, umanguita y claustralita. La mineralización, de origen hidrotermal responde a un rellenamiento de fracturas tensionales que seccionan el complejo metamórfico.

De los distintos sectores mineralizados se han extraído, de tareas de exploración, unas 75 t de un complejo de níquel-uranio que acusó leyes medias de 11 % de U_3O_8 y 170 % de Ni.

La edad de la pechblenda sería eocena-oligocena y su distribución es saltuaria, "en rosarios", acompañando a la niquelina, como venillas, nódulos, etcétera.

b) **Manifestaciones nucleares "La Millonaria" y "El Puma":** Se ubican sobre el faldeo NE de la sierra de Umango.

La roca huésped está integrada por cuarcitas, micacitas y anfibolitas penetradas por venas de cuarzo y vetas de calcita portadoras de minerales de selenio (umanguita), cobre e hierro, a los que se asocia una incipiente mineralización de amarillos de uranio no identificados, de escasa importancia económica.

Las vetas muestran corto recorrido y poco espesor y se estima que su origen podría vincularse a soluciones hidrotermales.

c) **Otros depósitos nucleares:** Además de las manifestaciones nucleares mencionadas, el basamento metamórfico y granítico incluye una serie de indicios radiactivos puntuales y de escasa importancia económica, detectados sobre

distintos yacimientos cupro-auríferos entre los que se pueden citar: Porota, Agua Quemada, San Isidro, El Totoral, San Pedro-San Pablo, La Cayana, El Abra, Almalán y Santa Rosa, ubicados en las sierras de Umango, Chepes y Ulapes.

I. 1. 2. UNIDAD GEOLÓGICA: *Formación Malanzán (Carbónico)*. Furque (1967)

Corresponde al piso I de los Estratos de Paganzo (Bodenbender, 1911). Su conjunto está integrado por una potente secuencia de sedimentitas continentales de extensa distribución regional, correspondientes a una cuenca deposicional, cuyo rellenamiento se habría prolongado desde el Carbónico al Triásico. Sus depósitos están marginados en gran parte por plutonitas graníticas "fértiles" de uranio, lo que le otorga interés geológico por las posibilidades de contener yacimientos epigenéticos de minerales de ese elemento.

Las litofacies de la Formación Malanzán están constituidas por un complejo de sedimentitas, en el cual participan conglomerados medianos a finos de rocas del basamento granítico, a los que sigue una sucesión de areniscas micáceas, arcosas rosadas a rojizas y limolitas rojas. Suelen intercalarse en esta secuencia, bancos negros arcillo-carbonosos, portadores de restos vegetales de los cuales deriva la abundante materia orgánica diseminada en éstos y que suelen constituir los elementos de control de precipitación del ión uranilo que circuló dentro de esta formación geológica.

DEPÓSITOS URANÍFEROS

a) **Manifestaciones nucleares "Loro de Piedra" y "Chimenea"**: Se ubican entre las poblaciones de Solca y Malanzán y los afloramientos uraníferos están en niveles arcillo-carbonosos con abundante materia orgánica diseminada y finas guías de arcillas ferruginosas, o bien, dentro de intercalaciones lenticulares de arcosas en el seno de capas conglomerádicas finas.

El hábito de esta mineralización es netamente facoidal y los afloramientos de escasa envergadura, por su limitado desarrollo longitudinal, sus espesores reducidos y contenido promedio en uranio de 0,3 % U_3O_8 . Se ha identificado la presencia de carnotita asociada a material carbonoso y óxidos de Fe y Mn que habrían actuado como elementos precipitantes al crear un ambiente reductor.

b) **Manifestación nuclear "Chepes Viejo"**: Se ubica a 600 m al oeste del poblado homónimo. Las anomalías uraníferas se hallan en el tercio inferior de un banco e arcillas carbonosas y aparecen como pequeños lentes de muy reducidas dimensiones y leyes inferiores a 0,3 % U_3O_8 . No se reconocieron minerales de uranio y se estima que dicho elemento podría presentarse asociado en facies complejas urano-orgánicas.

I. 2. UNIDAD ESTRUCTURAL: *Sistema de Famatina*. De Alba (1972).

En la actualidad se tiende a distinguir esta unidad como una entidad morfoestructural independiente (Groeber, 1938; Leanza, 1969; De Alba, 1972) que como un cordón montañoso de 250 km de rumbo submeridional se extiende por las provincias de Catamarca y La Rioja, quedando emplazado entre las unidades estructurales principales de las Sierras Pampeanas y la Cordillera Frontal y/o Precordillera.

Sus rasgos morfoestructurales actuales, delineados finalmente por el ciclo

de movimientos andinos, corresponden a una montaña de bloques donde las plutonitas y vulcanitas intruyen los complejos sedimentarios de posición submeridional.

En su constitución geológica participan sedimentitas marinas ordovícicas y una compleja serie de depósitos continentales que van desde el Paleozoico superior al Triásico, rematando la secuencia sedimentos terciarios (Calchaquense) y depósitos cuaternarios de valles y depresiones.

PROVINCIA DE LA RIOJA

I. 2. 1. UNIDAD GEOLÓGICA: *Formación Negro Peinado (Ordovícico).* Turner (1962)

Sus afloramientos asoman como enclaves entre el granito de la Formación Ñuñorcó y con un desarrollo predominante en la parte central de la Sierra de Famatina. Sus mayores espesores se hacen presentes en el faldeo oriental del Famatina y en las importantes elevaciones que configuran los cerros Morado, Las Trampas, Negro Peinado y Negro Overo.

Su litología está integrada por filitas y esquistos verdosos, areniscas silíceas, cornubianitas, conglomerados, grauvacas y limolitas. Todo este complejo litológico se ve atravesado por diques de pórfiros, riodacitas y numerosas venas de cuarzo que constituyen secuelas del granito de Ñuñorcó, al que se asigna alta fertilidad uranífera, y del que procederían las soluciones mineralizantes con ión uranilo que precipitaron determinando los criaderos de uranio de la Formación Negro Peinado. El conjunto responde a una estructura homoclinal con complicados efectos de plegamiento.

Por su contenido paleontológico es posible asignar a esta formación edad paleozoica inferior (Tremadociano inferior). De Alba (1954).

DEPÓSITOS URANÍFEROS

a) Yacimientos nucleares "San Sebastián" y "Santa Brígida": Se ubican a unos 40 km al SE de Chilcito en el paraje denominado quebrada de las Chilcas.

Los depósitos cupro-uraníferos consisten en una variada serie de manifestaciones vetiformes y de tipo "stock", vinculadas a estructuras tectónicas subverticales presentes en el seno de un enclave de metamorfitas de bajo grado (ectinitas), rodeados por el granito intrusivo de la Formación Ñuñorcó.

La mineralización de uranio está integrada por uranofano, tyuyamunita, autunita, torbernita y pechblenda, acompañada por calcopirita, bornita, calcosina, calcita, umanguita, fluorita violácea, malaquita y azurita.

Ambos yacimientos han sido intensamente explorados mediante sondeos y centenares de metros de piques y galerías hasta nivel -45 m, máxima profundidad alcanzada aparentemente por los cuerpos mineralizados.

La mineralización se manifiesta con desarrollo sobre rumbo de hasta 50 m, con espesores desde decímetros hasta 2 m y con una ley media del orden de 1,5 % U_3O_8 . El origen de este elemento se postula epigénico a partir de los granitos próximos, que aportarían las soluciones con ión uranilo que habría precipitado en las metamorfitas. Estas condiciones de yacencia asimilan estos yacimientos a los criaderos uraníferos en metamorfitas de bajo grado de la Península Ibérica.

b) **Otros depósitos nucleares:** Dentro del área se pueden citar las manifestaciones nucleares **La Represa, La Novedad, Don Michel, Alelé y San Cayetano** con características geológicas similares a los yacimientos descriptos, aunque de mucho menor envergadura en cuanto a dimensiones de los cuerpos mineralizados y leyes de uranio.

I. 2. 2. UNIDAD GEOLÓGICA: *Formación Ñuñorcó (Devónico)*. Turner (1962).

Se hace presente a través de todo el extenso cordón del Famatina, mostrando sus asomos por más de 265 km de longitud entre los 27°55' y 30°20' de latitud sur.

Tipifica su constitución un granito de coloración rosada a gris y grano grueso a fino. En ciertas zonas predomina un granito biotítico con variedades horblendíferas y bisectado por regular cantidad de diques aplíticos, pórfiros cuarcíferos y tonalíticos, lamprófiros y riodiacitas. Otras variedades de rocas eruptivas que pueden citarse en el conjunto de esta unidad son: tonalitas, granodioritas y granitos aplíticos.

Las rocas graníticas están en general bien conservadas y sólo presentan alteraciones aledañas a las zonas de fracturación tectónica. Su emplazamiento se muestra como netamente intrusivo en la Formación Negro Peinado.

Se asigna a estos complejos graníticos propiedades de fertilidad en uranio total y condiciones de labilidad del mismo a los efectos de la lixiviación por fenómenos exógenos.

DEPÓSITOS URANÍFEROS

a) **Manifestación nuclear "Santa Rosa":** Se ubica 35 km al SO de Chilecito. La mineralización, de hábito filoniano, se aloja en correspondencia con una estructura tectónica, en el seno de un granito biotítico. El criadero está constituido por delgadas guías de pechblenda asociada a fluorita, calcita y óxidos de Fe y Mn que sólo desarrollan corridas de algunos metros y espesores máximos de 0,10 - 0,20 metros.

b) **Manifestación nuclear "San Francisco":** Se sitúa a 7 km al SO de la anterior, siendo similares las condiciones de yacencia y hábito de la mineralización. La roca de caja es un granito rosado penetrado por filones de lamprófiros y pegmatitas sin mineralización diferenciada.

La mineralización integrada por amarillos de uranio no identificados se asocian a delgadas venillas de supergénicos de cobre de escaso desarrollo sobre rumbo y espesores decimétricos. Los tenores en uranio se estiman con promedio de 0,4 ‰ U_3O_8 .

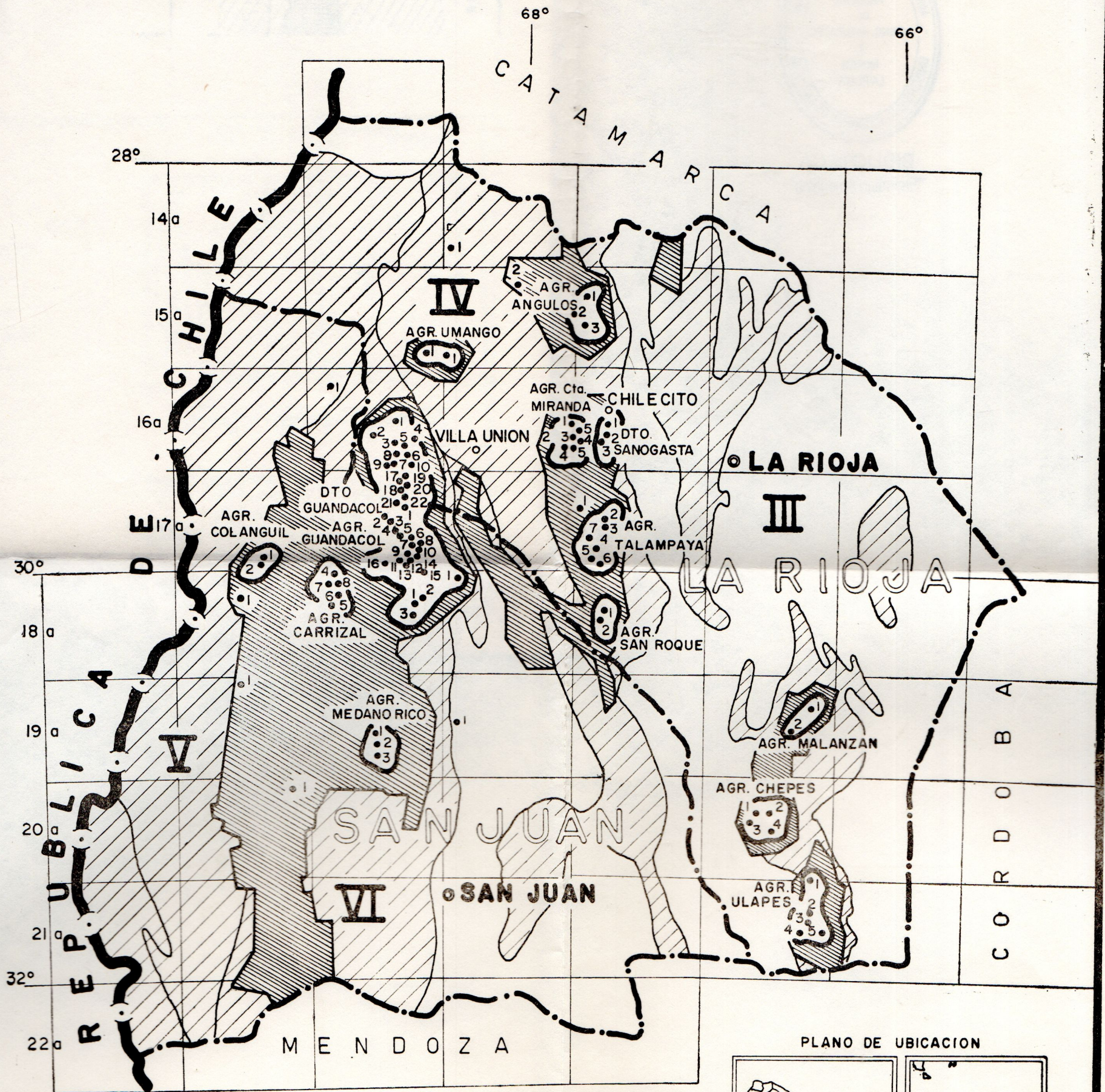
Atento a las ya expresadas condiciones de fertilidad y labilidad del granito portador de estos criaderos, se estima verosímil asignar como hipótesis genética de ese uranio a su lixiviación desde el granito y su precipitación en las estructuras tectónicas presentes en el mismo.

c) **Manifestación nuclear "Falla IV":** Está ubicada sobre el pie occidental de la Sierra de Vilgo. La mineralización de uranio se encuentra distribuida en forma de "clavos" discontinuos en vetas de fluorita-baritina-calcita, en caja de granito gris. Los filones son subverticales y ocupan como relleno las grietas y fisuras de estructuras tectónicas. La fluorita que es de color general verdoso

C.N.E.A

GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS

LOS DEPOSITOS URANIFEROS DE LAS PROVINCIAS DE LA RIOJA Y SAN JUAN



REFERENCIAS

- Ambientes regionales de prospección- áreas favorables
- Areas prospectas
- Depósito nuclear aislado
- Agrupamientos y distritos nucleares

ESCALA

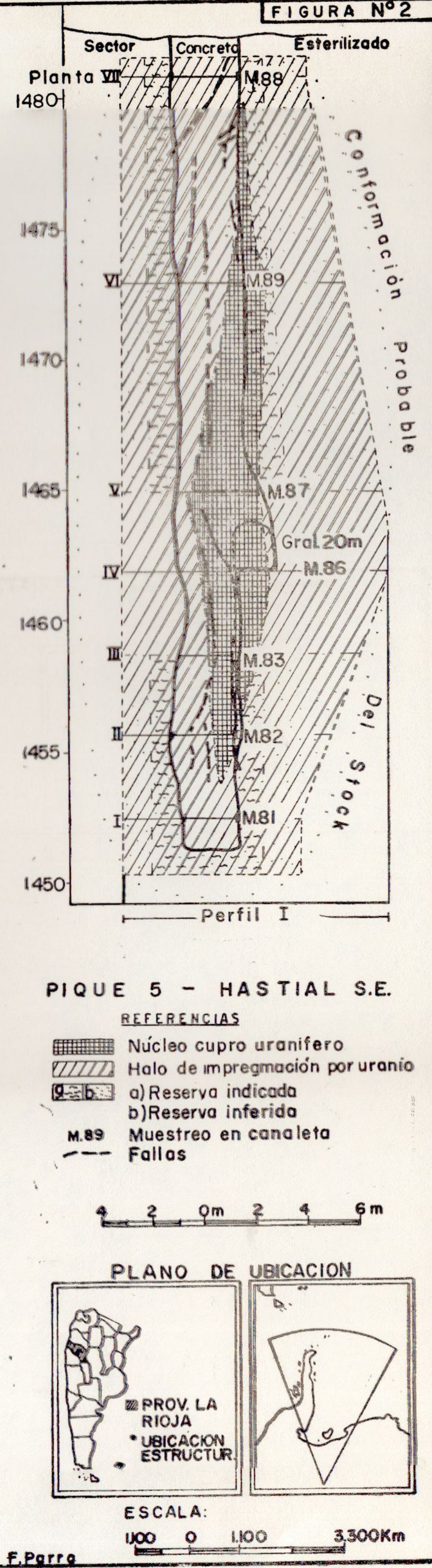
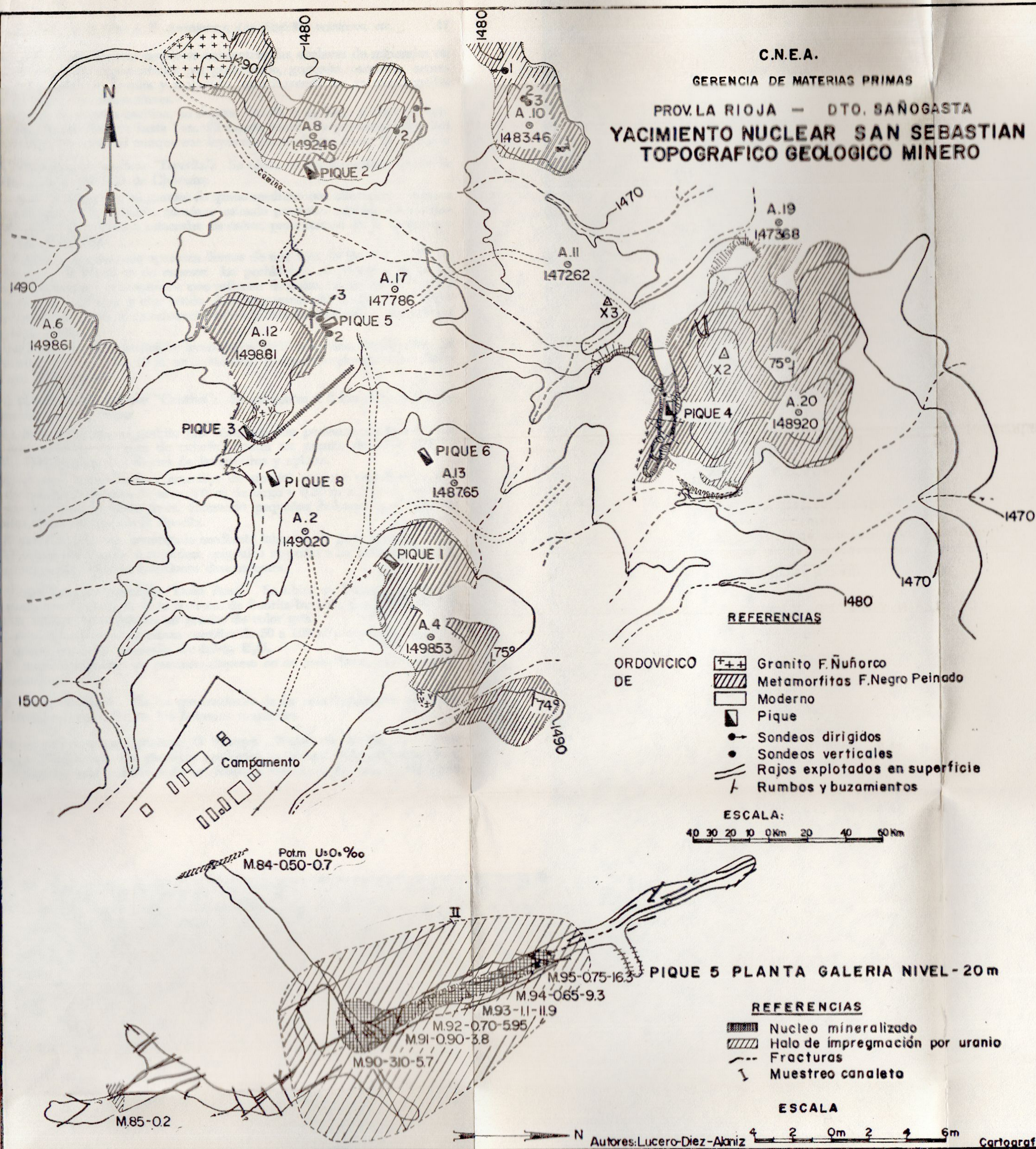
Km 50' 0 50 100 150 200 Km

PLANO DE UBICACION



ESCALA

1.000 0 1.000 3.300 Km



pasa a tonalidades violáceas donde se encuentran las enclaves de minerales de uranio. Estos, están representados por pechblenda, gummita, carmotita, acompañados por calcosina, bornita y malaquita, constituyendo los ya mencionados clavos de reducidas dimensiones.

Las vetas de fluorita-baritina, no superan los 50 m de largo y sus espesores son de algunas centímetros hasta 1 m. El uranio constituye pequeños depósitos en su distribución espacial aunque con leyes altas que llegan hasta 10 ‰ U_3O_8 .

d) **Manifestación nuclear "Teresita":** Se ubica en las inmediaciones de la anterior, a 70 km al SSO de Chilecito.

La roca encajante en un granito de grano mediano con alteraciones rojizas. La mineralización es de hábito filoniano estando presentes pechblenda y amarillos de uranio, asociados a minerales de cobre, provenientes de la descomposición de la umanguita.

Los minerales de uranio aparecen dentro de una veta de fluorita de 200 m de largo y de 0,20 a 4 m de espesor. La pechblenda se presenta en forma de pequeños bolsones discontinuos que rellenan delgadas fisuras en la fluorita que posee color violáceo y olor fétido. Las leyes promedio oscilan entre 0,2 y 0,6 ‰ U_3O_8 . Cabe señalar la existencia de nódulos aislados donde el tenor llega hasta 12 ‰ U_3O_8 .

Los laboreos sub-superficiales practicados verificaron una disminución de la mineralización hacia los 10 m, no habiéndose realizado exploración por debajo de esa profundidad.

e) **Manifestación nuclear "Cristina":** Se encuentra a 3 km al S de la manifestación antes descrita.

La roca reservorio es granito gris dislocado con presencia de una brecha falla que terminan en "cola de caballo" contra un granito de color rosado, estéril. Está cruzado por diques de lamprófiros y aptitas.

El mineral (pechblenda y amarillos de uranio) aparece vinculado a una veta de fluorita y baritina de unos 600 m de largo y 0,20 m a 3 m de espesor; presenta distribución discontinua, formando pequeños bolsones que rellenan delgadas fisuras dentro de la fluorita.

El criadero sólo fue investigado mediante laboreos de poca magnitud.

El origen del uranio se considera epigénico respecto a las vetas de fluorita y presuntamente ligado a soluciones descendentes.

f) **Manifestación uranífera "Doña Rosa":** Se ubica en las adyacencias de las anteriores y también se trata de vetas de fluorita-baritina, portadoras de mineral de uranio. Se alojan en un granito de color gris.

Las mencionadas vetas tienen corridas de 50 a 100 m y espesores de hasta 1 m, siendo sus leyes promedio de 0,3 ‰ U_3O_8 .

El mineral uranífero se presenta disperso en su seno, formando pequeñas concentraciones.

g) **Otros depósitos:** En las proximidades de las manifestaciones nucleares espacial más discontinua de los bolsones uraníferos.

descriptas existen otros depósitos: "El Milagro", "Rincón de los Páez", etc., con similares condiciones de yacencia geológica y asociaciones mineralógicas, con parámetros más reducidos de las vetas de fluorita y con una distribución

I. 2. 3. UNIDAD GEOLÓGICA: *Formación Patquía (Eopérmico)*.
(Frengelli, 1944-1946) *Paganzo II*

Integra su desarrollo una potente serie de sedimentitas de origen continental que se distribuyen con asomos aislados desde proximidades del límite norte de la Sierra de Famatina hasta el extremo meridional de esta unidad estructural.

El carácter transgresivo de sus depósitos determina que se apoye indistintamente sobre variadas formaciones geológicas observándose un contacto de evolución normal cuando se apoya sobre sedimentos de edad carbónica (Formación El Tupe - Frenguelli 1944; Formación Agua Colorada - Turner, 1964) y por el contrario una base netamente discordante cuando yace sobre formaciones de edad ordovícica o devónica.

La litología de sus depósitos muestra una secuencia evolutiva desde conglomerados a areniscas de estratificación gruesa con intercalaciones de niveles pelíticos, verificando el conjunto un color rojo predominante e intercalaciones de niveles decolorados. El espesor general de esta pila sedimentaria es fluctuante dado el carácter transgresivo de su depositación sobre un paleorrelieve muy elaborado y así mientras un sector septentrional de la Sierra de Famatina alcanza a totalizar más de 1.200 m, en el área sur no llegan a superar los 100 metros.

De Alba (1972) concluye que estas sedimentitas deben haberse depositado **bajo clima templado, con precipitaciones abundantes y estacionales, alternando con períodos secos**. Estas condiciones, unidas a la presencia de áreas de aporte fértiles en uranio y al desarrollo de una litología favorable, permiten establecer condiciones geológicas propicias para la ubicación de yacimientos epigenéticos sedimentarios en esta formación geológica.

DEPÓSITOS URANÍFEROS

a) **Manifestación nuclear "La Calerita"**: Se ubica a unos 50 km al NNO de la localidad de Chilecito.

En el seno de lutitas grises silicificadas, aparece una faja de decoloración amarillenta que a lo largo de unos 2 km presenta saltuariamente una serie de anomalías radiactivas lenticulares vinculadas a pátinas de minerales amarillos de uranio, entre los cuales se identificó carnotita.

Los bajos tenores con promedio de 0,6 ‰ U_3O_8 y lo reducido de sus cuerpos lentiformes, limitan las perspectivas potenciales de este criadero.

b) **Manifestación nuclear "Niño Jesús"**: Se localiza en el extremo NO del Cerro Aspero a unos 58 km de la localidad de Chilecito.

La mineralización se ubica en una faja de tobas blanco-amarillentas incluidas en areniscas y lutitas pardo-moradas.

El sector mineralizado con carnotita, a la cual se asocian óxidos de Fe y Mn, posee un desarrollo de 8-10 m, con potencias fluctuantes entre 5 y 15 centímetros.

Para este depósito como para el anterior se postula un origen epigénico del uranio, a partir de soluciones de circulación superficial.

c) **Manifestación nuclear "Susana"**: Se localiza sobre el flanco occidental de la Sierra de Vilgo, a 2,5 km al NNO de la manifestación nuclear "Teresita". El hábito de mineralización es sedimentario, siendo la roca portadora, niveles de esquistos arcillosos con restos vegetales carbonosos y nódulos de óxido de

hierro. Existen minerales amarillos de uranio asociados a supergénicos de cobre y aparecen formando pequeños lentes con espesores entre 0,40 y 1 m. Los tenores promedios son del orden de 0,3 % U_3O_8 .

1, 2, 4. UNIDAD GEOLÓGICA: *Formación Talampaya - Formación Tarjados*. (Romer, 1966) - *Formación Amaná* (Azcuay-Morelli, 1970) (*Triásico*)

Componen esta unidad una serie de estratos que yacen en discordancia sobre la Formación Patquía y constituyen un complejo de sedimentitas continentales cuyo espesor llega a ser en algunas áreas superior a los 500 m. Litológicamente está constituida por areniscas de estratificación mediana a fina, entrecruzadas, de tono rojo a morado, que suelen tener un conglomerado basal y que acusan la presencia de restos carbonosos vegetales.

El área de su distribución abarca especialmente el borde sur de esta unidad estructural. Algunos autores homologan esta formación a otras unidades geológicas como ser la Formación del Crestón, Turner (1964), lo que obligaría a aceptar la expansión de su distribución en sectores centrales y orientales de la Sierra de Famatina.

También esta formación destaca condiciones de favorabilidad a las perspectivas de mineralización de uranio, pues su condición geomorfológica de depósitos continentales de cubeta, marginada por áreas de aporte fértil la hacen potencialmente apta a dichas posibilidades.

a) **Manifestación uranífera "San Roque"**: Está ubicada al O de Patquía cerca de la ruta provincial n° 26, en el paraje denominado La Torre.

El criadero está alojado en areniscas de grano mediano a fino, de colores amarillentos hasta gris verdoso, subhorizontales, que aparecen atravesadas por un dique de diabasa. Este último parece haber actuado como elemento endicante de soluciones, posiblemente provenientes desde granitos fértiles en uranio, que afloran a unos 10 km en la Sierra del Cerro Blanco.

Los minerales de uranio están representados por pechblenda y amarillos de uranio, entre los que sobresale autunita. Asociados a estos se observan óxidos de hierro y supergénicos de cobre. La mineralización presenta un desarrollo discontinuo a lo largo de 200 m, con espesores variables entre comunes de 1 m y excepcionales de 3 m. Los tenores son del orden de 1 % U_3O_8 , llegando eventualmente hasta 2 % U_3O_8 .

Este depósito está en exploración mediante sondeos con resultados expectantes hasta el momento.

Nueva Anomalía C.N.E.A.: A unos 1.200 m al S de la manifestación anteriormente citada, en la misma arenisca y en contacto con el mismo dique de diabasa, se ubicaron nuevos indicios uraníferos.

La mineralización aparece a lo largo de 20-30 m con espesores promedios de 0,20 m y tenores entre 0,3 y 0,4 % U_3O_8 .

Este sector también está siendo explorado en profundidad mediante sondeos, sin que hasta el momento se pueda emitir un juicio acerca de sus verdaderas posibilidades.

b) **Manifestación nuclear "San Basilio"**: Esta manifestación se localiza a 40 km al SSO de la localidad de Villa Unión, en una unidad estructural menor, denominada cuenca triásica de Ischigualasto - Villa Unión (Bonaparte, 1967; Stipanietto-Bonaparte, 1972), que se presenta como una región deprimida de 100

km sobre dirección NS y 50 km EO y se ubica entre los meridianos de 67°30' y 68°30' de longitud O y los paralelos de 29°15' y 30°30' de latitud Sur. Limitan esta depresión, al oeste, bloques elevados de las Sierras Pampeanas y al este, la unidad morfoestructural de la Sierra de Famatina. Un conspicuo y principal rellanamiento de sedimentitas eomesozoicas afloran en la cubeta que estructuralmente se define como un sinclinal de eje SE-NO.

La mineralización de uranio se ubica en niveles de areniscas conglomerádicas, con restos vegetales. Está representada por amarillos de uranio y pechblenda, asociados a minerales de cobre.

Se trata de lentes de poca extensión, con espesores de 5 a 20 cm y tenores promedios de 0,2 % U_3O_8 .

Próximos a estos depósitos y hasta las cercanías del Cerro Rajado, se han ubicado otras numerosas y pequeñas manifestaciones uraníferas epigenéticas, siempre alojadas en las sedimentitas de la Formación Ischigualasto. En todos los casos se trata de minerales amarillos de uranio, asociados a restos carbonosos dispersos o a troncos fósiles, con distribución espacial irregular y muy discontinua, lo que le resta perspectivas potenciales.

Cabe señalar que recientemente, en las inmediaciones del Cerro Bola, se encontraron vulcanitas básicas que atraviesan esos sedimentos, con alta radiactividad diferencial y en algunos casos con presencia de amarillos de uranio dispersos.

I. 4. UNIDAD ESTRUCTURAL: *Precordillera* (Stappenbeck, 1910)

Unidad geográfica estructural que se extiende a ambos lados del meridiano 69° O, con una longitud de más de 400 km, desde la Sierra de la Punilla (lat. 29° sur) en la provincia de La Rioja hasta el Cerro Cacheuta (lat. 33° sur), donde se hunde bajo una espesa serie sedimentaria cenozoica. Su ancho máximo es del orden de 90 km. La Precordillera reaparecería más al sur en lo que se ha dado en llamar Sierra Pintada o Bloque de San Rafael.

Sus alturas disminuyen de norte a sur, desde Cerro Aspero (4.983 m) hasta Cerro Cacheuta (2.319 m).

Está constituida por numerosos cordones de rumbo submeridional y limitada al O por la Cordillera de Los Andes, de la cual la separan valles intermontáneos como los de Río Blanco, Iglesia, Calingasta, etc.; y en su flanco oriental, contacta con una serie de amplias depresiones, que la separan de las Sierras Pampeanas.

Geológicamente está constituida por estratos y rocas eruptivas correspondientes al Paleozoico, al Triásico y al Cenozoico. Un gran "hiatus" en el que faltan el Jurásico y el Cretácico, separa el Triásico del Terciario inferior.

En la morfología del ambiente de Precordillera han actuado en forma determinante, tres período diastróficos (movimientos Tacónicos, Hercínicos y Andícos), que originaron especialmente variados pliegues además de elevación de bloques y hundimiento de bolsones.

I. 4. 1. UNIDAD GEOLÓGICA: *Formación San Juan (Ordovícico)* (Furque 1963)

Está representada por calizas fosilíferas, bien estratificadas en bancos delgados a gruesos, de color grisáceo, marinas, batiales, de origen químico, que suelen estar interestratificadas con conglomerados. El conjunto con espesores de hasta 3.000 m aparece fuertemente plegado y fracturado, constituyendo una

serie de fajas de repetición tectónica y dirección N-S, que se extienden a través de casi toda la Precordillera.

Las estructuras tectónicas en las calizas y en especial en sus calcoconglomerados definen las condiciones de control geológico que rigen la yacencia de los depósitos uraníferos conocidos a la fecha en esta formación.

PROVINCIA DE LA RIOJA

DEPÓSITOS URANÍFEROS

a) **Yacimiento nuclear "Urcal"**: Se ubica a unos 32 km al O de Guandacol, sobre el faldeo occidental del Cerro Urcuschun.

Existen 4 sectores mineralizados, cuya roca de caja es una brecha calcárea o calcoconglomerado que aparece en el techo de la caliza. En el más importante de esos sectores, nominado **Cabeza de Montero**, el hábito de la mineralización es filoniana y está representada por relleno de fracturas que han determinado el desarrollo de un cuerpo mineralizado, alargado meridionalmente y con disposición subvertical. Al llegar a la caliza, las fallas se angostan y la mineralización se reduce a finas venillas y/o pátinas de amarillos de uranio. Los minerales presentes son pechblenda, uraninita y tyuyamunita asociados a galeña, pirita, blenda, molibdenita, baritina, calamina, smithsonita, malaquita, etc. Este sector fue explorado mediante labores superficiales, subterráneas y sondeos que permitieron investigar el cuerpo mineral en su desarrollo horizontal y hasta una profundidad de 40 m. Las leyes en uranio son sumamente variables verificándose presencia de pequeños sectores con contenidos de hasta 0,3 % U_3O_8 , siendo los tenores normales de 1 a 2 % de U_3O_8 .

Este cuerpo mineralizado presenta un desarrollo sobre rumbo de 40 m, espesores variables de 0,50 a 2 m y profundidad entre 12 y 14 metros.

El resto de los sectores presentan condiciones de yacencia semejantes al descrito con parámetros y leyes en U_3O_8 más reducidos.

En otros casos se observa una mineralización en el contacto de las areniscas de la Formación Panacán y el calcoconglomerado descrito, en cuyo techo se ha elaborado un paleorrelieve que controlaría la distribución del mineral, por sus condiciones de transmisibilidad y eventual precipitación a partir de soluciones portadoras de ión uranilo.

Existen hipótesis encontradas en cuanto al origen del uranio para este depósito, postulándose su génesis desde soluciones hidrotermales ascendentes o a partir de aguas circulantes descendentes con iones uranilo en solución.

PROVINCIA DE SAN JUAN

DEPÓSITOS URANÍFEROS

a) **Manifestación nuclear "El Ranchito"**: Se encuentra a 45 km al NNE de Jáchal. Su hábito de yacencia es filoniano y se corresponde con una brecha de falla subvertical en la caliza ordovícica. En ella aparecen en forma esporádica, impregnaciones de minerales amarillos de uranio, asociados a óxidos de hierro que dan una coloración rojizo-amarillenta al conjunto.

La estructura tiene 22 m de largo y espesor variable entre 0,50 a 2,50 m;

la mineralización es discontinua con tenores superficiales estimados entre 0,1 y 0,4 ‰ U_3O_8 y los laboreos practicados señalan anomalías radiactivas decrecientes hasta la profundidad de 14 metros.

I. 4. 2. UNIDAD GEOLÓGICA: *Formación Volcán (Carbónico inferior)*
(Furque, 1956)

Está constituida por sedimentos de origen continental que en su techo están coronados por una transgresión marina de gran extensión. Las capas continentales de coloración blanco rojizo, están integradas por conglomerados, areniscas, lutitas y arcilitas portadoras de una flora bien conservada. Las capas marinas, están constituidas esencialmente por lutitas rojizas con abundantes fósiles y se les asigna edad viseana (Harrington - Leanza).

Una tectónica de fallamiento determina la repetición de esta formación en fajas submeridianales que se extienden desde Guandacol en La Rioja hasta las sierras de Talacasto en San Juan.

En su desarrollo aparecen criaderos de uranio de hábito filoniano y sedimentario.

PROVINCIA DE SAN JUAN

DEPÓSITOS URANÍFEROS

a) **Yacimiento nuclear "La Cuesta"**: Ubicado a 20 km al NE de Jáchal sobre la ruta 40. La roca de caja está constituida por un conglomerado basal del Carbónico inferior, de depositación torrencial, que cubre las anfractuosidades del basamento de calizas ordovícicas.

Las características de los rodados y bloques varían desde una composición exclusiva de calizas hasta poligénicos, con intervención de rocas efusivas, cuarcitas, granitos, etcétera.

En el área de la mineralización, existen variantes litológica locales vinculadas a fenómenos de "karst", entre los que se destacan brechas de colapso, escasamente mineralizadas.

En el conglomerado aparecen en forma saltuaria minerales de fluorita violácea a negra fétida, calcita, yeso, anhidrita, galena y uranio de escasa distribución.

La paragénesis de la mineralización sería:

- a) Hierro-Sílice-Manganeso.
- b) Fluorita-Calcita-Uranio-Galena.
- c) Calcita.

Las soluciones mineralizantes habrían ascendido a través de la caliza por fisuras de tensión ramificadas en el techo de la misma, expandiéndose en las sedimentitas clásticas carbónicas.

La reactivación tectónica cuaternaria, permitió la acción de aguas subterráneas que lixiviaron y redistribuyeron a los compuestos férricos y uraníferos del criadero. El continuo ascenso del terreno fue acompañado de erosión y denudación que eliminó los términos más altos del conglomerado, dejando

solamente algunos relictos inferiores. Consecuentemente por los efectos de la lixiviación y de la erosión las reservas originales del criadero, disminuyeron de tal manera que en la actualidad pierden su interés potencial.

La mineralización se distribuye en dos sectores: "La Cuesta" y "La Despreñada". En la primera, afloran dos pequeños cuerpos que en total no llegan a 1.000 m²., con mineralización discontinua y espesores que oscilan entre algunos centímetros y 4 m y tenores promedios de 0,4 ‰ de U₃O₈. La segunda, se define sobre una corrida mineralizada con lentes discontinuos de unos 70-100 m, espesores de hasta 0,50 m y leyes variables con promedio estimado en 0,3 ‰ de U₃O₈.

b) **Manifestación nuclear "Chicaguala":** Se ubica en la Sierra de Huaco, sobre el faldeo oriental del cordón de Chicaguala.

Existen 7 indicios uraníferos ubicados en un mismo banco de lutitas grises oscuras, de ambiente costanero, en las que son frecuentes la presencia de restos fósiles vegetales que habrían controlado la precipitación de los iones uranilo y configurados cuerpos mineralizados de hábito estratiforme y lenticular.

Los parámetros de los mismos son variables y de poco significado económico: longitudes de 5-30 m, espesores de 0,10-0,30 m y tenores del orden de 0,3 ‰ de U₃O₈.

c) **Yacimiento nuclear "Carrizal":** Se emplaza a unos 10 km al N de Angualasto. Los indicios están alojados en areniscas, constituyendo depósitos de hábito filoniano y sedimentario, distribuidos en tres sectores.

Sector Carrizal 1: De hábito filoniano, se corresponde con una brecha de falla de dirección submeridional y posición subvertical a la que acompaña una aureola de óxidos de hierro que afloran sobre 200 m de largo y 1 m de espesor. En las inmediaciones aparecen riolitas con alta radiactividad diferencial.

La mineralización de uranio está representada por secundarios "amarillos" y uraninita que aparecen en pequeñas venillas de pocos centímetros de espesor y en forma discontinua, en corridas de hasta 100 m de largo y tenores entre 0,2 - 7 ‰ U₃O₈. Como asociados aparecen vanadio y vestigios de minerales de cobalto y níquel.

Sector Carrizal 2: De hábito sedimentario, con minerales amarillos de uranio que impregnan las areniscas portadoras en forma de lentes discontinuas. Su desarrollo longitudinal no supera los 10 m y sus espesores varían entre 0,20 y 0,60 m; los tenores en U₃O₈ oscilan entre 0,3 y 1 por mil.

Sector Quebrada de Los Jachalleros: Su hábito es filoniano, estando controlada la mineralización por finas fisuras subverticales que se desarrollan sobre unos 200 m de longitud en una zona de cizallamiento de 8 m de espesor. Las fisuras están rellenas por discontinuas venas silíceas, portadoras de minerales amarillos de uranio, con leyes entre 0,4 y 0,7 ‰ U₃O₈.

El yacimiento fue explorado en profundidad mediante sondeos que demostraron la continuidad de la mineralización hasta —30 metros.

La génesis del uranio de los depósitos filonianos se atribuye a soluciones meso a hipotermas y en los cuerpos estratiforme se estima un origen epigenético a partir de soluciones circulantes portadoras de iones uranilo.

I. 4. 3. UNIDAD GEOLÓGICA: *Formación Panacán (Carbónico superior)* (Furque, 1963)

Se caracteriza por sus depósitos detríticos de origen continental con una

intercalación de sedimentitas marinas que se distribuyen como fajas aisladas por efectos de repetición tectónica, manteniendo una orientación general submeridiana.

Litológicamente está constituida por una alternancia de areniscas arcóscicas blanquecinas y rojizas, con intercalaciones de arcilitas carbonosas y lutitas. Cabe consignar la presencia de importantes estructuras sedimentarias: estratificación entrecruzada, ondulitas, alineación de corrientes, etc., que pudieron influir en la distribución secundaria del ión uranilo presente en las soluciones que circularon en las áreas de su yacencia. Su precipitación estaría regida por la presencia de restos carbonosos vegetales en bancos de areniscas arcóscicas.

El conjunto aparece intruido por diques y filones, capas de andesitas, riolitas, etcétera.

PROVINCIA DE LA RIOJA

DEPÓSITOS URANÍFEROS

a) Yacimiento nuclear "Urcuschun": Se sitúa 30 km al O de Guandacol, en el faldeo sur del cerro homónimo.

Las condiciones cataclásticas que presentan las sedimentitas de la F. Panacán en este sector, se estima que pueden corresponder a efectos combinados de deslizamiento de faldeo y una tectónica de fallamiento.

Los niveles mineralizados se ubican en areniscas cuarzosas de color gris, grano fino, cruzadas por diques, filones, capas e hipabisales mesosilíceos. El conjunto aparece muy dislocado por fallas inversas que desplazan la mineralización que, con hábito estratiforme y morfología lenticular, se desarrolla en un banco de arenisca con restos carbonosos que habrían provocado la precipitación del ión uranilo en un proceso epigénico a partir de soluciones circulantes.

Los minerales de uranio individualizados son pechblenda y tyuyamunita, a los cuales se asocian óxidos de hierro, pirita, malaquita, etcétera.

Tres galerías y varios destapes superficiales totalizaron unos 400 m de labores mineros que conjuntamente con sondeos sobre mallas ortogonales, permitieron conocer las características de distribución irregular de la mineralización y su morfología facoidal.

El cuerpo mineral sumamente afectado por tectónica postmineral se extiende en forma discontinua en un área de 20 has con espesores variables entre 0,30 y 0,70 m y tenores que oscilan entre 0,3 y 1 % de U_3O_8 .

b) Yacimientos nucleares "Sonia" y "Marthita": Se localizan a 24 km al O de Guandacol sobre las estribaciones orientales de la Sierra del Toro.

La roca huésped es un banco de areniscas de color rosado con intercalaciones de lentes arcillosas verdosas y estratificación entrecruzada.

Los minerales de uranio reconocidos fueron pechblenda y amarillos de carnotita, schroeningerita, uranofano y autunita, asociados a azurita, bornita, calcosina, calcopirita, calcita y óxidos de hierro.

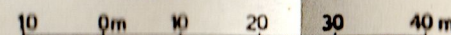
Los yacimientos se han explorado con numerosas labores a cielo abierto y algunos socavones achiflonados. El hábito de la mineralización es sedimentario y del tipo facoidal. Las lentes se distribuyen dentro de paleocauces y tienen longitudes variables entre pocos centímetros y 10-15 m, sus espesores oscilan entre algunos centímetros y 1 m y la mineralización aparece vinculada a la pre-

C. N. E. A.
GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS
PROV. LA RIOJA - DTO. GUANDACOL
YACIMIENTO NUCLEAR URCAL
SECTOR CABEZA MONTERO

REFERENCIAS

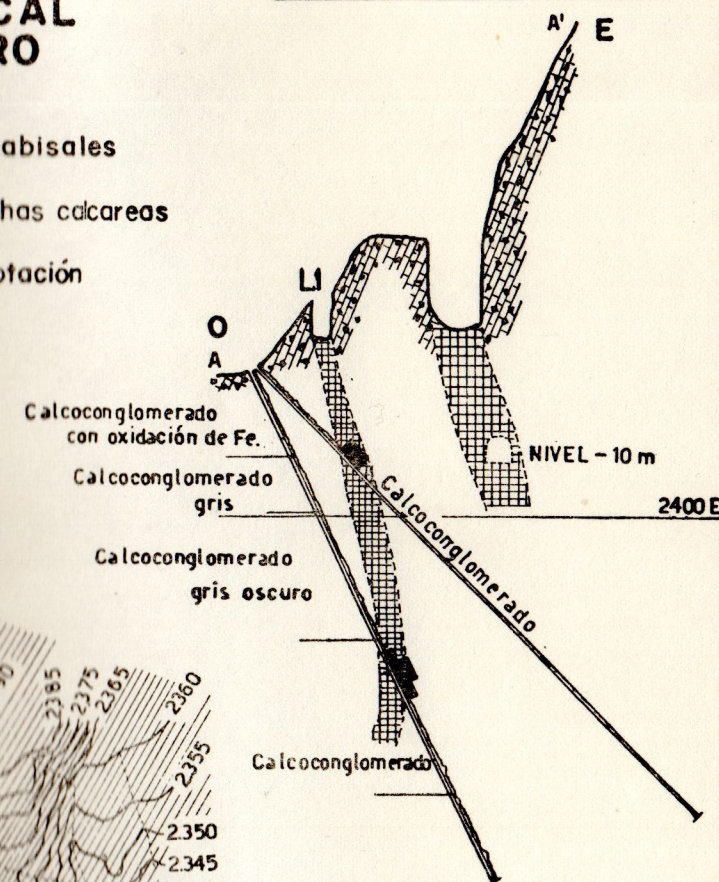
- TRIASICO { } Cubierta moderna
CARBONIFERO { } Diques "Sills" rocas hipabisales
ORDOVICICO { } Formación Panacón
Calcoconglomerado y brechas calcáreas
Mineralización uranífera
Pique exploración - explotación
Sondeos

ESCALA



PERFIL TRANSVERSAL A - A'

ESCALA

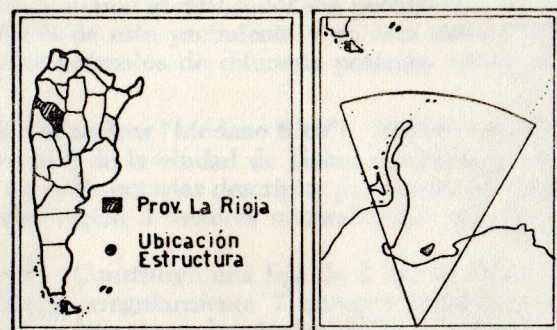


REFERENCIAS

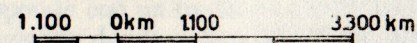
- Calcoconglomerados y conglomerados calcáreos
Faja mineralizada -
Anomalía radimétrica en perfilaje de sondeo...

Cartografía: F. Parra

PLANO DE UBICACION



ESCALA



Autores: Lucero - Diez

encia de restos carbonosos vegetales que habrían determinado un ambiente reductor propicio a la precipitación del ión uranilo.

A pesar de sus parámetros reducidos es dable remarcar su importancia relativa por las altas leyes de algunas lentes las que oscilan entre 1,00 y 30 ‰ U_3O_8 .

c) **Otros depósitos:** En el área existen otros numerosos depósitos uraníferos: San Bambino, Los Horcones, Tres María, Cerro Paiva-Cerro Totorá, Elenita, Los Rastrojos, La Cuesta, La Liga, etc., de similares características y condiciones geológicas de yacencia, pero de menor envergadura en cuanto a desarrollo longitudinal, espesores y leyes en uranio.

PROVINCIA DE SAN JUAN

DEPÓSITOS URANÍFEROS

a) **Yacimiento nuclear "Cerro Aspero":** Se sitúa a 40 km al N de Jáchal, sobre el río de Los Piojos. El depósito uranífero es epigenético, corresponde al tipo "impregnación de areniscas" y se presenta como lentes dentro de un nivel de areniscas arcóscicas ubicadas en el tercio medio de la Formación Panacán.

Sobre 3.500 m de desarrollo en el rumbo del nivel portador se ubicaron 18 cuerpos lenticulares mineralizados con distribución discontinua y dimensiones variables que oscilan entre 1-50 m. Las potencias varían desde 0,15 hasta 5 m, siendo común la de 0,60 m y el desarrollo de las lentes en el sentido del buzamiento es inferior a los 10 m. Se estima que en esa dirección existiría una continuidad de la mineralización definida por nuevos cuerpos no aflorantes, cuyas dimensiones no superarían los parámetros antes citados.

Las leyes de uranio son sumamente variables, entre vestigios y 1 ‰ U_3O_8 ; excepcionalmente llegan a 3 ‰ de U_3O_8 en pequeños sectores con troncos y restos vegetales carbonosos.

En los sectores anómalos es común la presencia de alteraciones ferruginosas, materia orgánica vegetal y sales hidrocarbonatadas de cobre, presumiéndose que los restos carbonosos habrían sido los determinantes de un ambiente reductor que habría precipitado el ión uranilo en solución.

Los minerales de uranio identificados son pechblenda, uranofano y carnotita.

En proximidades de este yacimiento y en esta misma formación geológica existen otros niveles anómalos de diferente posición estratigráfica, que carecen de interés.

b) **Manifestación nuclear "Médano Rico":** Incluye una serie de indicios que se ubican a 60 km al S de la ciudad de Jáchal, presentando las mismas características litológicas y sedimentarias descritas para la manifestación Cerro Aspero.

Existen en esta región 3 sectores mineralizados con las siguientes características:

"Médano Rico": Constituye una faja de 2 km de desarrollo submeridional donde se distribuyen irregularmente 7 cuerpos lenticulares sobre un mismo nivel de areniscas arcóscicas con longitudes del orden de 5 a 10 m, potencias que no sobrepasan los 0,30 m y tenores medios de 0,3 ‰ U_3O_8 .

"Cuculí": Se corresponde con un tramo de 1,5 km de desarrollo sobre rumbo N-S de un banco de arenisca donde se han detectado tres indicios lenticulares, cuyos parámetros son: longitud 10-20 m, espesores de 0,10 - 0,30 m y tenores de 0,3 ‰ U_3O_8 .

"Azulejos": Es el más importante del área pues presenta 6 cuerpos lenticulares a lo largo de 2 km de extensión sobre rumbo del banco portador. De esas lentes se destaca una cuya continuidad en el sentido del rumbo es de 100 m, con espesores de 0,50 - 1 m y tenores de 0,5 a 1 % U_3O_8 .

c) **Otros depósitos:** Entre Guandacol y Jáchal se individualizaron numerosos depósitos de tipo sedimentario: **Chepical, Cerro Colorado, Las Catitas, Los Barreales**, etc., alojados en la misma Formación Panacán, con similares características que los anteriormente descriptos, pero de menor importancia por su desarrollo longitudinal, espesores y contenidos en uranio.

I. 4. 4. UNIDAD GEOLÓGICA: *Vulcanitas y plutonitas (Permotriásicos)*

Se incluyen aquí andesitas, riolitas, diabasas, granitos, etc., de edad dubitativa, que atravesando los sedimentos paleozoicos, presentan una distribución discontinua en sus diferentes asomos a lo largo de toda la Precordillera. Sus afloramientos más meridionales están representados por las plutonitas del "stock" granítico-granodiorítico del Cerro Cacheuta y los más septentrionales por los asomos graníticos próximos a Guandacol (Cerro Imán - Cerro Madril).

Tanto las fases plutónicas como la de algunas volcánicas presentan un elevado "clarke" en uranio y en casos eventuales, contenidos de ese elemento, que permiten adjudicarles el carácter de criaderos uraníferos.

Las fases de este magmatismo se resuelven en el ámbito de esta unidad estructural con un predominio de las rocas efusivas sobre las plutónicas: a su vez las vulcanitas ponen de manifiesto el desarrollo principal de sus asomos en la región meridional de la Provincia de La Rioja y septentrional-central de la Provincia de San Juan.

PROVINCIA DE SAN JUAN

DEPÓSITOS URANÍFEROS

a) **Manifestación nuclear "Gualampi":** Se localiza a unos 35 km al NE de Jáchal, siendo la roca encajante una andesita que aflora en una superficie de 2 ha. La mineralización uranífera de hábito filoniano está controlada por fracturas y restringida al extremo norte del afloramiento andesítico.

Los indicios uraníferos son irregulares, discontinuos y de poca magnitud, con tenores medios, aproximados de 0,3 % U_3O_8 , lo que descarta su importancia económica.

b) **Manifestación nuclear "Cerro Puntudo":** Se sitúa a 20 km al E de la localidad de Villanueva.

Se trata de un manto de toba riolítica de 15 m de espesor con alta radiactividad, que a lo largo de 1 km, presenta indicios uraníferos saltuarios en correspondencia con rellenos de fisuras que a su vez coinciden con zonas de cizallamiento. Sus tenores varían entre 0,2 - 0,4 % U_3O_8 . Las estructuras portadoras son de dimensiones modestas, teniendo la más importante 20 m de largo y algunos decímetros de espesor. Los minerales amarillos de uranio están acompañados por malaquita en ganga de calcita de color oscuro.

c) **Manifestación nuclear "Cerro Negro":** Se ubica 4 km al N de Rodeo,

en el ángulo NE del cerro homónimo y se presenta como un criadero de hábito filoniano. El Cerro Negro es monadnock que representa un relicto sedimentario atribuido al Carbónico inferior, exhumado por erosión.

Dichas sedimentitas están interesadas por vulcanitas hipabisales de edad triásica, portadoras de mineralización de uranio. Una zona de cizallamiento que presenta fuerte alteración ferruginosa con tonalidades rojizo-amarillentas, controla los indicios dispersos en una franja de 100 m de largo y una potencia variable entre algunos milímetros hasta 0,70 m. Los tenores son inferiores a 0,5 ‰ U_3O_8 .

A 1 km al NE se ubica la manifestación Cerro Colorado con características de yacencia geológica semejantes a los antes descritos, aunque de menores dimensiones y tenores de uranio.

I. 4. 5. UNIDAD GEOLÓGICA: *Sedimentitas terciarias*

Sus afloramientos marginan la Precordillera en los bordes oriental y occidental y también aparecen rellenando bolsones en algunos valles intermontáneos.

El ambiente de su depositación fue continental y su columna sedimentaria está constituida por conglomerados, areniscas, arcilitas y tobas, presentando a la observación espesores que superan los 2.000 m.

Los movimientos tectónicos ándicos originaron largos y angostos anticlinales y sinclinales asimétricos, con flancos fuertemente inclinados hasta abatidos.

La mineralización de uranio conocida, se ubica desde la base hasta los términos más superiores de esta secuencia.

PROVINCIA DE LA RIOJA

DEPÓSITOS URANÍFEROS

a) Manifestaciones nucleares "El Alto" y "Carlitos": Ubicadas a 25 km al NO de Guandacol, sobre la margen izquierda del arroyo La Brea. La roca huésped corresponde a areniscas de grano mediano, de colores rosados y amarillentos, portadoras de restos fósiles vegetales. Su posición cronoestratigráfica correspondería a la de los Estratos Calchaquenses.

La mineralización es epigénica y peneconcordante con los sedimentos y de morfología lenticular. Los minerales amarillos de uranio aparecen asociados a secundarios de cobre.

Los niveles radiactivos son de pequeño desarrollo, siendo el principal el de "El Alto" con una longitud de 30 m, presentando mineralización discontinua, espesor fluctuante entre 0,05 y 0,40 m y leyes entre 0,1 y 0,6 ‰ de U_3O_8 .

PROVINCIA DE SAN JUAN

DEPÓSITOS URANÍFEROS

a) Manifestación nuclear "La Enterrada": Se encuentra en el borde NO de la Sierra Morada a 12 km al N de la localidad de Huaco.

El depósito de hábito filoniano coincide con el eje de un apretado anticlinal y es fácil de ubicar en el terreno por un fuerte halo de alteración de color blanquecino amarillento, coincidente con la mineralización, destacándolo así dentro de un paisaje general de tonos rojos.

La roca de caja es una arenisca referida al Terciario medio (Mioceno). Los indicios uraníferos se alinean en forma saltuaria en una franja de 160 m de longitud, mostrando en general baja radiactividad, salvo sobre un corto tramo de 10 m, donde los registros se incrementan alcanzando valores interesantes.

Allí, pequeños laboreos y sondeos permitieron verificar la mineralización hasta 6 m de profundidad, sin evidencias de continuidad, registrando hasta esa cota espesores de 1 m con tenores entre 0,4 y 1 % de U_3O_8 .

No se reconocieron minerales de uranio, observándose sólo la presencia de malaquita, azurita, calcopirita, yeso y celestina.

b) **Manifestación nuclear "La Moquinera":** Se emplaza a 70 km al NNO de la ciudad de San Juan, en la Sierra de Villicum.

La roca reservorio es una arenisca grisácea de grano fino, perteneciente al Araucanense (Plioceno).

La mineralización está integrada por amarillos de uranio asociados a carbonatos de cobre, presentando un desarrollo longitudinal de 10 m, espesor de pocos centímetros y leyes estimadas de 0,2 % U_3O_8 .

I. 5. UNIDAD ESTRUCTURAL: *Cordillera Frontal*

Está caracterizada por una larga cadena montañosa compuesta por numerosos cordones y macizos, que se inician en el cordón de La Brea (26° 20' lat. S) y se prolongan hasta las cabeceras de los ríos Diamante y Atuel (35° lat. S). Su ancho máximo es de 85 km a la altura de Calingasta. Su límite oriental son los valles intermontanos que lo separan de la Precordillera y el occidental el cordón de la Cordillera Principal.

Geológicamente sus rasgos dominantes lo proporcionan las rocas intrusivas y efusivas que atraviesan sedimentos plegados y fallados del Paleozoico. Complementan este esquema, micacitas y filitas de un complejo metamórfico de edad incierta, sedimentitas carbónicas de ambiente marino y depósitos continentales terciarios, que rellenan cuencas intermontáneas.

El relieve es el característico de alta cordillera, con laderas riscosas, paredes abruptas y cañadones profundos, correspondientes a una estructura imbricada, producto de una tectónica combinada de fracturación y plegamiento.

I. 5. 1 UNIDAD GEOLÓGICA: *Batolito de la Cordillera Frontal (Permo-Triásico)*

Se agrupan aquí diferentes rocas intrusivas y efusivas, cuyas edades son altamente controvertidas, constituidas por plutonitas (granitos y granodioritas) y vulcanitas (andesitas, riolitas y diabasas) de amplio desarrollo a lo largo de toda la unidad estructural.

El mineral de uranio se encuentra alojado en rocas intrusivas, constituyendo criaderos de hábito filoniano. Estos, se ubican en zonas graníticas sub-superficiales de alta radiactividad diferencial. Es verosímil que su génesis está asociada a fenómenos de lixiviación, entrapamiento y precipitación de las soluciones descendentes portadoras de la mineralización.

PROVINCIA DE SAN JUAN

DEPÓSITOS URANÍFEROS

a) **Manifestaciones nucleares "Gladys" y "Fernanda":** Son indicios de ca-

características semejantes, alojados en un granito rosado y se ubican a 15 km al O de Colanguil.

En general el granito presenta radiactividad diferencial alta y es común encontrar en su seno, enclaves de sedimentitas carbónicas, filones de cuarzo, pegmatitas, aptitas y diabasas que permiten suponer que se trata de una zona de granitización poco profunda.

La mineralización de uranio, enmascarada por óxidos de hierro y asociada con carbonatos de cobre aparece rellenando fisuras, diaclasas y brechas de falla de poca profundidad, reducido espesor y de escaso desarrollo longitudinal. Los tenores obtenidos son inferiores a 0,5‰ de U_3O_8 .

b) Manifestación nuclear "Don Marcos": Se ubica a 1 km al O de Bauchaeta. La mineralización de uranio se emplaza en una veta de cuarzo que atraviesa un granito rosado del batolito de Colanguil, con rumbo submeridional.

La veta aflora unos 25 m con potencias entre 0,30 y 1 m y aparece truncada tectónicamente en su extremo N.

La mineralización uranífera está representada por uranofano, rellenando en forma discontinua grietas y fisuras de 1-3 mm de la veta de cuarzo. En el filón se presenta también molibdenita, bismuto y piritita de origen hidrotermal.

Es probable que los minerales de uranio y algunos carbonatos de cobre, se hayan depositado a partir de soluciones provenientes de la lixiviación del granito, que en este sector tiene fondo radiactivo alto.

c) Manifestación nuclear "Mondaca": Su hábito es también filoniano y se ubica a 1 km al O de la localidad homónima. Minerales amarillos de uranio asociados a malaquita, azurita y limonita, se encuentran rellenando una brecha tectónica, de unos 50 m de largo por 0,40 de espesor que se aloja en el granito. La mineralización se desarrolla en forma discontinua y con bajos tenores (0,2‰ U_3O_8) y se le atribuye un probable origen descendente.

d) Manifestación nuclear "Vega del Chorrillo": Se ubica en las estribaciones orientales de la Cordillera de San Guillermo, en el paraje del mismo nombre.

Se trata de un depósito de tipo filoniano, ubicado en una granodiorita que forma parte del batolito de Colanguil.

La mineralización se emplaza en una brecha de falla de 0,20 m de potencia que aflora sobre unos 20 m de longitud. Los minerales amarillos de uranio rellenan en forma discontinua fisuras de 1-2 cm de espesor, estimándose el tenor medio en 0,4‰ U_3O_8 .

II. AGRUPAMIENTO DE LOS DEPOSITOS URANIFEROS

Y SU IMPORTANCIA

Por razones de proximidad geográfica, los depósitos uraníferos fueron reunidos en agrupamientos con la finalidad de constituir unidades que en su consideración conjunta, permitiesen jerarquizar las áreas de su yacencia, sea por un interés económico directo o por las perspectivas uraníferas potenciales que de ellos se derivaba, para una determinada unidad estructural o unidad geológica portadora.

Se constituyeron 13 agrupamientos que sumados a algunas manifesta-

ciones geográficamente dispersas, integran 89 depósitos nucleares seleccionados con carácter de "indicios" para las provincias de La Rioja y San Juan.

II. 1. *Agrupamientos Chepes y Ulapes* (Provincia de La Rioja)

Se ubican sobre los cordones de las sierras meridionales de la Provincia de La Rioja que llevan su mismo nombre. Sus indicios uraníferos se integran al basamento plutónico-metamórfico y a la serie molásica del Paganzo presente en las cubetas elaboradas en el citado basamento.

Los indicios que aloja la serie sedimentaria carbónica, se estiman epigénicos y vinculados a los iones uranilo traídos en solución desde el sustrato granítico fértil y sus diasquísticos, que componen las áreas de aporte de estas sedimentitas.

Si bien los hallazgos realizados hasta ahora, no ofrecen perspectivas muy favorables, es necesario indicar, que la gran extensión areal de la unidad geológica portadora, sumada a sus características lito-mineralógicas favorables, permiten otorgar a esta región buenas posibilidades uraníferas.

II. 2. *Agrupamiento Talampaya* (Provincia de La Rioja)

En el seno de un ambiente granítico postordovícico que involucra a las Sierra de Vilgo y continuidad austral las de Sañogasta y Vichigasta, se presenta una profusión de vetas de baritina y calcita, portadoras de concentraciones bolsoneas de fluorita en sus variedades violácea, negro-violácea, blanca y verdosa a las que se asocia una mineralización uranífera de irregular distribución y en íntima relación con la variedad negro-violácea de fluorita.

Numerosos criaderos vetiformes fluorítico-uraníferos portadores de uranio han sido investigados superficialmente, desconociéndose su comportamiento en profundidad, lo cual abre un paréntesis que alberga posibilidades sobre estas manifestaciones radiactivas. Ello sumado al elevado tenor en U_3O_8 de algunos afloramientos con presencia de pechblenda y la extensión de los mismos, colocan a este agrupamiento dentro de aquellos susceptibles de ser investigados en detalle por sus condiciones geológico-mineralógicas.

Estas consideraciones llevadas al ámbito de la unidad geológica portadora, donde se repiten frecuentemente las características lito-mineralógicas, ponen de manifiesto la activa circulación de fluidos mineralizantes portadores de ión uranilo, que hacen de ella una unidad con cierta jerarquía dentro del encuadre general de posibilidades uraníferas del país.

II. 3. *Agrupamiento nuclear "Cuesta de Miranda" - "Sañogasta"* (Provincia de La Rioja)

Se ubican relativamente próximos dentro de la misma unidad estructural Sierras de Famatina.

Sus indicios uraníferos se emplazan en la Formación Negro Peinado (Ordovícico), dentro de rocas sedimentarias con suave metamorfismo regional y adicional de contacto por intrusiones graníticas posteriores. Numerosas manifestaciones de estos agrupamientos tienen carácter de "constelación de indicios" sin interés práctico económico, y en otras se han ubicado criaderos en los que ha sido posible definir parámetros y tenores en uranio, que permitieron desarrollar modestas explotaciones económicas.

Estas consideraciones jerarquizan la unidad geológica portadora adjudicándole perspectivas de encerrar criaderos económicos importantes, pues las metamorfitas que constituyen la Formación Negro Peinado, además de tener condiciones litológicas favorables se presentan como enclaves entre los intrusivos graníticos (Formación Nuñorcó) a los que se adjudica carácter de "áreas fértiles" de aporte de ión uranilo, hacia las zonas de precipitación en las ectinitas ordovícicas.

II. 4. *Agrupamientos nucleares "San Roque" - "Malanzan" - "Angulos"* (Prov. La Rioja)

Se distribuyen en forma saltuaria sobre 270 km y en una posición más o menos central de la cuenca de deposición continental del Paganzo.

Integran estos agrupamientos 7 indicios uraníferos que, con hábito estratiforme se emplazan en diferentes niveles cronoestratigráficos de las sedimentitas continentales que rellenan dicha cuenca.

La mayoría de estos indicios no alcanzan a reunir las condiciones necesarias para estimar en ellos reservas de importancia económica. Como posible excepción se cita a la manifestación La Torre, en el Agrupamiento San Roque, donde se verifican ciertas perspectivas potenciales, actualmente en etapas de exploración.

El interés de estos agrupamientos reside en su consideración geológica conjunta, pues, sus mineralizaciones demuestran un notorio grado de dispersión espacial (horizontal y vertical) dentro de una potente secuencia de sedimentitas continentales del Paganzo, con facies litológicas favorables (areniscas-conglomerados, etc., permeables con intercalaciones de pelitas) a lo que debemos sumar la presencia de "áreas fértiles" conformando los bordes de aporte a la cuenca.

Estas consideraciones permiten asignar un interés geológico potencial a todo el ámbito de la región donde aflora el grupo Paganzo con especial consideración de aquellos sectores proximales a los bordes de aporte con rocas graníticas ácidas.

II. 5 *Agrupamientos nucleares "Guandacol" - "Jáchal" y "Médano Rico"* (Provincias de La Rioja y San Juan)

Están integrados por 40 indicios uraníferos que constituyen una variada gama de depósitos de hábito filoniano y estratiforme ubicados dentro de un amplio intervalo de la escala cronoestratigráfica, desde el Ordovícico al Terciario.

Ello indicaría que el uranio en uno o varios ciclos metalogénicos de su evolución geoquímica, encontró en este ámbito condiciones favorables a la precipitación del ión uranilo en una heterogénea gama de sedimentos (calizas, areniscas y conglomerados) y vulcanitas de los diversos ciclos geológicos que soportó la región.

Si bien existen algunas manifestaciones nucleares de relativo interés minero, en general se trata de pequeños cuerpos de modesta magnitud. No obstante es dable apuntar su gran importancia geológica regional por cuanto indican: la existencia de circulación de soluciones uraníferas, presencia de rocas permeables y de elementos reductores precipitantes del uranio.

Todas estas premisas permiten potenciar buenas posibilidades de mineralización uranífera, no sólo en el área que las contiene sino que inducen a extra-

polar perspectivas a amplias zonas de análogas características, en las provincias de La Rioja, San Juan y Mendoza.

II. 6. Agrupamiento Carrizal (Prov. de San Juan)

Lo determinan 5 indicios uraníferos de hábito filoniano y sedimentario que se distribuyen en areniscas carbónicas y en vulcanitas permo-triásicas del ambiente de Precordillera.

En general los depósitos son de escasa relevancia, salvo el caso del sector de las manifestaciones nucleares Carrizal 1 y Carrizal 2, donde un programa de sondeos, ha concitado renovado interés.

Cabe destacar que el agrupamiento del acápite, posee en conjunto, condiciones geológicas, estratigráficas y mineralógicas que son frecuentes en una vasta superficie de la Precordillera lo que abre perspectivas para la prospección uranífera en la misma.

II. 7. Agrupamiento Colanguil (Provincia de San Juan)

Reúne a 5 indicios uraníferos de hábito filoniano que aparecen dispersos en una extensa área de la Cordillera Frontal, desde los límites provinciales de San Juan-La Rioja hasta las inmediaciones del río San Juan.

Las plutonitas (granitos y granodioritas) y las vulcanitas (riolitas, andesitas, etc.) permotriásicas, que sirven de reservorio, presentan como rasgo sobresaliente el poseer, en su mayor parte, alta actividad diferencial. Ello las convierte en importantes fuentes de dispersión de iones de uranio. En consecuencia, cabe consignar que a pesar de que los indicios señalados no presentan interés económico, tienen el mérito de certificar la existencia de soluciones uraníferas que pueden constituir, en condiciones estructurales adecuadas, concentraciones minerales de interés comercial.

NOMINA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- AZCUY, C. L. y MORELLI, J. R. 1970: *Geología de la Comarca Paganzo Amandé. El Grupo Paganzo. Formación que lo componen y sus relaciones*. Rev. Asoc. Geol. Arg., T. XXV, Nº 4. Bs. As.
- CALVO, M. 1971. *Consideraciones en torno de la metalogía de la asociación urano-orgánica natural*. Revista Energía Nuclear. Junta de Energía Nuclear. Año XV, Nº 73. Madrid.
- CAMINOS, R. 1972. *Cordillera Frontal*, Geología Regional Argentina. Acad. Nac. Ciencias. Córdoba.
- C. N. E. A. 1950-1972: *Informes internos inéditos*. Diversos autores. Bs. As.
- DE ALBA, E. 1972: *Sistema del Famatina*. Geología Regional Argentina. Acad. Nac. Ciencias. Córdoba.
- FRENGUELLI, V. 1946: *Consideraciones acerca de la Sierra de Paganzo en las provincias de San Juan y La Rioja*. Rev. Museo La Plata, n. s. geología II. La Plata.
- FURQUE, G. 1963: *Descripción geológica de la hoja 17 b, Guandacol*, Provincia La Rioja - Provincia San Juan. Dir. Nac. Geolog. y Min., Bol. 92. Bs. As.
- FURQUE, G. 1965: *Geología de la región del Cº Bolsa (Provincia de La Rioja)*. Actas 2das. Jorn. Geol. Arg., T. III, Salta.
- GROEBER, JP. 1940: *Descripción geológica de la Provincia de La Rioja*. Aguas Miner. R. Arg. VI, Comis. Nac. Climat. y Agua Mineral, Minist. Interior. Bs. As.

- STAPPENBECK, R. 1910: *La Precordillera de San Juan y Mendoza*. An. Minist. Agricul. Sec. Geología Miner. y Min. IV-3. Bs. As.
- STIPANICIC, P. N. y BONAPARTE, S. F. 1972: *Cuenca Triásica de Ischigualasto*. Villa Unión. Geología Regional Argentina. Acad. Nac. Ciencias. Córdoba.
- STIPANICIC, P. N.; RODRIGO, F.; FRITZ, C. T. y LINARES, E. 1968: *Provincias uraníferas argentinas*. XXIII International Geological Congress, Vol. 7. Praga.
- STIPANICIC, P. N. 1972: *La cuenca Triásica de Barreal*. Geología Regional Argentina. Acad. Nac. de Ciencias. Córdoba.