

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

05.62.02

La Prospección Geofísica del Yacimiento Uranífero "Rodolfo" en la Provincia de Córdoba

por

Ing. Raimundo J. A. Jemna



BUENOS AIRES

1963

LA PROSPECCION GEOFISICA DEL YACIMIENTO URANIFERO
« RODOLFO » EN LA PROVINCIA DE CORDOBA

POR EL ING. RAIMUNDO J. A. JEMMA

RESUMEN

El autor informa sobre la investigación geofísica realizada en el yacimiento uranífero "Rodolfo", donde se aplicó con éxito el método de medición del radón contenido en el aire telúrico, integrado por el de resistividad mediante sondeos eléctricos verticales.

INTRODUCCION

Con el propósito de reunir la mayor cantidad posible de datos acerca del desarrollo total del yacimiento uranífero "Rodolfo" y de su mineralización, que dieran en primera aproximación una idea de la importancia económica que pudiera revestir, se realizó un estudio geológico-geofísico-minero, *en equipo*, en el cual intervinieron los siguientes profesionales de la Comisión Nacional de Energía Atómica:

Dr. Américo J. Timonieri, a cargo de la investigación geológica;

Dr. Enrique Linares, a cargo del estudio mineralógico y de génesis del yacimiento;

Dr. Antonio Granero Hernández, a cargo del programa de perforaciones que debía efectuar una firma contratada;

El autor, a cargo de la exploración geofísica.

Las distintas tareas de campaña se efectuaron en forma simultánea, siendo posible de esta manera coordinar mejor los diferentes trabajos de investigación y los de comprobación que se iban revelando necesarios.

En lo que concierne a la prospección de la zona mineralizada, teniendo en cuenta las características del yacimiento y la topografía de la región, se decidió aplicar el método de exploración directa mediante determinación del radón existente en el subsuelo y, como método accesorio, el de resistividad por sondeos eléctricos verticales. El primero para cerciorarse de si existía continuidad en la mineralización a lo

largo de toda la franja que en partes se había reconocido anteriormente con trincheras y algunos piques; el segundo para establecer la profundidad del basamento cristalino que aflora en el río Cosquín, y conocer además la profundidad media del nivel hidrostático en la zona mineralizada.

Las mediciones del radón del aire que se extraía del terreno se realizaron mediante un electrómetro unifilar, mientras que los perfilajes eléctricos se efectuaron con un compensador potenciométrico de corriente continua.

UBICACION DEL YACIMIENTO Y DE LOS PERFILES GEOFISICOS

El yacimiento de referencia se encuentra en el valle de Punilla, cerca de la ciudad de Cosquín, a 2 km de la margen izquierda del río Cosquín, y se extiende en una zona comprendida entre el camino provincial que pasa por el cerro Pan de Azúcar, al N, y el Sanatorio Provincial de Villa Santa María al S (figura 1).

La región presenta un relieve suave, cuya superficie está constituida por una cubierta de relleno moderno que degrada hacia el río formando dos terrazas, sobre las que se desarrolla una densa vegetación.

La mineralización uranífera, constituida en prevalencia por carnotta, y en menor cantidad, tyuyamunita, distribúyese en bancos limosos y limoso-areniscosos que tienen un rumbo general N-S y un buzamiento de 35-45° hacia el E.

En la zona de interés se prepararon 28 perfiles de 150 m de longitud, con una separación de unos 200 m, término medio, orientados aproximadamente en sentido E-W, con lo que se abarcó una franja de más de 6 km de largo.

Las estaciones en cada perfil fueron efectuadas cada 12 m, considerándose esta separación suficiente para la localización de los bancos mineralizados que en este yacimiento presentan potencias de hasta 8 m.

LA EXPLORACION. DETERMINACIONES DE RADON DEL AIRE TELURICO

Ensayos preliminares. — Antes de iniciar la prospección ionométrica de toda el área mineralizada, se realizaron algunas mediciones previas en la zona S del yacimiento que había sido reconocida mediante varias trincheras, con las que se atravesaron los bancos portadores de uranio, y cuyo tenor en U308 había sido determinado en base a muestreos y análisis químicos efectuados con anterioridad. Dichas mediciones se

hicieron con la finalidad de establecer si era posible aplicar el método de determinación del Radón, y para disponer al mismo tiempo de un parámetro que proporcionara datos fidedignos acerca de la importancia de la mineralización en las áreas que se prospectarían. Para los ensayos previos preparáronse dos perfiles al S de las trincheras L.1 y L.21, respectivamente, y orientándolos perpendicularmente al rumbo de los bancos mineralizados, de manera que se pudieran correlacionar las curvas resultantes con el emplazamiento de las formaciones uraníferas y con las mayores y menores concentraciones de mineral que las mismas habían manifestado tanto al examen radiométrico como el análisis químico.

Al efecto se empleó el electrómetro de Ambronn, con el cual se realizaron los registros de dispersión de la carga eléctrica (dE/dt), que se observa cuando en la cámara de ionización del aparato se introduce aire telúrico que contiene gas Emanación. La extracción del aire se efectuó mediante una bomba aspirante-impelente aplicada a una sonda de acero perforada, que se hundía en el terreno siempre a la misma profundidad (50 cm desde la superficie), fijando el tiempo de observación de la descarga del aparato en 15 minutos, con dos lecturas: la primera a los 5 minutos de la admisión del aire telúrico en la cámara de ionización; la segunda después que habían transcurrido 10 minutos de la primera lectura. Esta precaución se tomó para poder discriminar eventuales valores de descarga debidos a la presencia de torón.

En las curvas correspondientes a los perfiles realizados, la dispersión, expresada en voltios por segundo, fue llevada en las ordenadas; la separación de las estaciones, expresada en metros, en las abscisas.

Las determinaciones ionométricas en el primero de los perfiles de ensayo acusaron dos máximos bien definidos: uno al E del perfil y el otro al W, coincidiendo los valores del primero en los bancos mineralizados que habían sido puestos al descubierto en la trinchera L21. En el segundo de los perfiles la curva resultante presentó un máximo principal muy acentuado a la altura de la labor L.1, con una descarga eléctrica equivalente a 10° voltios/seg. Además de este valor excepcional, fueron registrados otros valores que constituyen máximos secundarios dispuestos al E y W del principal (figura 3).

La anomalía mayor, que prácticamente abarca toda la zona cortada por la labor L.1, se identifica con las formaciones mineralizadas que habían sido reconocidas cuando se abrió esta trinchera, mientras que

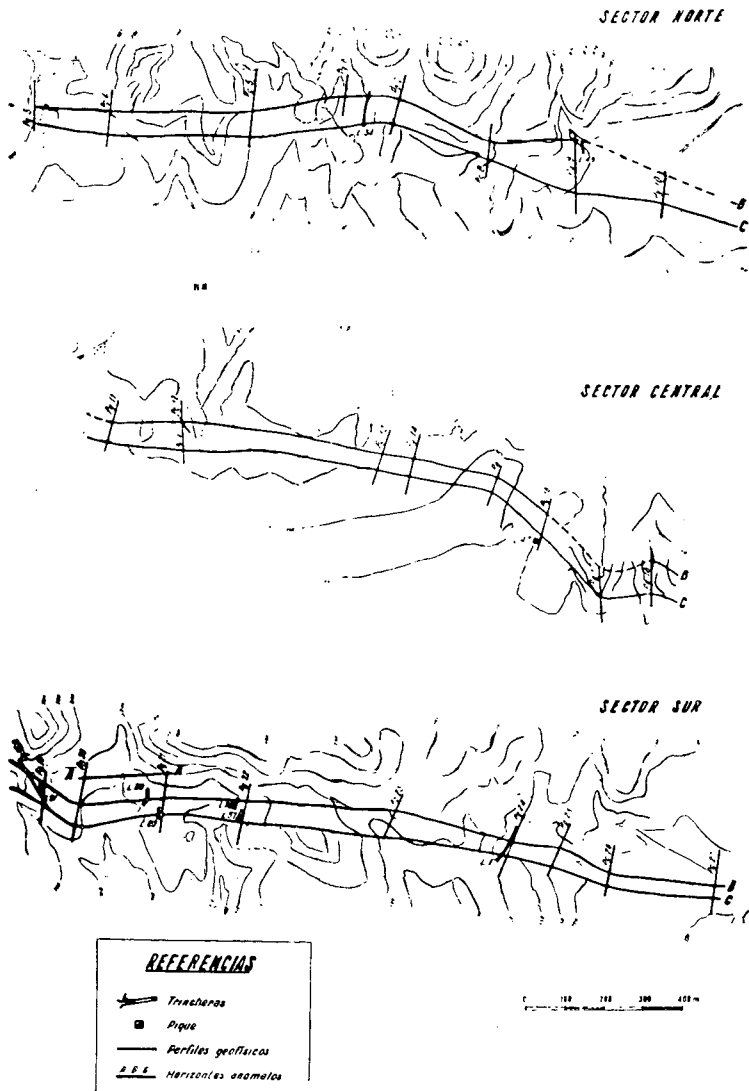


Figura 2

YACIMIENTO RODOLFO

MAPA GEOLOGICO MINERO

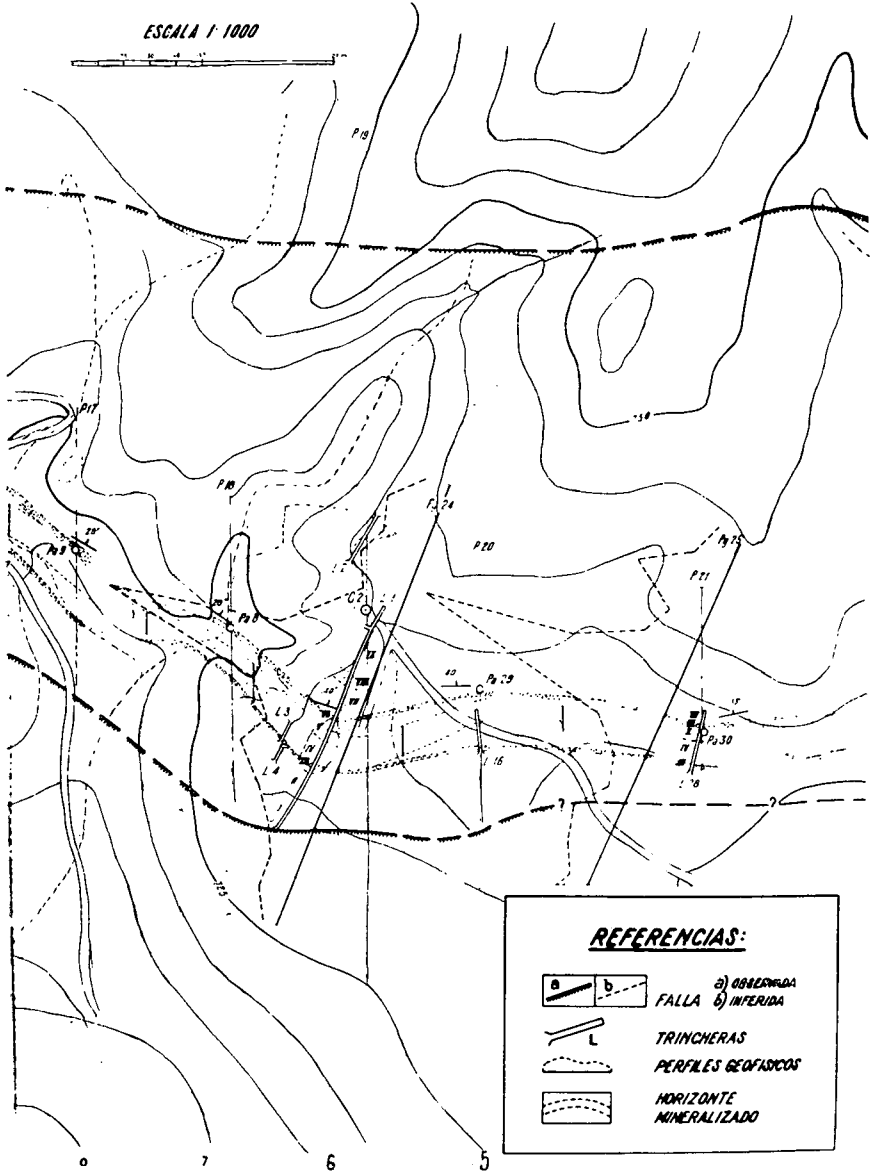


Figura 3

los máximos secundarios, que se registraron cerca del extremo oriental del perfil, indicarían más bien la inmersión hacia el E de los mismos bancos que originan la anomalía principal.

Posteriormente mediciones, efectuadas unos meses después sobre los mismos perfiles, confirmaron los primeros registros obtenidos, constatándose entre las curvas correspondientes a cada perfil una perfecta concordancia de valores.

PROSPECCION IONOMETRICA GENERAL

Después de los resultados satisfactorios de las mediciones preliminares, se decidió proseguir en la exploración del yacimiento aplicando a toda el área el método que se había ensayado con éxito. Por comodidad de trabajo, se dividió la región a investigar en tres zonas de aproximadamente 2 km de largo: sectores norte, central y sud. En las mencionadas zonas fueron ubicados luego los perfiles, eligiendo preferentemente las áreas que carecían de indicios, sin descuidar, por otra parte, de efectuar las determinaciones ionométricas a lo largo de alineamientos trazados en las inmediaciones de algunas labores, con el fin de controlar periódicamente los datos geofísicos con los que se obtenían en el curso de la investigación geológica. La distribución de los perfiles resultó, por consiguiente, más homogénea en la zona N, donde faltaban casi por completo tanto las labores de reconocimiento como los afloramientos; en las zonas central y S, al contrario, siendo más numerosos y seguidos los destapes y otras labores de investigación geológica y mineralógica, no se dio a los perfiles la separación rigurosamente equidistante, que se acostumbra en zonas vírgenes, por no haberlo considerado imprescindible.

Zona Norte. — La prospección sistemática se inició al N del yacimiento, a unos 1.000 m de los destapes de reconocimiento que habían sido realizados en una precedente etapa de investigación geológica. El primer perfil con que se dio comienzo a las determinaciones de radón, constituido por 17 estaciones, fue ubicado en una quebrada que se encuentra a unos 300 m al N del camino provincial que de Cosquín va a Córdoba pasando por el cerro Pan de Azúcar.

La curva obtenida en esta serie de estaciones presentó en conjunto valores de dispersión más bien bajos, que se mantuvieron casi uniformes, notándose dos pequeñas anomalías en las cuales la mayor descarga

registrada alcanzó 17 voltios/seg. Se infirió por eso que los bancos portadores de uranio tenían que ser pobremente mineralizados, o bien que la cubierta de aglomerado cuaternario tuviese en esta parte del yacimiento una potencia considerable, la cual obstaculizaría la normal difusión de la emanación, reduciéndose así la cantidad de este gas en su migración hacia la superficie del terreno.

Resultados análogos se obtuvieron en los dos perfiles siguientes ubicados más al S, diferenciándose muy poco los valores de las curvas de dispersión. A estos perfiles, por tanto, pueden extenderse las mismas consideraciones que se formularon al examinar las anomalías de la línea n.1, ya que en la zona en que se efectuaron las mediciones ionométricas no aparecen afloramientos, ni hay labores de exploración que puedan contribuir a dar una mejor interpretación de los registros efectuados.

Las primeras curvas con valores de dispersión de un cierto interés (más de 30 voltios/seg.) se manifestaron en correspondencia de los perfiles 4 y 5, repitiéndose en casi todos los demás perfiles, en que se evidenciaban, en general, dos anomalías que corresponden a zonas mineralizadas. Esto ha sido comprobado varias veces en el curso de la investigación geológica como, por ejemplo, sobre el perfil n.6, donde con pequeños escarpes, excavados en correspondencia de las estaciones en que se habían registrado elevados valores de descarga, se comprobó la existencia de mineral, y sobre el perfil n.7, ubicado al S de la labor L.34. En este alineamiento se registraron dos anomalías: una que abarca 3 estaciones hacia el E, y se relaciona con las formaciones mineralizadas reconocidas anteriormente a la prospección; la segunda, más intensa, en el extremo W del perfil, con una dispersión equivalente a 54 voltios/seg., coincidió con una zona en que unos destapes, aun sin llegar a un nivel francamente mineralizado, evidenciaron un notable aumento de radioactividad a medida que se iban profundizando.

Resultados similares se obtuvieron con el perfil n.9. La curva de dispersión presentó dos máximos hacia los extremos del alineamiento, con el valor más elevado al W.

Una labor de comprobación, la L.49, que el Dr. Américo Timonieri necesitaba para completar su plan de exploración de la zona N, reveló la existencia de mineral hacia el extremo oriental del perfil, en correspondencia de la pequeña anomalía, infiriéndose de ello que también la anomalía occidental correspondía a una región mineralizada.

Zona Central.— Empieza en el límite que separa el campo de la Colonia Infantil del Ejército del campo de la Estancia La Mandinga, terminando al S unos 200 m antes del puesto de Guardia.

En este sector del yacimiento se prepararon sólo 8 perfiles, numerados del 11 al 18, cuyas correspondientes curvas de dispersión manifestaron características similares a las que se observaron para la zona N. En todos, menos en el perfil n.17, se repitieron las dos anomalías, y la misma coincidencia de una de ellas (la oriental) con los bancos mineralizados se constató todas las veces que se hicieron pasar los alineamientos en proximidad de trincheras o piques.

El perfil 17, que hace excepción, por cuanto los valores de descarga se manifestaron uniformemente bajos, presenta una sola anomalía en lugar de las dos que se observaron a lo largo de casi todo el yacimiento.

La causa podría residir en la considerable potencia que parece presentar la cubierta de aglomerado moderno en la zona en que se realizaron las mediciones ionométricas, presumiéndose, por tanto, que la dispersión relativamente baja observada en la estación anómala derivara de una mayor absorción del radón por parte de la cubierta misma antes que a un empobrecimiento de las formaciones uraníferas que pasarían en correspondencia o en proximidad de la mencionada estación.

Un pique de exploración, efectuado después de las determinaciones de radón, confirmaría esta suposición, ya que, a pesar de la profundidad que se alcanzó (13 m), no se pudo atravesar toda la cubierta que oculta el paquete sedimentario en que se hallarían los bancos mineralizados. Por otra parte, la no existencia de la anomalía oriental podría ser debida también al hecho de no tener el perfil 1 el desarrollo que hubiera sido necesario hacia el E o, tal vez, a un empobrecimiento de las formaciones mineralizadas que pasan por los extremos de los perfiles 16 y 18.

Para este caso, como para otro en que surgieron las mismas dudas (perfil 10, zona N), la curva que atraviesa los alineamientos en correspondencia de las estaciones orientales en que se registraron los valores anómalos de dispersión eléctrica, está representada en la lámina 2 con una línea de puntos.

Zona Sur.— Comienza en el perfil 18 A y termina a unos 100 m del Sanatorio provincial de Villa Santa María, comprendiendo en su área 10 perfiles, numerados del 18 A al 27.

Es este el sector mejor conocido del yacimiento por sus numerosas labores de investigación geológica preexistentes a nuestra llegada, y por las que se efectuaron posteriormente durante el desenvolvimiento de nuestros programas de trabajo. En efecto, las perforaciones realizadas con una perforadora Rotary, con palas australianas, y las nuevas trincheras que la comisión geológica hizo abrir en distintos lugares, complementadas por la prospección ionométrica, permitieron localizar nuevas formaciones mineralizadas que aparecieron a consecuencia de la necesidad de esclarecer el origen de las anomalías señaladas con las mediciones geofísicas al W de los bancos ya conocidos.

Entre los trabajos de comprobación que se realizaron, conviene señalar el que se efectuó sobre el perfil 21, cuya curva de dispersión indicaba tres zonas anómalas, coincidiendo una de ellas, la central, con los bancos mineralizados que anteriormente a la prospección ionométrica habían sido cortados con la trinchera L.20. Teniendo en cuenta el escaso espesor calculado para la cubierta aluvional en este lugar, se consideró conveniente abrir una trinchera, la L.60, en correspondencia de la anomalía ubicada al W de los bancos que pasan por L.20, que tuviese como centro la estación en que se había registrado el valor más alto de dispersión.

La excavación, decidida por el Dr. A. Timonieri, destapó a menos de 1,50 m de profundidad, un banco mineralizado que todavía no se conocía y que pertenece a un nivel inferior de la serie sedimentaria.

En la misma zona, poco más al S, entre las labores L.17 y L.18, a pocos metros de una trinchera (L.57) que se estaba abriendo para reconocer el banco mineralizado inferior del paquete sedimentario, localizado sobre el perfil 21 con la labor L.60, se ubicó oportunamente una serie de estaciones ionométricas con el fin de orientar mejor los trabajos de destape.

La curva que se obtuvo con las mediciones realizadas presentó dos áreas en que se registraron interesantes valores de dispersión, coincidiendo la anomalía oriental del perfil con los bancos que aparecen en la labor L.18, y la occidental con la trinchera que se estaba ejecutando, donde se localizó una formación mineralizada que se supone sea la misma encontrada sobre el perfil anterior.

MEDICIONES DE RESISTIVIDAD

En la investigación geofísica de este yacimiento, además del método ionométrico se aplicó también el de la resistividad aparente del sub-

suelo para determinar la profundidad del basamento que aflora en las orillas del río Cosquín, y la del nivel hidrostático en la zona mineralizada, como también para localizar eventualmente fallas que pudieran afectar a los bancos uraníferos.

Con este propósito se realizaron dos series de sondeos eléctricos verticales sobre un total de siete perfiles orientados en sentido E-W y ubicados en la zona central y S del yacimiento. La primera serie de mediciones eléctricas, con perfilajes separados 200 m uno de otro, se efectuó a lo largo de tres líneas con el objeto de proporcionar datos sobre la profundidad del basamento cristalino en el área comprendida entre el río Cosquín y el yacimiento. La segunda, con sondeos separados 12 m, fue realizada a lo largo de los tres perfiles mencionados, pero limitadamente a la franja mineralizada, y sobre cuatro líneas más que se intercalaron entre los alineamientos que arrancaban de la margen izquierda del río.

En la primera serie de determinaciones de resistividad se alcanzó en algunos perfilajes la profundidad de exploración de 160 m, mientras que en la segunda se llegó solamente a los 100 m, efectuándose así un total de 113 sondeos eléctricos, distribuidos entre el límite N de la Estancia La Mandinga y el camino carretero de Villa Tillard. Los perfiles fueron contraseñados con las letras de A hasta G, correspondiendo los dos primeros y el último (A, B y G) a la investigación estructural profunda mediante los sondeos separados 200 m; los restantes (C, D, E y F), a la exploración de detalle, con sondeos separados mutuamente 12 m, destinados principalmente a establecer la profundidad de la napa freática en las áreas que en un futuro podrían interesar para la explotación de los bancos uraníferos.

La elección de la zona central y S para llevar a cabo la prospección eléctrica del subsuelo fue motivada por factores de tiempo y por la posibilidad de llegar hasta los afloramientos del basamento sin tener que abrir picadas de kilómetros en la densa vegetación a través de campos particulares.

En el perfil B se pudo seguir las variaciones de profundidad del basamento entre el río y el yacimiento, sin que se observaran oscilaciones apreciables hasta llegar al borde de la terraza superior, donde las curvas de resistividad evidencian una discordancia notable que indicaría la existencia de una falla importante al W de los bancos mineralizados.

Análogos resultados se obtuvieron con los sondeos eléctricos del perfil G, ubicado en el extremo S del yacimiento, donde las curvas correspondientes a los perfilajes realizados señalarían varias discordancias que pueden atribuirse a la presencia de fallas, con una probable zona de hundimiento comprendida entre dos líneas de fractura que se hallarían al W de la zona mineralizada. Los sondeos eléctricos de detalle efectuados sobre este mismo perfil pusieron de manifiesto otros elementos más a complemento de los que ya se poseían sobre la zona mineralizada, donde el basamento estaría a una profundidad de 65 m aproximadamente.

En lo que concierne al nivel hidrostático en la franja de 150 m que abarca las formaciones uraníferas, los mismos sondeos indicarían para la zona central y S una profundidad que varía entre 12 y 30 m.

CONSIDERACIONES FINALES

De acuerdo con los datos de observación reunidos en el curso de la exploración geofísica realizada con la colaboración del personal técnico de la Comisión Geológica Cosquín, se pueden formular las siguientes conclusiones que se desprenden del análisis de las mediciones ionométricas y de resistividad, resultando ellas corroboradas en parte por verificaciones directas mediante laboreo minero, y en parte por correlaciones geológicas.

I. Mediciones ionométricas:

1) Las determinaciones del radón contenido en el aire telúrico, efectuadas a lo largo de toda la franja de terreno que había presentado manifestaciones radioactivas, revelan la existencia de un área mineralizada, delimitada por dos líneas que cortan, al E y al W, la mayoría de los perfiles prospectados entre el camino a Pan de Azúcar y el Sanatorio de Villa Santa María, y ponen en evidencia la utilidad del empleo del método ionométrico en las investigaciones de vastas regiones de iguales características geológicas, en las que los afloramientos u otros indicios faltaran o fueran muy escasos.

2) Las dos líneas que resultaron de la conjunción de todos los puntos en que se habían registrado los más altos valores de dispersión al E y W de cada perfil, siguen rumbos casi paralelos que concuerdan con el de los bancos portadores de uranio, coincidiendo la línea orien-

tal, no obstante dos interrupciones, con las formaciones mineralizadas que habían sido reconocidas anteriormente en distintos sectores del yacimiento, y en la occidental con otros bancos, reconocidos hasta la fecha únicamente entre las labores L.20 y L.17.

3) Las dos soluciones de continuidad que se observan en la línea oriental entre los perfiles 9-11 y 16-18, pueden atribuirse tanto a un empobrecimiento de la mineralización, como a un insuficiente desarrollo de los perfiles intermedios (10 y 17) hacia el E.

4) En el sector S del yacimiento, entre el perfil 20 y 21 se nota una nueva zona anómala, ubicada más al E de la línea oriental (línea A-A), la cual podría indicar una fractura, con o sin repetición de los bancos mineralizados que se observan en la trinchera L.20.

II. Mediciones de resistividad:

Los perfiles de resistividad, efectuados en los sectores central y meridional del yacimiento mediante sondeos eléctricos verticales, han permitido inferir las condiciones litológicas y estructurales del subsuelo que se consignan a continuación:

a) La cubierta de aglomerado moderno, que en algunas zonas del yacimiento presenta un espesor a veces inferior a los 4 m, alcanza una potencia mayor entre los bancos mineralizados y el río Cosquín, especialmente hacia el sector S, donde los perfilajes eléctricos indican para el primer estrato espesores de hasta 24 m.

b) La profundidad del basamento en el sector central entre la margen izquierda del río Cosquín y la zona mineralizada, oscila entre 48 y 130 m; en el sector S entre 40 y 90 m.

c) El nivel de la napa freática estaría a una profundidad de 8 m en la llanura comprendida entre el río y el borde de la primera terraza, mientras que dicha profundidad resultaría entre 12 y 30 m en el área en que se efectuó la prospección ionométrica.

Las correlaciones de las distintas curvas de los sondeos eléctricos, tanto en el sector central, como en el meridional, pondrían asimismo de manifiesto la existencia de dos fallas principales: una al E de los bancos mineralizados y otra al W de dichas formaciones. Resultaría además que las condiciones estructurales del sector S, entre la labor L.1 y la zona del Sanatorio, se diferencian sensiblemente de las que

se infirieron de los perfilajes eléctricos realizados en el sector central, por cuanto, entre las dos fallas principales fue localizada otra que se ubica en el límite occidental de la franja mineralizada, sospechándose la existencia de un jirón de basamento ascendido por el sistema de fallas inversas imperante.

Esta última suposición parecería confirmada, en efecto, por una perforación mecánica efectuada al S del perfil G, con la cual a los 63 m de profundidad se habría llegado al basamento cristalino.

CORRIGENDA

Página	Línea	Donde dice	Debe decir
144	35	U308	U_3O_8
146	26	voltios	mV
146	34	10° voltios	108 mV
150	1	voltios	mV
150	16	voltios	mV
150	28	voltios	mV
151	27	1	17