

05.62.06

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº	AÑO
1	1962

4th INTER - AMERICAN SYMPOSIUM ON THE
PEACEFUL APPLICATION OF NUCLEAR ENERGY

MEXICO CITY, April 9 - 13, 1962

~~TIPOGRAFIA~~

DEPOSITOS URANIFEROS ARGENTINOS CON
CONTROL SEDIMENTARIO

por

P. N. Stipanovic, O. L. Baulies,

F. Rodrigo y C. G. Martínez

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

Gerencia de Materias Primas

Buenos Aires - Argentina

DEPOSITOS URANIFEROS ARGENTINOS CON CONTROL SEDIMENTARIO

P. N. STIPANICIC, O. L. BAULIES, F. RODRIGO Y C. G. MARTÍNEZ
GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS
COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
BUENOS AIRES, ARGENTINA

Abstract

Argentine uraniferous deposits with sedimentary control. This paper offers a brief description of the Argentine uraniferous deposits in which the mineralization is, to some extent, adapted to some kind of sedimentary control.

These deposits are located in certain regions of the country, and most often in certain sedimentary geological formations. Therefore, for a more orderly description, it has been considered appropriate to group them into five areas, called "environments," which may each include one basin or more than one superimposed, with generally noncontiguous limits, but with common characteristics from a practical standpoint.

The thus differentiated environments, whose boundaries are shown on a reference map, are: I. Environment of the North; II. Environment of the Pampean Sierras; III. Environment of the Precordillera; IV. Neuquén-Mendoza Environment; and V. Environment of Patagonia.

For each of these, a stratigraphic chart is given indicating the relative position of the principal mineralized deposits, noting that the ones of commercial value are located principally in the anthracolithic formations (Paganzo I), especially in those of the Middle and Upper Cretaceous Periods (Diamantian, dolomitic calcareous horizon, multicolor marls, and Chubutian) and also of the Tertiary Period (Cosquín strata).

Then, there is given a succinct description, partly individually and partly by mining districts, of the uraniferous deposits, placing special emphasis on analysis and interpretation of the characteristics that make possible a sedimentary control.

At the same time, an attempt is made to establish a genetic classification of such deposits, which, even though it should be considered as an experiment for that purpose, allows us even now to establish some concepts that will doubtless guide future prospecting and exploration of new deposits.

In this respect, it should be emphasized that the majority of the deposits in volume and concentration of commercial interest in Argentina are epigenetic and especially formed by processes of lixiviation and concentration.

As an illustrative supplement, a map is provided of the uraniferous types located so far in Argentina in deposits with sedimentary control.

Resumen

Depósitos uraníferos argentinos con control sedimentario. En la presente memoria se ofrece una breve descripción de los yacimientos uraníferos argentinos en los cuales la mineralización, en mayor o menor grado, se ajusta a algún tipo de control sedimentario.

Estos depósitos se localizan en determinadas regiones del país, y con mayor frecuencia en ciertas formaciones geológicas sedimentarias, por lo que, para una descripción más ordenada, se ha creído oportuno agruparlos en cinco áreas denominadas "ambientes" las que pueden incluir una o más cuencas sedimentarias sobreimpuestas, de límites generalmente no coincidentes, pero con características comunes a una finalidad práctica.

Los ambientes así diferenciados, cuyos límites generales se indican en un mapa de referencia, son: I. Ambiente del Norte; II. Ambiente de las Sierras Pampeanas; III. Ambiente de la Precordillera; IV. Ambiente Neuquino-mendocino; y V. Ambiente de la Patagonia.

De cada una de ellos se acompaña una columna estratigráfica con indicación de la posición relativa de los principales depósitos mineralizados, destacándose que aquéllos con valor comercial se localizan principalmente en

las formaciones del Antracólítico (Paganzo I), en mayor grado en las del Cretácico Medio y Superior (Diamantino, Horizonte Calcáreo Dolomítico, Margas Multicolores y Chubutiano) y también en el Terciario (Estratos de Cosquín).

A continuación, ya sea en forma individual o por distritos mineros, se hace una descripción sucinta de los depósitos uraníferos, dando especial énfasis al análisis e interpretación de sus características que trasuntan un control sedimentario.

Paralelamente, se intenta además establecer una clasificación genética de tales yacimientos, la que si bien debe considerarse como un ensayo con tales fines, permite desde ya fijar algunos conceptos que orientarán, sin duda, la prospección y exploración futuras de nuevos yacimientos.

En tal sentido, se debe destacar que la mayoría de los depósitos con volúmenes y leyes de interés comercial, en la República Argentina, son epigenéticos y en especial formados por procesos de lixiviación-concentración.

Como complemento ilustrativo se agrega una planilla con las especies uraníferas localizadas hasta el presente en la Argentina en depósitos con control sedimentario.

Resumo

Depósitos uraníferos argentinos com contrôle sedimentar. Apresenta-se, neste trabalho, uma breve descrição das jazidas uraníferas argentinas, nas quais a mineralização se presta, em maior ou menor grau, a algum tipo de contrôle sedimentar.

Êsses depósitos localizam-se em determinadas regiões do país e, com maior freqüência, em certas formações geológicas sedimentares, de modo que, para descrição mais ordenada, seria aconselhável agrupá-los em cinco áreas denominadas "ambientes", que podem abranger uma o mais bacias sedimentares superpostas, de limites geralmente não coincidentes, porém com característica comuns, para finalidades práticas.

Os ambientes assim diferenciados, cujos limites gerais são indicados em um mapa de referência, são: I. Ambiente do Norte; II. Ambiente das Serras Pampeanas; III. Ambiente da Precordilheira; IV. Ambiente Neuquino-mendocino; e V. Ambiente da Patagônia.

Cada uma dessas categorias vem acompanhada de uma coluna estratigráfica, com indicação da posição relativa dos principais depósitos mineralizados, observando-se que aqueles que possuem valor comercial se situam principalmente nas formações do antracólítico (Paganzo I), em maior grau nas correspondentes ao cretáceo médio e superior (diamantino, horizonte calcáreo dolomítico, margas multicores e chubutiano), e também no terciário (estratos de Cosquín).

Descrevem-se a seguir, sucintamente, em forma individual ou por distritos mineiros, os depósitos uraníferos, dando-se especial ênfase à análise e interpretação de suas características identificadas pelo contrôle sedimentar.

Tenta-se, simultaneamente, estabelecer uma classificação genética dessas jazidas, a qual, embora deva ser considerada um ensaio com êsse objetivo, permite fixar, desde já, alguns conceitos que sem dúvida orientarão a prospecção e exploração futuras de novas jazidas.

A propósito, cumpre destacar que a maioria dos depósitos com volume e teor de interêsse social, na República Argentina, são epigenéticos e geralmente formados por processo de lixiviação-concentração.

Acrescenta-se, a título de ilustração uma relação das espécies uraníferas já localizadas na Argentina, em depósitos com contrôle sedimentar.

Introducción

En la presente contribución se hacen conocer, en forma sucinta, las características de los principales distritos uraníferos argentinos que muestran evidencias de control sedimentario y se intenta, además, establecer una clasificación genética para los mismos, la que debe considerarse como preliminar y sujeta a perfeccionamientos sucesivos.

La superposición de distintas cuencas sedimentarias con interés uranífero, las que a veces poseen límites diferentes, pendientes regionales opuestas, etc., hacen preferible usar el término de "ambientes" para com-

prender a aquellas áreas en las cuales se desarrollaron una o más cubetas sedimentarias, y cuyas formaciones son portadoras de yacimientos nucleares o bien presentan características muy favorables para serlo.

Los ambientes así diferenciados son: (Fig. 1)

- I. Ambiente del Norte
- II. Ambiente de las Sierras Pampeanas
- III. Ambiente de la Precordillera
- IV. Ambiente Neuquino-mendocino
- V. Ambiente de Patagonia

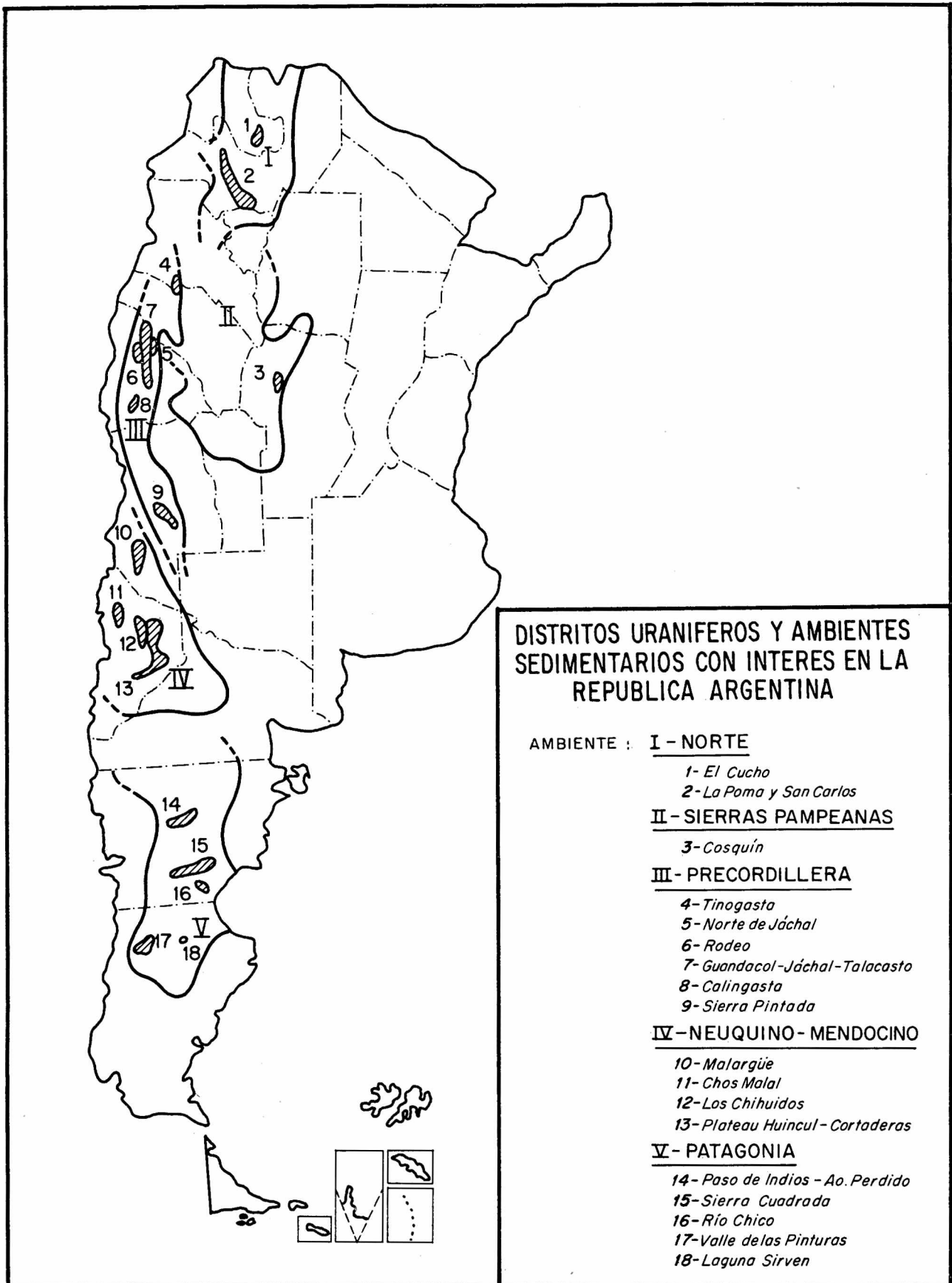


Fig. 1
315

La ocurrencia en varios yacimientos mundiales de distinto tipo, de uraninita, peblendita, coffinita, etc. de generación secundaria, así como también la comprobación de la facilidad de su síntesis en el laboratorio con temperaturas inferiores a 50°C, hacen ver la inconveniencia de referirse a minerales "primarios" y "secundarios" de uranio en los yacimientos con control sedimentario. Para obviar tal dificultad, se impuso el uso de los términos minerales "negros" y "amarillos". Se incluye entre los primeros a los productos uraníferos negros (casi siempre óxidos simples) y entre los segundos a aquéllos más oxidados, carbonatados o hidratados, casi siempre de coloración amarilla o bien verdosa o anaranjada, que si bien pueden provenir de la alteración de los anteriores, en otros casos no resultan estrictamente "secundarios".

Ambientes y distritos uraníferos

I. AMBIENTE DEL NÓRTE (Cuadro I)

Prácticamente coincide con los límites de los actuales afloramientos de las formaciones cretácicas, a las que se superponen cuencas terciarias.

Desde el punto de vista uranífero, las mayores perspectivas las ofrecen las sedimentitas del sistema de

Salta, depositadas en un ambiente transicional fluvial, y en especial aquéllas que afloran en los bordes occidental y austral de la cubeta, dadas sus características litológicas favorables así como también por su proximidad con extensas áreas graníticas antecámbricas, portadoras de abundantes pegmatitas uraníferas.

Los sedimentos continentales de las cuencas terciarias también presentan facies favorables, pero las acumulaciones de uranio hasta ahora encontradas en ellas no revisten interés económico.

Distrito 1. El Cucho

Se localiza a 30 km al NE de la ciudad de Jujuy, en las sierras de Zapla y Calilegua, y reviste poca importancia.

Dentro de areniscas finas del Terciario Subandino se localizaron manifestaciones uraníferas en estrecha relación con el contenido de material carbonoso. Los cuerpos mineralizados, de reducidas dimensiones y sin valor económico, poseen sectores que oscilan entre 0,1 y 0,2% U₃O₈.

Distrito 2. La Poma-San Carlos (Fig. 2)

Es el área más importante del ambiente del norte y comprende varias manifestaciones y yacimientos uraní-

CUADRO ESTRATIGRAFICO SINTETICO DEL AMBIENTE DEL NORTE Y POSICION DE LOS DEPOSITOS URANIFEROS

EDADES		NOMENCLATURA REGIONAL		LITOLOGIA Y FACIES		MANIFESTACIONES DE URANIO	
CUARTARIO		VARIAS FORMACIONES		Sedimentos continentales. Niveles de pie de monte.		Intenso vulcanismo en el borde occidental (Puna)	Impregnaciones de minerales de baja ley en travertinos de La Puna.
		ESTRATOS JUJEÑOS		Sedimentos continentales.			
TERCIARIO	Superior	TERCIARIO SUBANDINO		Sedimentos continentales: conglomerados, areniscas y arcillas rojas.			Minerales amarillos en areniscas y conglomerados, en El Cucho (Jujuy), asociados con vanadio y material carbonoso.
	Inferior	ARENISCAS SUPERIORES		Areniscas finas, regularmente estratificadas, castañas y rojo ladrillo, con intercalaciones arcillosas.			
CRETACICO		MARGAS COLORADAS SUPERIORES		MARGAS MULTICOLORES	Arcillas y margas rojizas en el centro de la cuenca. Conglomerados, areniscas y arcillas rojo ladrillo en el borde occidental.		
		MARGAS VERDES			Arcillas y margas verdes en el centro de la cuenca. Conglomerados, areniscas y lutitas grises en el borde.		Minerales amarillos (fosfatos), en areniscas finas y lutitas arenosas, asociados con restos carbonosos vegetales en Providencia (Salta)
		MARGAS COLORADAS INFERIORES			Arcillas y margas rojizas en el centro de la cuenca. Conglomerados, areniscas y lutitas rojas, con un banco verde basal en el borde.		Minerales amarillos en areniscas y lutitas arenosas, asociados con vanadio en Don Otto (Salta).
		CALCAREO		HORIZONTE CALCAREO-DOLOMITICO	Calizas fitogénicas en el centro de la cuenca. Areniscas, lutitas y calcáreos en el borde.		Minerales amarillos en areniscas y lutitas arenosas, asociados con vanadio en "M.M. de Güemes", "Don Bosco", "Los Berthos", "Emmy", etc. y con cobre en "La Despedida".
		ARENISCAS CALCAREAS			Calcáreos y limos en el centro de la cuenca. Conglomerados y areniscas calcáreas grises en el borde.		Minerales amarillos de baja ley, asociados con cobre, en el Valle del Tonco.
		ARENISCAS INFERIORES			Conglomerados brechosos, areniscas y areniscas calcáreas.		Minerales amarillos de baja ley, asociados con Fe, Mn y Cu, en areniscas calcáreas de "La Despedida" (Arroyo Las Conchas).
ANTECAMBRICO Y/O PALEOZOICO							

Cuadro I

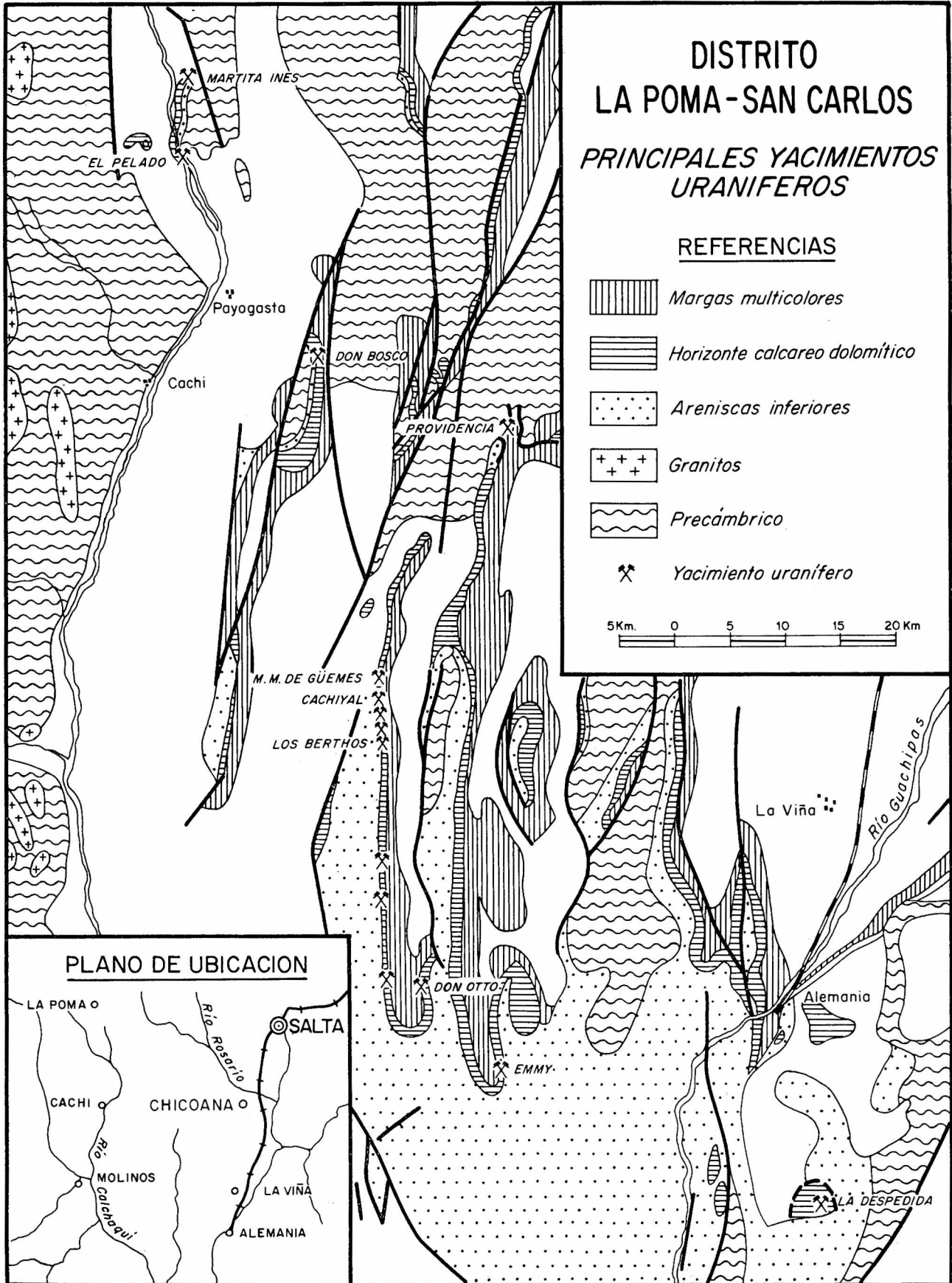


Fig. 2
317

feros que se alojan en distintos niveles del sistema de Salta.

a) *Providencia*. Se ubica en el faldeo oriental del Cerro Piedra del Molino. Presenta varios cuerpos mineralizados con impregnaciones de *metaautunita*, *metatorbernita* y *fosfuranilita*, comprendidos en niveles arenosos de las Margas Verdes.

Los dos mayores integran 3.400 ton de mineral, con ley de 0,1% U_3O_8 , estimándose que el potencial del área sólo es discreto.

b) *Don Bosco*. Este depósito se ubica en el sector NE del cerro Tin Tin, a 20 km al WNW del anterior, y comprende 5 cuerpos mineralizados con dimensiones y leyes en uranio variables, de los cuales el mayor tiene 9.500 ton de mineral útil, con ley de 0,17% U_3O_8 .

Tyuyamunita y *metatyuyamunita* impregnan las areniscas y lutitas con alto contenido en materia orgánica de un nivel del Calcáreo Dolomítico, dando lugar en algunos puntos a enriquecimientos superficiales con tenores inferiores a 1% U_3O_8 .

El potencial del área vecina es considerado como de interés mediano.

c) *La Despedida*. A unos 80 km al SE de Providencia, en el faldeo NE de la sierra de Carahuasi, un banco arenoso del lecho de las Areniscas Calcáreas lleva impregnaciones cupro-uraníferas casi continuas en una extensa área de 5 km de largo por 3 de ancho.

Las reservas de este depósito superan 1.000.000 de toneladas de mineral, con 0,03% U_3O_8 y 0,02-0,24% Cu, las que no revisten interés económico por el momento.

Subdistrito Tonco-Amblayo

A unos 20 km al S de Providencia comienza el desarrollo de dos largos y estrechos sinclinales, los de Tonco y Amblayo, de más de 40 km de extensión, en los que se localizaron mediante trabajos de prospección aérea numerosos cuerpos uraníferos que se alojan en distintos niveles del Calcáreo Dolomítico y de las Margas Coloradas Inferiores, complejos que en la zona presentan facies muy favorables con abundantes paquetes de areniscas friables, intercalaciones lutíticas y bancos de calcáreos.

De las principales anomalías registradas, se reconocieron a la fecha seis de ellas con trabajos preliminares y sobre otras dos, se realizan labores sistemáticas de exploración (Martín M. de Güemes y Don Otto).

d) *Martín M. de Güemes*. Comprende dos cuerpos mineralizados principales, que se alojan en un paquete de areniscas muy friables del Calcáreo Dolomítico, de

45° E de buzamiento. El mayor tiene un desarrollo en superficie de 250 m y espesor promedio de 1,50 m. En profundidad la extensión del cuerpo fue comprobada hasta 70 m, en el sentido del buzamiento.

Hasta el nivel actual de los sondeos, las reservas alcanzan a 33.000 ton con leyes medias de 0,14% U_3O_8 y 0,4% V_2O_5 .

La mineralización consiste en *tyuyamunita*, especie a la que acompañan *autunita*, *metaautunita* y *fosfuranilita*, se aloja en niveles de areniscas medianas y finas y en aquéllos que presentan una alternancia de láminas arenosas y lutíticas. Se presenta en notoria asociación con hematita, la que aparece finamente diseminada o en nódulos. No se determinó ningún mineral que justifique el exceso en vanadio, estimándose que el mismo se encuentra absorbido en la fracción arcillosa.

e) *Los Berthos*. Se sitúa a 4 km al S del anterior, en un nivel estratigráfico más alto.

Comprende dos cuerpos mineralizados de 100 y 60 m de extensión, con espesores medios de 0,90 y 0,80 m y leyes promedio de 0,55 y 0,44% U_3O_8 , respectivamente, los que al presente integran una reserva de 3.000 ton de mineral.

La mineralización se localiza en densas intercalaciones de lutitas con areniscas friables finas-medianas y presenta relación con el contenido en Fe y Mn. La especie dominante es *carnotita*, la que se asocia con *tyuyamunita* en las lutitas.

f) *Don Otto*. A unos 25 km al S de Los Berthos en el flanco oriental del sinclinal del Tonco, se ubica el yacimiento Don Otto, en el que la mineralización se localiza en tres niveles dentro de un intervalo estratigráfico de 6 a 8 m, en la base de las Margas Coloradas Inferiores. El banco mineralizado más importante y regular es el intermedio, el que en superficie muestra impregnaciones uraníferas continuas en un banco de areniscas finas y de lutitas. En su mitad meridional, el espesor medio es de 0,75 m, con 0,18% U_3O_8 .

La homogeneidad de la mineralización en superficie se debe a fenómenos de dispersión, pues en profundidad la misma se confina especialmente en los sectores arcillosos y en diversos cuerpos con tenores en uranio más elevados, separados por sectores estériles o de baja ley.

Hacia abajo, se comprobó que el cuerpo uranífero continúa por lo menos hasta 80 m de profundidad (nivel de las labores actuales), donde se lo reconoció a lo largo de 1.100 m de extensión.

Las reservas cubicadas en la mitad austral del yacimiento alcanzan a la fecha a 140.000 ton con 0,18% U_3O_8 .

Los minerales presentes son *tyuyamunita*, *schroekingerita*, *metaautunita* y *fosfuranilita*.

g) *Emmy*. Este depósito se sitúa a 10 km al SE del anterior, en el sinclinal de Amblayo. Presenta dos bancos mineralizados con *carnotita*, a lo largo de 380 m de extensión, dentro de un paquete de areniscas friables, finas y medianas del Calcáreo Dolomítico.

La potencia media del nivel superior es de 0,70 m y la del inferior de 0,45 m, con leyes de 0,23 y 0,1% U_3O_8 , respectivamente.

En el ala occidental del sinclinal del Tonco, y a lo largo de una extensa faja sedimentaria de 30 km de longitud, hay un buen número de manifestaciones uraníferas descubiertas por prospección aérea, cuyo valor e importancia debe aún definirse pues no se han ejecutado trabajos exploratorios.

II. AMBIENTE DE LAS SIERRAS PAMPEANAS

Dentro del ambiente cristalino antecámbrico de las Sierras Pampeanas, se desarrollaron varias formaciones sedimentarias continentales de distintas edades, extensión y potencia. Desde el punto de vista uranífero, interesan especialmente las del permo-carbónico y del Terciario.

Distrito 3. Cosquín

Al oeste de la ciudad de Córdoba, en la base de la sierra Chica, aflora en forma discontinua y a lo largo de 30 km, un complejo sedimentario (Estratos de Cosquín) de edad eoceno inferior, potencia variable entre 50 y 150 m, el que se compone de areniscas limosas, limos arenosos y arcillosos con alto contenido en carbonato de calcio.

El mismo se apoya discordantemente sobre el basamento antecámbrico, el que al oeste presenta grandes masas de granitos, con un contenido en uranio superior al normal (entre 6 y 9 ppm) y abundantes pegmatitas uraníferas y vetas de cuarzo oscuro, también radiactivas.

A lo largo de esta faja sedimentaria se certificó la existencia de acumulaciones de minerales de uranio sobre 24 km de extensión, habiéndose concentrado los estudios en un sector de 6 km y, dentro de éstos, especialmente en los 2.000 m que comprenden el yacimiento privado Rodolfo (Fig. 3).

La mineralización aparece como impregnaciones casi regulares de *carnotita*, *tyuyamunita* y *metatyuyamunita*, alojadas en tres bancos limo-arcillosos de la serie sedimentaria, dentro de un intervalo estratigráfico de 9 a 12 m. Las mejores concentraciones se encuen-

tran en el horizonte medio, con espesores variables entre 5 y 7 m.

En el yacimiento Rodolfo se cubicaron hasta la profundidad de 30 m, 2.000.000 ton de mineral con ley media de 0,039% U_3O_8 . Si se confinan los sectores con leyes medias superiores de 0,05% U_3O_8 , las reservas son de 765.000 ton.

Fuera de la corrida de los 2.000 m estudiada en detalle, se comprobó que la mineralización continúa con el mismo carácter por otros 4.000 m, por lo que se infiere que el potencial de los 6 km será del orden de 4 a 4.500.000 ton de mineral, con 0,03% U_3O_8 .

Este depósito, si bien acusa un tenor uranífero bajo puede resultar de interés económico pues el mineral se concentra fácilmente por simple deslamado, elevando su ley en 4 a 6 veces. Actualmente, se realizan los estudios al efecto combinándolos con los de lixiviación por capilaridad. Linares y Timonieri, autores del estudio del yacimiento, opinan que el mismo es de carácter epigenético. Stipanicie y Friz, sin descartar esa teoría, admiten que también existen buenos argumentos para sostener la posibilidad de su origen o de un aporte inicial singenético, debido a la precipitación, tanto mecánica como química, al momento de depositarse los sedimentos terciarios de los productos uraníferos llevados por arrastre, suspensión y/o solución, provenientes de la lixiviación de las extensísimas áreas graníticas vecinas con tenor uranífero anormal y de la destrucción de las numerosas pegmatitas radiactivas de la zona.

Manifestaciones en el Paganzo

Las formaciones permo-carbónicas del Paganzo llevan numerosas manifestaciones de minerales de uranio, asociadas a veces con cobre, en las Sierras de los Llanos, Solca, Malanzán, Chepes, etc. Estas no revisten interés económico.

III. AMBIENTE DE PRECORDILLERA

Se corresponde estrictamente con la unidad geomorfológica homónima (Cuadro II).

De los complejos sedimentarios presentes, tres revisten interés uranífero: el del permo-carbónico (Paganzo I y II), el del ordovícico y el dubitativamente asignado al triásico, en Tinogasta.

Distrito 4. Tinogasta

Al oeste de Tinogasta, en Catamarca, hay una serie de manifestaciones uraníferas que se alojan en sedi-

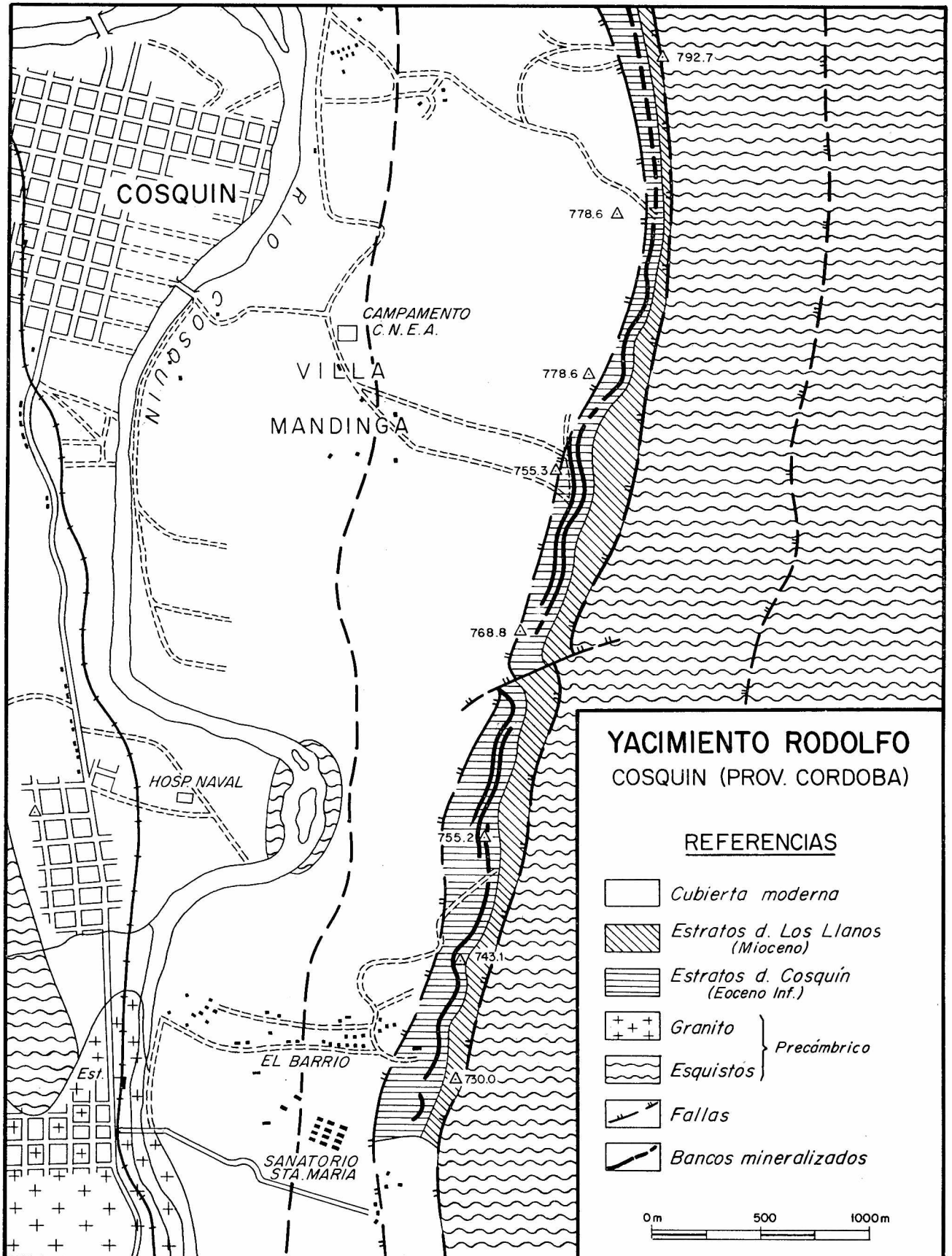


Fig. 3

CUADRO ESTRATIGRAFICO SINTETICO DEL AMBIENTE DE PRECORDILLERA Y POSICION DE LOS DEPOSITOS URANIFEROS

E D A D E S		NOMENCLATURA REGIONAL	LITOLOGIA Y FACIES	MANIFESTACIONES DE URANIO	
CENOZOICO	CUARTARIO	VARIAS FORMACIONES	Sedimentos continentales.	Impregnaciones de baja ley en mármoles ónix de Los Reyunos (Mendoza).	
	TERCIARIO	PLIOCENO MIOCENO	Sedimentos continentales: conglomerados y areniscas grises, alternando con arcillas rojas		Vulcanismo moderado.
		OLIGOCENO	AGUA DE LA PIEDRA MOLLELITENSE	Sedimentos continentales.	
	EOCENO PALEOCENO	DIVISADERO LARGO CHILELITENSE	Sedimentos continentales.	Vulcanismo moderado: mesosilícico y ácido	
MESOZOICO	TRIASICO	MEDIO	USPALLATENSE CHOIYOLITENSE	Sedimentos conti- Intenso magmatismo namentales. ácido mesosilícico y básico.	Minerales amarillos en areniscas, asociados con restos carbonosos en Co. Rajado (La Rioja)
		INFERIOR	FAMATINENSE-HIGUERENSE	Sedimentos continentales.	
PALEOZOICO	PERMICO	"PAGANZO II"	Sedimentos continentales: conglomerados, areniscas, arcillas y lutitas rojas	Minerales amarillos en lutitas en Tinogasta (Catamarca).	
	CARBONICO	"PAGANZO I"	Sedimentos continentales: conglomerados, areniscas y lutitas, con intercalaciones marinas y niveles tilíticos.	Minerales negros y amarillos, asociados a restos carbonosos, en Guandacol (La Rioja), Jáchal-Talacasto (San Juan), etc. Impregnaciones en areniscas en Sierra Pintada (Mendoza).	
	DEVONICO GOTLANDICO	VARIAS FORMACIONES	Sedimentos de mares poco profundos: lutitas arenosas y grauwacas.		
	ORDOVICICO CAMBRICO	VARIAS FORMACIONES	Sedimentos predominantemente marinos: areniscas, lutitas y calcáreos.	Minerales negros de baja ley en lutitas, en Rodeo, Jáchal y Calingasta.	
ANTECAMBRICO		BASAMENTO CRISTALINO	Cuarcitas, filitas, micacitas, esquistos, gneises, granitos, etc.		

Cuadro II

mentos de edad no segura, referidos tentativamente al Triásico. Consisten en areniscas, lutitas y conglomerados de regimen continental. La mineralización aparece como pátinas de carnotita en las superficies de discontinuidad física de la roca portante (diaclasas, fracturas y planos de estratificación de las lutitas), formando acumulaciones bolsoneas que a veces sobrepasan los 100 m de extensión y espesores comprendidos entre 2 y 8 m, con ley media de 0,04% U_3O_8 , registrándose sectores más ricos hasta con 0,3% U_3O_8 .

Estos depósitos, de propiedad particular, no fueron estudiados en detalle, pero se estima que en conjunto integran reservas del orden de 500.000 ton, con 300-400 g U_3O_8 /ton.

La importancia económica del distrito queda superada a los resultados de los ensayos que se cumplen para procesar el mineral por el método de "heap leaching".

Distritos 5, 6 y 8. Norte de Jáchal-Rodeo-Calingasta

Las formaciones ordovícicas con facies lutíticas presentan amplia distribución en la precordillera argentina, y en muchos puntos albergan acumulaciones uraníferas con tenores que varían entre 20 y 100 g de U_3O_8 por tonelada de mineral. Angelelli y Ortega, que

estudiaron estos depósitos, consideran a los mismos como singenéticos.

Distrito 7. Guandacol-Jáchal-Talacasto

Los sedimentos continentales permo-carbónicos de la Precordillera de San Juan y La Rioja alojan numerosos depósitos uraníferos, casi siempre de volumen reducido pero con elevados tenores en U_3O_8 .

La mineralización aparece como lentes, guías o nódulos de *uraninita*, dentro de los sectores arenosos, e íntimamente ligada a la materia carbonosa presente o bien a las fracturas de las psamitas.

El volumen de los cuerpos varía entre 1 y más de 1.000 ton de mineral, con leyes que oscilan entre 0,15 y 1,5% U_3O_8 , habiéndose explotado uno de ellos con 27% U_3O_8 .

Distrito 9. Sierra Pintada

Al este y sur de San Rafael, en la Sierra Pintada, se conocen numerosas ocurrencias uraníferas, la mayoría del tipo vetiforme y otras que muestran control sedimentario. Estas últimas aparecen contenidas en sedimentos del permo-carbónico y, hasta el presente, ninguna reviste importancia económica pues consisten en pequeños cuerpos que integran decenas hasta centena-

res de toneladas de mineral, con leyes que oscilan entre 0,07 y 0,1% U_3O_8 .

IV. AMBIENTE NEUQUINO-MENDOCINO (Cuadro III)

Corresponde en grandes rasgos al sector argentino del geosinclinal mesozoico argentino-chileno y de las formaciones presentes en el mismo; revisten interés uranífero las del Cretácico Medio y en menor grado las del Jurásico y Cretácico. En la formación Diamantiano, que representa el término continental póstumo del ciclo sedimentario jurásico-cretácico, que se extiende en una larga faja de 500 km de largo por 100 de ancho, se conocen más de 30 depósitos cupro-uraníferos de variada importancia económica.

Las características comunes de los sedimentos huéspedes, los factores de control de la mineralización, la asociación mineralógica y el posible génesis común de los depósitos, permiten configurar una de las "provincias uraníferas" del país. Los principales distritos de la misma son:

Distrito 10. Malargüe

La mayoría de los depósitos uraníferos se distribuyen en una zona de unos 150 km², desde el arroyo Agua Botada hasta el "codo del Río Grande" (Fig. 4). Los restantes se ubican a unos 100 km al sur de Malargüe, en los anticlinales de Ranquil-Co y Los Petizos.

En Agua Botada-Pampa Amarilla la columna estratigráfica se inicia con vulcanitas (Choiyolitense) y depósitos continentales (Llantenes), triásicos, a los que sucede la potente pila sedimentaria del geosinclinal mesozoico (detallada en el Cuadro III), que culmina con el complejo Diamantiano, ya de régimen continental, que es la que alberga todos los depósitos cupro-uraníferos del distrito.

Dentro del Diamantiano, con un espesor medio de 900 m, se reconocen una serie inferior (500 m) de carácter torrencial y predominio de conglomerados; una media (200 m) con intercalaciones de areniscas y arcillas amarillentas y rojizas y otra superior (200 m) de areniscas y areniscas conglomerádicas largas.

La mineralización se distribuye principalmente en

CUADRO ESTRATIGRAFICO SINTETICO DEL AMBIENTE NEUQUINO-MENDOCINO Y POSICION DE LOS DEPOSITOS URANIFEROS

E D A D E S		NOMENCLATURA REGIONAL	LITOLOGIA Y FACIES	MANIFESTACION DE URANIO
CUARTARIO		VARIAS FORMACIONES	Sedimentos continentales. Niveles de pie de monte. Vulcanismo intenso.	Uranio con bajas leyes, en tobas (ignimbritas), en el Sur de Mendoza.
TERCIARIO	PLIOCENO MIOCENO	VARIAS FORMACIONES	Sedimentos continentales. Vulcanismo intenso.	
	OLIGOCENO	AGUA DE LA PIEDRA	Sedimentos continentales.	
	EOCENO PALEOCENO	PIRCALA-COIHUECO ROCA		
		MOLLELITENSE CHILELITENSE	Sedimentos continentales predominantes y marinos del Rocanense.	
CRETACICO	SENONIANO	LONCOCHENSE	Sedimentos continentales y de aguas salobres	
		NEUQUENIANO	Sedimentos continentales: conglomerados, areniscas y arcillas varicolores.	Minerales amarillos, asociados con cobre, en el Plateau de Huincul y Cortaderas (Neuquén).
	TURONENSE CENOMANENSE ALBENSE	DIAMANTIANO	Sedimentos continentales: conglomerados y areniscas grises, con predominio de arcillas varicolores y con yeso.	Minerales negros y amarillos, asociados con cobre y asfalto, en Malargüe. Minerales amarillos, asociados con cobre, vanadio y material carbonoso en Los Chihuidos.
	APTENSE NEOCOMIENSE	ANDICO	Sedimentos marinos: areniscas, lutitas, margas bituminosas y calcáreos con yeso y sal.	
JURASICO	TITONENSE PORTLADENSE KIMMERIDGENSE	TORDILLENSE	Sedimentos marinos o transicionales: areniscas (a veces tobíferas) margas, calcáreos y conglomerados y areniscas con restos carbonosos.	Minerales negros y amarillos, en tobas arenosas, asociados con cobre y materia carbonosa vegetal, en Rahue-co.
	OXFORDENSE	CHACAYANO	Sedimentos marinos: areniscas lutitas y calcáreos, con grandes acumulaciones de anhidrita y yeso.	
	CALOVENSE	LOTENIANO	Sedimentos de ambiente mixto (areniscas, conglomerados y arcillas) en el borde de la cuenca y marinos (lutitas negras), en el centro.	Minerales amarillos, asociados con cobre y material asfáltico, en conglomerados de la Barda Negra (Pto. Dña Juana, Pto. Muñoz, etc.)
	BATONENSE BAYOCENSE LIASICO	CUYANO	Sedimentos predominantemente marinos.	
TRIASICO, PALEOZOICO y/o ANTECAMBRICO				

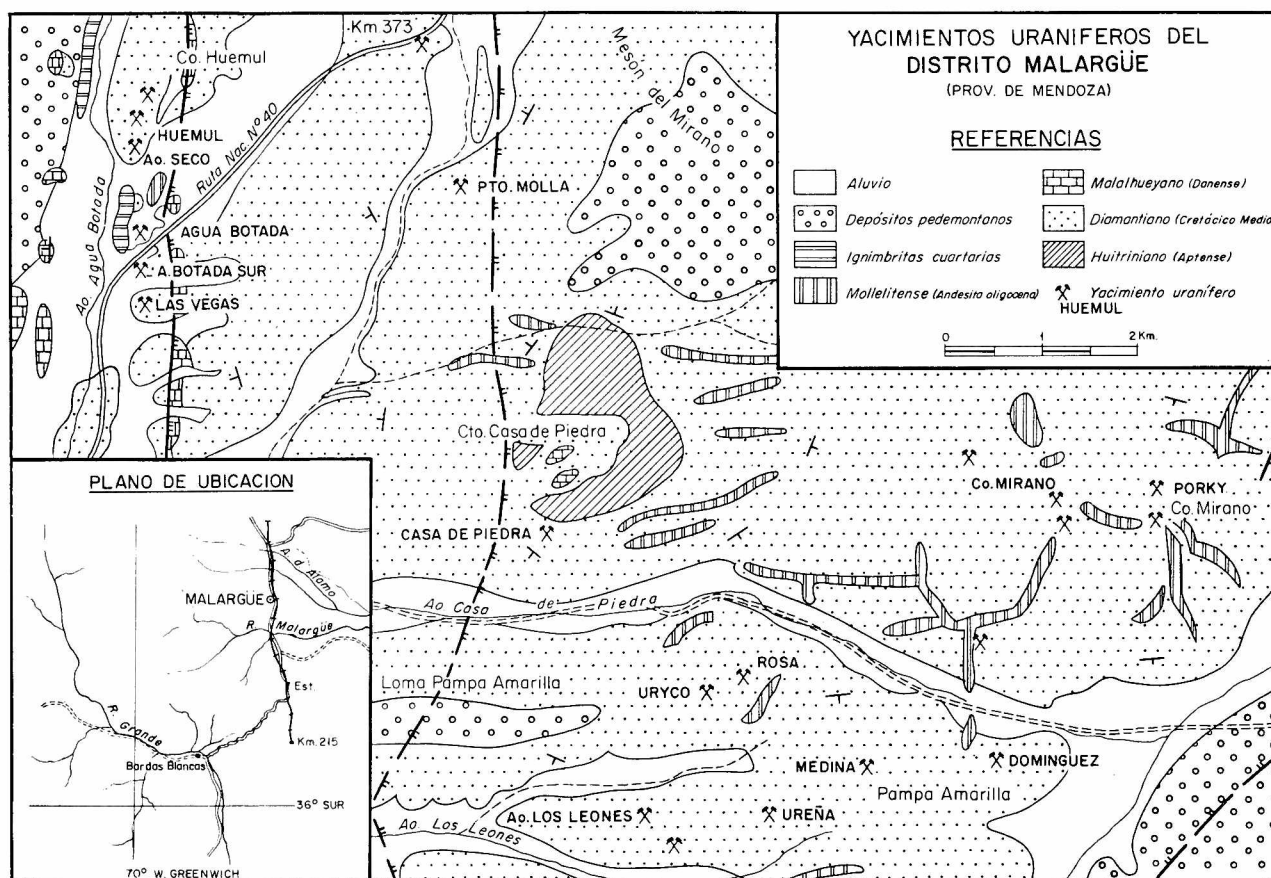


Fig. 4

distintos niveles estratigráficos de la serie inferior, en relación con bancos de areniscas y areniscas conglomerádicas, como puede apreciarse en el cuadro siguiente:

Yacimiento o manifestaciones radiactivas	Número de niveles mineralizados	Intervalo entre nivel mineralizado y base del Diamantiano
Arroyo de los Leones	7	650 m
Pampa Amarilla	3	500 m
Cerro Mirano	2	500 m
Kilómetro 373	1	470 m
Puesto Vivanco	1	470 m
Las Vegas	3	360 m
Puesto Moya	3	230 m
Cerro Mollar	1	180 m
Agua de la Bombilla	1	180 m
Cerro Huemul	2	180 m
Agua Botada	5	160 m
Arroyo Seco	2	160 m
Casa de Piedra	1	120 m

Los depósitos más importantes son los de Huemul, Arroyo Seco y Agua Botada, en los que actualmente se llevan a cabo trabajos de exploración y desarrollo.

El yacimiento Huemul está constituido por un cuerpo mineralizado principal que se aloja en un banco de areniscas arcósicas, en parte, francamente conglomerádicas, de depositación torrencial, con abundantes impregnaciones asfálticas, limitado en su base por arcillas y silts rojizos y con un buzamiento medio de $35^\circ W$. Filones y filones-capas de andesitas hornblendíferas (Mollelitense), aparecen con profusión en las cercanías y en el contacto del cuerpo.

Sus dimensiones, determinadas en base a labores mineras y perforaciones, alcanzan de 60 a 100 m según el rumbo y 310 m según el buzamiento de las capas. El espesor promedio es de 1,16 m y las leyes medias de 0,24% de U_3O_8 , 2,00% de Cu y 0,2% de V_2O_5 .

Otro cuerpo mineralizado de dimensiones reducidas, espesor medio de 0,50 m y ley de 0,10% de U_3O_8 , se sitúa estratigráficamente por debajo del principal.

En la zona superior se encontraron vanadatos de uranio: *carnotita*, *tyuyamunita* y *sengierita*, junto con *uranofano*, *cuprosklodowskita*, *fosfuranilita*, *metaautunita*, *andersonita* y oxisales de cobre e hierro. Bajo el "water-table", aparece *uraninita* en clásicas estructuras de rosario, asociada a material asfáltico y calco-

pirita, bornita, calcosina, covelina, pirita y en menor proporción blenda, galena y pirrotina.

En Arroyo Seco, a unos 500 m al sur de Huemul (cuya explotación recién se inicia), se localizaron 3 cuerpos mineralizados, el mayor de los cuales tiene 300 m de desarrollo según el rumbo y 100 m en sentido del buzamiento. Su espesor promedio es de 0,80 m y las leyes medias de 0,3% de U_3O_8 y 0,8% de Cu.

En Agua Botada (2 km al sur de Huemul), se localizaron impregnaciones cupro-uraníferas en 5 bancos de areniscas gruesas, hasta conglomerádicas, con cemento calcáreo de irregular distribución y variable impregnación asfáltica. Todos los bancos, tanto en sus techos como bases, están confinados por capas limo-arcillosas, generalmente rojizas, y afectados por fallas locales y filones-capas andesíticos. Las dimensiones actuales de los cuerpos, reconocidas mediante labores mineras y perforaciones, son:

Banco	Largo (N-S)	Ancho máximo (E-W)	Espesor	Intervalo estéril
1 (Sup.)	300 m	140 m	0,30-0,60 m	4 m
2	40 m	35 m	0,43 m	6 m
3	500 m	100 m	0,36 m	5 m
4	600 m	130 m	0,55-0,80 m	
5 (Inf.)	150 m	75 m	0,15-0,50 m	7 m

Las características de la mineralización y los tenores en U_3O_8 y V_2O_5 son semejantes a los de Huemul, no así la ley de Cu que es sólo ligeramente superior al 0,5%.

Las reservas de mineral capaces de permitir la producción de concentrados de uranio a costos inferiores a US\$8/lb son los siguientes:

Sector	Mineral ton	U_3O_8		Cu	
		0/00	ton	0/00	ton
Huemul	21.550	2,20	48	18,40	379
Arroyo Seco	15.000	2,10	32	7,80	117
A. Botada	29.800	2,60	79	4,50	136
A. Botada S	44.850	1,80	81	5,60	251
Totales:	111.200	2,16	240	8,10	903

Los factores que concurren al control de la mineralización en estos depósitos son: a) litológicos (porosidad, permeabilidad y granulometría), coincidiendo las condiciones favorables con ciertos sectores lenticulares dentro de los bancos psamíticos y rudíticos, donde aparecen areniscas de grano fino o medio; b) el contenido reducido de CO_2Ca como matriz de la roca; y c) el contenido en asfalto.

La mineralización de Huemul y Agua Botada como la de los otros depósitos del distrito, es netamente epigenética. En un principio se admitió su ca-

rácter hidrotermal póstumo (Angelelli, Stipanícic), de baja temperatura, vinculado ya sea al ciclo andesítico Chililitense (Stipanícic) o al Mollelitense (Parera). Sin embargo, el mayor aporte de datos derivados de los trabajos de desarrollo minero a mayor profundidad, el descubrimiento de nuevas manifestaciones en todo el distrito y los conceptos actuales que rigen para yacimientos similares, hacen ver también la posibilidad de considerar a los mismos como producidos por la fijación y/o precipitación del uranio en los sedimentos diamantianos, a partir de aguas circulantes que los extrajeron por lixiviación de otras rocas, pudiendo haber recibido también un aporte hidrotermal.

El agente precipitante del ión uranilo puede haber sido el material asfáltico y/o gas natural, que favoreció los fenómenos de adsorción y reducción.

Debe citarse que en todo el distrito hay extensas formaciones tobíferas cuartarias (ignimbritas), de espesor variable (entre 5 y 20 m), las que poseen un tenor en uranio comprendido entre 40 y 50 g U_3O_8 /ton.

Distrito 11. Chos Malal

En la región noroccidental de Neuquén aflora una faja de sedimentos jurásicos del Tordillense, que se extiende desde Sierra de la Vaca Muerta hasta el norte de Chos Malal. Se compone de areniscas y conglomerados (con algunas capas lutíticas y arenoso-tobíferas), que presentan en ciertos niveles un alto contenido de material carbonoso. En éstos se localizaron varios depósitos uraníferos y cupro-uraníferos de los cuales los de mayor interés se encuentran en Rahue-Co, a 20 km al WSW de Chos Malal, aunque también hay otras manifestaciones menores en el cerro Caicayen, cerro Butalón, etc.*

En Rahue-Co, los cuerpos cupro-uraníferos, con dimensiones variables (frentes de 5 a 25 m y potencias de 0,20 a 0,80 m), se vinculan íntimamente con la composición litológica; distinguiéndose dos tipos de ocurrencia en relación con la materia orgánica presente: a) en superficies de estratificación, en bancos lenticulares bien definidos y en correspondencia con la materia carbonosa finamente diseminada ("carbon trash"); y b) en troncos y banquitos carbonizados de variado tamaño con aureolas de impregnación.

* En el sur de Neuquén, entre el cerro Lotena y el arroyo Picún Leufú, se señalan frecuentes mineralizaciones discontinuas de cobre alojadas en sedimentos transicionales fluviales del Calovense (Loteniano). Algunas de ellas, como la de Puesto Muñoz (sur de Barda Negra), con fuerte impregnación asfáltica, presenta a lo largo de 1 km y en forma discontinua una mineralización cupro-uranífera, con leyes de hasta 0,1% U_3O_8 .

Los minerales de uranio son *uraninita*, *uranofano*, *metatorbernita*, *metazeunerita* y *carnotita*, a los que se asocian bornita, calcosina, covelina, calcopirita, malaquita, azurita, baritina y óxidos de hierro.

Latorre atribuye estos depósitos a la circulación de soluciones que habrían lixiviado el uranio de las tobas y andesitas del Mollelitense(*) depositándolo luego en presencia de materia carbonosa o H_2S , los que actuaron como agentes reductores del ^{6}U que se hallaba en solución, provocando ^{4}U y paralelamente la decoloración de la roca huésped.

El principal yacimiento de este sector, operado por un particular, es La Primera, del que se extrajeron de trabajos previos de reconocimiento, 900 ton de mineral con 0,2% U_3O_8 y 5% Cu. Le siguen en importancia La Segunda, Cajón de Tierras Azules y La Clementina.

Distrito 12. Los Chihuidos

Numerosas ocurrencias de minerales de uranio se localizan en sedimentos continentales del Diamantino, en la región de Los Chihuidos.

Las manifestaciones uraníferas de Chihuido del Medio se distribuyen en cuatro horizontes principales dentro de bancos arenosos-arcósicos, algo calcáreos, con estratificación entrecruzada y moderado contenido de materia carbonosa vegetal finamente dividida. Los sectores mineralizados se corresponden con zonas decoloradas, grises o amarillo-blanquecinas.

La mineralización muestra un típico control litosedimentológico, en relación con: a) las características físicas de los bancos arenosos (granulometría, porosidad, permeabilidad, etc.); b) las lentes de entrecruzamiento de los mismos, en cuyas capas basales se concentran los minerales de uranio; c) la presencia de restos carbonosos; d) la presencia de mineral de hierro y e) el contenido arcilloso (lentes de arcillas o "clay balls").

Las lentes con mineralización en elevado número,

* Las andesitas mollelitenses del cerro Caicayen tienen entre 20 y 60 ppm de U_3O_8 , contenido muy superior al normal para este tipo de rocas.

pueden aparecer aisladas o bien concatenadas entre sí, con dimensiones que oscilan entre 2 y 4 m (ocasionalmente hasta 10) y con espesores que fluctúan entre 0,10 y 0,30 m.

La mineralización de uranio consiste principalmente en *carnotita*, a la que se asocian minerales carbonatados de cobre, volborthita, hematita, jarosita y materia carbonosa.

El origen de estos depósitos se atribuye a la fijación del uranio por parte de la materia carbonosa y del ión ferroso contenido en los sedimentos, a partir de soluciones acuosas que lo extrajeron por lixiviación de otras rocas (granito del oriente, intrusivas y extrusivas ácidas y mesosilíceas del oeste, tobas ácidas, etc.) de variada edad.

Las leyes oscilan entre 0,06 y 2,5% U_3O_8 (media alrededor de 0,2% U_3O_8); 4% Cu y 3% V_2O_5 .

Los principales yacimientos del área son: Palo Quemado y María Teresa a los que siguen Ramblón de la Vidriera, Mariquena, Cerro de la Arena, Cerro Mesa, etc.

Distrito 13. Plateau de Huincul-Cortaderas

En la zona extraandina de Neuquén tienen amplia distribución regional los sedimentos continentales del Neuqueniano (o Estratos con Dinosaurios), que con una potencia de más de 1.000 m se integran con areniscas, arcillas, conglomerados, etc. de posición subhorizontal.

Por sus condiciones sedimentológicas, variaciones faciales, eventual contenido en materia carbonosa y vinculación con estructuras portadoras de hidrocarburos, el Neuqueniano es uno de los complejos que ofrece muy buenas características para albergar acumulaciones de minerales uraníferos.

Hasta el presente, tanto la prospección aérea como la terrestre realizada en el ámbito del Neuqueniano reviste el carácter de preliminar. Entre las numerosas ocurrencias encontradas de minerales uraníferos, todas ellas sin valor económico (cuerpos pequeños con leyes que fluctúan entre 0,05 y 0,08% U_3O_8), pueden mencionarse las siguientes:

Miembros	Nombre o localidad	Sedimentos huésped	Materia orgánica asociada	Paragénesis con
C° Lisandro	Barda González	areniscas	asfalto	cobre o hierro
Huincul	Cortaderas	areniscas	materia carbonosa y troncoso	cobre y vanadio
Huincul	Agua Escondida	areniscas	materia carbonosa y troncoso	cobre

Miembros	Nombre o localidad	Sedimentos huésped	Materia orgánica asociada	Paragénesis con
Candeleros	Paso Aguerre	areniscas y conglomerados	troncos carbonizados, parcialmente silicificados	cobre
Candeleros	La Puerta de Calle	conglomerados	troncos carbonizados, parcialmente silicificados	cobre

V. AMBIENTE DE LA PATAGONIA

Se delimita por los afloramientos extremos del Chubutiano; es decir, que sobrepasa la clásica configuración fijada con estricto carácter petrolero para la cuenca del golfo San Jorge. Sus formaciones transgreden las áreas positivas o escudos del Deseado y de Gastre.

De interés uranífero resultan los complejos sedimentarios del Matildense, Chubutense y Salamanquense-Riochiquense (Cuadro IV).

Por prospección aérea y terrestre se reconocieron en este ambiente 5 distritos uraníferos, relacionados todos

con los complejos sedimentarios antes señalados y evidenciándose una estrecha relación entre los depósitos uraníferos contenidos en rocas sedimentarias y la presencia de áreas graníticas o porfíricas-porfiríticas de la vecindad.

Distrito 14. Paso de Indios-Arroyo Perdido

Comprende desde el valle medio del Río Chubut (Paso de Indios) hacia el N y NE (Arroyo Perdido) y empalma con el extremo austral del escudo antecámbrico de Gastre.

En Cañadón Sauzal, el Matildense constituido por

CUADRO ESTRATIGRAFICO SINTETICO DEL AMBIENTE DE PATAGONIA Y POSICION DE LOS DEPOSITOS URANIFEROS

EDADES	NOMENCLATURA REGIONAL	LITOLOGIA Y FACIES	MANIFESTACIONES DE URANIO	
CUARTARIO	VARIAS FORMACIONES	Depositos continentales. Niveles de pie de monte. Vulcanismo básico intenso.	<u>Minerales amarillos</u> , en sedimentos de cuencas sin desagüe, en Sierra Cuadrada (Chubut).	
T E R C I A R I O	PLIOCENO	RIONEGRENSE	Sedimentos continentales.	
	MIOCENO	SANTACRUCENSE COLLONCURENSE	Sedimentos continentales; areniscas blanquecinas y tobos arenosos friables.	<u>Minerales amarillos</u> asociados con lignitos, en el Valle de las Pinturas (Santa Cruz).
	OLIGOCENO	PATAGONIANO	Sedimentos marinos (areniscas y calcareos organógenos) y continentales (areniscas arcillas y tobos con niveles carbonosos) en el extremo NW.	
	EOCENO	SARMIENTENSE	Tobos blancas.	
	PALEOCENO	RIOCHIQUENSE	Sedimentos continentales: areniscas y arcillas rosadas, con niveles asfálticos y plantíferos.	<u>Minerales amarillos</u> en areniscas, asociados con restos vegetales carbonizados en Pto. Visser y con asfalto en Cdón. Krueger (Chubut).
		SALAMANQUENSE-ROCA	Sedimentos marinos: areniscas, arcillas y limos calcáreos con lumachillas, de colores claros.	<u>Minerales amarillos</u> , asociados con asfalto, en Cañadón Gato (Chubut).
C R E T A C I O	SENONIANO	CHUBUTIANO	Sedimentos continentales: conglomerados, areniscas, tobos y arcillas varicolores con frecuentes variaciones faciales.	<u>Minerales amarillos</u> en conglomerados, areniscas y arcillas en "Los Adobes", Sierra Cuadrada (Chubut) y "Lag. Sirven" (Sta. Cruz). Impregnaciones de baja ley en "Tobos amarillos" de Chubut.
	Med. Inferior	ANDICO	Sin afloramientos.	
J U R A S I C O	Superior Medio	MATILDENSE	Tobos, areniscas y lutitas amarillentas y pardas oscuras.	<u>Minerales amarillos</u> , en lutitas asfálticas, en Cañadón Sauzal y Ao. Perdido (Chubut).
		CHON-AIKENSE	Porfirios y porfiritas rojas y verdes con sus tobos asociadas. Areniscas.	
	Inferior	RIO GENOA - LANGUIÑO - SERIE DE ROCA BLANCA, etc.		

Cuadro IV

lutitas amarillas y pardas con intercalaciones de filones capas de diabasas, es portador de minerales amarillos de uranio. El complejo, que buza 20-25° SW, soporta mediante discordancia a sedimentos chubutianos.

Por debajo de la superficie de discordancia, se localizan dos bancos lutíticos mineralizados de hasta 1 m de potencia, separados entre sí por un sector estéril de 10 m.

El mineral determinado es *sklodowskita*, que en forma de pátinas se aloja en diaclasas y agrietamientos. Sus tenores registrados varían en superficie entre 0,02 y 0,25% U_3O_8 decreciendo en profundidad.

Los trabajos efectuados hasta el momento no permiten definir la potencialidad del depósito ni anticipar una opinión fundada sobre su génesis, aunque algunos elementos de juicio dejan entrever la posibilidad de que se trate de un depósito producido a partir de la lixiviación del uranio de otras rocas (en este caso sedimentarias) y la redeposición en el complejo Matildense.

Los sedimentos del Chubutense también son portadores de concentraciones uraníferas en este distrito. En Los Adobes, esta formación de posición subhorizontal y compuesta esencialmente por conglomerados y areniscas, se apoya hacia el oeste sobre el complejo porfírico-porfirítico del Chon-Aikense y sobre granitos antecámbricos de la Sierra de Pichiñán.

En esta zona, la prospección aérea permitió localizar numerosas anomalías, habiéndose concentrado los trabajos sobre una de las principales que corresponde a un cuerpo mineralizado cuyas dimensiones, determinadas tanto por estudios geofísicos (ionometría) como por laboreo minero, son de 100 × 150 m y potencias que varían entre 3 y 10 m. La ley media es de 0,18% U_3O_8 y las reservas certificadas hasta el momento alcanzan a 170 ton de U_3O_8 .

Se encuentran *uranofano*, *schroenckingerita* y *fosfuranilita* impregnando a los sedimentos. Prima facies, no existe otro control que los puramente sedimentarios (porosidad, permeabilidad, niveles arcillosos confinantes, etc.) ya que la materia orgánica, tan común en otros depósitos patagónicos, sólo aparece esporádicamente y sin relación con la mineralización.

Distrito 15. Sierra Cuadrada

Se ubica a 200 km al NW de Comodoro Rivadavia y en el mismo afloran las porfiritas del Chon-Aikense, el Chubutiano (Series de Barreal y Castilla), el Salamanquense, Sarmientense y basaltos eocuartarios, conformando el conjunto suaves estructuras en pliegues.

Existen varios depósitos uraníferos alojados en sedi-

mentos de Barreal, siendo el más importante el de Sierra Cuadrada.

El mismo comprende dos cuerpos principales. En uno de ellos, la mineralización se relaciona con un banco de areniscas conglomerádicas torrenciales y es portadora de abundantes tramos fósiles silicificados. Los minerales amarillos de uranio se vinculan íntegramente a dichos restos, formando aureolas alrededor de los mismos de hasta 2 m de radio. La continuidad de la mineralización queda así supeditada a la frecuencia de dichos restos vegetales.

La exploración, que abarcó una área reducida, demostró que la mineralización es irregular, así como también las leyes en U_3O_8 , las que varían entre 0,02 y 0,6%.

El segundo cuerpo se aloja en un banco arcilloso contiguo al anterior con abundantes restos carbonosos vegetales. La mineralización aparece finamente diseminada en los planos de sedimentación y fragmentación. Las leyes oscilan entre 0,02 y 0,1% U_3O_8 .

Los minerales presentes son *carnotita*, *schroenckingerita* y *autumita*.

Este yacimiento ofrece en cuanto a génesis se refiere, un típico ejemplo de lixiviación del uranio por aguas circulantes y su redeposición posterior en sedimentos favorables, en presencia de materia carbonosa vegetal, la que actuó como reductora y fijadora del ión uranilo.

Distrito 16. Río Chico

La formación de ambas márgenes del valle superior del Río Chico ofrecen características geológicas de interés uranífero. Están representadas esencialmente por sedimentos del Salamanquense y Riochiquense, a los que atraviesan y coronan basaltos eocuartarios.

Hasta el presente, dos manifestaciones revisten interés, Cañadón Gato y Cañadón Kruger, que distan entre sí 8 km y están vinculadas en apariencia por una fractura regional.

La mineralización uranífera se relaciona íntimamente con dos factores:

- Grietas tensionales o zonas de dislocación; y
- Litología de los bancos sedimentarios y presencia de material asfáltico y arcilloso especial ("clay galls", nódulos, matriz, etc.).

En Cañadón Kruger, los cuerpos uraníferos se localizan exclusivamente en dos bancos de areniscas—comprendidos entre bancos arcillosos estériles—y donde el contenido asfáltico obró como absorbente y reductor. Los sectores más ricos están próximos a fracturas cuyo relleno arcilloso-bentonítico actuó como una verdadera trampa estructural.

Los cuerpos reconocidos alcanzan pequeñas dimen-

siones (algunas decenas de metros de longitud), espesores que oscilan entre 0,5 y 2 m y anchura de hasta 8 m. Las leyes oscilan entre 0,03 y 0,1% U_3O_8 y el mineral que domina es la *metaautunita*.

En Cañadón Gato, la mineralización se relaciona con una diatrema y/o dique clástico, la que presenta ensanchamientos (bulbos) que incluyen fragmentos de basaltos a veces muy alterados.

Los minerales presentes son *metaautunita* y *metatorbernita*.

En los bulbos, los minerales aparecen generalmente en relación con los sectores arcillosos-bentoníticos, donde también existe material asfáltico. En la porción lineal de la diatrema, el mineral se concentra en una franja en contacto con la pared austral de la grieta.

El desarrollo total del cuerpo es de 340 m y la ley media del sector de interés de 0,14% U_3O_8 .

Los controles de la mineralización, la presencia inclusive de fosfatos de uranio tanto en los sedimentos como la grieta, la disminución y desaparición de aquéllos en profundidad, su vinculación tectónica etc., hacen suponer que los yacimientos de Cañadón Gato y Cañadón Kruger tienen un origen semejante.

Según Olsen, es posible que gases volcánicos hayan intervenido en el génesis de estos yacimientos y en la distribución de la mineralización.

Distrito 17. Valle de las Pinturas

Se ubica en el ángulo NW de Santa Cruz, donde afloran sedimentos terciarios que se apoyan sobre pórfidos y sus tobas del Chon-Aikense.

Las sedimentitas terciarias del Santacrucesense se componen de tobas arenosas con intercalaciones de arcillas y de areniscas, impregnadas a veces con asfalto, siendo frecuentes los niveles de lignitos.

En Casa de Piedra, un paquete de areniscas friables, de grano fino, asfáltico, es portador de minerales amarillos con leyes de hasta 0,09% U_3O_8 , en cuerpos de reducidas dimensiones. Además, un manto de lignito de 0,60 m de espesor acusa un contenido de 0,02% U_3O_8 en una corrida de 40 m.

Distrito 18. Laguna Sirven

La misma formación (Chubutense) que alberga los depósitos de Sierra Cuadrada, aflora al sur del Río Deseado, en Santa Cruz, donde también encierra acumulaciones uraníferas.

La manifestación Laguna Sirven, se localizó en areniscas de grano mediano y gruesas, hasta conglomerádicas, que alternan con arcillas rojas tobíferas. Las psamitas basales de la serie muestran impregnaciones de petróleo y de minerales amarillos de uranio

(*carnotita* y *metaautunita*) con leyes de 0,15 a 0,19% U_3O_8 , en cuerpos reducidos.

El génesis de estos depósitos es idéntico al de Sierra Cuadrada, actuando en este caso el petróleo y/o asfalto como elementos fijadores del uranio.

Conceptos sobre génesis y control de la mineralización

Son bien conocidas las dificultades que presenta la clasificación de los yacimientos uraníferos alojados en rocas sedimentarias o que admiten un control por tales elementos litológicos, máxime si se pretende que la misma revista un carácter genético.

El extraordinario desarrollo de la geología del uranio en el mundo a partir de 1945 y el descubrimiento en la última década de numerosos yacimientos de este tipo en varios países, permitieron reunir un cúmulo de informaciones sobre el tema, que si bien en algunos casos sirvió para afianzar ciertos conceptos o hipótesis existentes, en otros, mostró argumentos irrefutables en contra de ellos.

La importancia del tema que atañe al génesis de estos depósitos y al control de su mineralización se hace evidente por el simple hecho que más del 80% de las actuales reservas en el mundo que presentan interés económico pertenecen a yacimientos "sedimentarios".

No corresponde al espíritu de la presente memoria entrar en detalles sobre el tema en cuestión y menos aún señalar o discutir los elementos de juicio que apoyan o invalidan a las principales teorías emitidas al respecto en los últimos años, y sólo debe señalarse que los conceptos hidrotermalistas de un primer momento perdieron terreno en forma paulatina y continua, para dejar paso a las teorías que relacionan a estos yacimientos uraníferos con la circulación de aguas superiores (subterráneas y/o superficiales), admitiendo que ellas extrajeron el uranio por solución a partir de otras rocas que lo poseían originariamente—casi siempre en concentraciones de muy bajo tenor y con carácter singenético—, para luego precipitarlo en sedimentitas con condiciones favorables, engendrando así yacimientos de interés económico. Las principales ideas al respecto, desarrolladas especialmente en los últimos cinco años, evolucionaron desde su aparición y el lector interesado en el tema puede consultar los de Nininger y colaboradores, Katayama, Noble, etc.

Las teorías, argumentos y datos modernos, permiten explicar una buena parte de los ejemplos sobre control de la mineralización y génesis de los yacimientos uraníferos en rocas sedimentarias, pero lamentablemente quedan aún varios casos de difícil interpretación. Las recientes contribuciones de Nininger y colaboradores,

**ESPECIES MINERALES DE LAS PRINCIPALES MANIFESTACIONES
URANIFERAS ARGENTINAS CON CONTROL SEDIMENTARIO**

MINERALES MANIFESTACIONES	Andersonita	Autunita	Bayleyita	Becquerelita	Beta-uranofano	Boltwoodita	Carnofita	Cuproskiodowskita	Curita	Fosfuranilita	Fourmarierita	"Gummita"	Johannita	Kasolita	Masuyita	Meta-autunita	Meta-forbernita	Meta-zeunerita	Meta-tyuyamunita	Ranquilita	Renardita	Schroeckerita	Sengierita	Sklodowskita	Soddyta	Tyuyamunita	Uraninita	Uranofano	Uranospinita	Zippeita
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SALTA																														
Emmy _____							X																							
Don Bosco _____							X												X			X				X				
El Pelado _____																X	X													
Providencia _____		X								X						X	X				X				X					
Don Otto _____							X			X						X						X				X				
M. M. Güemes _____		X								X						X						X				X				
Los Berthos _____		X					X																			X				
CATAMARCA																														
Tinogasta _____							X																							
LA RIOJA																														
San Basilio _____							X	X																			X	X		
Sonia _____				X			X								X							X					X			
La Marthita _____		X		X			X																				X			
El Pedregal _____							X	X		X	X			X													X	X		X
CORDOBA																														
Rodolfo _____							X												X							X				
SAN JUAN																														
Médano Rico _____					X	X																							X	
El Ingeniero _____							X																				X	X		
MENDOZA																														
Huemul - Agua Botada _____	X	X					X	X		X	X	X				X	X			X			X		X	X	X			
Cerro Mirano _____							X																			X				
Ao. Los Leones _____																											X			
Casa de Piedra _____																	X								X					
Ranquil - Có _____																				X								X		
Los Chañares _____							X								X	X					X					X		X		X
NEUQUEN																														
Rahue - Có _____							X										X	X									X	X		
Chihuido _____							X																							
CHUBUT																														
Los Adobes _____										X													X					X		
Cerro Chivo _____																							X							
Cañadón Gato _____																X	X													
Cañadón Krueger _____																X														
Cañadón Sauzal _____																									X					
Sierra Cuadrada _____		X					X																X							
Laguna Palacios _____																X							X							
SANTA CRUZ																														
Laguna Sirven _____							X									X														

Cuadro V

De Page y la nueva concepción de Noble, abren sin duda un nuevo camino a la solución del problema.

En base a lo expuesto por numerosos autores y a la experiencia recogida en la Argentina, pueden puntualizarse una serie de factores o teorías principales que sirven de apoyo para el ensayo de una clasificación de los yacimientos uraníferos en sedimentos. Los mismos serían:

I. a. En casi la totalidad de los depósitos prácticamente *no hay ninguna evidencia concreta de un*

aporte mineralizante DIRECTO a partir de soluciones hidrotermales, ni tampoco se encontró hasta el presente ninguna fractura que indudablemente demuestre haber servido de camino—hasta la roca huésped—en las posibles soluciones mineralizantes ascendentes (Katayama, 1960).

b. Las últimas investigaciones, basadas en las relaciones isotópicas de varios elementos, y especialmente en las del S, *demuestran por un lado que la pirita que acompaña al uranio cristalizó a tempera-*

ENSAYO DE CLASIFICACION GENETICA DE LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS URANIFEROS ARGENTINOS

I. SINGENETICOS

A. TIPICOS

1. Distritos Norte de Jáchal—Rodeo—Calingasta.

B. CON REDISTRIBUCION DE LA MINERALIZACION

2. Distrito Cosquin

3. Distrito Tinogasta

II. EPIGENETICOS

A. DE LIXIVIACION—CONCENTRACION

1. Distrito El Cucho

2. Providencia

3. Don Bosco

4. La Despedida

5. M. M. de Güemes

6. Los Berthos

7. Don Otto

8. Emmy

9. Distrito Guandacol—Jáchal—TalaCasto

a) Grupo de Guandacol—Cerro Aspero

b) Grupo Arroyo Médano Rico

10. Mogna

11. Los Chañares

12. Los Reyunos

13. Cerro Mirano, Pampa Amarilla, Casa de Piedra, etc.

14. Ranquil Co

15. Los Petisols

16. Distrito Los Chihuidos

17. Distrito Chos Malal

18. Distrito Plateau de Huncul—Cortaderas

19. Distrito Paso de Indios—Arroyo Perdido

20. Distrito Sierra Cuadrada

21. Distrito Río Chico

22. Distrito Valle de las Pinturas

23. Distrito Laguna Sirven

B. DE LIXIVIACION—CONCENTRACION, CON POSIBLE APORTE HIDROTHERMAL

24. Huemul (o simplemente II. A. id. II. A. 13)

25. Agua Botado (id. anterior)

C. HIDROTHERMALES TIPICOS

No se conocen

turas inferiores a 70° C (Adler, 1958; Frondel y Weeks, 1958, etc.) y que los sulfuros presentes se formaron por acción bacteriológica siendo perfectamente diferenciables de los de origen hidrotermal (Jensen, 1959; Sakai y Nagasawa, 1958, etc.).

Los más recientes estudios de Jensen y Adler (comunicación verbal), sobre las relaciones isotópicas de varios elementos que acompañan al uranio en depósitos del Plateau del Colorado, evidencian que aún algunos de ellos, en apariencia netamente hidrotermales, responden en realidad al fenómeno de lixiviación-concentración.

II. a. El uranio de los depósitos en sedimentos fue precipitado o fijado a partir de aguas superiores (superficiales y/o subterráneas), las que lo extrajeron de otras formaciones (mecanismo de "lixiviación-concentración").

b. Las fuentes de aporte del uranio pueden estar constituidas por cualquier roca ígnea—especialmente granitos—que lo llevan diseminado en los intersticios y en cantidades generalmente inferiores a 10 ppm. Sin embargo, la mejor fuente la constituyen ciertas rocas tobíferas, las que en general poseen un tenor en uranio sensiblemente mayor (Waters y Granger, 1953). No hace mucho, Gruner (1956) demostró también que las rocas de origen no volcánico contienen suficientes concentraciones de uranio como para actuar de fuente de aporte.

c. El uranio en todos estos casos es fácilmente extraíble por simple lixiviación, mediante aguas circulantes que actúan sobre o a través de dichas rocas (Nininger y colaboradores, 1960). Estas soluciones y en especial las que circulan en ambientes tobáceos son por lo común carbonatadas o sulfatadas, hecho que favorece enormemente la actividad del ión uranilo $[\text{UO}_2]^{2+}$, al permitir la formación de los iones complejos $[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_2]^{2-}$, $[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3]^{4-}$, $[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_2]^{2-}$ y $[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3]^{4-}$ (Garrels, 1955).

d. Por otra parte, el ión uranilo no es estable en ambientes reductores y en presencia de H_2S precipita óxido de uranio negro, el que pronto evoluciona a uraninita. Rafalsky (1958), demostró que el ión uranilo no puede coexistir en soluciones junto con el anión sulfuroso.

e. El mecanismo de la precipitación o fijación del uranio, a partir de las aguas circulantes, para engendrar acumulaciones de interés, puede responder a varias condiciones las que coexisten o actúan en forma independiente:

1) La presencia de compuestos orgánicos (bacterias, carbón, asfalto, hidrocarburos, etc.)

en la roca huésped, favorece la precipitación del uranio, ya que al producir H_2S permite la reducción del ión uranilo bajo la forma de óxido negro.

2) Los procesos de adsorción pueden desempeñar también un papel importante en la fijación del uranio. Los casos más comunes se producen por la acción de los soles húmicos (Szalay, 1958), y muy especialmente por la de ciertas arcillas especiales (Smith y Chandler, 1958; Ukay, en Katayama, 1960; etc.). Bajo este mecanismo se puede fijar directamente el ión uranilo y por ende también los "minerales amarillos".

En tal sentido, varios yacimientos relacionados con lutitas, esquistos, etc. muestran al uranio íntimamente fijado por materiales arcillosos y deben ser considerados singenéticos, como los de Olancha (California), Nimgyo (Japón), Vosgos, (Francia), Calingasta-Rodeo-Jáchal (San Juan, Argentina) etc.

3) Fallas, fracturas, diques clásticos o ígneos, anteriores a la mineralización, pueden contribuir sustancialmente en la distribución de la misma, ya que actúan a veces como barreras respecto a las aguas circulantes portadoras de uranio. Inclusive, en algunos casos, dichas estructuras ofrecen condiciones litológicas favorables para la adsorción del uranio, al producir milonitización (Cañadón Gato y Cañadón Kruger, Argentina).

4) Si bien hay ejemplos típicos que demuestran el papel preponderante que juegan los dos factores antes señalados en la fijación o precipitación del uranio, existen numerosos casos justamente en relación con las principales acumulaciones del Plateau del Colorado, en los que se observa que los depósitos se localizan a lo largo de "bandas" o "cinturones", que son zonas elongadas y que en muchos casos muestran pequeña o ninguna relación con las características litológicas, estructurales, etc. del área de interés, pudiendo orientarse en cualquier dirección respecto a los afloramientos, rumbo y buzamiento de los estratos, líneas isopáquicas, etc. Estas circunstancias llevaron a Noble (1960) a admitir que la deposición mineral es controlada por las condiciones internas presentes en el fluido mineralizante, el cual se desplaza de acuerdo con su gradiente de presión. Cuando dicho gradiente decrece hasta un punto debajo del cual se produce el desequilibrio químico, resulta la preci-

pitación del uranio en cantidades apreciables. Justamente las superficies equipotenciales entre las cuales ocurre la mayor precipitación del uranio, determinan los límites de los "cinturones". Como ejemplos típicos se tienen Uravan Mineral Belt (Colorado), Lisbon Valley Belt (Utah) y Southern San Juan Basin Belt (New México), EE.UU.

III. Aún en el caso de soluciones hidrotermales, el uranio que no ha sido precipitado en los típicos depósitos vetiformes, entra casi de inmediato en el sistema de las aguas subterráneas (Nininger, 1960; Katayama, 1960) y su deposición, fijación o precipitación posterior se produce dentro del ambiente de las mismas, según las leyes que ellas condicionan, pudiendo sobreponerse a éstas factores favorables que faciliten tal proceso (adsorción, reducción, etc.).

IV. Ciertos depósitos especialmente los contenidos en conglomerados antecámbricos, muestran esa paragénesis mineral relacionada con condiciones pseudohidrotermales. La misma puede explicarse fácilmente por el hecho de que estos yacimientos—en origen posiblemente del tipo común de "lixiviación-concentración"—sufrieron los efectos de presión y temperaturas semejantes a las del hidrotermalismo, al ser tapados por varios miles de metros de cubierta rocosa. En casi la generalidad de los casos, los minerales de estos depósitos muestran fenómenos de recristalización, no debiéndose descartar que también pudo haber aporte de aguas mineralizantes juveniles.

V. Subsecuentemente a la deposición primaria que se señala en II, pueden introducirse en el yacimiento

nuevos ambientes oxidantes, los que provocan otra etapa de lixiviación y posterior reprecipitación. Estos hechos hacen cambiar a veces en forma sustancial la ubicación y el carácter del depósito primario y, junto con el fenómeno de recristalización (IV), dan lugar a confusiones en la interpretación de su origen, control primario de la mineralización, edades absolutas que se determinaron para el mismo, etc. En tales circunstancias sólo deben considerarse como válidas las edades mayores (Katayama, 1960; Noble, 1960).

VI. Las oscilaciones del "water table" pueden provocar efectos similares. Una gradual subsidencia tiende a producir un enriquecimiento justo por debajo de la misma. Viceversa, una elevación gradual y continua causa un empobrecimiento del depósito, siempre que no se produzcan estabilizaciones que permitan enriquecimientos secundarios.

VI. a. Existe una aparente relación entre las concentraciones uraníferas y el clima árido o semiárido que reinó en el momento de la deposición de los sedimentos huéspedes de la mineralización (Katayama, 1960).

VI. b. El "background" uranífero normal en aguas subterráneas es sensiblemente mayor en regiones semiáridas que en las costeras, variando entre 2,1 y 0,2 mg/ton, respectivamente como valores medios (Scott y Baker, 1958). En las cuencas cerradas de climas áridos, dicho "background" es tan alto que las concentraciones en uranio de las aguas subterráneas alcanzan a las que se registran en las que circulan en ambientes de yacimientos uraníferos (Germanov y colaboradores, 1958).

REFERENCIAS

La extensión y el carácter sintético de la presente contribución no hacen aconsejable incluir en la misma la numerosa lista bibliográfica correspondiente a las publicaciones o informes inéditos consultados.

En tal sentido, debe anotarse que para su preparación se dispuso de todos los informes geológicos y mineros, parciales o finales, elaborados por los técnicos de la Gerencia de Materias Primas de la Comisión Nacional de Energía Atómica de la Argentina, de los que se citarán únicamente algunos de los de carácter sintético y que tienen directa vinculación con el tema.

Con referencia al problema del control de la mineralización y génesis de los yacimientos, se incluye solamente una bibliografía seleccionada.

- (1) ADLER, H. H. Proc. 2nd UN Int. Conf. PUAE A/Conf. 15/P/776 (1958).
- (2) ANGELELLI, V. y ORTEGA, A. Proc. 2nd UN Int. Conf. PUAE A/Conf. 15/P/1561 (1958).
- (3) ANTONIETTI, C. E. M. "Informe sobre prospección radiactiva del área de Jáchal Norte—Prov. de San Juan", CNEA (1958). Informe inédito.
- (4) BELCASTRO, H. "Informe de prospección aérea en la zona del Río Chubut Medio", CNEA (1961). Informe inédito.
- (5) COLEMAN, R. G. *Econ. Geol.*, **52** (1957).
- (6) DAVIDS, N. C. "Exploración del sector 3 del yacimiento Palo Quemado—Prov. de Neuquén", CNEA (1959). Informe inédito.

- (7) DAVIDSON, C. F. "On the occurrence of uranium in ancient conglomerates", *Econ. Geol.*, **52** (1957).
- (8) DENJON, N. M. y GILL, J. R. "Uranium bearing lignite and its relation to volcanic tuffs in eastern Montana and the Dakotas", U. S. Geol. Surv., Prof. Paper 300 (1956).
- (9) EVERHART, D. L. Proc. 2nd UN Int. Conf. PUAE A/Conf. 15/P/1932 (1958).
- (10) FRONDEL, C. y WEEKS, A. D. Proc. 2nd UN Int. Conf. PUAE A/Conf. 15/P/2019 (1958).
- (11) GAMBA, J. L. "Prospección aérea por minerales radiactivos. Posibilidades operativas en la Prov. de Salta", CNEA (1959). Informe inédito.
- (12) GERMANOV, A. I., *et al.* Proc. 2nd UN Int. Conf. PUAE A/Conf. 15/P/2499 (1958).
- (13) GRUNER, J. W. "Concentration of uranium in sediments by multiple migration-secretion", *Econ. Geol.*, **51** (1961).
- (14) JENSEN, M. L. "Sulfur isotopes and the origin of sandstone type uranium deposits", *Econ. Geol.*, **53** (1958).
- (15) JENSEN, M. L. "Sulfur isotopes and hydrothermal mineral deposits", *Econ. Geol.*, **54** (1959).
- (16) KATAYAMA, N. "Genesis of uranium deposits in sedimentary rocks", XXI Int. Geol. Cong. (1960).
- (17) KEYS, W. S. y DODD, P. H. Proc. 2nd UN Int. Conf. PUAE A/Conf. 15/P/1931 (1958).
- (18) LAVERTY, R. A. y GROSS, E. B. "Paragenetic studies of uranium deposits of the Colorado Plateau", U. S. Geol. Surv., Prof. Paper 300 (1956).
- (19) LATORRE, C. O. "Informe preliminar sobre las condiciones geológicas y mineralógicas de las manifestaciones cupro-uraníferas de Rahuco.—Prov. de Neuquén", CNEA (1960). Informe inédito.
- (20) LECOQ, J. J., *et al.* "Les matières premières nucleaires. Etat des connaissances après la Conf. de Genève", *Dir. Rech. et Explot. Minières* (1959).
- (21) LINARES, E. "El yacimiento Cerro Huemul, Malargüe—Prov. de Mendoza", Tesis doctoral inédita, Univ. Nac. de Bs. Aires (1956).
- (22) LINARES, E. y TIMONIERI, A. "Informe preliminar geológico-minero del yacimiento Rodolfo, Cosquín, Córdoba", CNEA (1960). Informe inédito.
- (23) McKELVEY, V. E., *et al.* "Origin of uranium deposits", *Econ. Geol.*, 50th anniv. vol. (1955).
- (24) NEVERBURG, O. J., *et al.* "Uranium content and leachability of some igneous rocks and their geochemical significance", XX Int. Geol. Cong. (1956).
- (25) NININGER, R. D., *et al.* "The genesis of uranium deposits", XXI Int. Geol. Cong. (1960).
- (26) NOBLE, E. A. "Genesis of uranium belts of the Colorado Plateau", XXI Int. Geol. Cong. (1960).
- (27) OLSEN, H. "Informe geológico-minero sobre el yacimiento nuclear Cañadón Gato—Prov. del Chubut, CNEA (1958).
- (28) OLSEN, H. y ETCHART, L. M. "Manifestaciones radiactivas de Sierra Cuadrada—Prov. del Chubut, CNEA (1960). Informe inédito.
- (29) PAGE, L. R. "The source of uranium in ore deposits", XXI Int. Geol. Cong. (1960).
- (30) PARERA, A. C. y GUERRERO, F. "Informe sobre posibles factores que controlan la mineralización de los yacimientos Huemul y Agua Botada—Prov. de Mendoza, CNEA (1960). Informe inédito.
- (31) RAFALSKY, R. P. Proc. 2nd UN Int. Conf. PUAE A/Conf. 15/P/2067 (1958).
- (32) ROZHKOVA, E. V., *et al.* Proc. 2nd UN Int. Conf. PUAE A/Conf. 15/P/2059 (1958).
- (33) SAKAI, H. y NAGASAWA, H. "Fractionation of sulphur isotopes in volcanic gases", *Geochim. Cosmoch. Acta*, **15**, (1958).
- (34) SANTOMERO, A. M. O. "Manifestación nuclear Providencia—Prov. de Salta, CNEA (1960). Informe inédito.
- (35) SCOTT, R. C. y BARKER, F. B. Proc. 2nd UN Int. Conf. PUAE A/Conf. 15/P/778 (1958).
- (36) SMITH, G. H. y CHANDLER, T. R. D. Proc. 2nd UN Int. Conf. PUAE A/Conf. 15/P/298 (1958).
- (37) STIPANICIC, P. N., *et al.* "Los depósitos uraníferos en rocas sedimentarias en la República Argentina", *Prim. J. Geol. Arg.* 1960, San Juan, (1960). En prensa.
- (38) SZALAY, A. Proc. 2nd UN Int. Conf. PUAE A/Conf. 15/P/1731 (1958).
- (39) WATER, A. C. y GRANGER, H. C. "Volcanic debris in uraniumiferous sandstones and its possible bearing on the origin and precipitation of uranium", U. S. Geol. Surv., 224 (1953).
- (40) YRIGOYEN, M. R. Proc. 2nd UN Int. Conf. PUAE A/Conf. 15/P/1560 (1958).
- (41) ZELLER, H. D. "The Gas Hills uranium district and some probable controls for ore deposition", Wyoming Geol. Assoc. Guidebook, 12th Am. Field Conf. (1957).