

# El distrito uranífero de Malargüe, en el sur de la provincia de Mendoza

por Marcelo R. Yrigoyen \*

En la provincia de Mendoza, sobre el pie cordillerano del centro occidental del país, una serie de descubrimientos llevados a cabo en los últimos cinco años han permitido delimitar uno de los distritos uraníferos más importantes de la República Argentina. Se trata de un grupo de manifestaciones radiactivas ligadas por su tipo de génesis y mineralización, diseminadas en un área de unos 500 km<sup>2</sup>, entre el gran codo del río Grande y el río Malargüe.

Dado el interés que reviste su estudio, tanto geológica como económicamente, toda la región del distrito uranífero de Malargüe es objeto de prolijas investigaciones, al igual que el sector que se prolonga al sur del mismo hasta la provincia de Neuquén. Como ya se posee un conocimiento geológico relativamente completo del sector de Malargüe sur, en las páginas que siguen se resumirán sus rasgos más característicos y las conclusiones generales a que se ha arribado en esta etapa de la investigación.

El distrito uranífero de Malargüe se encuentra ubicado en el faldeo oriental de la cordillera de Los Andes, a 60 km al este del elevado cordón del límite argentino-chileno y a una latitud cercana a la de la ciudad de Buenos Aires, es decir, 35° 45' Lat. S. (fig. 1). Políticamente se extiende en el departamento de Malargüe dentro de la provincia de Mendoza, distando su centro 42 km de la población de Malargüe por la ruta nacional n.º 40. La altura media de la zona es cercana a los 2 000 m pero se destacan varias cumbres que oscilan entre los 2 500 y 3 000 m sobre el nivel del mar. El clima de la región es continental, templado, seco y sólo se encuentran en ella algunos cursos de agua temporarios.

## GEOLOGÍA REGIONAL

Dentro del sector en estudio se encuentra toda una sucesión de terrenos que abarcan desde el Triásico hasta el Cuaternario con un predominio areal de sedimentos cretácicos. En forma esquemática puede resumirse la estratigrafía local y las diferentes formaciones distinguidas en el plano geológico (fig. 2) dentro de la tabla 1.

Original : español.

\* Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS TERRENOS

### Choiyolitense

Si bien no llegan a entrar en el área abarcada por el plano geológico, en las cercanías del extremo nordeste del mismo aparecen las rocas más viejas aflorantes en la región y que son las que constituyen el substratum de los sedimentos mesozoicos. Se trata de rocas ígneas entre las que predominan los pórfiros, porfiritas, queratófiros y algunos granitos, así como escasas migmatitas asociadas.

La edad precisa de esta serie *Choiyolitense* no ha podido ser establecida exactamente en el lugar de estudio, pero por comparación con terrenos similares del centro de Chile en donde dichas rocas están intercaladas entre lutitas con fauna amonitifera, se ha determinado que la misma puede ser referida a *Keuper inferior* (para el detalle de la estratigrafía del Mesozoico véase la referencia 1 en la bibliografía).

### Serie de Llantenos

En discordancia sobre el Choiyolitense se apoya una serie de conglomerados brechosos y aglomerados (70 m) seguidos por una sucesión de areniscas y lutitas, con delgadas intercalaciones de porfiritas claras en su sección media (total 400 a 500 m).

En diversos niveles se encuentran restos de troncos silicificados de *Araucarioxylon* y una rica flora fósil de *Dicroidium*, *Xylopteris* y *Linguifolium*, etc. que permiten ubicar estos sedimentos en el Keuper Superior.

### Cuyano - Loteniano

Separados de los tres grupos triásicos anteriores por una discordancia erosiva, se inicia el ciclo Jurásico local con un conglomerado basal, irregular en sus espesores, que soporta sedimentos arcillosos y arenosos, relativamente pobres en fósiles, de coloraciones violadas y rojizas. Alcanzan estos sedimentos una potencia de cerca de 400 m, acuñándose a medida que se avanza hacia el norte. Esta sección arcillosa-arenosa corresponde al Liásico superior, que en

Tabla 1

EDADES		NOMBRE REGIONAL	DESCRIPCION	
CUATERNARIO			Depósitos aluvionales, niveles pedemontanos, efusiones basálticas y tobas ignimbríticas.	
TERCIARIO	MIOCENO	PALAOCOLITENSE	Efusiones basálticas y sus tobas.	
	OLIGOCENO	AGUA DE LA PIEDRA	Conglomerados, areniscas y arcillas terrestres.	
		MOLLELITENSE	Andesitas intrusivas.	
	EOCENO	PIRCALA-COIHUECO	Arcillas y areniscas terrestres.	
PALEOCENO	CHILELITENSE	Intrusiones de dacitas y andesitas.		
CRETACICO	DANENSE	MALALHUEYANO	Areniscas calcáreas, calcáreos fosilíferos y arcillas margosas de ambiente marino.	
	CONIACENSE A ALBENSE	DIAMANTIANO	Areniscas arcóscicas, arcillas y conglomerados rojos (terrestre).	
	APTENSE	HUITRINIANO	Areniscas y arcillas con yeso y sal gema (ex Yeso de transición).	
	BARREMENSE A TITONENSE	MENDOCIANO	Lutitas, arcillas margosas y calcáreos con rica fauna marina.	
JURASICO	PORTLANDENSE A KIMMERIDGENSE	TORDILLENSE	Conglomerados y areniscas.	
	OXFORDENSE	AUQUILCOENSE	Lentes de yeso y anhidrita (ex Yeso principal).	
	CALOVENSE A TOARCENSE	CUYANO-LOTENIANO	Areniscas, limolitas y arcillas con faunas marinas.	
TRIASICO	KEUPER	SERIE DE LLANTENES	Lutitas y areniscas con flora fósil.	
			Areniscas, conglomerados y tobas.	Granitos
		CHOIYOILITENSE	Porfiritas y pórfidos cuarcíferos y sus tobas.	

regiones vecinas (Bardas Blancas) se inicia a partir del Toarcense.

Siguiendo en la pila sedimentaria continúan depósitos del Dogger representados por areniscas y conglomerados, con algunos niveles fosilíferos de faunas neríticas. Por su fauna este sector ha sido ubicado entre el Bayocense y Calovense, reservándose para los estratos de esta última edad el nombre de « Loteniano », aquí muy pobremente representado. Los espesores del Dogger varían rápidamente pero dentro de la región en estudio fluctúan de los 80 m (confluencia de los arroyos Manquimalal y La Calle) a los 250 m, en el borde norte del área (cerro Tronquimalal).

**Auquilcoense**

Continuando el ciclo Jurásico siguen lentes de yeso y anhidrita muy irregulares, que alcanzan su máximo espesor (12 m) en las cercanías del arroyo Manquimalal, en donde se los explota. En el centro del anticlinal de Pampa Amarilla en una perforación en busca de petróleo (P.A. 1 en el plano) se atravesaron 20 m de yeso auquilcoense.

Esta formación, aquí de desarrollo tan exiguo e irregular, en las regiones vecinas (río Grande) alcanza potencias de más de un centenar de metros. Su posición estratigráfica ha podido establecerse definitivamente, por lo que actualmente se refiere el Auquilcoense al Oxfordense superior-Secuanense inferior.

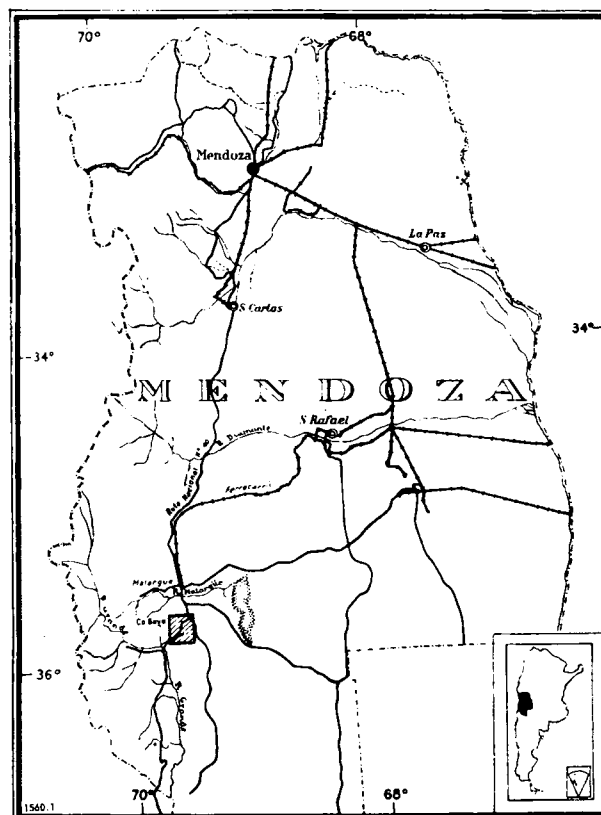
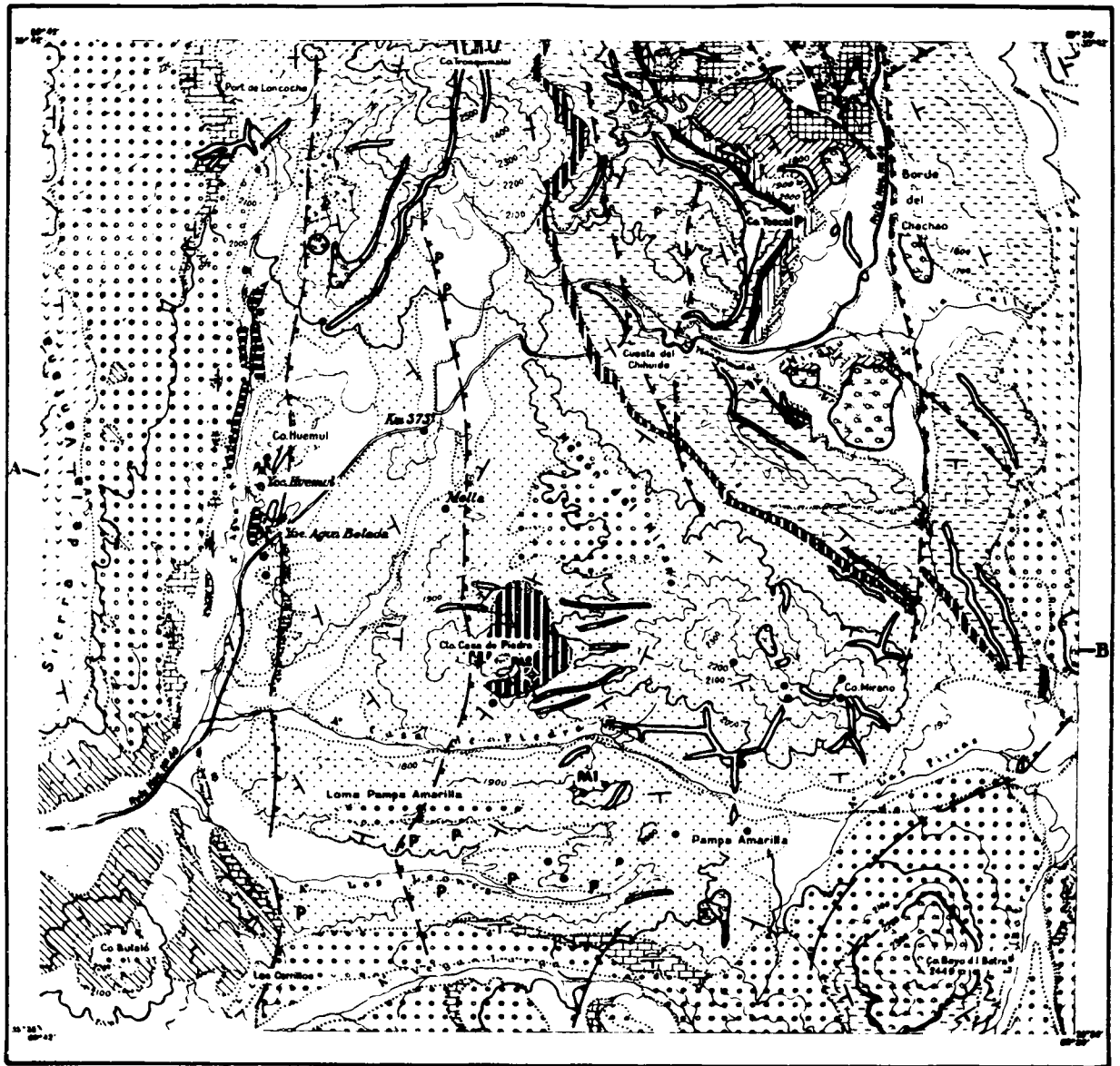


Figura 1. Ubicación geográfica del área de Malargüe Sur

Tordillense

Si bien en disposición paralela a los grupos anteriormente descritos pero separada por una discordancia de valor regional que corresponde a los movimientos

« intermálmicos », se halla sobre el yeso una formación compuesta por conglomerados porfiríticos con intercalaciones de areniscas arcósicas y arcillas rojizas, con tonalidades de conjunto verdosas, pardas y rojizas. El espesor máximo lo alcanza en el cerro



1000 m Escala gráfica 3 km

REFERENCIAS

- |                                       |  |                                     |
|---------------------------------------|--|-------------------------------------|
| □ Aluvial                             | ▨ Mollelitense<br>(andesita oligocena) | ■ Huitriniano (Aptense)             |
| ▤ Depósitos pedemontanos              | ▧ Terciario<br>(Eoceno-mioceno)        | ▩ Mendociano (Barremense-titonense) |
| ▥ Rocas ígneas cuaternarias           | ▦ Malalhueyano (Danese)                | ▪ Auquicoense y tordillense         |
| ▧ Basaltos cuaternarios               | ▤ Diamantino (Cret. medio)             | ▩ Loteniano (Calovense)             |
| ▨ Paloocolitense<br>(basalto mioceno) |  | ▨ Cuyano Sup. (Bayocense)           |
| • Afloramientos uraníferos            | ✦ Yacimientos en explotación           | ▨ Triásico                          |
| ✦ Afloramientos de petróleo           |  | ✦ Perforaciones para petróleo       |
|                                       |  | ✦ Rumbo y buzamiento                |

Figura 2. Mapa geológico del distrito uranífero de Malargüe

Toscal, con unos 85 m de potencia, pero hacia el sur y norte se acuña rápidamente hasta llegar a desaparecer en algunos tramos por falta de deposición. En la estructura de Pampa Amarilla las perforaciones sólo atravesaron 4 m de Tordillense conglomerádico que dió allí una producción de petróleo muy pobre.

El Tordillense, también conocido como « Pre-Ándico » por constituir la base del ciclo sedimentario « Ándico » (Titonense al Coniacense), estratigráficamente corresponde al Kimmeridgense-Portlandense.

### Mendociano

El suprajurásico forma con el Berriasense, Valanginense, Hauterriense y el Barremense inferior un subciclo sedimentario muy característico y bien definido litológica y faunísticamente. Se trata de series predominantemente calcáreas, margosas y lutíticas, de coloraciones claras las dos primeras y oscuras y pardas las últimas. Posee el Mendociano una rica fauna de moluscos y cefalópodos que ha permitido efectuar ajustadas paralelizaciones estratigráficas.

En la región del distrito uranífero de Malargüe el espesor de estos sedimentos se acerca a los 350 m, pero varía en forma rápida hacia el oeste, aumentando su potencia. Dentro de los terrenos del área que nos ocupa las lutitas del Mendociano son las más ricas portadoras de material bituminoso y es factible que sea la principal roca-madre del petróleo de la región.

### Huitriniano

Por encima del Mendociano siguen en concordancia una sucesión de areniscas y arcillas varicolores con bancos de yeso impuro y un nivel muy conspicuo de calcáreo-dolomítico grisáceo. Esta porción media del ciclo Ándico señala la regresión del mar Mendociano y de la transición al dominio del régimen continental que reinó durante el Cretácico Medio y Superior.

Los sedimentos que son portadores de fósiles poco característicos (pelecípodos en su mayoría) corresponden a un ambiente lacustre de transición, de aguas preferentemente salobres indicadas a su vez por la presencia de bancos de yeso (hasta 20 m en algunos puntos) y lentes de sal gema.

El Huitriniano muestra una potencia variable entre 80 a 100 m ubicándose cronológicamente dentro del Barremense superior y Aptense.

### Diamantiano

Se comprende bajo esta denominación una espesa serie de areniscas y conglomerados con intercalaciones arcillosas, con coloraciones rojizas y amarillentas, dentro de la que aparecen los niveles mineralizados uraníferos del distrito de Malargüe Sur.

Dado el carácter netamente continental del Diamantiano sólo se hallan en él escasos restos mal conservados de plantas, troncos fósiles y muy raros fragmentos óseos. Si bien su edad no puede fijarse directamente, por consideraciones de índole regional se estima que debe abarcar el lapso comprendido entre el Albense y el Turonense inclusive.

La potencia del Diamantiano en nuestra zona aumenta paulatinamente de sur a norte. Comparando los perfiles medidos en la estructura de Pampa Amarilla vemos que su cierre austral tiene 820 m; cerca de 950 m en la latitud del yacimiento de uranio Huemul y 1095 m en el flanco del anticlinal de Malargüe, unos 40 km al norte de nuestra región de estudio.

Los sedimentos diamantianos muestran variaciones laterales importantes debido al carácter lenticular de sus bancos por motivo del régimen de deposición. Los rápidos cambios de granulometría dentro de un mismo nivel y la alternancia de camadas pséfíticas y psamíticas con arcillas y limos dan formas recortadas en el relieve y exponen perfiles escalonados por diferente resistencia a la erosión. Dentro de los bancos de diversos afloramientos es dable observar muy frecuentemente un contenido elevado de material asfáltico, migrado del Mendociano infrayacente.

El Diamantiano, tal como puede apreciarse en la figura 2, es el terreno más extensamente aflorado dentro del sector investigado.

### Malalhueyano

En nuestra región existe un hiatus sedimentario que abarca el tercio superior del Cretácico. Por esta circunstancia, por encima del Diamantiano, en el sudoeste de Mendoza faltan los sedimentos llamados « Estratos con Dinosaurios » — o más correctamente « Neuqueniano » — que al Sur del río Colorado aparecen tan vastamente desarrollados. En cambio en el distrito de Malargüe, por encima del Diamantiano sin discordancia observable trasgreden los depósitos del Malalhueyano, que se ubican cronológicamente en el Danense.

Esta formación se inicia, como en las cercanías del cerro Huemul, con un grupo de arcillas arenosas verdes, algo calcáreas, que hacia arriba pasan a areniscas calcáreas, margosas y yesosas, con faunas de aguas salobres. Se destacan por último bancos calcáreos y calcarenitas anaranjadas y blanquecinas con abundantes fósiles marinos, que a su vez son cubiertos por margas y arcillas claras.

El Malalhueyano corresponde a una ingresión atlántica de corta duración motivada por movimientos basculantes que precedieron inmediatamente a la orogenia terciaria. Dividido generalmente en « Loncochense » y « Rocanense », al naciente del cerro Butaló alcanza un espesor de 140 m, potencia que va aumentando hacia el norte hasta alcanzar a la altura de Malargüe un máximo de 325 m.

### Chilelitense

Si bien no aflora dentro de la región que se comenta se debe destacar que actualmente se asignan al ciclo efusivo Chilelitense de edad Paleocena, los macizos del Palao Mahuida, Cerros Bayos, Puchenque, etc. ubicados de 30 a 50 km al sur y noroeste de nuestro sector. Estos núcleos intrusivos, constituidos por

andesitas muy hornblendíferas, porfíricas, pueden estar relacionados con las soluciones mineralizantes posibles portadoras del uranio de la región [3] \*.

#### Pircala - Coihueco

Sobrepuestos a los calcáreos y arcillas superiores del Malalhueyano y separados de aquéllos por la discordancia de la primer fase del primer Movimiento Andino sigue una serie de areniscas, arcillas y margas, de coloraciones verdosas, violáceas y rojizas, rematadas por bancos de rodados sueltos, muy característicos por su costra ferretizada pardo lustrosa.

La serie descrita que alcanza unos 250 m de espesor pertenece al Terciario bajo pero su paralelización exacta está dificultada por la carencia de fósiles continentales. Para el detalle estratigráfico tanto de éste como de los demás grupos terciarios véase en la bibliografía la referencia 1.

En el plano geológico, a efectos de simplificación, se han señalado todos los terrenos terciarios sin diferenciarlos.

#### Mollelitense

Antiguamente denominado « Serie andesítica oligocena », este grupo ígneo se presenta dentro de nuestro área con carácter intrusivo, ya sea como « stocks » (p. ej. : cerro Bayo de la Batra) o como filones-capa (« sills ») y diques que cortan y se intercalan entre sedimentos anteriores, especialmente en las inmediaciones de los cerros Mirano, Huemul y Tronquimalal.

Las vulcanitas del Mollelitense — cuya intrusión tuvo lugar en el Oligoceno — en general se engloban bajo la denominación complexiva de « andesitas », pero en realidad se pueden reconocer kersantitas, dioritas hornblendíferas, porfíritas dioríticas, etc. y también sus correspondientes tobas en zonas vecinas.

La forma en que se cruzan e intruyen mutuamente algunos « sills » filones y diques mollelitenses demuestra que dentro del ciclo que tratamos ha habido varias etapas de intrusión, generándose rocas que muestran diferencias petrográficas entre sí, pero manteniéndose siempre en el rango mesosilícico (saturadas).

El Mollelitense reviste especial interés en nuestras investigaciones pues la mineralización uranífera de la región podría estar vinculada a este ciclo efusivo que se encuentra tan ampliamente representado en Mendoza y en Neuquén.

#### Agua de la Piedra

La deposición de areniscas, arcillas y paquetes conglomerádicos, rojizos y amarillentos que alcanzan en el faldeo oriental de la Sierra de la Ventana cerca de 800 m de espesor, fué parcialmente contemporánea del Mollelitense.

Este grupo, netamente oligoceno, se asienta con suave discordancia angular sobre los « rodados lustrosos » del Coihueco superior.

#### Palaocolitense

La cumbre alargada de la Sierra de la Ventana está cubierta por una espesa sucesión de mantos de basalto olivínico pardo negruzco, los que junto con los espesos aglomerados y conglomerados de su base se apoyan con notable discordancia angular sobre Agua de la Piedra. Este grupo efusivo se ubica cronológicamente en el Mioceno inferior y está separado de los grupos anteriores por la fase principal del Movimiento Andino.

#### Terrenos posteriores

Completan la lista de terrenos reconocidos en el sector en estudio algunos depósitos de ignimbritas que aparecen en el valle del arroyo Agua Botada. Su distribución ha sido ligeramente anterior a la elaboración del nivel pedemontano (tercer nivel de pie de sierra) que forma los faldeos inferiores de las sierras de la Ventana y de Palaoco. Más o menos contemporáneas han sido también las expansiones de las coladas basálticas que constituyen el borde oriental del distrito uranífero descrito.

Todos estos terrenos entran ya en el Cuaternario inferior y medio.

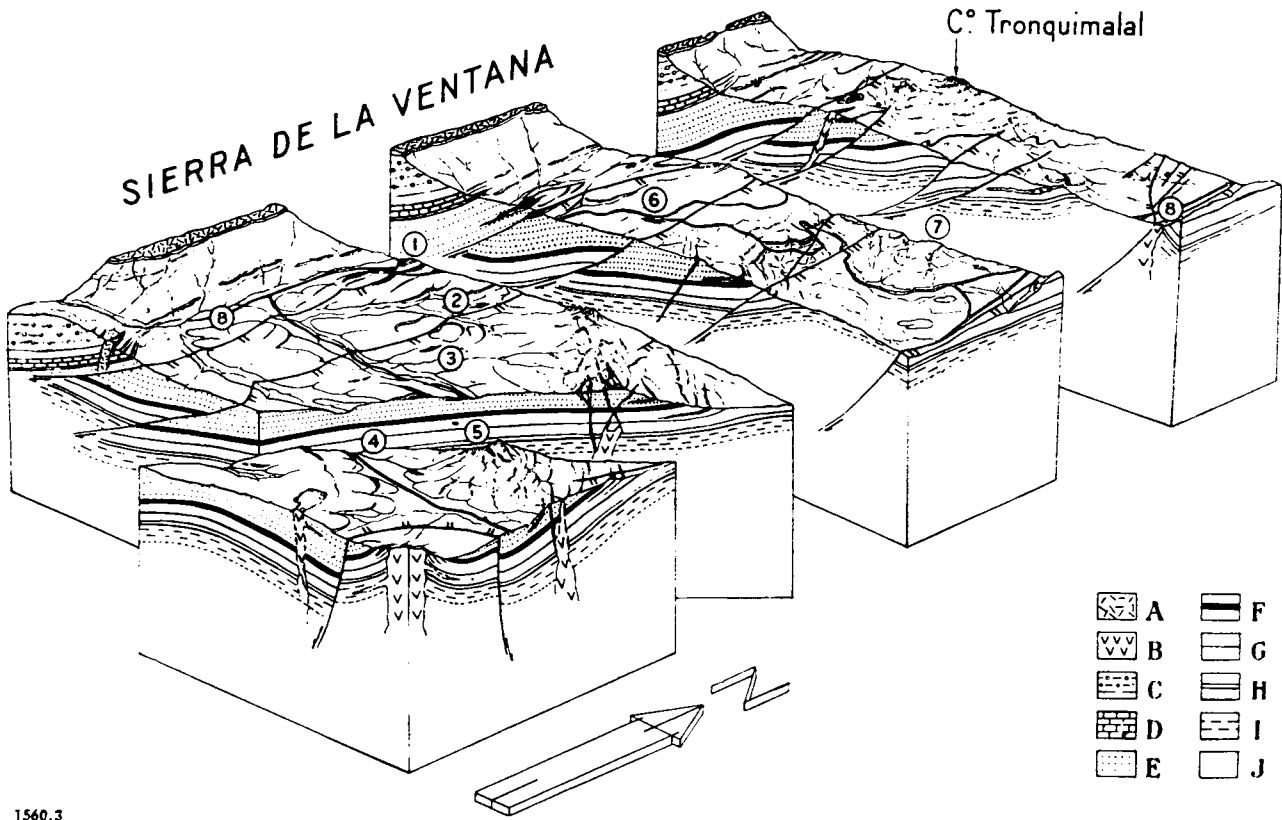
### RASGOS ESTRUCTURALES

Las características estructurales son las siguientes :

- a) En el esquinero nordoriental se destaca el cierre austral del amplio *anticlinal de Malargüe* que se prolonga varias decenas de kilómetros hacia el norte. Los terrenos más antiguos de la región afloran en su núcleo fallado longitudinalmente por una fractura inversa de gran rechazo que pone en contacto las rocas triásicas con el Cretácico inferior (Mendociano).
- b) En el centro del plano se levanta la *estructura de Pampa Amarilla* que culmina con un afloramiento de Huitriniano en las cercanías del cerrito de Casa de Piedra.
- c) En el esquinero sudoriental aparece la *intrusión del cerro Bayo de Batra*, que levanta a su alrededor — periclinalmente — el Mendociano del subsuelo.
- d) Todo a lo largo del borde occidental se observa el ala oeste del eje positivo, formando un largo *flanco monoclinal* que cae a un sinclinal playo que se extiende por la cumbre de la Sierra de la Ventana.
- e) Una *fracturación longitudinal* predominante, de rumbo norte-sur que separa diferentes bloques subparalelos. Una de estas fallas, de tipo inverso, pasa por el cerro Huemul, directamente al Este de los yacimientos uraníferos y hace aflorar un girón de Malalhueyano entre los sedimentos diamantianos.

Para mejor interpretar la configuración estructural de la región se ha preparado un diagrama *tridimensional* (fig. 3) del área comprendida por el

\* Los números entre corchetes remiten a la bibliografía que figura al final del documento.



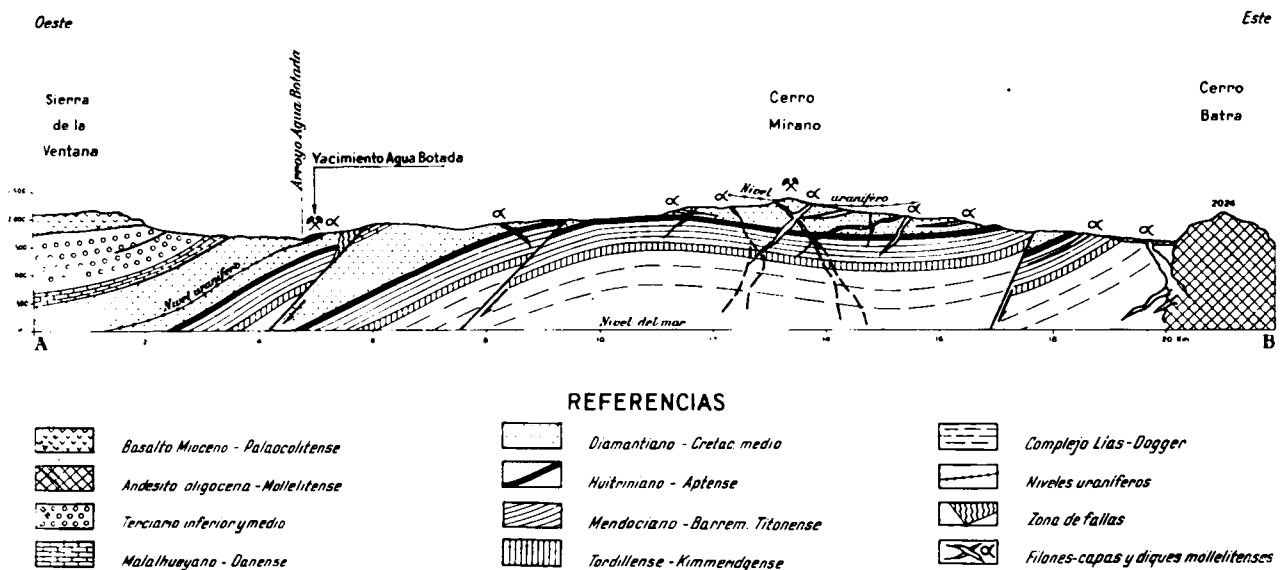
1560.3

Figura 3. 1-Yac. Huemul, 2-Pto. Molla, 3-Casa de Piedra, 4-Pampa Amarilla, 5-Cerro Mirano, 6-Km 373, 7-Cerro Toscal 8-Ruta Nac. 40

plano geológico. En el bloque triangular del primer plano se observa, en su frente sur, el pliegue anticlinal de Pampa Amarilla y la intrusión y sector ascendido del cerro Bayo de Batra. Por su parte, en el frente sur de los dos últimos bloques se aprecia el corte del anticlinal de Malargüe, que vemos hundirse paulatinamente hacia el sur. En todos los cortes

se puede apreciar claramente la acción de las fracturas inversas longitudinales que afectan profundamente la región.

En lineamientos generales, el cuadro tectónico expuesto consiste en la presencia de plegamientos suaves, de radio grande, perturbados por fracturación inversa profunda, existiendo por último fallas



1560.4

Figura 4. Corte geológico transversal Agua Botada-Cerro Mirano

secundarias de ajuste (véase perfil transversal, fig. 4). Las fracturas principales y los ejes mayores de plegamiento tienen rumbos paralelos en el sentido de los meridianos.

La tectónica reinante es la suma de varias fases de movimientos, reconociéndose como principal dentro de la región la orogenia terciaria. Los ciclos diastróficos anteriores (preterciarios, intersenonianos, intermálmicos, etc.) muestran haber actuado en forma suave, con carácter regional y sólo han introducido variaciones en la sedimentación y en las pendientes generales sin tenerse verdaderas evidencias de plegamientos respectivos. En el diastrofismo terciario, por el contrario, se advierte que ha habido fases de movimientos intensos, en especial en la primer fase del segundo Movimiento (ubicado entre Oligoceno y Mioceno) y en la fase principal del tercer Movimiento Andino en el límite Plio-pleistoceno.

### MANIFESTACIONES RADIATIVAS

La presencia de minerales radiactivos en el sur de Malargüe se puso de manifiesto en 1952 al reconocerse uranio asociado al cobre que se explotaba en Cerro Mirano desde tiempo atrás. De inmediato la C.N.E.A. inició la prospección del área vecina y surgió al poco tiempo el descubrimiento de nuevos sectores mineralizados en la falda del Cerro Huemul. Los reconocimientos posteriores demostraron que muchas otras localidades cercanas — y siempre asociadas a los sedimentos continentales del *Diamantiano* — también presentan manifestaciones radiactivas superficiales, quedando certificada entonces la existencia de un verdadero distrito uranífero.

En el estado actual de la prospección se conoce más de una veintena de manifestaciones dentro del área que estamos tratando. Daremos a continuación una descripción resumida de las diferentes localidades de hallazgo, que se pueden ver señaladas en el plano geológico (este resumen ha sido preparado según informes parciales de los doctores Stipanovic, Belluco, Ortega, Yrigoyen y otros).

1) *Yacimiento Huemul* : Mineralización cuprouranífera presente en areniscas conglomerádicas del terciario inferior del *Diamantiano*, asociada a material bituminoso. No detallaremos este importante sector debido a que Linares [4], en la Conferencia de Ginebra de 1955, dió a conocer sus características especiales. Este yacimiento se encuentra en explotación, teniendo un desarrollo de 550 m de galerías, labores superficiales y perforaciones.

2) *Arroyo Seco* : Situado en la prolongación austral de Huemul. Se presentan conglomerados *Diamantianos* grises amarillentos, mineralizados con cobre y uranio, alternando con areniscas finas y limilitas rojas. Este sector se muestra en superficie perturbado tectónicamente, pues se halla situado en el cruce de dos sistemas de fallas : uno principal (N-S) y otro secundario, transversal, paralelo al cauce del arroyo. Se han efectuado labores superficiales y perforaciones.

3) *Agua Botada* : Situado a 2 km al sur de Huemul, se trata de otros tres niveles mineralizados del *Diamantiano*, constituidos por areniscas grises, compactas, de grano mediano a grueso, con abundante material bituminoso (asfaltita y asfalto). Se encuentran separados por limos y arcillas pardo-violáceas y verdosas claras. Los bancos mineralizados inferiores van acompañados por filonescapa (« sills ») de andesitas hornblendíferas, en parte muy alteradas, cuyos cuerpos corren subparalelos y cortan en parte los estratos *diamantianos*. Es un yacimiento en exploración con unos 225 m de galerías, labores superficiales y perforaciones.

4) *Sector de la Vega* : Ubicado a continuación de Agua Botada, muestra mineralizaciones de uranio y cobre en niveles estratigráficos unos 150 m superiores a los de aquel yacimiento. Lo expuesto en superficie son tres bancos de areniscas gruesas, de colores grisáceos a pardos claros, que ostentan mineralizaciones por un trecho de 1 km. Los niveles en cuestión, al igual que los de Huemul y Agua Botada, se hunden al oeste, bajo estratos más altos o bajo cubiertas medianosas recientes.

5) *Puesto Vivanco* : 3 km al norte de Cerro Huemul, en las márgenes del arroyo Agua Botada, en niveles psamíticos ubicados en la mitad de la columna sedimentaria del *Diamantiano*, vuelve a encontrarse el tipo de impregnaciones cuprouraníferas de más al sur. Se hicieron pequeñas labores superficiales.

6) *Kilómetro 373* : cruzado por la Ruta Nacional n.º 40, a la altura del kilómetro 373, se encuentra un banco arenoso de grano mediano pardo-amarillento que fué cortado por el talud del camino. En una extensión de un centenar de metros, se presentan manchas de carbonato de cobre, que acusan elevada radiactividad sobre el fondo.

7) *Puesto Molla* : a 2 km al sur del anterior, en las cabeceras del Arroyo de las Bardas (afluente izquierdo del Arroyo Casa de Piedra), se presentan un grupo de cuatro bancos conglomerádicos, bien cementados, separados por arcillas verdes y rojizas. La mineralización está constituida por carbonato de cobre, impregnaciones ferruginosas, minerales secundarios de uranio y un enriquecimiento irregular de bitumen. Los afloramientos se distribuyen en un área de 500 m de largo separados en dos partes por un filón-capa de andesita mollelitense. Se han efectuado labores superficiales.

8) *Casa de Piedra* : Al norte del arroyo homónimo y a un kilómetro de la culminación de la estructura de Pampa Amarilla, es decir, en la base del *Diamantiano*, aparecen en niveles de areniscas y areniscas conglomerádicas pardo claras, manchas de impregnación cuprouranífera discontinuas. Es muy posible que la posición estratigráfica del sector mineralizado de Casa de Piedra sea aproximadamente igual al de Puesto Molla y km 373. Se han efectuado labores superficiales.

9) *Pampa Amarilla* : Ubicado en las cercanías de la perforación P.A. 1, al sur del Arroyo de Casa de Piedra. Está constituido por cinco bancos de are-

Tabla 2

Yacimientos	Huemul	Agua Botada	Cerro Mirano	Pampa Amarilla	Puesto Molla
Bancos mineralizados . . . . .	1	3	2	5	4
Espesores mineralizados (promedio) . . . . .	0,90	0,45	0,60	0,45	1,00
Porcentaje de U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> . . . . .	0,35	0,30	0,25	0,08	0,08
Porcentaje de cobre (Cu) . . . . .	2,80	2,50	3,20	3,10	2,00
<i>Minerales de uranio :</i>					
Pechblenda . . . . .	X	X	—	—	—
Carnotita . . . . .	X	X	} minerales secundarios }	}	—
Tyuyamunita . . . . .	X	X			—
Autunita . . . . .	X	—			—
Uranofano . . . . .	X	X			X
<i>Minerales de cobre :</i>					
Calcopirita . . . . .	X	X	—	—	—
Bornita . . . . .	X	X	X	—	—
Calcosina . . . . .	X	X	X	—	—
Crisocola . . . . .	X	X	—	—	—
Malaquita . . . . .	X	X	X	X	X
Azurita . . . . .	—	X	X	X	X
<i>Otros minerales :</i>					
Pirrotita . . . . .	X	X	—	—	—
Pirita . . . . .	X	X	—	—	—
Galena . . . . .	X	—	—	—	—
Blenda . . . . .	X	—	—	—	—
Hemotita . . . . .	X	—	—	—	X
Limonita . . . . .	X	X	—	—	X

niscas conglomerádicas, pardo amarillentas, intercaladas con sectores arcillosos rojizos. De ellos hay dos, que además de la impregnación irregular de cobre, presentan un enriquecimiento uranífero discontinuo, con dos tramos de mayores valores. En ellos se han efectuado labores superficiales y una galería de 24 m de longitud.

Los niveles de Pampa Amarilla se hunden hacia el sur volviendo a aparecer en la quebrada siguiente con iguales características. En la base de los bancos existen diques de andesitas mollelitenses.

10) *Arroyo de los Leones* : En niveles ubicados 70 m estratigráficamente más altos que los de Pampa Amarilla, en areniscas pardas, nodulosas, y areniscas claras se hallaron impregnaciones cupríferas aisladas con buenos valores de radiactividad. Los niveles en cuestión continúan en el sentido del rumbo hacia el naciente, pero con manifestaciones radiactivas muy esporádicas. Se han ejecutado pequeñas labores superficiales.

11) *Cerro Mirano* : Ubicado al sudeste de la estructura de Pampa Amarilla dentro de una serie de bancos de areniscas, separados entre sí por arcillas y areniscas arcillosas. La mineralización de cobre se mantiene en forma constante en dos niveles principales, no así la mineralización radiactiva que es muy discontinua. Este yacimiento que cuenta con tres galerías de 220 m de recorrido, se explotó originalmente por cobre. Por razones de buzamiento los niveles mineralizados de Cerro Mirano bajan por el faldeo del cerro (en « dip-slope ») y en parte se extienden por la cumbre y el portezuelo, ostentando otras cinco manifestaciones con concentraciones radiactivas similares a las descritas. En todo el sector son

muy frecuentes los filones y diques de andesita que se entrecruzan en todo el cuerpo del cerro.

A efectos de resumir una serie de datos de las manifestaciones recién apuntadas en la tabla 2 se indican para las localidades principales el número de bancos o niveles mineralizados y la potencia media de los mismos; de los sectores muestreados y analizados químicamente se adjunta el porcentaje de U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> contenido en la roca y el respectivo porcentaje de cobre. Por último se tabulan los principales minerales de uranio, cobre y otros elementos, reconocidos dentro de cada afloramiento citado.

### CARACTERÍSTICAS DE LA MINERALIZACIÓN

#### Niveles mineralizados

A principio de las exploraciones uraníferas en el distrito que nos ocupa, se creía que los niveles mineralizados, siempre dentro de la serie del Diamantiano, ocupaban una posición más o menos constante dentro de la columna estratigráfica. En efecto, al estudiar Huemul, Arroyo Seco y Agua Botada, se demostró que los tres correspondían a niveles muy próximos, todos ubicados en el tercio inferior del Diamantiano, que allí muestra 950 m de espesor.

No obstante, continuando las investigaciones se encontró que afloramientos radiactivos como Puesto Molla, Casa de Piedra, etc., ocupaban posiciones distintas a los primeros, dentro de la sección estratigráfica. Se pudo entonces demostrar que las diferentes manifestaciones se distribuían independientemente en niveles variables dentro de los sedimentos diamantianos. En la tabla 3 se dan el intervalo que

Tabla 3

Manifestación radiactiva	Intervalo entre nivel mineralizado y base del Diamantiano (en metros aprox.)
Casa de Piedra .....	70
Puesto Molla .....	70
Km 373 .....	80
Huemul .....	280
Agua Botada .....	280
Area de la Vega .....	430
Puesto Vivanco .....	450
Cerro Mirano .....	480
Pampa Amarilla .....	480
Arroyo de los Leones .....	550
<hr/>	
Espesor medio del Diamantiano .	900

existe entre la base de esta formación y los diferentes horizontes portadores de uranio conocidos en el distrito de Malargüe Sur.

### Control de la mineralización

Hasta el presente se han efectuado muy pocos estudios en lo que respecta al control que rige la mineralización en las diferentes manifestaciones uraníferas halladas. Solamente en aquellos yacimientos en que se han abierto labores subterráneas y perforaciones que permiten investigar las variaciones en profundidad, se ha podido efectuar una serie de observaciones de interés, pero aún no se tiene un cuadro completo de las condiciones, control y génesis de la mineralización en todos los casos.

En este sentido, en la actualidad se están realizando investigaciones detalladas de los yacimientos Huemul y Agua Botada, procediéndose a preparar mapas litológicos, mapas de cemento, radiometría y contenido de bitumen, junto con estudios petrográficos especiales. Estos estudios arrojarán luz en el conocimiento del mecanismo de deposición y control de la mineralización.

En el estado actual de las investigaciones se ha apreciado que existe una relación íntima entre las concentraciones uraníferas y la granulometría y cementación de los sedimentos portadores (Diamantiano). En efecto, dentro de los niveles de grano grueso — areniscas y conglomerados — y en aquellos sectores en donde el cemento calcáreo es reemplazado por una matriz arcillosa, se encuentra un incremento en la impregnación bituminosa y, coincidentemente, una mayor concentración de minerales de uranio.

Este fenómeno también se ha repetido en otros puntos tales como Puesto Molla. Allí se ha observado que las concentraciones de uranofano se circunscriben a los lugares de mayor contenido en bitumen (asfalto), que a su vez se encuentra en mayores porcentajes en los puntos de mejor permeabilidad y porosidad. En el lugar donde la roca se hace más friable, por una menor cementación o por tener un mayor índice de porosidad entre los granos o rodados, hay incremento en la impregnación bituminosa y correspondientemente una mayor concentración uranífera.

La asociación de cobre-uranio también es variable.

En la manifestación de Puesto Molla, la mineralización de malaquita y azurita es constante aún en sectores desvinculados y no tiene el mismo control de distribución del bitumen y uranio respectivo. Otro tanto se ha estudiado en los afloramientos y labores de Cerro Mirano, en donde la mineralización de cobre se mantiene en los bancos en forma regular, mientras que en el caso del uranio es totalmente discontinua y aún en repetidos sectores llega a disminuir hasta casi desaparecer, registrándose sólo débiles vestigios de radiactividad sobre el fondo.

Por su parte, en Huemul y Agua Botada, los niveles psamíticos rudíticos portan la mineralización cupro-uranífera asociada a material asfáltico, que impregna las rocas con diferente intensidad. En muestras de la zona de oxidación se encuentran las fracturas finas y los espacios intersticiales rellenos por minerales supergénicos de cobre y uranio en forma de agregados fibrosos radiados o formando agrupaciones paralelas de fibras delgadas y, en menor escala, como pequeños cristales. En las zonas profundas, de mineralización primaria (por ejemplo, en las galerías más bajas del yacimiento Huemul), se ha visto que, dentro de los conglomerados polimícticos de matriz arenosa, es en el cemento constituido por material asfáltico donde se encuentran los minerales de uranio (pechblenda) y otros metalíferos (pirita, galena, calcopirita, bornita, etc.).

### Génesis de la mineralización

En el trabajo de Linares [4] se da en las conclusiones una relación sobre la génesis del yacimiento de Cerro Huemul. Los criterios preliminares allí apuntados pueden generalizarse a todas las manifestaciones del distrito uranífero de Malargüe Sur. De las últimas investigaciones se puede resumir para toda la zona descrita :

a) Dentro de la columna del Diamantiano, distribuidos en diversos niveles de sus dos tercios inferiores, se encuentran mineralizaciones uraníferas, generalmente asociadas a mineralizaciones de cobre.

b) La mineralización no es singenética, sino que es posterior a la deposición del Diamantiano, debido a que no sólo rellena espacios porales sino fracturas, diaclasas y grietas posteriores a la consolidación del sedimento portador.

c) Dentro de los ciclos magmáticos metalogénicos de la región, posteriores al Cretácico medio, se tiene : el Chilelítico (Paleoceno), con núcleos intrusivos más o menos distantes (50 km) y el Mollelítico (Oligoceno), con numerosas intrusiones — stocks diques, filones-capas — dentro del distrito uranífero.

d) De las investigaciones realizadas surgen mayores argumentos para suponer que sean los núcleos chilelíticos los que hayan emitido las soluciones mineralizantes (teletermales), que han depositado las menas uraníferas en sedimentos diamantianos, como consecuencia de factores favorables de permeabilidad, porosidad y presencia de material bituminoso, que actuó como agente de concentración (adsorción y reducción).

e) Cabe destacarse que el Mollelitense también puede haber tenido acción mineralizante debido a que dentro de sus rocas intrusivas hay algunas diferenciaciones de andesitas, que llevan calcopirritas, pirita, etc. y que pueden haber sido acompañadas por soluciones capaces de depositar concentraciones metalíferas. No obstante, después de un detallado estudio petrográfico se podrá certificar esta posibilidad.

f) En ambos casos, la época de mineralización ha sido anterior al plegamiento intenso de la región — motivada por la primera fase del segundo Movimiento Andino, en el límite Oligoceno-Mioceno — por lo que las soluciones teletermales pueden haber migrado desde distancias considerables, sin encontrar obstáculos estructurales en el Diamantiano.

Respecto a los puntos *d* y *e* deben señalarse algunas observaciones. En el yacimiento de Agua Botada, en las perforaciones ejecutadas y en las labores profundas se ha apreciado que algunos niveles mineralizados están cortados por diques andesíticos mollelitenses [5]. La intrusión puede haber aprovechado una fractura preexistente que rechazara los bancos en cuestión y, posteriormente, un hidrotermalismo

póstumo del mismo ciclo, originando la depositación uranífera en aquellos niveles de granulometría, cementación y contenido bituminoso favorables.

Lo que antecede llevaría a suponer un origen mollelitense para la mineralización, pero otros datos impiden aseverarlo. La andesita intrusiva de Agua Botada no presenta rastros de radiactividad y a lo largo de sus cajas tampoco aparecen vestigios de mineralización, que aunque débil, tendría que presentarse en otros sedimentos más o menos similares a los explotados. No obstante, también es difícil imaginar que soluciones teletermales chilelenses, provenientes de centros alejados, hayan circulado solamente a través de los escasos niveles en donde hoy hallamos las concentraciones de uranio, habiendo tenido, dentro de la sección diamantiana, otros sedimentos con condiciones de permeabilidad y cementación más o menos favorables semejantes a las ya apuntadas.

Indiscutiblemente, el control absoluto de la mineralización aún no se ha podido determinar, y sólo con las investigaciones detalladas, que ya han sido iniciadas, se podrá completar el conocimiento que se tiene de las condiciones imperantes.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Groeber P., *La Alta Cordillera entre las latitudes 34° y 29° 30'*, Rev. Inst. Nac. Investig. Cienc. Natur., tomo I, n.º 5, Buenos Aires, 1951.
2. Groeber P., Stipanovic P. y Mingramm A., *Mesozoico*, Geografía de la Rep. Arg., tomo II, primera parte, Soc. Arg. Est. Geográficos, Buenos Aires, 1952.
3. Groeber P., *Anotaciones sobre Cretácico, Supracretácico, Paleoceno, Eoceno y Cuartario*, Rev. Asoc. Geol. Argentina, tomo X, n.º 4, Buenos Aires, 1955.
4. Linares E., *El yacimiento «Eva Perón», Malargüe, provincia de Mendoza*. Actas de la primera Conferencia internacional sobre la utilización de la energía atómica con fines pacíficos, Ginebra 1955, documento P/1000, vol. VI, pág. 88, Naciones Unidas, Ginebra (1956).
5. Stipanovic P., *Consideraciones geológicas y ubicación del yacimiento de Agua Botada, Malargüe, Mendoza*, informe inédito de la C.N.E.A., Buenos Aires, 1955.