

FICHA
COLOR

GEOFISICA DE LAS MINAS

CUHINCHENQUE Y YARAVI

PROVINCIA DE MENDOZA

N°

DIRECCION GENERAL DE FABRICACIONES MILITARES

SUBDIRECCION DE DESARROLLO MINERO

DEPARTAMENTO GEOLOGIA Y MINERIA

INFORME GEOFISICO DE LAS MINAS

CUHINCHENQUE Y YARAVI

PROVINCIA DE MENDOZA

BUENOS AIRES, mayo de 1986.-

CONTENIDO

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCION	1
2. PRINCIPIO DEL METODO DE POLARIZACION INDUCIDA-RESISTIVIDAD	1
Resistividad	3
Factor metálico	4
3. REPRESENTACION GRAFICA	4
4. CONSIDERACIONES GENERALES DEL METODO	4
Equipo utilizado	5
5. INTERPRETACION	5
6. BREVE DESCRIPCION GEOLOGICA	5
7. DESCRIPCION DE LINEAS	
Mina Cuhinchenque	6
Mina Yaraví	10
8. PLANOS DE NIVELES EN PLANTA	
Mina Cuhinchenque	11
Mina Yaraví	12
9. CONCLUSIONES	12
10. RECOMENDACIONES	13

ANEXOS

36 Perfiles de líneas
14 Planos de niveles
Planillas de 12 líneas

1. Introducción

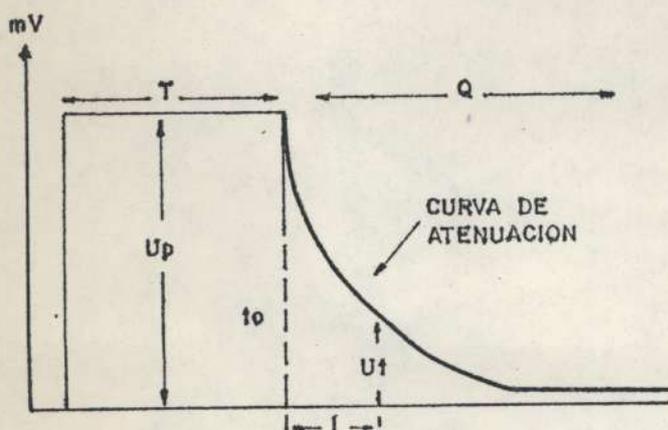
De acuerdo con el contrato celebrado por la DIRECCION GENERAL DE FABRICACIONES MILITARES y la DIRECCION GENERAL DE MINERIA de la Provincia de MENDOZA, se llevó a cabo en las Minas Cuhinchenque y Yaraví, una investigación geofísica desde el 08-MAR-86 al 20-MAR-86. (figura 1).

La misma consistió en 12 líneas de Polarización Inducida-Resistividad con dipolo 25 m, que totalizaron un reconocimiento de aproximadamente 3.600 m lineales.

El estudio fue programado conjuntamente con el personal técnico de la DIRECCION GENERAL DE MINERIA, y adaptado a las condiciones geológicas y topográficas del sector. Participaron como operadores geofísicos C. ROMERO y J. ALANIZ.

2. Principio del método de Polarización Inducida - Resistividad

La introducción de una corriente continua en el subsuelo produce un campo artificial eléctrico, cuyas propiedades se reflejan en la superficie por una característica distribución de voltajes. Si se interrumpe bruscamente esta corriente entre los dos electrodos, el voltaje no desaparece instantáneamente, sino disminuye según una curva adoptando el comportamiento de un condensador, que requiere un intervalo para cargarse y descargarse.



T = tiempo de impulso

Q = tiempo de pausa

Up = diferencia de potencial durante el impulso

Ut = diferencia de potencial después del tiempo t

to = momento de desconexión

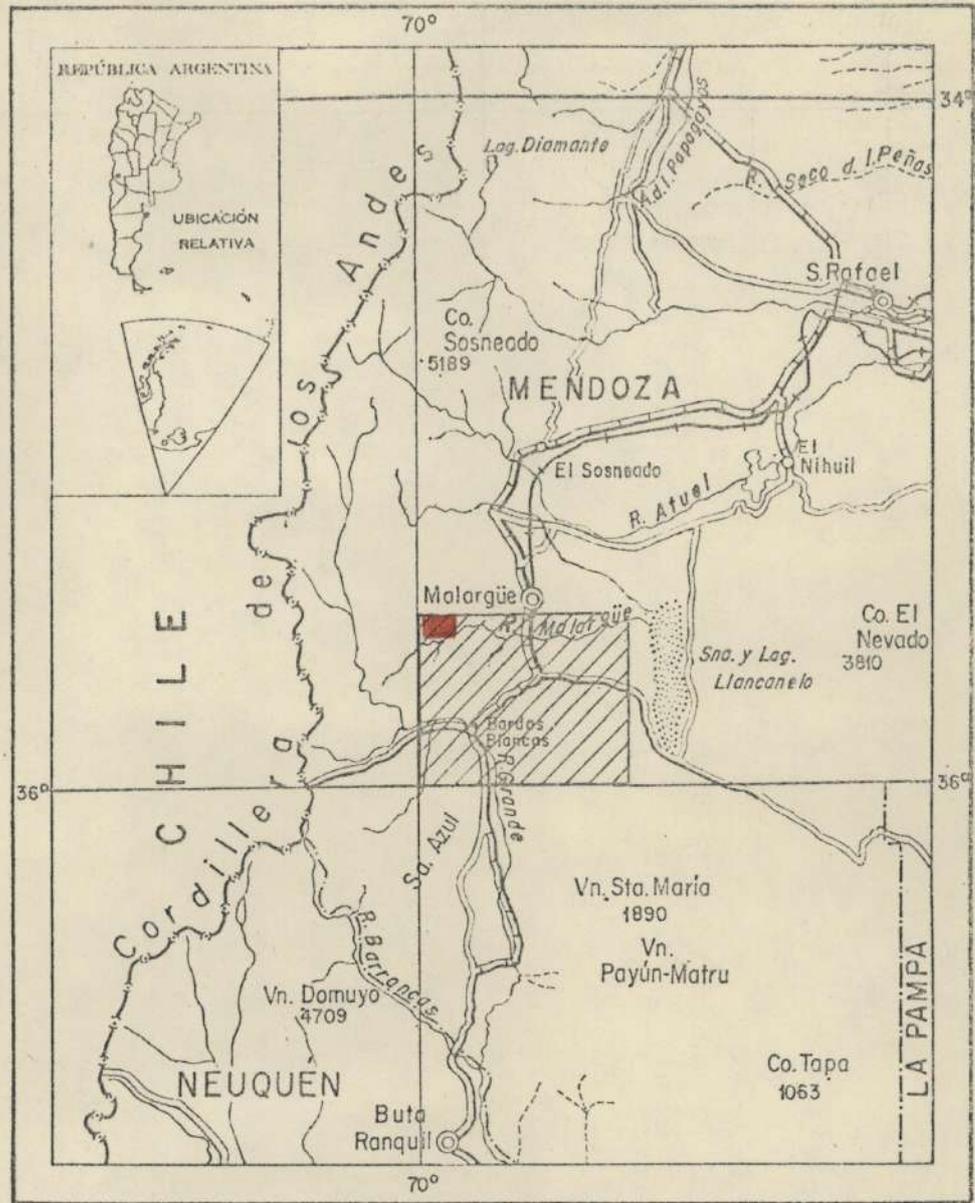
t = tiempo entre to y la medición Ut

Ma = Polarización aparente

mV = milivoltaje

$$Ma = \frac{Ut \text{ (mV)}}{Up \text{ (V)}}$$

PLANO DE UBICACION

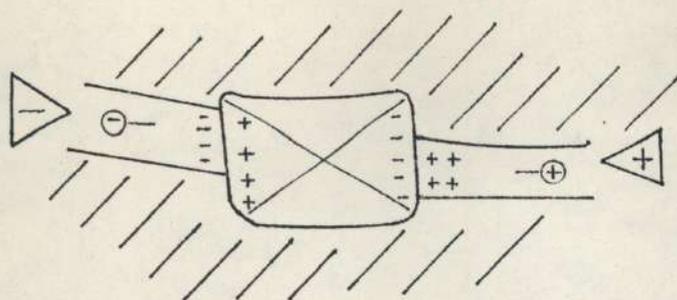


■ Minas Cuhinchenque y Yaraví

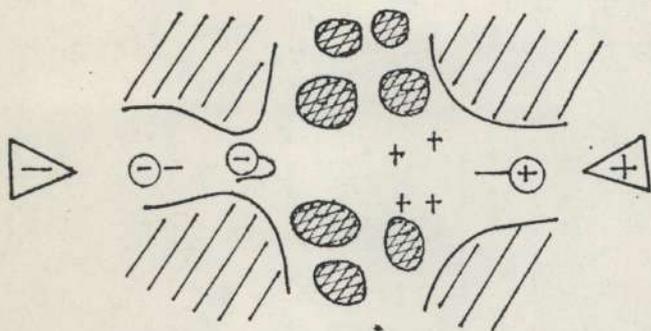
Este comportamiento es como una impedancia, la que disminuye con el aumento de la frecuencia y viceversa. Las frecuencias con las cuales se dejan medir estos efectos son bajas, por lo que el fenómeno puede ser muy grande. Por lo tanto, se excluyen los portadores de carga conocidos de la electrotécnica y como fuente del efecto de P.I. se considera únicamente el proceso electroquímico. El almacenamiento de energía electroquímica en la roca se debe al hecho que el movimiento de los iones varía en las distintas zonas.

Una corriente eléctrica que pasa por una zona de movilidad iónica diferente causa un exceso o una falta de iones en los límites de esta zona. La diferencia así producida actúa en contra de la corriente primaria y produce un efecto de polarización. Para el uso práctico son únicamente de utilidad los efectos de polarización con curvas decrecientes de varios milisegundos. En este aspecto se presentan dos fenómenos distintos: a) una curva que disminuye su atenuación en pocos milisegundos: en el que se observa un efecto de membrana, también llamado electro-ósmosis. Es de poca importancia, porque materiales con poros pequeños tienen una carga negativa en la superficie de los espacios rechazando el pasaje de iones negativos. Este caso es el de arcillas arenosas. b) Una curva cuya atenuación es prolongada: proceso observado cuando se introduce una corriente eléctrica artificial. Los minerales metálicos transmiten cargas eléctricas por el pasaje de electrones en su estructura molecular. Cuando una corriente iónica encuentra un mineral metálico, ocurre una reacción electroquímica y la corriente iónica se convierte en una corriente electrónica.

De esta manera se conserva el equilibrio eléctrico en el material que en su superficie rechaza la mayor parte de los iones de cargas iguales. De este modo resulta un cambio de voltaje en la superficie que se denomina sobretensión, o polarización de electrodo que acciona en dirección contraria a la corriente primaria. Cuando se corta la corriente primaria se manifiesta esta corriente contraria y disminuye según una curva expotencial.



Polarización metálica



Efecto de membrana

- ⊠ Grano metálico
- /// Minerales sin conducción
- ▨ Arcilla
-)) Capilares con líquidos
- ± Iones

Principalmente hay dos maneras para obtener información sobre la polarización de la roca; una es el dominio de tiempo que registra la forma de la curva decreciente y la otra es el dominio de frecuencia que registra las variaciones de la impedancia de frecuencias diferentes.

Resistividad

Es la propiedad de dejar pasar la corriente eléctrica en las rocas y se la define en un medio homogéneo como la relación entre el gradiente de la tensión en un elemento pequeño de superficie y la densidad de corriente (A/m²) que fluye perpendicularmente a dicho elemento.

Por lo tanto la resistividad aparente es,

$$a = \frac{V}{I} \times \text{cte.}$$

La cte. corresponde a la configuración electrodica utilizada.

La conductividad es la inversa de la resistividad.

La resistividad eléctrica de rocas y minerales es una propiedad extremadamente variable y depende de muchos factores, como del agua contenida en poros y fractu

ras, grado de saturación y naturaleza de los electrolitos presentes. Los minerales metalíferos en general son buenos conductores.

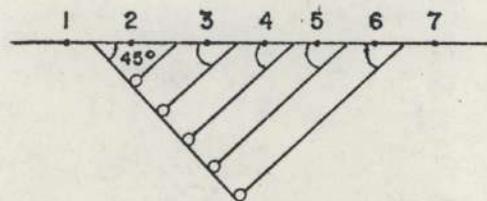
Factor metálico

Los efectos de la polarización de electrodo muestran que el fenómeno está muy influenciado por la resistividad de los electrolitos de la roca de caja, y por lo tanto de la actividad, tipo y temperatura de los mismos. Es así que este parámetro (F.M.) surge para corregir la influencia de la roca de caja.

Se le obtiene mediante una relación del Efecto de Frecuencia y la resistividad.

3. Representación gráfica

Esta se realiza por medio de pseudocortes según el esquema de Philip G. HALLOF. En los mismos, sobre un perfil de la línea se proyectan en profundidad los valores tomados a 45° del punto medio de dipolos.



Debido a que el subsuelo está representado por diferentes resistividades, o sea es heterogéneo, la distribución real de las mediciones no coincide exactamente con la geometría de las pseudosecciones. Asimismo de acuerdo con el relieve topográfico existente se realiza una corrección geométrica que facilita la localización de las anomalías.

4. Cosideraciones generales del método

La Polarización Inducida - Resistividad es un método geofísico de alta sensibilidad, óptimo para detectar minerales metálicos y estructuras. Pero es importante destacar que debido a la abundancia de la pirita en las formaciones geológicas, respecto de otros minerales de interés, es frecuente la detección de gran número

de anomalías, fenómeno que puede estar acrecentado por la presencia de un múltiple sistema de fracturaciones, con relleno pirítico, grafitico, arcilloso y electrolítico entre otros.

El concepto precedente sin embargo no descarta que tales procesos confluyan sin-genéticamente para la formación de yacimientos minerales de interés económico. Una tercera alternativa válida puede sustanciarse también en zonas sin registro de anomalías, permitiendo descartar falsas expectativas sobre la existencia de eventuales yacimientos.

Equipo utilizado

El mismo corresponde a un transmisor y receptor marca GEOTRONICS con 1,8 Kw de potencia. El equipo es accionado por un motor generado marca JLO.

Las frecuencias utilizadas fueron 3 y 0,3 ciclos por segundo con el método de dominio de frecuencia.

4 5. Interpretación

Se realizó la misma en forma semicuantitativa por medio de curvas isoanómalas confeccionadas en las pseudosecciones y en planos en planta. Los resultados fueron cotejados con curvas modelos para comparar y obtener conclusiones más acertadas en cuanto al tamaño y forma del cuerpo anómalo.

Las figuras 2 y 3 muestran las configuraciones que se obtienen a partir de blancos asimilados a cuerpos tabulares.

6. Breve Descripción Geológica

La secuencia geológica del sector estudiado es la que se detalla a continuación:

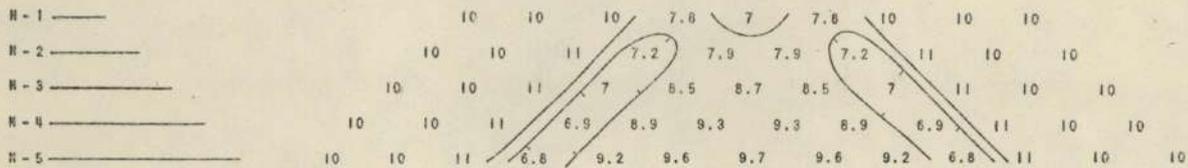
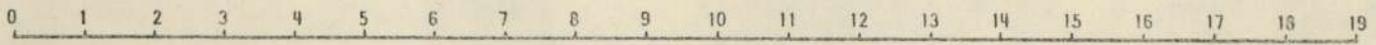
*

<u>FORMACION</u>	<u>LITOLOGIA</u>	<u>EPOCA-EDAD</u>
Tobas del Payún Matru	Ignimbritas	Holoceno
Morenas		Pleistoceno

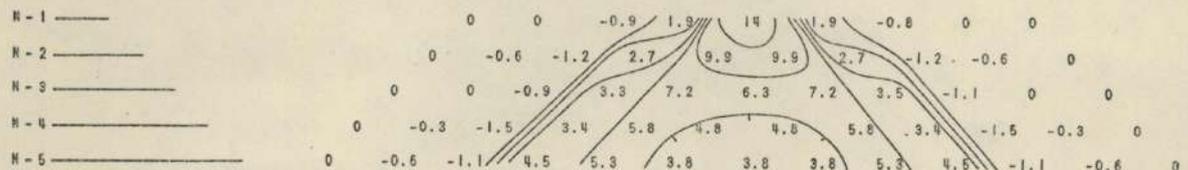
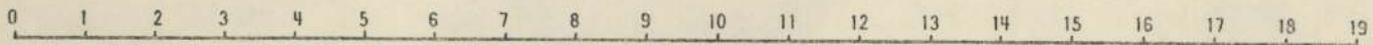
McPHAR GEOPHYSICS LIMITED

Theoretical Induced Polarization and Resistivity Studies

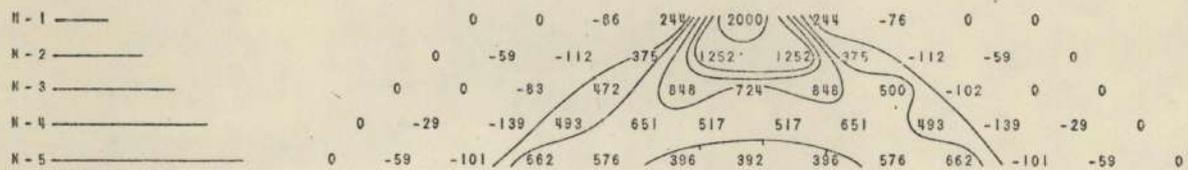
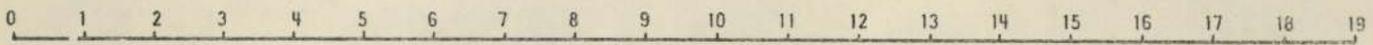
Scale Model Cases



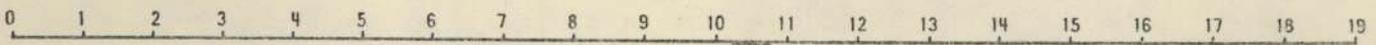
$(P/2\pi)_a$



$(fe)_a$



$(Mf)_a$



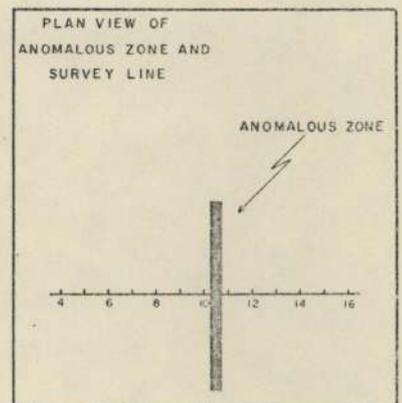
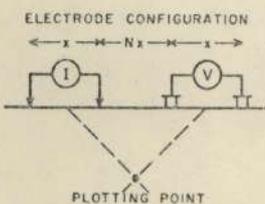
$(P/2\pi)_1 = 10$

$(Mf)_1 = 0$

$(P/2\pi)_2 = 2.48$

$(Mf)_2 = 10500$

$(fe)_2 = 26\%$

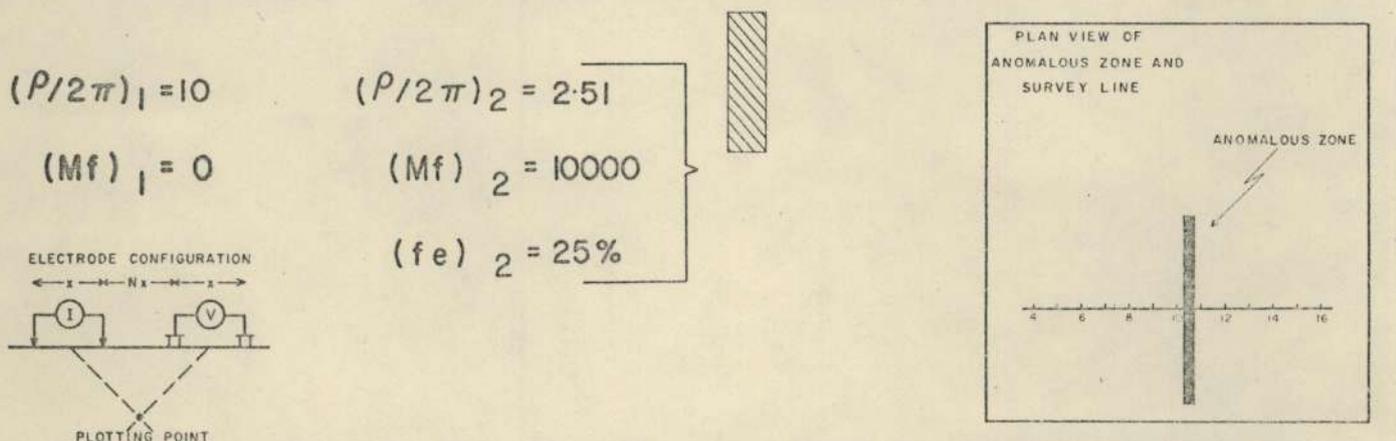
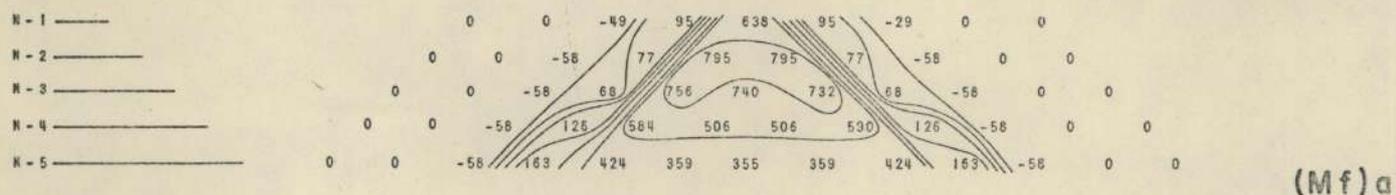
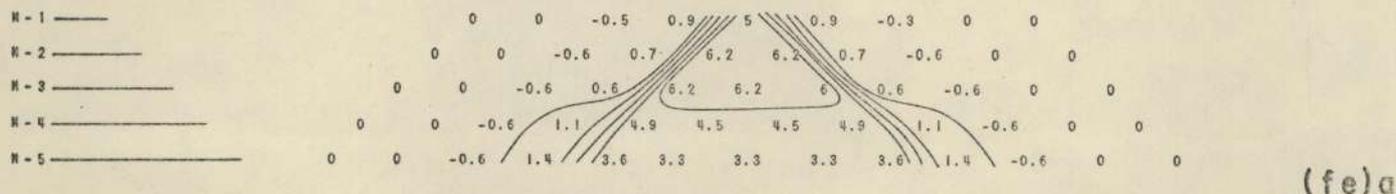
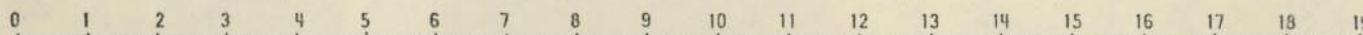
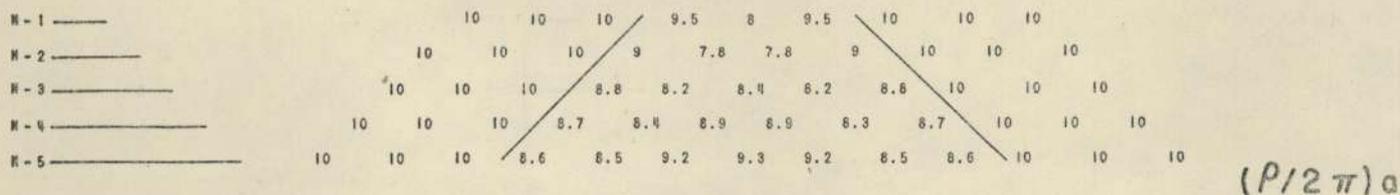
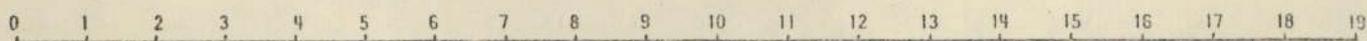


CASE II-0-0-BU-10-a

McPHAR GEOPHYSICS LIMITED

Theoretical Induced Polarization and Resistivity Studies

Scale Model Cases



<u>FORMACION</u>	<u>LITOLOGIA</u>	<u>EPOCA-EDAD</u>
Formación del Molle	Mantos y brechas andesíticas	Oligo-Mioceno
Formación Mendoza	Calcilutitas y calizas bituminosas fosilíferas	Hauteriviano-Tithoniano
Formación Yeso Auquincó	Yeso y anhidrita	Kimmeridgiano
Formación Calizas del Calabozo	Calizas, calizas arenosas y dolomíticas	Oxfordiano
Formación Puchenque	Conglomerados, areniscas, calcilutitas, lutitas y tobas fosilíferas.	Dogger-Lias

* Fuente: Hoja 29 b, Bardas Blancas, por Raúl N. DESSANTI, SEM).

Los dos yacimientos investigados se encuentran localizados en una brecha calcárea de la Formación Calizas del Calabozo. Su expresión superficial es de una fuerte impregnación por limonita y wad, mientras que la mineralización primaria está compuesta por sulfuros de hierro, galena y posiblemente algo de blenda. Los sectores de interés han sido trabajados por laboreos, alcanzando los mismos poca profundidad y desarrollo.

7. Descripción de Líneas

Mina Cuhinchenque

- Línea A - dipolo 25 m

El perfil de resistividad muestra en el sector norte valores altos, que disminuyen hacia la parte central para, por último, elevarse nuevamente en menor proporción hacia el extremo sur. Bajo los puntos 6 y 7, a una profundidad estimada en 40-50 m, se observa una anomalía bien definida en conductividad que oscila entre valores de 200 a 400 ohmios-metro. El ancho del sector no debe sobrepasar la mitad de un dipolo, o sea aproximadamente 12,5 m.

El factor metálico de esta línea indica una correspondencia con el parámetro

anterior, confirmando un sector conductivo bajo el punto 7.

El parámetro de efecto de frecuencia no acompaña las fluctuaciones de valores obtenidos en la resistividad y factor metálico.

La anomalía se la considera definida, a profundidad y de débil intensidad.

- Línea B - dipolo 25 m

La resistividad indica bajo los puntos 7 y 8 un sector anómalo bien definido que se desarrolla desde superficie a profundidad. El mismo configura un modelo con valores variables de 200 a 400 ohmios-metro, dentro de valores en sus márgenes de más de 1.000 ohmios-metro. En el sector sur y bajo los puntos 5 y 6, se presenta otro sector anómalo inclinándose hacia el sur.

El perfil del factor metálico muestra con buena definición el límite sur de la anomalía anteriormente citada en el parámetro de resistividad, no configurándose muy claramente el límite norte de la misma. También algunos valores acompañan a la anomalía del sector sur.

El efecto de frecuencia no muestra sectores de valores altos.

El sector anómalo localizado en este perfil es muy definido por su configuración, siendo sus valores débiles a medianos. El ancho del cuerpo que origina la anomalía no sobrepasa los 12,5 m, y se extiende desde superficie a profundidad.

- Línea C - dipolo 25 m

En la distribución de la resistividad aumentan los valores de sur a norte, configurándose una definida anomalía conductora bajo los puntos 7 y 8, con inclinación hacia el sur. Los valores alcanzan los 200 ohmios-metro, mediando un buen contraste con el medio circundante.

El factor metálico muestra una anomalía coincidente con la de resistividad y también otra más pequeña en el sector sur bajo el punto 4.

El parámetro de efecto de frecuencia no detecta ningún sector.

Se considera que el cuerpo que da origen a este sector anómalo se desarrolla desde superficie a profundidad, con una cierta inclinación hacia el sur, dando un marcado sector de contraste de valores.

- Línea D - dipolo 25 m

La distribución de la resistividad indica un sector poco conductivo en el norte del perfil. Configura sus valores bajo los puntos 7 y 8 una anomalía, que se desarrolla desde superficie a profundidad, con valores que oscilan entre los 200 y 300 ohmios-metro. Su configuración no es de un definido modelo de cuerpo tabular.

El factor metálico muestra dos máximos, uno coincidiendo con el sector anómalo anterior de mayor significancia.

Por último, el efecto de frecuencia no define ningún sector de interés.

Esta anomalía está medianamente definida siendo claro el contraste de valores.

- Línea E - dipolo 25 m

A través del perfil se evidencia un sector anómalo bajo los puntos 3 y 4, y otro bajo los puntos 7 y 8, con una tendencia a inclinarse primero hacia el norte en la superficie y hacia el sur en profundidad. La conformación de las anomalías es clara, siendo de mayor definición la ubicada hacia el norte, que alcanza valores más bajos que los 100 ohmios-metro.

El factor metálico muestra un sector anómalo coincidente con la anomalía de resistividad bajo los puntos 9 y 10, inclinándose hacia el sur. Además presenta también valores altos bajo los puntos 3 y 4.

El efecto de frecuencia alcanza valores altos coincidentes con la anomalía que detectan los otros parámetros en el sector norte del perfil.

El resultado de esta línea evidencia un cuerpo (anomalía del norte) a partir de los 30 m de profundidad que se refleja con los tres parámetros y tiene inclinación manifiesta hacia el sur, siendo su espesor pequeño (no mayor de 5 m). La otra anomalía del sector sur queda localizada como vertical y de mediana in

tensidad.

- Línea F - dipolo 25 m

A través del perfil de resistividad se manifiestan dos anomalías conductoras muy bien definidas y de mediana a fuerte intensidad. La anomalía del norte se localiza bajo los puntos 8 y 9 y participa su configuración de un típico modelo de cuerpo tabular. La anomalía del sur participa de una configuración no tan precisamente definida como la anterior. Alcanzan ambas valores menores a 50 ohmios-metro.

El factor metálico acompaña con sus valores a ambas anomalías, indicando por su contraste de valores, configuraciones bien definidas.

El otro parámetro de efecto de frecuencia no indica ningún sector anómalo definido.

Los cuerpos que originan estas anomalías se desarrollan desde los 20 m de profundidad hasta la penetración total del perfil.

- Línea G - dipolo 25 m

El perfil de resistividad muestra un sector conductoro bajo los puntos 8 y 9, con valores de menos de 50 ohmios-metro, y con una configuración de modelo de cuerpo tabular en posición subvertical.

Su típico diseño y el contraste con los valores de sus márgenes, indican a esta anomalía de fuerte intensidad.

El factor metálico conforma un sector anómalo, claramente coincidente con el parámetro anterior.

El efecto de frecuencia no configura anomalía alguna.

Los valores del extremo superior de la anomalía indican que el cuerpo se localiza a una profundidad no mayor de los 20 m.

- Línea H - dipolo 25 m

Presenta la resistividad una clara anomalía bajo los puntos 8 y 9, desde cerca

de la superficie hasta la mayor profundidad de la penetración de la línea. La configuración, un poco distorsionada, corresponde a la de un típico modelo de cuerpo tabular. Sus valores bajan los 60 ohmios-metro, indicando que se trata de una mediana a fuerte intensidad de anomalía.

El factor metálico presenta altos valores coincidiendo con la anomalía anterior, mientras que el efecto de frecuencia no detecta el cuerpo.

El ancho del cuerpo que origina este sector anómalo no sobrepasa la mitad de la distancia del dipolo, o sea 12,5 m.

Mina Yaraví

- Línea I - dipolo 25 m

La distribución de la resistividad muestra un sector anómalo bajo los puntos 6 y 7, que se desarrolla desde superficie a profundidad. Los valores oscilan entre 150 y 400 ohmios-metro en la anomalía, presentando un buen contraste con los otros sectores y principalmente con el sur.

El factor metálico presenta una anomalía bien definida que coincide con la del parámetro anterior.

El efecto de frecuencia no determina ningún sector anómalo.

- Línea J - dipolo 25 m

Los valores de resistividad oscilan entre altos al sur del perfil a intermedios en el extremo norte. La parte central, entre los puntos 7 y 9, presenta un sector anómalo amplio, que parece no estar bien definido, sin embargo lo caracteriza valores menores a 300 ohmios-metro.

El factor metálico acompaña la anomalía obtenida en el parámetro anterior.

Los valores efecto de frecuencia no indican ningún sector anómalo.

- Línea K - dipolo 25 m

Bajo los puntos 7 y 8, se desarrolla en el perfil de resistividad una anomalía bien definida y de mediana intensidad. Su configuración pertenece a un típico

modelo de cuerpo tabular, alcanzando algunos valores los 100 ohmios-metro. El factor matálico acompaña en sus valores a la anomalía anterior. Los valores de efecto de frecuencia no indican ningún sector anómalo.

- Línea L - dipolo 25 m

La distribución de la resistividad muestra una mediana anomalía a profundidad bajo el punto 4, y una zona entre los punto 5 a 8 donde se presentan, no bien configurados en modelos, algunos sectores anómalos inclinándose hacia el norte. Este último esquema solo caracteriza al sector como anómalo, sin demarcar un cuerpo bien definido.

El factor metálico refleja la misma anomalía profunda bajo el punto 4, y todo el sector anómalo de los puntos 5 a 8 sin configurarlos nítidamente.

El efecto de frecuencia no determina ninguna anomalía.

8. Planos de niveles en planta

Han sido confeccionados planos en planta de cada nivel investigado, con sus respectivas curvas de isovalores en el parámetro de resistividad.

Los niveles van del número 1 al número 7, o sea de superficie a profundidad, estimándose que el último nivel se encuentra a 70-80 m bajo la superficie.

Mina Cuhinchenque

Los planos de los niveles 1 al 3 muestran la tendencia de configurar la anomalía en la parte central, (puntos 7 y 8), como así también indican el sector más conductivo hacia el este.

El nivel 4 tiende a definir la anomalía del cuerpo tabular en forma continua desde el oeste al este (lindando con los puntos 7 y 8), observándose también aquí que es más conductiva la zona del este.

Se define una segunda anomalía en el sector sur (puntos 5 y 4), involucrando principalmente la parte este.

Los niveles 5 a 7 muestran la anomalía principal, y en el último nivel se desplaza la misma hacia el sector este, en las líneas F, G y H.

Mina Yaraví

En general, a través de los distintos niveles, se evidencia un sector anómalo, atravesando los puntos 7 y 8 de los diferentes perfiles. La anomalía está bien definida y corrobora la localización de un cuerpo tabular ó varios integrándolos.

9. Conclusiones

El estudio de Polarización Inducida-Resistividad sobre el ambiente geológico de los yacimientos Cuhinchenque y Yaraví genera los siguientes resultados:

a) El parámetro geofísico que responde totalmente a la estructura de los depósitos es la resistividad. La misma indica por su intensidad la cantidad de actividad electrolítica que contiene la zona, y que responde a un sector fracturado.

b) La Polarización Inducida (Efecto de Frecuencia), no indica en general, por los bajos valores obtenidos, una respuesta intensa de los yacimientos (excepto en la línea E). Esto es debido a la ausencia de fenómenos de interfase por la poca cantidad de metales (conducción electrónica) o por la poca actividad de los electrolitos (conducción iónica).

Se estima que la estructura de los depósitos no contiene sulfuros metálicos en cantidades detectables por el Efecto de Frecuencia; asimismo, la limonitización existente no es conductora.

Como alternativa poco probable para ser aplicada a los resultados aquí obtenidos, se menciona que, en otras experiencias realizadas sobre las calizas de la Formación San Juan (litología similar a la estudiada actualmente), no se detectan elementos metálicos mediante el Efecto de Frecuencia,

debido al aislamiento dieléctrico que produce el carbonato. En el caso de la Formación San Juan, la mena es de diferente característica a la de las minas objeto del presente estudio.

- c) El factor metálico, parámetro que surge de la relación del efecto de frecuencia y resistividad, detecta anomalías en general coincidentes con las de resistividad.
- d) Las estructuras detectadas con conducción electrolítica en los sectores de Mina Cuhinchenque y Mina Yaraví, y que corresponden a una zona de fracturación, se desarrollan desde superficie hasta la total penetración de los perfiles, unos 70 a 80 metros.
- e) Las líneas realizadas al este de los afloramientos de la Mina Cuhinchenque (líneas F, G y H), muestran la continuación de la estructura bajo el relleno superficial, siendo su respuesta de mediana a fuerte intensidad.
- f) Las respuestas geofísicas son similares en los dos yacimientos (Cuhinchenque y Yaraví), indicando características geológicas en común.

10. Recomendaciones

Mina Cuhinchenque

Las anomalías detectadas justifican la realización de perforaciones a los efectos de investigar a profundidad sus causas. A tal fin se recomienda, dado el buen contraste de la anomalía, por su calidad, y el menor esfuerzo logístico a realizar, perforar las anomalías de las líneas F (bajo el punto 8), y G (bajo el punto 8), y de acuerdo a los resultados continuar con la anomalía de la línea E.

Mina Yaraví

Debido a que las características de las anomalías son similares a la de la Mina Cuhinchenque, revierte interés estudiar los resultados obtenidos en las perforaciones recomendadas en Mina Cuhinchenque y, si los mismos lo justifican, perforar las anomalías de las líneas I (bajo los puntos 6 y 7) y K (bajo los puntos 7 y 8)

BUENOS AIRES, mayo de 1986.-

Dr. Raúl GARAVILLA