



ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA Y
COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

CURSO REGIONAL DE CAPACITACIÓN EN LA PROSPECCIÓN DE URANIO

BUENOS AIRES, 8 de setiembre - 31 de octubre 1969

IV. MÉTODOS DE EXPLORACION FISICA

1. EXPLORACION FISICA, LABOREOS MINEROS Y PERFORACIONES

Dr. FELIX RODRIGO

EXPLORACION FISICA, LABORES MINEROS Y PERFORACIONES

FELIX RODRIGO

Comisión Nacional de Energía Atómica

1. ASPECTOS GENERALES

El estudio de este tema difícilmente puede considerarse en una hora de exposición.

Siendo así, pasaremos solamente revista de los principales métodos de exploración física, sin detenernos en las tecnologías de ejecución, sino solamente en cuanto atañe al objetivo fijado que es el del conocimiento de la formación mineralizada, a través de la determinación de su morfología, dimensiones y leyes medias, tendientes a la estimación de las reservas de uranio.

La elección del método de reconocimiento físico; labores mineras y/o perforaciones, puede quedar supeditada tanto a factores técnico-económicos, como a condiciones particulares del país, la región o el yacimiento donde deben realizarse los trabajos, por lo que se estima de interés una serie de consideraciones generales, tanto de las posibilidades y limitaciones de los métodos en sí, como de los objetivos y requerimientos perseguidos, a fin de lograr una planificación conveniente.

Corresponde destacar desde el comienzo, que la exploración física de yacimientos de uranio, la que al igual que la de otros elementos puede encararse mediante labores mineros o sondeos, o ambos métodos combinados, ofrece sin embar-

go una variante fundamental con respecto a los sistemas convencionales.

En efecto, la circunstancia de que los minerales de uranio sean radiactivos, posibilita la utilización de instrumental (detectores o sondas de perfilaje, con tubos G-M o cristales de INa (Tl), que permiten un control adicional de la mineralización "in situ", no haciendo imprescindible, en condiciones especiales, la extracción o recuperación de muestras, testigos o "cuttings", de las labores o perforaciones.

En este sentido, si bien en trabajos regulares de exploración, se recurre en general al método clásico de perforaciones con corona y recuperación de testigos-único que asegura una correcta representación de la zona atravesada-, las técnicas de "gamma logging", favorecen la limitación de los tramos coroneados estrictamente a los sectores o niveles en los que se infiere la existencia de mineralización. Con este sistema disminuyen los costos de la exploración, ya que aún en el caso de existir otros cuerpos uraníferos no previstos, los mismos son localizados de inmediato por el perfilaje radiactivo.

Esta circunstancia favoreció igualmente la progresiva utilización de perforadoras de tipo "wagon drill" - equipos neumáticos a percusión-, los que de capacidades iniciales de hasta 30 m se han ido ampliando hasta más de 120 m, con rendimientos y costos muy favorables. El perfilaje radimétrico se complementa con la recuperación de "cuttings", no contaminados o diluïdos por los lodos de inyección, como sucede en la perforación convencional [1].

Las limitaciones del "wagon drill" derivan de las condiciones físicas de los terrenos a atravesar siendo desfavorables la presencia de arcilla, rodados sueltos o terrenos no competentes, o la existencia de capas acuíferas de cierta

importancia, las que interfieren su aplicación.

El hecho de que la recuperación de testigos no sea absolutamente imprescindible en la exploración del uranio, posibilita que la relación de pozos coroneados a los simplemente perforados con trépano o "wagon drill", pueda ser regulada, en función de la homogeneidad de la mineralización, la continuidad de la misma y el progresivo conocimiento de un yacimiento. Los tramos testigados permiten a su vez establecer una recta de correspondencia estadística radiactividad-tenor (ra/t), aplicable mediante perfilaje a los pozos restantes.

En general, mediante utilización de este método combinado—sobre todo en yacimientos en sedimentos, de características por lo general más regulares—, se obtiene una sensible reducción de los costos de perforación, pudiéndose, en casos favorables, llegar a ejecutar un pozo coroneado cada 10 con trépano o "wagon drill", siendo frecuente la relación 1 a 5.

La exploración mediante laboreos mineros, si bien ofrece rendimientos menores y costos sensiblemente superiores a los de los sondeos, posibilita un conocimiento más acabado de la mineralización, no traducido a impactos aislados, sino a una investigación continua en las direcciones seleccionadas, lo que asegura una mayor precisión en el grado de seguridad de la estimación de las reservas puestas en evidencia.

Este método permite, además, obtener valiosa información sobre las condiciones de explotación del yacimiento (comportamiento de la mena y de las cajas, coeficientes de "pérdida" y "dilución" del mineral, etc) y muestras representativas, de características y volúmenes adecuados para realizar ensayos de beneficio del mineral, los que resultan indispensables para completar la evaluación económica del yacimiento.

Generalmente, durante la exploración se hace uso combinado de laboreos mineros y de perforaciones, sean estos ex

ternos o internos. Los sondeos internos se realizan con equipos convencionales con capacidades hasta profundidades de 100 a 200 m, o con martillos percutantes de mediana capacidad, los que permiten la investigación hasta 30 m a partir de las labores de base.

En estos casos, es necesaria una adecuada planificación y riguroso control de los costos operativos relativos de cada técnica, a efectos de precisar los objetivos que se desea alcanzar y evitar la superposición de información, la que afectaría irremediablemente el balance económico. [27].

La relación de costos operativos entre las labores mineras clásicas de secciones comunes y los sondeos testigados varía de un país a otro, en función de las facilidades para disponer de equipamiento mecánico y de la mano de obra. En Francia, por ejemplo, es de 1 a 5. En Argentina, varía de 1 a 4 para Mina "Huemul", (Mendoza), en trabajos mineros bajo nivel y presencia de abundancia de agua, hasta solamente 1 a 2 en el Distrito Tonco (Salta), donde debido a condiciones particulares la mayor parte de las labores se desarrollan sobre socavones de acceso (niveles positivos), sin problemas de competencia de las rocas, ni de agua.

La fijación de programas a mediano término y posible evolución y desarrollo de cada yacimiento o distrito minero, pueden condicionar, en determinadas circunstancias, el tipo de trabajos de exploración a adoptar.

De no existir, por ejemplo, un requerimiento inmediato de producción, podrían diferirse total o parcialmente los programas de laboreos mineros, ya que los sondeos, a un costo sensiblemente menor, permiten definir el potencial de un yacimiento, con un grado de seguridad aceptable.

Entraremos a considerar, ahora, la planificación de los trabajos de reconocimiento físico.

Una vez verificada en el terreno la existencia de un indicio o anomalía radiactiva, corresponde certificar de inmediato la presencia de mineral de uranio y definir cuantitativamente la importancia de su acumulación a través de la determinación del orden de magnitud, de algunos de los principales parámetros. Entre ellos cuentan los factores geológicos que controlan la presencia de la mineralización, dimensiones del cuerpo (desarrollo, longitud, espesores medios), tenores medios radimétricos y/o químicos, morfología, etc., a fin de orientar las sucesivas etapas de reconocimiento geológico-minero y formular el primer programa de exploración física.

Desde luego que los primeros trabajos de reconocimiento físico no pueden ni deben ser hechos regidos por una eventual futura evaluación del yacimiento, ya que en esta etapa no se trata de valorizarlo, sino justamente de poner en evidencia la presencia de mineralización. [3].

Resulta así conveniente fijar objetivos bien definidos y concretos a cada una de las etapas posibles de desarrollo de un yacimiento, a fin de poder precisar sobre tales bases el carácter de las investigaciones a realizar, junto a la elección del método de reconocimiento físico, capaz de brindar la información requerida.

La cantidad de etapas en que podría dividirse la exploración de un yacimiento, pueden obedecer a múltiples causales; tanto de orden técnico: derivadas de las condiciones particulares del depósito; económicas: por regulaciones de tipo presupuestario u otros factores o simplemente de la urgencia en disponer de reservas de uranio, para su beneficio inmediato o para favorecer la formación de una política nacional.

En Argentina, aceptando una equilibrada incidencia

de los factores mencionados, generalmente se divide la exploración en 3 etapas:

- 1a. Reconocimiento Preliminar. Orientada a poner en evidencia la existencia de mineral de uranio, mediante la ejecución de trincheras, calicatas, pozos, sondeos de wagon-drill, etc. Se alcanza una estimación cualitativa de la zona superficial del yacimiento.
2. Reconocimiento Subprofundo. Orientada a la puesta en evidencia de un yacimiento de uranio con posibilidades de interés económico, mediante la ejecución de programas de sondeos y/o laboreos mineros, en áreas parciales del depósito favorecidas por la accesibilidad, hasta profundidades fluctuantes entre 50 y 100 m. Al haber mejorado, paralelamente, el grado de conocimiento geológico-minero, permite realizar una estimación del potencial del yacimiento.
- 3a. Desarrollo y evaluación regular del yacimiento. Orientada a determinar las reservas y valor económico del depósito, mediante la ejecución de programas regulares de exploración física (sondeos y/o laboreos mineros).

Puede mencionarse aquí que en Estados Unidos se perforaron 16.000.000 m hasta el año 1960, habiéndose alcanzado hasta esa fecha una reserva del orden de 160.000 t U_3O_8 , es decir 100 m de sondeos por cada tonelada de reserva [4].

El programa de perforaciones para los años 1967-1970 comprendía 16.500.000 m, de los que se han cumplido ya más de la mitad, incrementándose las reservas solamente en el orden de 30-40.000 t U_3O_8 , por lo que en esta etapa cada tonelada de U_3O_8 insumió más de 200 m de sondeos.

II- RECONOCIMIENTO PRELIMINAR

El reconocimiento preliminar debe orientarse, simplemente, a documentar la presencia de mineral y a investigar las condiciones geológicas que definen su posición y/o control.

Al iniciar los trabajos, cuando no se tiene aún ningún conocimiento u orientación concreto sobre las características de la mineralización, no es posible aún precisar ninguna malla adecuada de reconocimiento, salvo la que imponga las dimensiones de la anomalía original.

En esta etapa es prudente optar por una implantación regular y sistemática de los trabajos, si aún no se conocen posibles orientaciones preferenciales en los cuerpos mineralizados, que pudieran influir en la misma [5].

Pueden ser igualmente aceptadas labores y/o sondeos emplazados en zonas privilegiadas, posibles de contribuir al mejor conocimiento del fenómeno mineralizador, su relación con las estructuras o sucesiones sedimentarias, la composición de las rocas, etc.

Pero, en ausencia de tales necesidades, debe adoptarse una malla sistemática de reconocimiento, evitando realizar los trabajos sobre los puntos más ricos o significativos de la carta de isoradiactividad (Fig.1, Programa I) y menos aún sin apoyarlos en una interpretación geológica (Fig.2), lo que podría prestarse a soluciones erróneas.

En el caso de las citadas figuras, las informaciones radimétrica y geológica, analizadas en conjunto, no dejan lugar a dudas sobre la existencia de dos cuerpos mineralizados, por lo que tanto las trincheras (Fig. 1, Programa II), como eventuales sondeos de reconocimiento (Fig.3) deben ser adecuados a tal circunstancia.

Así como es aconsejable una malla ortogonal de reconocimiento, en la que los impactos investiguen la mayor cantidad de niveles o direcciones diferenciales, debe evitarse iniciar la misma a partir del punto más rico, ya que se introduciría un factor de error. La malla debe implantarse al azar.

Si bien sería económicamente conveniente que la ma-

lla de reconocimiento preliminar pueda integrarse con la de evaluación definitiva del yacimiento- lo que es a veces posible para depósitos en sedimentos-, el geólogo no debe aferrarse a este esquema demasiado rigidamente, hasta no disponer de suficiente información para decidir sobre el particular.

Si debido a necesidades operativas los trabajos no se desarrollaran sobre una malla sistemática, deberán valorizarse correctamente los parámetros obtenidos por una vía que podría ser preferencial, adoptando las correcciones o reajustes que se estimen prudentes.

La separación de la malla es función de la dimensión del fenómeno mineralizador y, eventualmente, de cada uno de los cuerpos individuales que lo integran, pero deben observarse tanto limitaciones económicas prácticas (distanciamientos no menores de 10 m, por ejemplo), como de prudencia técnica (no mayores de 50 m).

Durante el reconocimiento del yacimiento "Don Otto" (Salta), por ejemplo, de 2.500m de desarrollo semiaflorante y con una aparente regularidad. tanto geológica como de la mineralización, el hecho de implantar trincheras cada 50 m permitió definir la existencia de 3 estratos portadores, con un progresivo desplazamiento de la mineralización hacia los superiores, en sentido sur-norte [6].

Para un filón, una estructura mineralizada subvertical o un estrato aflorante favorecido por un relieve pronunciado, la primera etapa de reconocimiento se realiza generalmente mediante trincheras o calicatas, de dimensiones suficientes para interesar el fenómeno mineralizador y poder realizar una observación geológica adecuada y un muestreo regular.

Para cuerpos mineralizados enclavados en estructuras

sedimentarias subhorizontales, en relieves tipo "plateau", con escasa cubierta, es frecuente implantar pequeños pozos abiertos, o si la naturaleza del terreno lo permite, perforar barrenos con pequeños motocompresores portátiles o martillos autónomos, tipo Cobra, Bosch, Pinazza, etc, con los cuales es posible alcanzar profundidades de hasta 7 y 8 m. Estos permiten la recuperación de detritos o "cuttings", lo que se complementa con perfilajes radiactivos.

Se está generalizando, asimismo, recurrir en esta etapa a sondeos con "wagon-drill", con profundidades de hasta 30 m, lo que permite el reconocimiento de un mayor volumen del yacimiento y contribuye a controlar el fenómeno de posibles enriquecimientos superficiales [7].

En zonas de acceso difícil se utilizan equipos perforadores ultralivianos, tipo Winkie o similares, capaces de extraer testigos de pequeño diámetro, hasta profundidades de 50 a 60 m.

III. EXPLORACION FISICA

Esta etapa de trabajos está orientada a:

- a) La determinación exacta de la geometría del cuerpo mineralizado.
- b) La determinación de la ley media representativa del yacimiento.
- c) El conocimiento más acabado posible de la mena y de la ganga acompañante.

Dichos parámetros posibilitan la estimación de las reservas del yacimiento y su evaluación económica.

Independientemente de la cantidad de etapas con que se cumplen estos trabajos, los métodos de reconocimiento físico responden a perforaciones o laboreos mineros - o la combinación de ambos - de modo que iniciaremos su descripción de este orden.

III.1. Perforaciones

Según las condiciones geológicas del yacimiento, el grado de desarrollo de la exploración o la seguridad requerida para la determinación de las reservas, las perforaciones pueden ser:

a) Sondeos testigados: Son los únicos que pueden proveer un tenor confiable, sobre la base de una buena recuperación de testigos, la que debe considerarse estrictamente circunscrita al sector de interés y no al desarrollo total del pozo.

b) Sondeos con recuperación de "cuttings". Pueden presentar numerosos problemas de dilución y/o contaminación del material recuperado, el que en general presenta fuertes variaciones de un sondeo a otro. Sus resultados serán aceptables en la medida en que sean controlables con rectas de correspondencia ra/t , establecidas con pozos con recuperación total de cuttings o, mejor aún, testigados.

c) Sondeos con pésima o sin recuperación de material. Solamente suministrarán información si se dispone de rectas de correspondencia ra/t regularmente establecidas.

En general, los sondeos de exploración deben ser paralelos, implantados con una malla fija ortogonal, con los retículos orientados en función de las direcciones de los cuerpos mineralizados y con intersecciones o impactos si es posible perpendiculares al desarrollo de mayor superficie de los mismos (Figs. 4 y 5).

La falta de paralelismo en los sondeos, o su implantación a favor de una dirección preferencial de la mineralización, puede conducir a estimaciones erróneas. Tal puede ser el caso de sondeos internos, desde galerías o chimeneas desarrolladas dentro de un cuerpo tabular o estratiforme.

En igual forma, un programa de sondeos a malla cuadra

da puede no ser conveniente cuando se investigan yacimientos con fuertes anisotropías, en cuyo caso es recomendable una malla rectangular, con mayor cantidad de impactos en las líneas transversales a la de la dirección preferencial. Ejemplo: mineralización difundida en estratos, a partir de una falla transversal, siendo la falla misma y el área más próxima estéril, por un proceso de lixiviación posterior. La malla ortogonal podría resultar preferencial (negativa o positiva), con respecto a la zoneografía de mayor acumulación. En este caso resulta imprescindible disponer de una mayor densidad de información, en dirección transversal a la falla (Figura 6).

Otro caso particular es el de Mounana, Gabón, señalado por Carlier. Se trata de un cuerpo en más de sección elipsoidal, con una muy buena isotropía de tenores [37].

Para el conocimiento de los tenores medios en tal tipo de yacimiento, lo aconsejable es una malla cuadrada; en cambio, para la estimación de volúmenes se impone una malla homotética a los ejes del elipse (Fig.7). Siendo el tenor medio elevado y no existiendo inquietud en este sentido, se optó por su exploración con sondeos verticales, con una malla de 10 x 20 m, groseramente correspondiente a la figura de la proyección horizontal del cuerpo mineralizado.

III.2. Laboreos mineros

Como ya citamos, la decisión de realizar la exploración física de un yacimiento mediante laboreos mineros depende de varias circunstancias, forma y dimensiones de los cuerpos, emplazamiento topográfico, problemas de acceso, continuidad en el desarrollo, posibilidad de una explotación inmediata, etc, condiciones todas capaces de incidir en el tipo y densidad de los trabajos.

Al igual que para los sondeos, todo buen reconocimiento debe realizarse a través de implantaciones regulares, con

niveles equidistantes (cada 30 a 50 m), condición que si bien resulta excelente para formaciones de mediana o gran dimensión (varios centenares de metros), no lo es para los pequeños cuerpos (de algunas decenas de metros).

Para las pequeñas formaciones, si el valor inferido del cuerpo lo justifica y se prevé una explotación inmediata, puede cerrarse la malla (hasta 20 m), o correr un riesgo deliberado, sacrificando la precisión de la estimación de las reservas.

Para cuerpos mayores, en los que es factible la implantación de una malla regular, pueden a su vez presentarse algunas variantes, en función del espesor de los cuerpos mineralizados.

III.2.a. Cuerpos de pequeño espesor, verticales o con fuerte inclinación.

Pueden corresponder tanto a filones verticales o subverticales, como a estratos con fuerte buzamiento (Fig.8).

No siendo necesario, a efectos de la estimación de reservas, un trazado de labores igualmente denso en dos direcciones, a menos que medien para ello razones geológicas; se puede optar por desarrollar los niveles o las chimeneas, con el equidistanciamiento citado del orden de 40 metros, según se esté en presencia de zonaciones verticales u horizontales, respectivamente.

En condiciones de isotropía, en general se eligen las galerías a nivel, por facilidades de trazado, ejecución y operación y porque las mismas son susceptibles de transformarse posteriormente en vías de acceso o transporte durante la explotación. La densidad de chimeneas o montantes, se regula principalmente en función de problemas de ventilación, en distanciamientos múltiples del módulo de los paños a adoptar se para la estimación de reservas y/o futura explotación.

En el Yacimiento "Don Otto" (Salta), que se inició con niveles cada 40 m y chimeneas cada 50 m, se han distanciado éstas a 100 m (Fig.11).

III.2.b. Cuerpos de espesor mayor

Corresponden, en cuanto a implantación de las galerías y montantes, las mismas consideraciones del caso anterior. El reconocimiento físico se complementa con estocadas o sondeos, trazados con una malla regular, los que deben interesar el espesor total de la formación mineralizada (Fig.9).

La densidad de la malla auxiliar será determinada en correspondencia con la heterogeneidad de la mineralización.

Para los casos de cuerpos de gran espesor tipo amás o columnas mineralizadas, la exploración debe realizarse con trabajos mineros de base, implantados en secciones horizontales equidistantes. En cada sección horizontal se desarrollará luego una malla regular de galerías, estocadas y/o sondeos, de acuerdo a las dimensiones y características del cuerpo mineralizado (Fig. 10). En función de la homogeneidad de la formación, es posible reemplazar parte de las estocadas y/o sondeos testigados por sondeos percutantes, con o sin recuperación "cuttings", a condición de disponer de una recta de correspondencia radiactividad-tenor confiable. Ello conducirá a una notable economía en la exploración.

III.2.c. Formaciones estratiformes subhorizontales

Si las condiciones de competencia de los sedimentos portantes de la mineralización son buenas y aseguran una correcta recuperación de testigos, las condiciones topográficas resultan favorables y la cubierta estéril es de un espesor moderado, los sondeos constituirán el método de reconocimiento más adecuado. [8/.

No obstante, si por razones especiales se opta por labores mineros de exploración, deberá actuarse de manera si-

milar al descrito para una sección horizontal de un amás o cuerpo columnar. De tratarse de un cuerpo de mayor espesor que la sección de las labores, deberá complementarse el reconocimiento con estocadas y/o sondeos verticales o perpendiculares al estrato.

Ocasionalmente, en yacimientos de este tipo, los labores de reconocimiento de la mineralización, pueden ser utilizadas como accesos para la implantación de sondeos internos. (Fig.12).

III.2.d. Repetición de cuerpos

Tanto en el caso de cuerpos filonianos, alojados en estructuras de fallas complejas, como en sucesiones sedimentarias, las que pueden reproducir ciclicamente condiciones favorables, puede producirse una repetición de cuerpos mineralizados, más o menos subparalelos. [9].

Su exploración requiere de una planificación especial y de un adecuado conocimiento geológico, a fin de seleccionar la implantación de los labores de base en los cuerpos que ofrezcan mejores perspectivas y condiciones de regularidad. En general, se procede como si se tratase de formaciones de gran espesor, pero el hecho de intercalarse sectores estériles obliga a establecer un análisis económico muy estricto para cada labor y/o sondeo.

En la Mina "Huemul" (Mendoza, Argentina), en el sector Agua Botada, se han localizado cinco bancos mineralizados, reconocidos mediante perforaciones. Las labores de preparación minera se desarrollan sobre el Banco 4, que es el más regular y de mayor extensión y desde el mismo se han trazado accesos a los restantes (Fig. 13 y 14). Dicha mina se encuentra actualmente en explotación y abastece de mineral a Planta Malargüe [6].

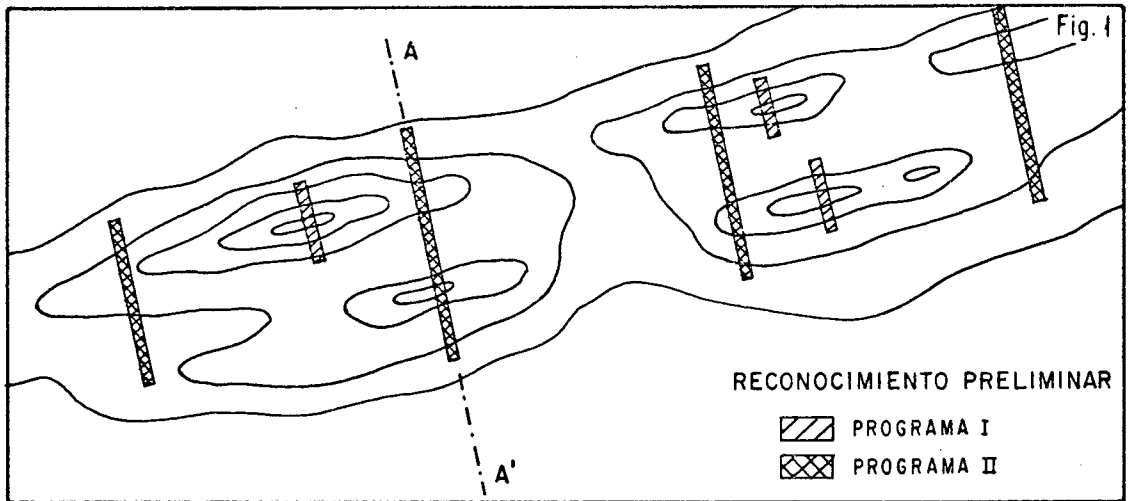
Similares características de presentan en la mayoría

de los yacimientos del Distrito Tonco-Amblayo (Salta, Argentina) en los que la mineralización encaja en una secuencia, varias veces repetida, de bancos de areniscas y lutitas. En "Los Berthos" se reconocen 5 estratos mineralizados. En "Don Otto", se han identificado 3, de los cuales el intermedio es el más regular, desarrollándose en el mismo los laboreos mineros de base /10/.

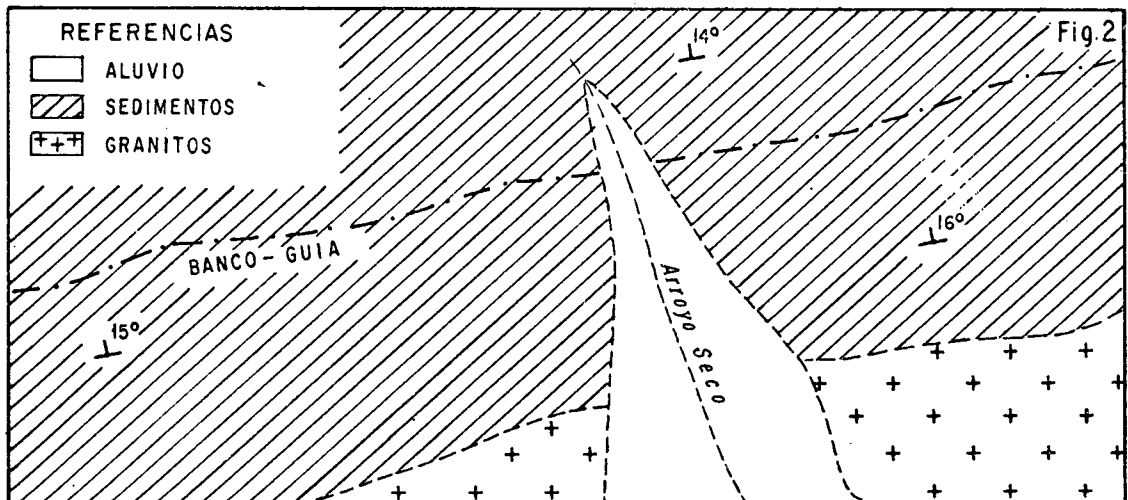
B I B L I O G R A F I A

- /1/ STIPANICIC, P.N. y RODRIGO, F., Evolución y Selección de los Métodos de Prospección y Evaluación para Yacimientos de Uranio en la Argentina. Acta Geológica Lilloana, V, págs. 183-215, Tucumán, 1965.
- /2/ LENOBLE, A., La Recherche del Uranium - L'Evolution des Méthodes, Rev. Ind. Min, V.41, N° 10, París, 1959.
- /3/ CARLIER, A., Contribution aux Méthodes d'Estimation des Gisements d'Uranium. Thèses, Fac. Scien. Univ. Paris, S.4226, N° 5077, Paris, 1964.
- /4/ HAASE, W., Uranverrate und Uranbedarf. Taschenbuch für Atomfragen. 1968.
- /5/ DEPARTAMENTO RECURSOS MINERALES, Normas sobre Trabajos de Evaluación. Informe Interno de la Gerencia Materias Primas. CNEA, Buenos Aires, 1964.
- /6/ FRIZ, C.T.; RODRIGO, F. y STIPANICIC, P.N., Recursos y Posibilidades Uraníferas en Argentina. Conf. Int. Utiliz. Energ. Atóm. Fines Pacíficos (Actas 3a. Conf.), V.12, P/405, págs. 42-54, Ginebra, 1964.
- /7/ CARRAT, H.G., El Método de Prospección de Uranio en una División Minera, Puesta a Punto y Resultados. Traducción CNEA de Annales des Mines, Marz 1959, Buenos Aires, 1959.
- /8/ NININGER, R.D., Minerals for Atomic Energy. Second Edition, New York, 1956.
- /9/ ROUBAULT, M. et. al., Les Minerais Uraniferes Francais et leurs Gisements. Pres. Univ. de France, Vol. I, II, III, París, 1962-1965.
- /10/ STIPANICIC, P.N.; RODRIGO, F.; FRIZ, C.T. y LINARES E., Provincias Uraníferas Argentinas. XXII Intern. Geol. Cong. Vol. 7, pág. 57-70, Prague, 1968.

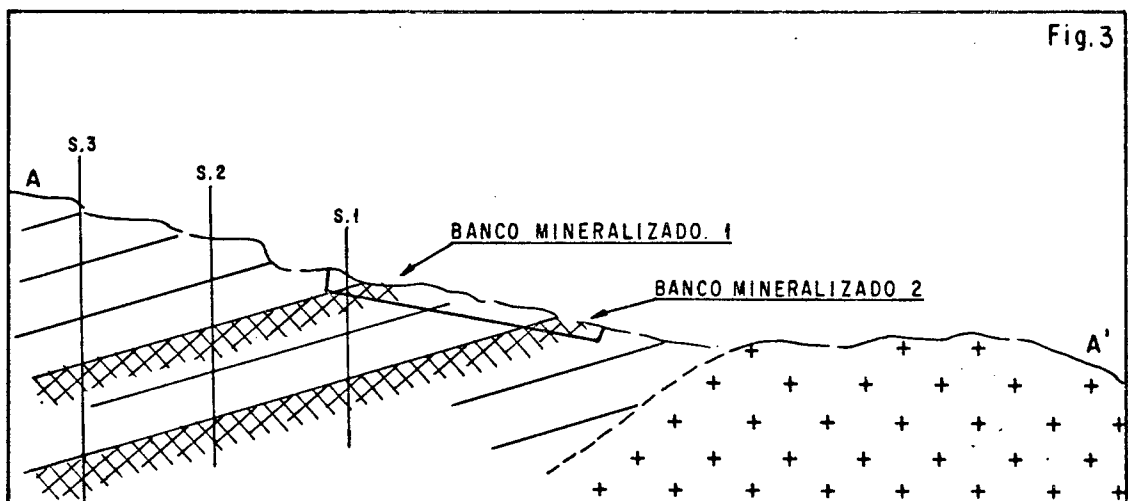
CARTA DE ISORADIATIVIDAD



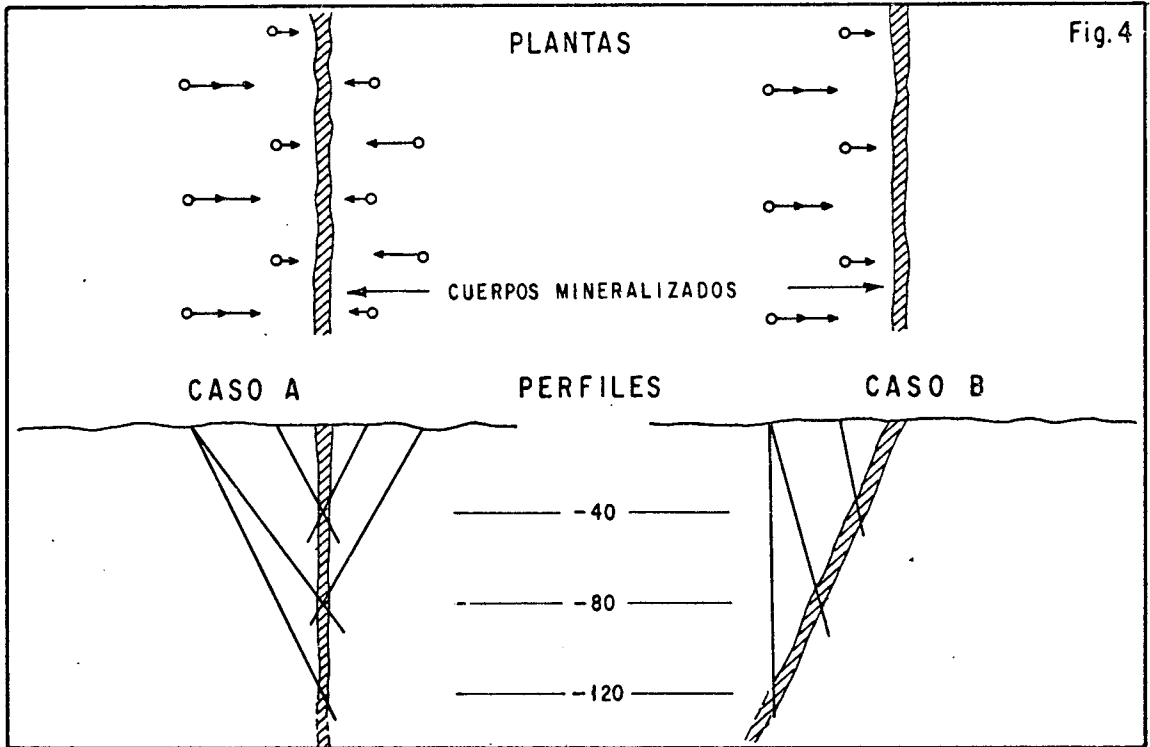
CARTA GEOLÓGICA



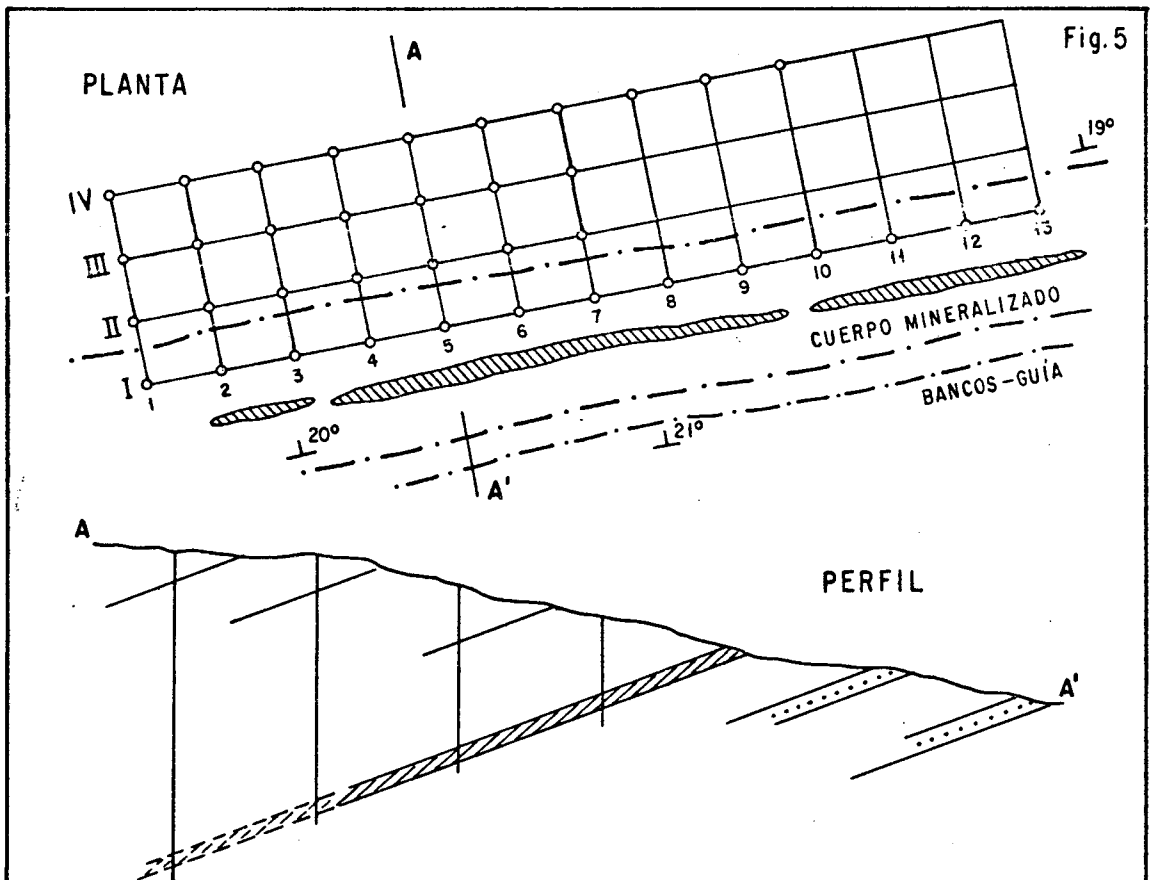
PERFIL TRANSVERSAL A-A'



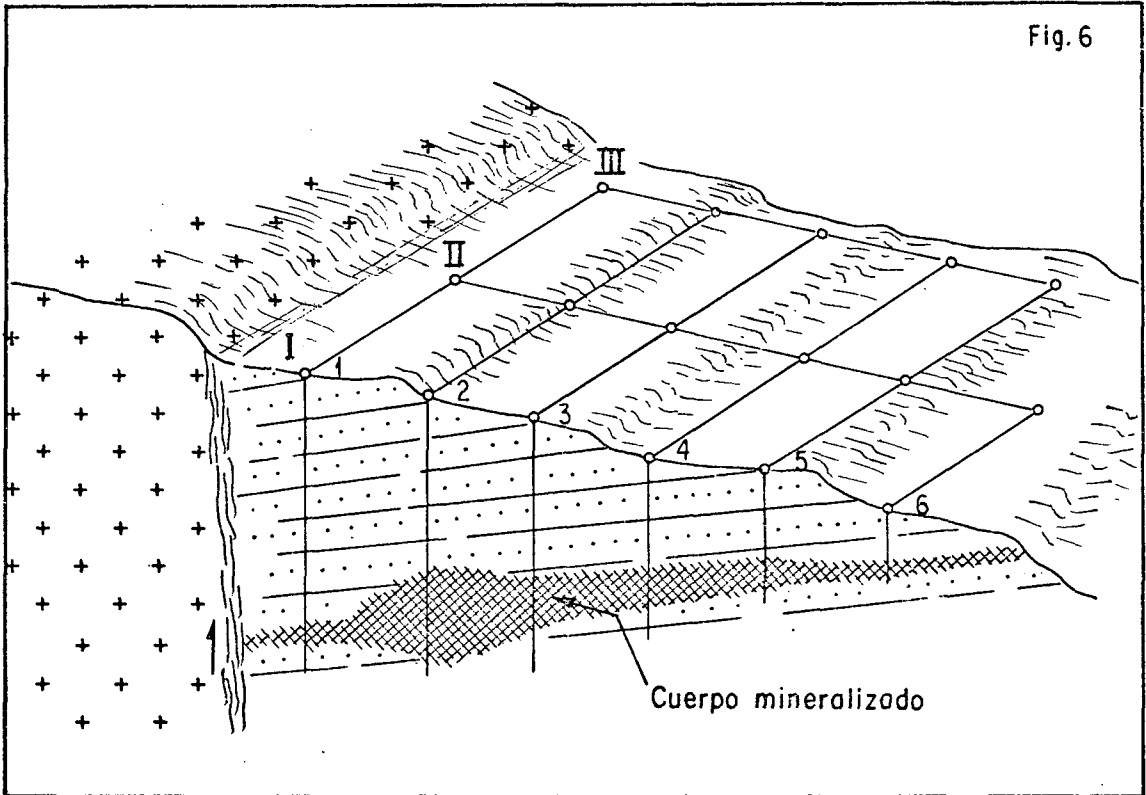
IMPLANTACIÓN DE SONDEOS ESTRUCTURAS VETIFORMES



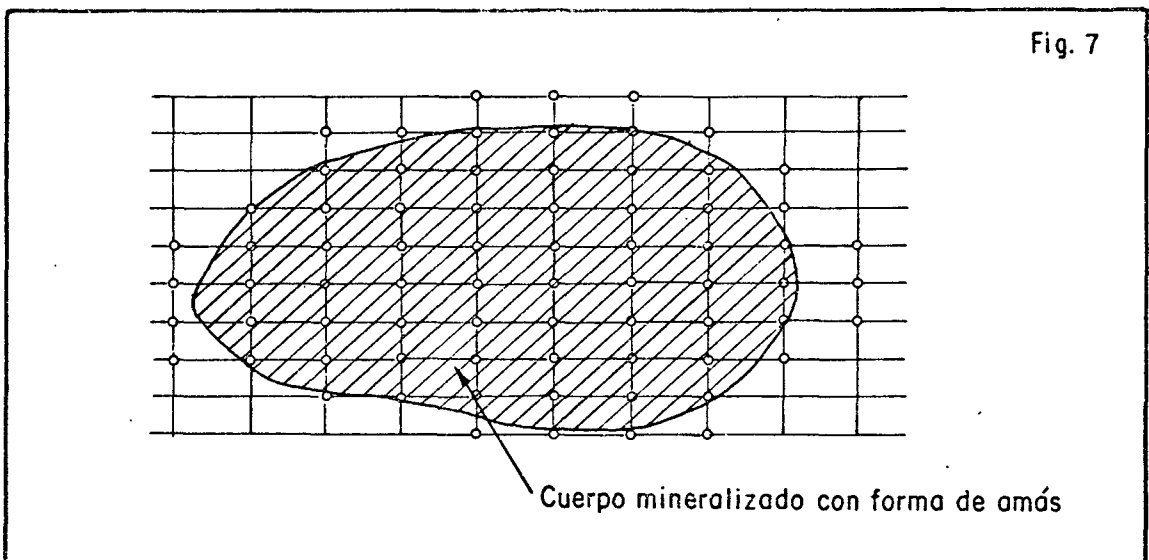
ESTRUCTURA SEDIMENTARIA



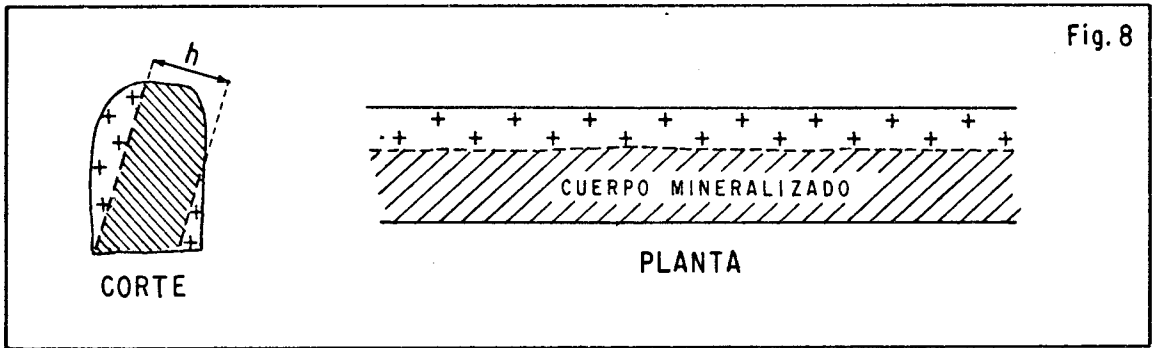
CASO DE UN CUERPO CON DIRECCIONES PREFERENCIALES



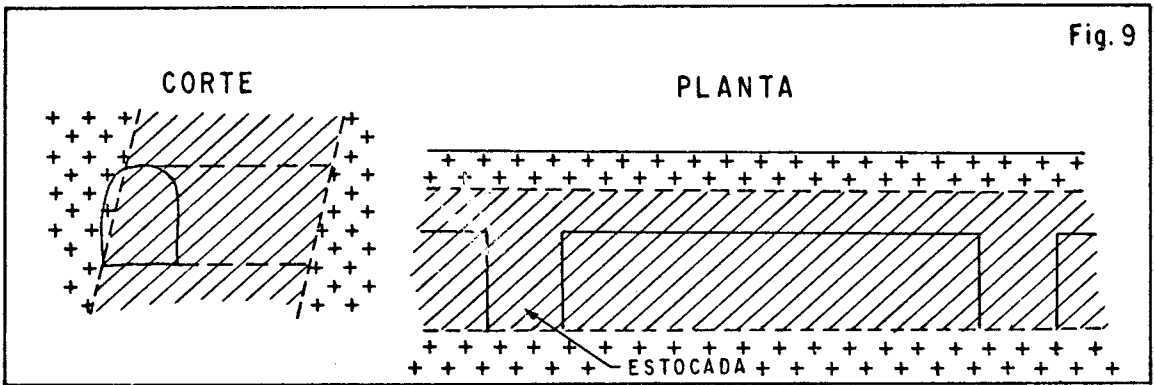
IMPLANTACIÓN DE SONDEOS EN MUNANA (Gabón)



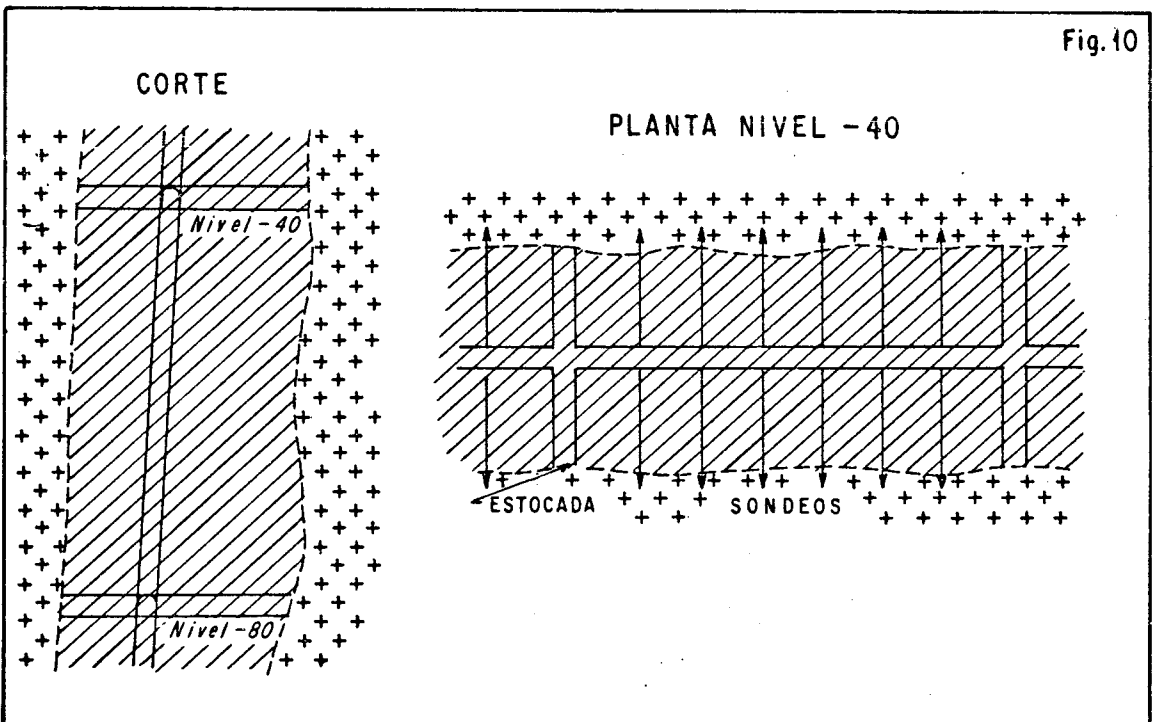
LABOREOS EN CUERPOS DE PEQUEÑO ESPESOR



ID. DE MEDIANO ESPESOR



ID. DE GRAN ESPESOR

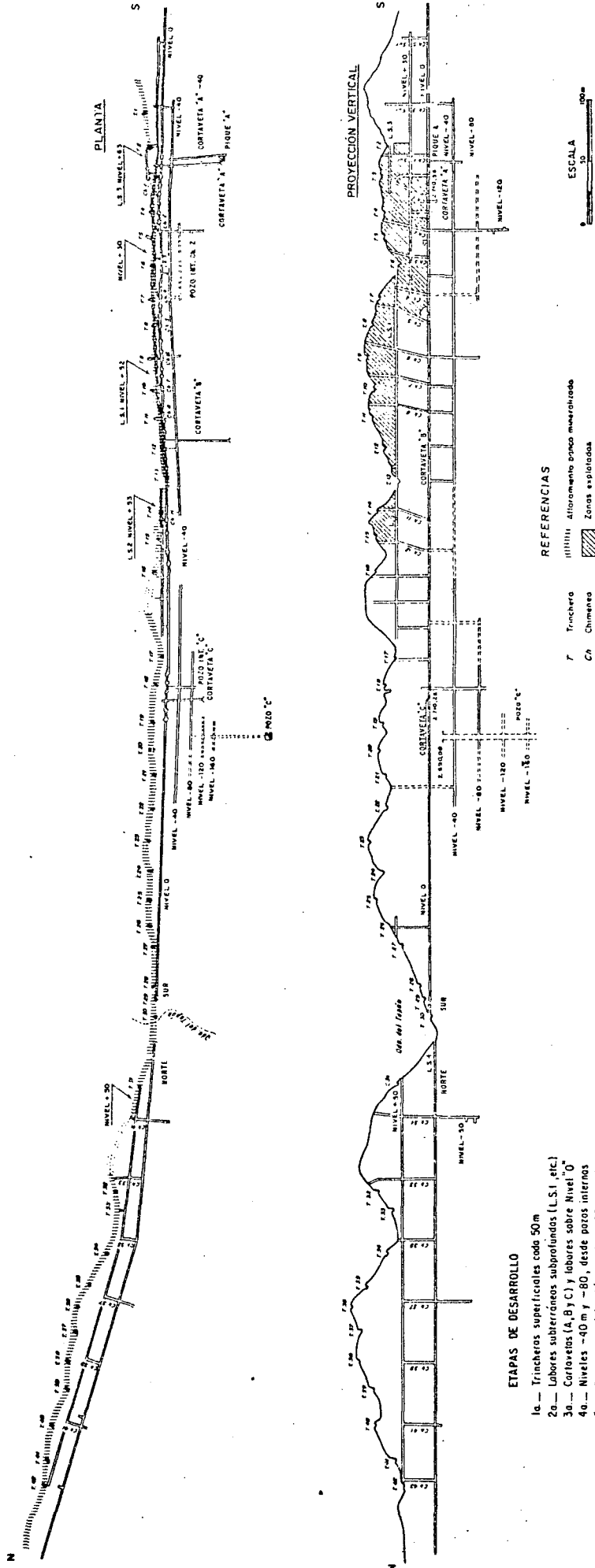


MINA NUCLEAR "DON OTTO"

SAN CARLOS - PROVINCIA DE SALTA

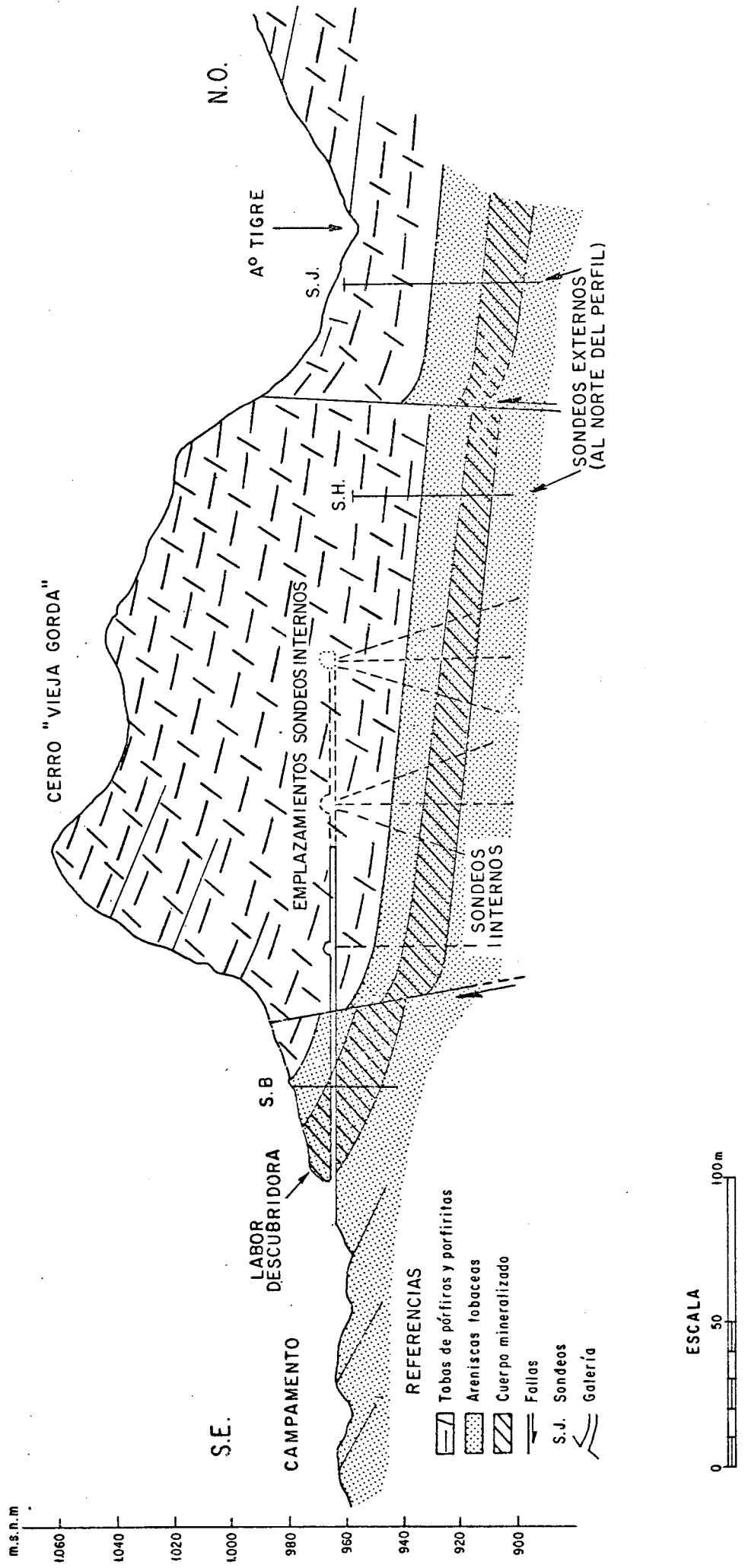
ESTADO DE LOS TRABAJOS DE EXPLORACIÓN, PREPARACIÓN Y EXPLOTACIÓN

JULIO 1969



C.N.E.A.
 DIVISIÓN CUYO
YACIMIENTO NUCLEAR "DR. BAULIES"
 DTO. SAN RAFAEL - MENDOZA

PROYECTO EXPLORACIÓN COMBINADA LABORES MINERAS-SONDEOS



MINA NUCLEAR HUEMUL

(MARGÜE - PROVINCIA DE MENDOZA)

INSTALACIONES Y ESTADO DE LOS TRABAJOS DE EXPLORACIÓN Y PREPARACIÓN

(AGOSTO DE 1969)

Fig. 13

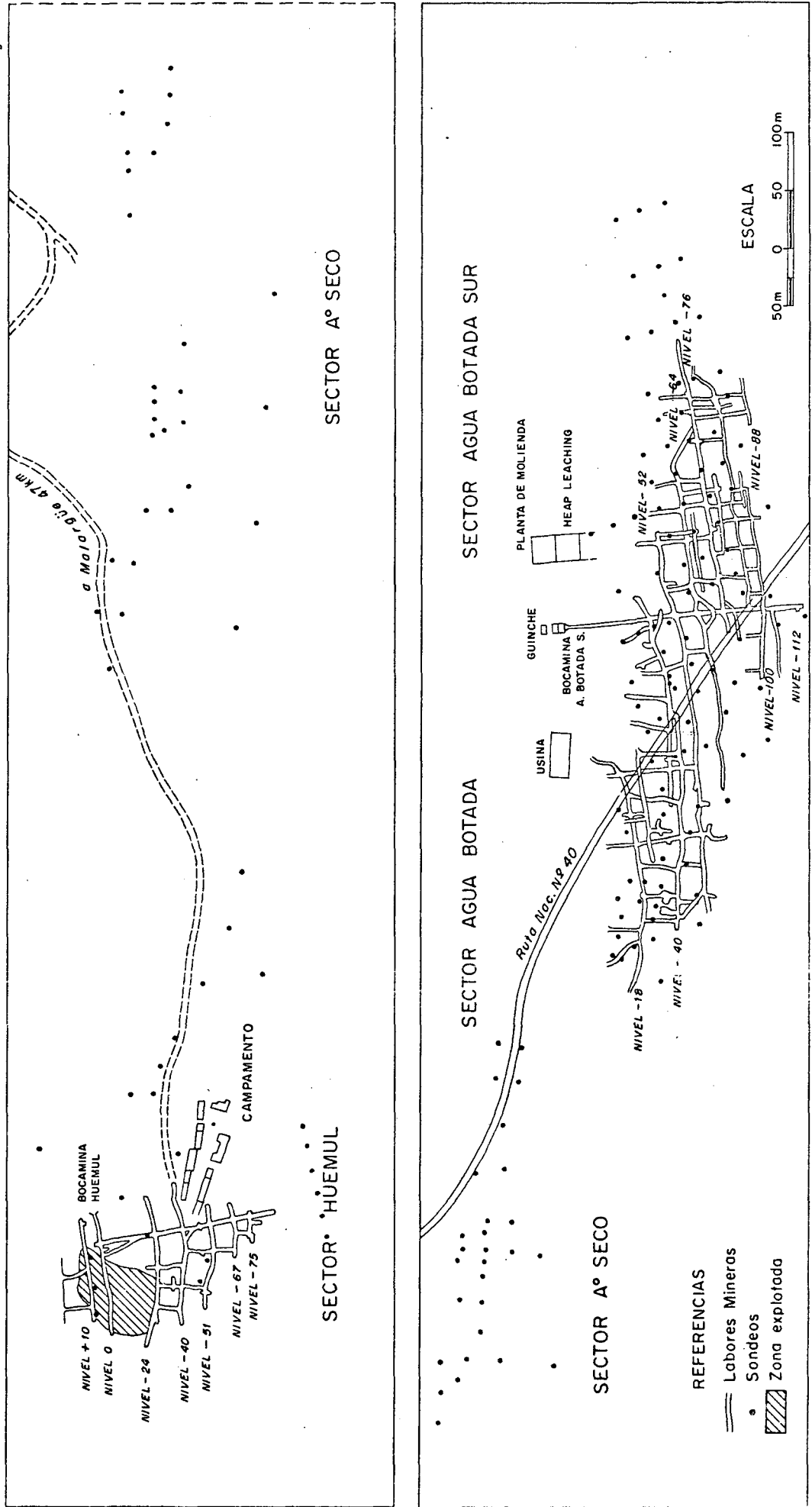
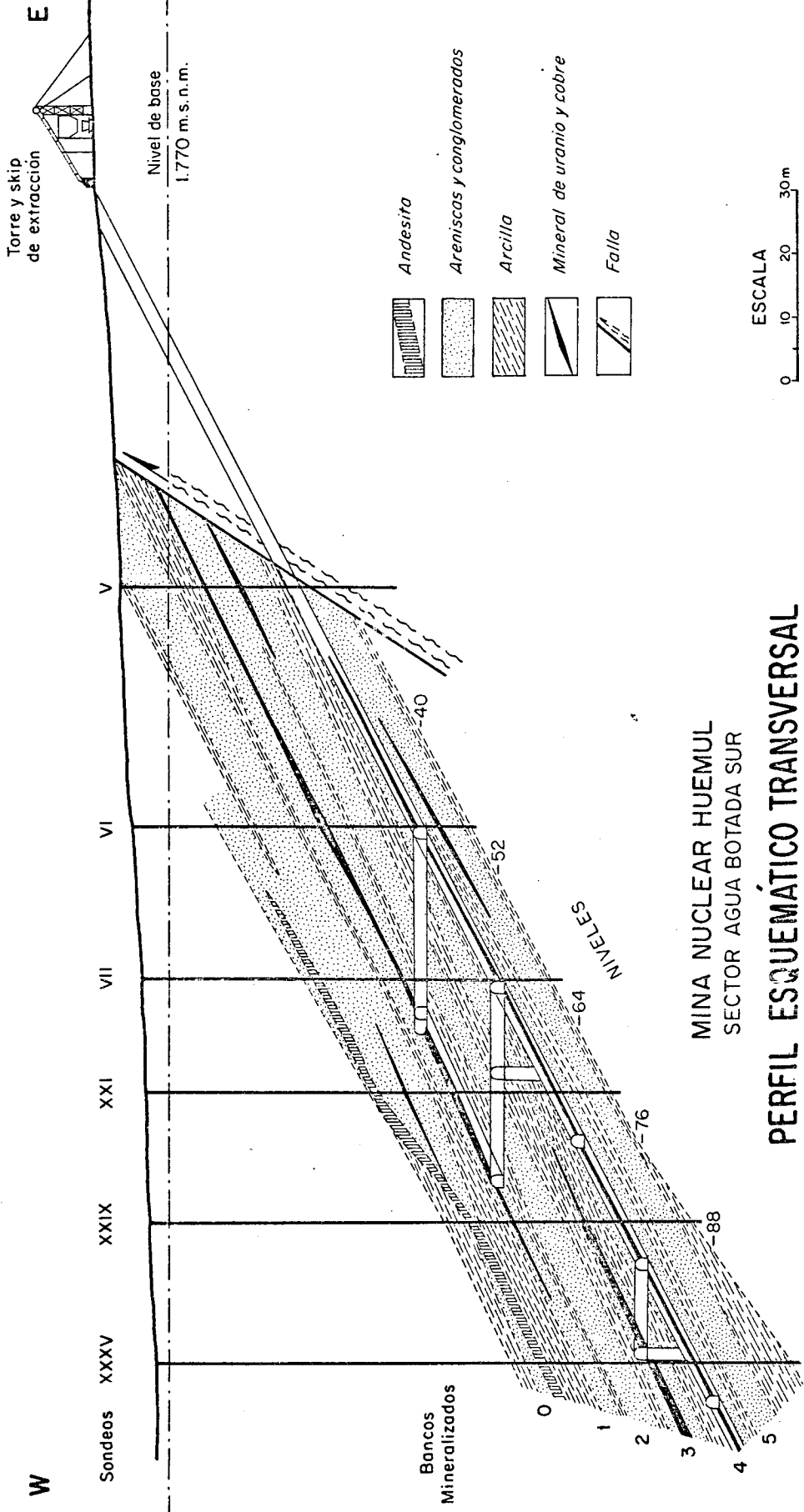


Fig. 14



MINA NUCLEAR HUEMUL
SECTOR AGUA BOTADA SUR
PERFIL ESQUEMÁTICO TRANSVERSAL
Correlación de perfiles y labores mineras