

REPORTE GEOFÍSICO
GPS,
MAGNETOMETRIA,
POLARIZACION INDUCIDA
PROYECTO LOS HORNOS
LA LIBERTAD, PERU
MERENDON DE PERU S.A.
NOVIEMBRE 2008

Referencia # 08-P352B

CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	1
2. UBICACIÓN Y ACCESO AL PROYECTO.....	2
3. OPERACIONES DE CAMPO Y PERSONAL	6
3.1. Logística	6
3.2. Cobertura Geofísica	6
3.3. Personal Involucrado	6
3.4. Seguridad y medio ambiente	6
4. ESTUDIO DGPS Y LEVANTAMIENTO DE LA MALLA	7
4.1. Parámetros de adquisición e instrumentación.....	7
4.2. Control de calidad	7
4.3. Presentación de los resultados	8
5. ESTUDIO DE MAGNETOMETRÍA.....	10
5.1. Parámetros de adquisición e instrumentación.....	10
5.2. Control de calidad	10
5.3. Presentación de los resultados	11
6. ESTUDIO DE POLARIZACIÓN INDUCIDA.....	12
6.1. Secuencia de adquisición	12
6.2. Parámetros de adquisición e instrumentación.....	13
6.3. Control de calidad	13
6.4. Método de inversión	14
6.5. Presentación de los resultados	14
7. EVALUACION DE LOS RESULTADOS GEOFISICOS.....	15
7.1. Resultados del Levantamiento GPS diferencial	15
7.2. Resultados de Magnetometría.....	15
7.3. Resultados de Polarización Inducida/Resistividad.....	15
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	17

Lista de tablas

Tabla 1: Límites del área de estudio.....	2
Tabla 2: Ruta de acceso al Proyecto Los Hornos	2
Tabla 3: Cobertura de los métodos de estudio.....	6
Tabla 4: Distribución del personal de VDG.....	6
Tabla 5: Parámetros de Adquisición e Instrumentos (GPS)	7
Tabla 6: Desviación estándar de las coordenadas del punto de control	7
Tabla 7: Parámetros de Adquisición e Instrumentos (MAG)	10
Tabla 8: Secuencia de Adquisición.....	12
Tabla 9: Parámetros de adquisición e instrumentos (IP/RES)	13
Tabla 10: Parámetros de inversión IP	14

Lista de Figuras - A4

Figura A Mapa de Ubicación, Escala 1:10'000,000	3
Figura B Mapa Geopolítico, Escala 1:1'000,000	4
Figura C Malla geofísica sobre mapa topográfico, Escala 1:100,000	5
Figura D Cobertura de proyecto Los Hornos, Escala 1:10,000	9
Figura IP1 Secuencia de Adquisición con $a = 100, 200, 300$ metros; $n \leq 3.0$	12

ANEXOS

Anexo 1	Reporte de producción diaria
Anexo 2	Cobertura de los levantamientos
Anexo 3	Mapa base-Perfiles del Campo Total Magnético, Mapa de interpretación
Anexo 4	Pseudo secciones (Escala 1:10,000)
Anexo 5	Secciones en profundidad 2D (Escala 1:10,000)
Anexo 6	Especificaciones Técnicas de los instrumentos
Anexo 7	Contenido Digital del CD ROM
Anexo 8	Puntos de control (GPS / MAG)

Anexos solamente en CD ROM (08-P352B_Anexo.pdf)

Anexo 9	Método Diferencial DGPS
Anexo 10	Método Magnético
Anexo 11	Método de Polarización Inducida

1. INTRODUCCION

A solicitud de la empresa Merendon de Perú S.A., VDG del Perú S.A.C. (**VDG**) completó una campaña geofísica terrestre en el **Proyecto Los Hornos**, Departamento de La Libertad, parte norte del Perú.

El estudio geofísico se realizó en octubre del 2008, complementando la primera campaña realizada en julio del mismo año, mediante la aplicación de los métodos de Magnetometría (Mag) y de Polarización Inducida/Resistividad Eléctrica (IP/Res). La ubicación y el estacado de la malla geofísica fue realizada mediante el sistema diferencial de posicionamiento satelital (DGPS).

La magnetometría se ha empleado como un método complementario de mapeo que tiene la capacidad de mapear unidades litológicas tales como rocas volcánicas e intrusivas, y detección directa de concentración de minerales ferromagnéticos (magnetita, pirrotita, etc.).

La polarización inducida permite medir dos parámetros distintos: 1) la cargabilidad y 2) la resistividad eléctrica. La presencia de sulfuros en la roca genera normalmente anomalías de cargabilidad cuya amplitud corresponde al tipo de mineralización y a la concentración en sulfuros metálicos. La resistividad eléctrica permite caracterizar los cuerpos mineralizados y mapear contactos litológicos y zonas de alteración.

El presente reporte documenta la campaña geofísica realizada, las operaciones en campo y el procesamiento de los datos geofísicos. Incluye también una serie de secciones y mapas que ilustran los resultados finales. Asimismo se proveen conclusiones y recomendaciones para trabajos de exploraciones futuras. Toda la información geofísica procesada y no procesada se encuentra en formato digital en el CD-Rom adjunto.

2. UBICACIÓN Y ACCESO AL PROYECTO

El Proyecto **Los Hornos**, se encuentra ubicado en el distrito de Buldibuyo, perteneciente a la Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad.

Las Figuras A, B y C (escala 1:10 000 000, 1:1 000 000 y 1:100 000 respectivamente) presentadas en las paginas siguientes muestran la ubicación del proyecto.

El área de estudio se ubica en el cuadrángulo de “Tayabamba” (Ref. Hojas No. 17-i, Instituto Geográfico Nacional del Perú, 2000), dentro de las siguientes coordenadas UTM – PSAD56, Zona 18S:

Este	Norte
237,200E – 238,800E	9'100,600N – 9'102,600N

Tabla 1: Límites del área de estudio

Para llegar a la zona de estudio se empleo el siguiente itinerario:

Ruta Movilización	Km.	Tiempo	Estado
Trujillo – Chimbote	124	2 hrs	Carretera panamericana norte
Chimbote – Caraz	168	6 hrs	Carretera afirmada
Caraz – Sihuas	152	8 hr	Carretera asfaltada y afirmada
Sihuas – Tayabamba	134	6'20" hr	Carretera afirmada
Tayabamba – Campamento Los Hornos.	25	1'30" hr	Carretera afirmada

Tabla 2: Ruta de acceso al Proyecto Los Hornos



<div>MERENDON DE PERÚ S.A.</div> <div>PROYECTO LOS HORNOS</div>	<div>LEYENDA</div> <div><div><div><div>●</div><div>Proyecto</div></div><div><div>●</div><div>Dept. Cap.</div></div><div><div>●</div><div>Dept. Cap.</div></div></div><div><div><div>PROY.</div><div>BRASIL</div><div>Lima</div><div>Lima</div></div><div><div>Nomb. Proyecto</div><div>Nomb. Pais</div><div>Nomb. Dept.</div><div>Nomb. Cap. Dept.</div></div></div><div><div><div>---</div><div>Lim. Pais</div></div><div><div>---</div><div>Lim. Dept.</div></div><div><div>---</div><div>Lim. Prov.</div></div></div></div>			Referencia: 08-P352B
	FECHA: NOVIEMBRE 2008			
MAPA DE UBICACION	DATUM: PSAD56	ESCALA 1:10'000,000	<div><div>VAL D'OR GEOFISICA</div><div>VDG DEL PERU S.A.C.</div></div>	

FIGURA A

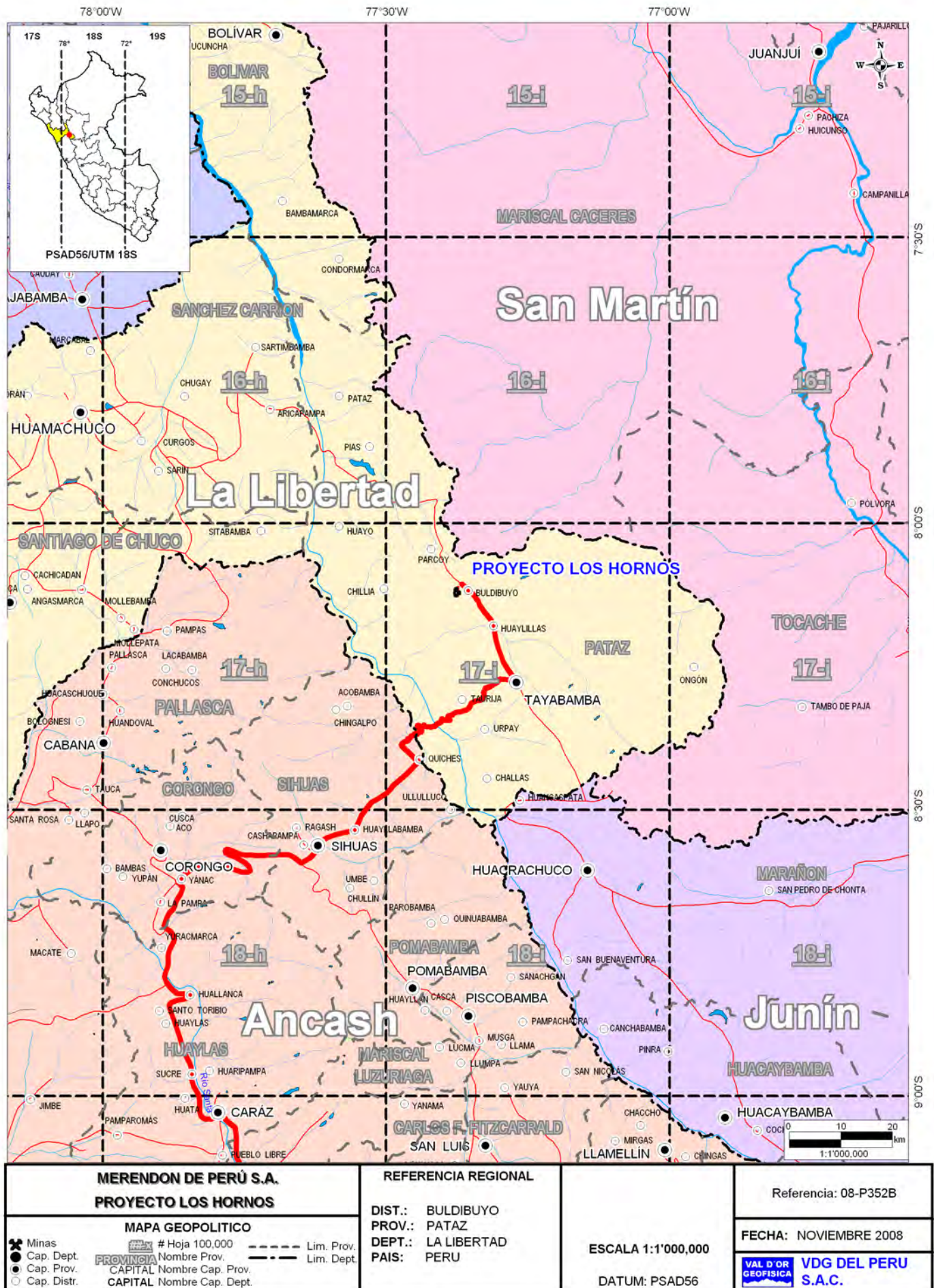
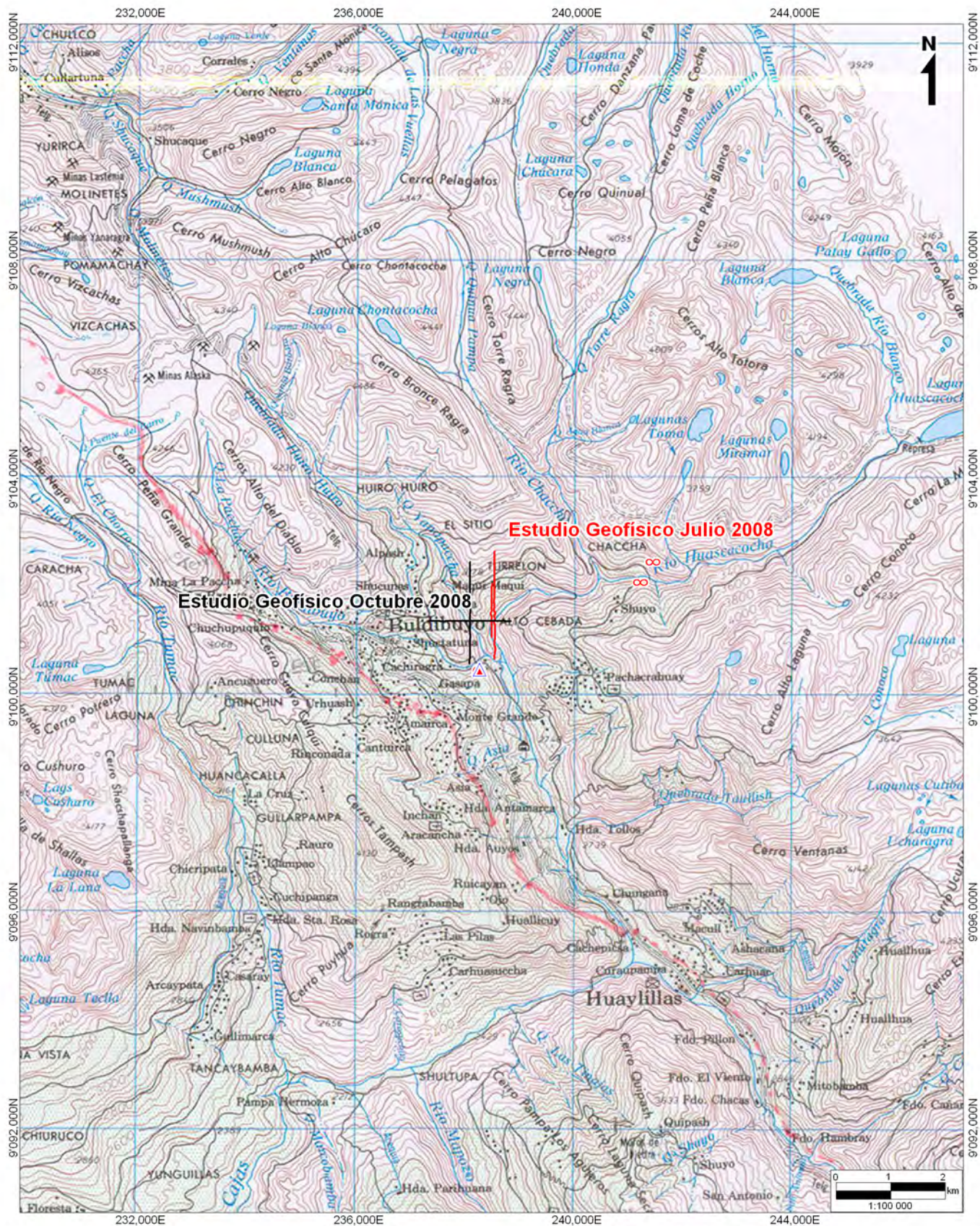


FIGURA B



<p>MERENDON DE PERÚ S.A. PROYECTO LOS HORNOS</p> <p>COBERTURA GEOFÍSICA sobre mapa topográfico</p> <p>— Estudio Geofísico Octubre 2008: 3.4 Km lineales — Estudio Geofísico Julio 2008</p>	<p>REFERENCIA REGIONAL DIST.: BULDIBUYO PROV.: PATAZ DEPT.: LA LIBERTAD PAIS: PERU</p> <p>● Punto de Control ∞ Electrodo de Tx Infinito ▲ Base Magnética</p>	<p>HOJA 1:100,000 (IGN) 17-i "TAYABAMBA"</p> <p>DATUM: PSAD56/18s ESCALA 1:100,000</p>	<p>Referencia: 08-P352B</p> <p>FECHA: NOVIEMBRE 2008</p> <p>VAL D'OR GEOFÍSICA VDG DEL PERU S.A.C.</p>
---	---	---	--

FIGURA C

Reporte Geofísico:**Por: VDG del Perú S.A.C., Para: Merendon de Perú S.A.****3. OPERACIONES DE CAMPO Y PERSONAL****3.1. Logística**

El soporte logístico fue proporcionado por Merendon de Perú S.A. (alojamiento, alimentación, personal obrero, etc.). La brigada se instaló en el campamento ubicado en la parte sur de la malla de estudio, lugar desde el cual se iniciaron las operaciones diarias. El personal de apoyo empleado fue propio de la comunidad local

El estudio geofísico fue supervisado diariamente desde la oficina de VDG en Lima, mediante el control de calidad y procesamiento de datos.

3.2. Cobertura Geofísica

Método	Distancia (Km)	Fecha	
		Inicio	Final
DGPS	3.4	20 octubre, 2008	22 octubre, 2008
MAG	3.4	20 octubre, 2008	22 octubre, 2008
IP	3.4	20 octubre, 2008	24 octubre, 2008

Tabla 3: Cobertura de los métodos de estudio

En el Anexo 1 se detalla la producción diaria y en el Anexo 2 la cobertura de los estudios.

3.3. Personal Involucrado

Personal	Cargo	Función
Personal Oficina		
Réjean Pineault	Gerente General	Dirección y supervisión general.
Miguel Uribe	Gerente de Operaciones	Coordinación y supervisión en campo.
Steven Vásquez	Geofísico Senior	Reporte e interpretación.
Carlos Mora	Físico de Procesamiento	Procesamiento y control de calidad.
Personal en campo		
Darwin Calla	Geofísico de Proyecto	Operador Rx adquisición de datos y control de calidad.
José Luis Márquez	Geofísico de campo	Operador MAG/GPS
Mario Escobedo	Técnico de Campo	Operador Tx (IP), conductor

Tabla 4: Distribución del personal de VDG

La brigada geofísica tuvo el apoyo de 17 trabajadores locales durante el periodo de duración del proyecto. Todos los trabajadores fueron entrenados con la finalidad de cumplir con las directivas y metodología del trabajo en campo.

3.4. Seguridad y medio ambiente

Durante el estudio geofísico se mantuvo un estricto nivel de seguridad y de protección del medio ambiente. Asimismo, se capacitó a los ayudantes locales y se dieron instrucciones necesarias para evitar cualquier situación peligrosa que se pueda generar durante el transcurso del levantamiento. No se reportaron incidentes y/o accidentes durante el desarrollo del trabajo de campo. Siempre se mantuvo buenas relaciones sociales con la comunidad local próxima a la malla.

4. ESTUDIO DGPS Y LEVANTAMIENTO DE LA MALLA

El levantamiento DGPS fue ejecutado en base a una malla geofísica proporcionada por Merendon de Perú S.A. Se completaron 2 líneas, una con orientación sur-norte (L8050E) y la otra con orientación este-oeste (L1500N). Las estaciones fueron marcadas y rotuladas en el terreno cada 50 metros, para efectos del estudio geofísico. La figura D muestra la cobertura final de la campaña geofísica actual y de la anterior.

4.1. Parámetros de adquisición e instrumentación

Instrumentos	Marca – Modelo
<i>Modulo de Receptor</i>	<i>MAG/GPS: Gem System Model: GSM-19T v7.0 S/N: 6122172</i>
<i>Antena DGPS</i>	<i>Marca: Trimble Modelo: Serie: 0224030516</i>

Parametros de Adquisicion	Valores de descripcion
<i>Numero de Lineas</i>	<i>2</i>
<i>Rumbo de Lineas</i>	<i>N0°W y N90°W</i>
<i>Intervalo de Lecturas</i>	<i>50 metros</i>
<i>Modo de Navegacion</i>	<i>Rutas Pre-establecidas</i>
<i>Datum de Presentacion</i>	<i>UTM Zone 18S, PSAD56</i>
<i>Valores Adquiridos</i>	<i>Este (X), Norte (Y) y elevación (Z-con respecto al geoide EGM96)</i>
<i>Precision Horizontal</i>	<i>X-Y: ≤ 1.0 m</i>
<i>Precision Vertical</i>	<i>Z: ≤ 2.0 m</i>

Tabla 5: Parámetros de Adquisición e Instrumentos (GPS)

4.2. Control de calidad

- Antes de ir a la zona de estudio, la operatividad del sistema DGPS fue comprobada usando un punto de control localizado en la oficina de VDG en Lima. El mismo procedimiento de control de calidad es repetido cuando el instrumento retorna a Lima.
- En el área de estudio se estableció un punto de control (PC-1) en la zona de estudio. Las mediciones de la posición fueron realizadas sobre el punto PC-1 al inicio y final del día de trabajo, a fin de verificar la repetibilidad y buen funcionamiento del equipo. Los resultados de las mediciones son mostradas en el Anexo 8.

Las desviaciones estándar de las coordenadas sobre el punto PC-1 son mostradas en la tabla siguiente. Estos valores se encuentran dentro de la precisión del instrumento especificadas por el fabricante.

Coordenadas	Desviación estándar (m)
<i>X (Este)</i>	<i>0.62</i>
<i>Y (Norte)</i>	<i>0.45</i>
<i>Z (Elevación)</i>	<i>1.85</i>

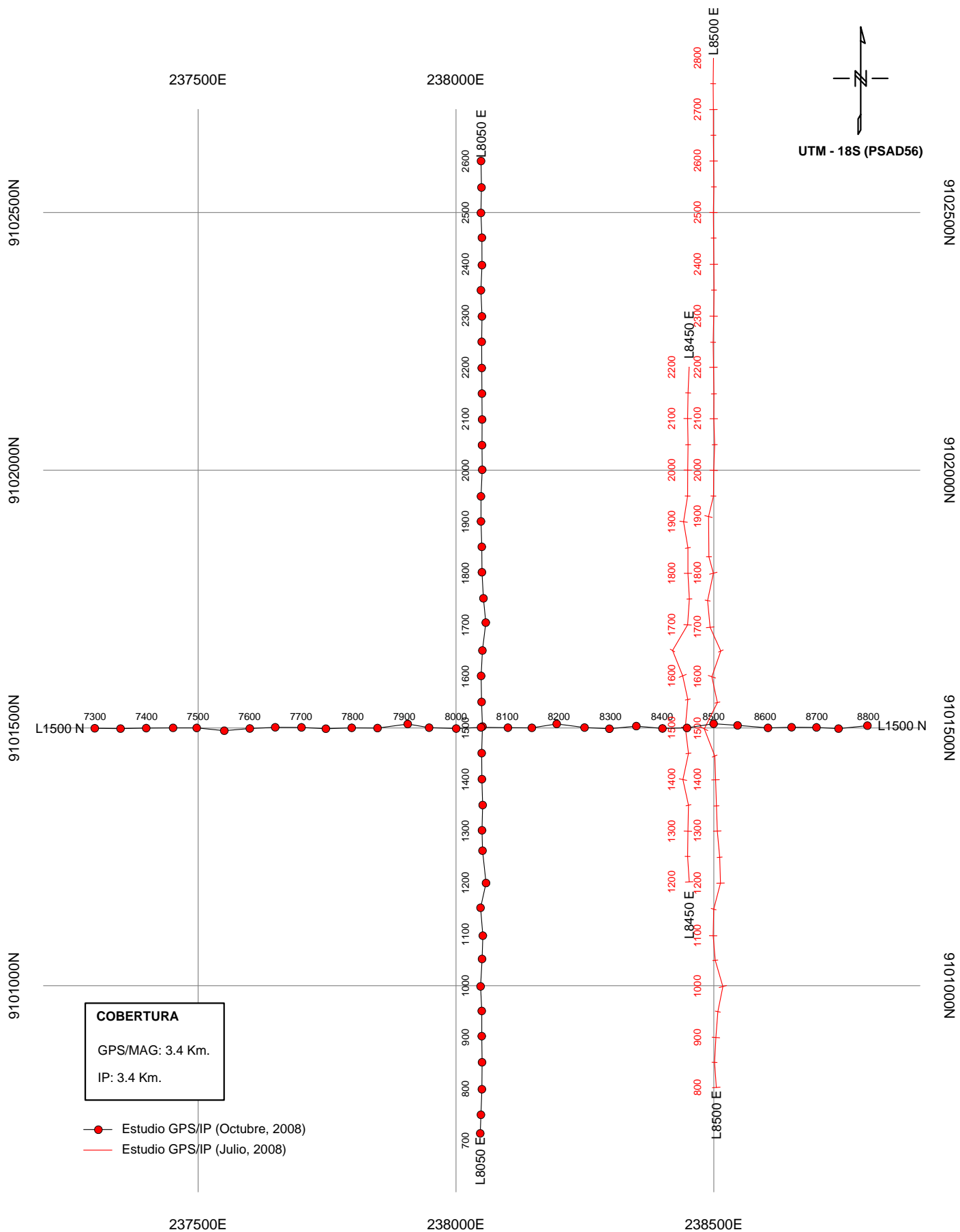
Tabla 6: Desviación estándar de las coordenadas del punto de control

4.3. Presentación de los resultados

Las coordenadas obtenidas fueron usadas para graficar los resultados geofísicos a lo largo de las líneas de estudio. (Ver Figura 1, Anexo 3)

Los resultados también son presentados en forma de perfiles de elevación a lo largo de las pseudo-secciones y secciones de inversión 2D de IP/Res (Anexos 4 y 5 respectivamente).

COBERTURA DEL ESTUDIO GEOFISICO



5. ESTUDIO DE MAGNETOMETRÍA

El estudio magnético fue realizado sobre 2 líneas en un total de 3.4 Km. Se utilizaron dos equipos: un equipo móvil y un equipo base. El equipo base se empleó para registrar la variación diurna del campo magnético local y el equipo móvil para la toma de datos a lo largo de las líneas de estudio con mediciones cada 5 metros.

5.1. Parámetros de adquisición e instrumentación

Instrumentos	Marca- Modelo
<i>Magnetometro Base</i>	<i>Geometrics, modelo G856-AX - serie #: 277815</i>
<i>Magnetometro Movil</i>	<i>Gem System, Modelo GSM-19T - serie #: 6122172</i>

Parametros	Modo de Adquisicion
<i>Ubicacion de la Base magnetica</i>	<i>238,235E / 9°100,594N / 2,789 m.s.n.m. UTM 18S (PSAD56)</i>
<i>Ubicacion del punto de contro PC-1</i>	<i>238,213E / 9°100,579N / 2,784 m.s.n.m UTM 18S (PSAD56)</i>
<i>Ciclo de Lectura de la Estacion Base</i>	<i>10 segundos</i>
<i>Datum de referencia campo total</i>	<i>26,800 nT</i>
<i>Intervalo de lecturas</i>	<i>5 metros</i>
<i>Altura sensor (móvil y base).</i>	<i>2.0 metros</i>

IGRF (Estacion Base Magnetica)	Valores
<i>Longitud /Latitud /Elevación (PSAD56)</i>	<i>77°22'31.40"W /08°07'46.66"S / 2,789 m.s.n.m.</i>
<i>Fecha</i>	<i>20 Octubre, 2008</i>
<i>Intensidad del campo magnético</i>	<i>26725 nT</i>
<i>Inclinacion</i>	<i>8.11°</i>
<i>Declinacion</i>	<i>-1.07°</i>

Tabla 7: Parámetros de Adquisición e Instrumentos (MAG)

5.2. Control de calidad

- El reloj interno de los magnetómetros base y móvil fueron sincronizados con la hora local (GMT -05:00), cada mañana de trabajo.
- La base magnética fue establecida en la misma posición que en la campaña previa. En un lugar de bajo gradiente, considerando la baja susceptibilidad magnética de la roca, en una zona libre de influencias electro-magnéticas y de materiales que pudiesen ocasionar ruido. La gradiente local fue medida por medio de dos líneas perpendiculares transversales entre si de 1 metro de longitud en las direcciones N-S y E-W, centrados en la estación de la base magnética. La gradiente magnética de la estación base magnética fue: + 0.23 nT/m, 92.50° N. Los perfiles son mostrados en el Anexo 8.
- La actividad solar y/o otros ruidos culturales y naturales fueron permanentemente monitoreados a través de la base magnética durante el día de trabajo. El mas alto gradiente del campo fue 0.33 nT/min., el cual es un valor normal. El anexo 8 presenta la curva de la variación diurna.
- Se estableció un punto de control (PC-1), próximo a la base magnética para verificar la repetibilidad de las mediciones de las lecturas magnéticas y el buen funcionamiento de los equipos. Las lecturas fueron adquiridas al inicio y al final de cada día de levantamiento. Las discrepancias entre las repeticiones de las lecturas no exceden de ± 2 nT.

5.3. Presentación de los resultados

Los resultados completos de ambas campañas son presentados como perfiles a lo largo de las líneas de estudio en la Figura 1 (Anexo 3), también son presentados como perfiles a lo largo de pseudo-secciones y secciones de inversión IP (Anexo 4 y 5).

6. ESTUDIO DE POLARIZACIÓN INDUCIDA

6.1. Secuencia de adquisición

El estudio de polarización inducida (IP) fue ejecutado sobre (2) líneas, con una longitud total de 3.40 Km. Se usó la configuración polo-dipolo con una secuencia de adquisición de 11 puntos cada 100 metros y con dipolos que van desde los 100, 200 y 300 metros de longitud. La profundidad de investigación máxima fue entre 52 y 395 metros de profundidad (de acuerdo a Edwards' Median Depth of Investigation).

N° Pto.	Posición del Electrodo (m)				Dipolo a (m)	n	Profundidad (m)
	T_{x2}	T_{x1}	P_1	P_2			
1	∞	0	100	200	100	1	-52.01
2	∞	0	200	300	100	2	-92.28
3	∞	0	300	400	100	3	-131.81
4	∞	0	300	500	200	1.5	-144.50
5	∞	0	400	600	200	2	-184.57
6	∞	0	500	700	200	2.5	-224.26
7	∞	0	600	800	200	3	-263.62
8	∞	0	600	900	300	2	-276.85
9	∞	0	700	1000	300	2.333	-316.60
10	∞	0	800	1100	300	2.666	-356.11
11	∞	0	900	1200	300	3	-395.43

Tabla 8: Secuencia de Adquisición

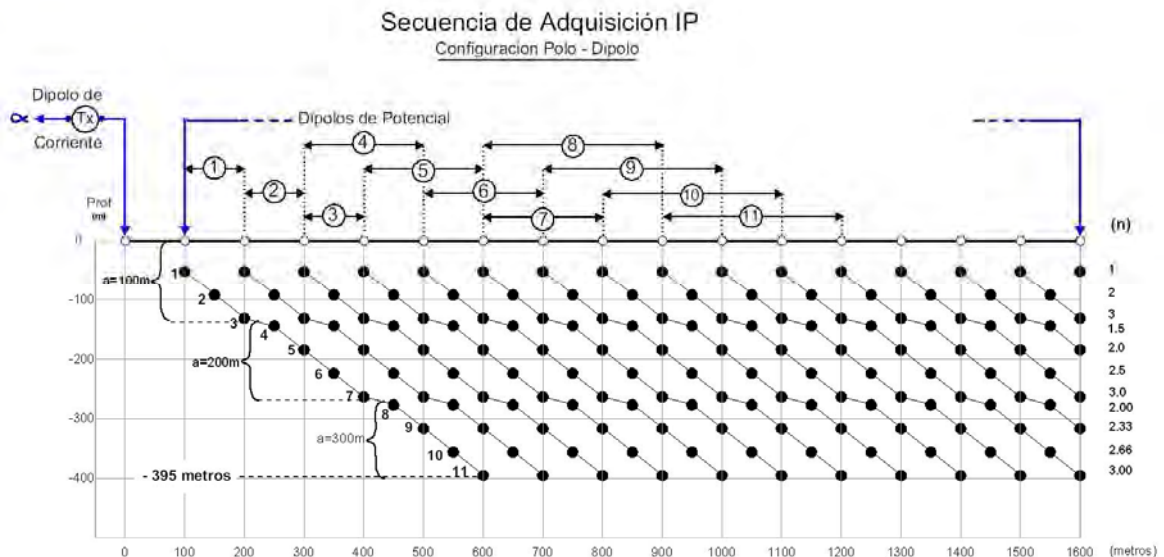


Figura IP1 Secuencia de Adquisición con $a = 100, 200, 300$ metros; $n \leq 3.0$

6.2. Parámetros de adquisición e instrumentación

Instrumentos	Marca - Modelo
Receptor IP/Res	Modelo ELRECPRO – serie 106
Transmisor IP	Walcer, modelo TX9000 - serie #: T2059
Generador	Honda, modelo MG12 - serie #: M2068

Parámetros	Modo de adquisición
Receptor:	<i>Dominio de Tiempo</i>
<i>Duración de pulso/ciclo</i>	<i>2 segundos/0.125 Hz</i>
<i>Filtro de corriente de alta tensión</i>	<i>60 Hz</i>
<i>Dipolo de calibración (referencia)</i>	<i>1^{er} dipolo</i>
<i>Modo de muestreo de cargabilidad</i>	<i>Aritmético (160 msec x 10 Ventanas de tiempo)</i>
Transmisor:	<i>Dominio de Tiempo</i>
<i>Duración de pulso/ciclo</i>	<i>2 seg+, 2 seg off, 2 seg-, 2 seg off</i>
<i>Promedio de voltaje de salida</i>	<i>1000 voltios</i>
<i>Máxima salida de potencia /Intensidad de corriente</i>	<i>3.0 Kw./6 Amps.</i>
Configuración del dispositivo	
<i>Dispositivo</i>	<i>Polo Dipolo (PLDP), multidipolo</i>
<i>Separación del dipolo de potencial (a)</i>	<i>a = 100 – 300 metros.</i>
<i>Factor de separación</i>	<i>N = 1 a 3</i>
<i>Intervalo de inyección corriente DC</i>	<i>100 metros</i>
<i>Densidad de puntos de lectura</i>	<i>110 puntos / Km. lineales</i>
<i>Profundidad de investigación estimada</i>	<i>395 metros</i>

Posición del electrodo de Corriente infinito (∞) (PSAD56)	Líneas medidas
Infinito – 1 241,402E / 9°10'2,633N, 3048 m.s.n.m.	L8050E, L1500N

Tabla 9: Parámetros de adquisición e instrumentos (IP/RES)**6.3. Control de calidad**

- Campo: Durante el proceso de adquisición de datos, el control de calidad fue principalmente visual. Los voltajes primarios y las curvas de descarga fueron constantemente monitoreadas por el operador con la finalidad de detectar algún tipo de problema. Para asegurar una buena calidad de los datos, se efectuaron varias repeticiones con el fin de conseguir la repetibilidad de las lecturas y además mejorar los puntos de contacto del equipo, y evitar mediciones ruidosas.
- Oficina: Los datos tomados en campo fueron enviados diariamente a la oficina de VDG en Lima para el procesamiento respectivo. En el área de procesamiento, las lecturas ruidosas fueron removidas; luego las repeticiones se promediaron y estos resultados se utilizaron para graficar las pseudo secciones. Si alguna incoherencia era detectada en las pseudo-secciones, se informaba a la brigada geofísica en campo para realizar las repeticiones respectivas.

6.4. Método de inversión

El programa empleado en las inversiones de los datos IP es el Res2DInv, desarrollado por Geotomo Software (2004). Este programa realiza el proceso de la inversión 2D de los datos de cargabilidad de manera conjunta con los datos de resistividad, tomando en cuenta el efecto topográfico, mediante el algoritmo de mínimos cuadrados. La siguiente tabla presenta los principales parámetros usados en la inversión.

Parámetros de Inversión	Valor
2D	
<i>Ancho del modelo de celda (Horizontal)</i>	<i>50 m</i>
<i>Factor inicial de amortiguamiento (Damping)</i>	<i>0.30</i>
<i>¿Máximo factor de amortiguamiento (Damping) para la suavización de la primera capa?</i>	<i>No</i>
<i>Factor de incremento del ancho de las capas</i>	<i>1.10</i>
<i>Número de iteraciones</i>	<i>5</i>
<i>Proporción Vertical al peso horizontal del filtro.</i>	<i>1.0</i>
<i>Restricción de la inversión (data / modelo)</i>	<i>Estándar / Estándar</i>

Tabla 10: Parámetros de inversión IP

6.5. Presentación de los resultados

Los datos del estudio IP de la campaña actual (líneas L8050E y L1500N), así como los de la campaña de julio, 2008 (líneas L8450E y L8500E) son presentados en forma de pseudo-secciones en el Anexo 4. Los resultados de las inversiones 2D son presentadas en el anexo 5 como secciones de profundidad.

La tabla de colores utilizada para los datos de resistividad corresponde a un esquema de colores predeterminado (valores altos en azul y valores bajos en rojo). Para la cargabilidad se empleó una tabla de colores igualmente predeterminada, donde los valores altos están representados por el color rojo y los valores bajos en azul.

El ploteo de las medidas de profundidad en las pseudo-secciones usa la convención de Edwards (Basado en la profundidad media de investigación obtenida de la derivada de Frechet). Es una versión híbrida de Marshall y Madden, 1959. Notar que las pseudo-secciones convencionales de IP usan la intersección de dos líneas con un ángulo de 45° trazadas desde el punto medio de los electrodos de potencial y el electrodo de corriente, comúnmente éste tipo de ploteo es llamado SEG.

7. EVALUACION DE LOS RESULTADOS GEOFISICOS

Los siguientes comentarios son hechos basados en los resultados geofísicos obtenidos durante esta campaña, que complementan a los resultados descritos en el reporte de la primera fase realizada en Julio del 2008 en el proyecto Los Hornos.

7.1. Resultados del Levantamiento GPS diferencial

Dos nuevas líneas fueron dispuestas en el terreno en forma perpendicular. La línea L8050E con dirección norte-sur, paralela a las líneas de la campaña previa, y la línea L1500N en dirección este-oeste que cruza a las líneas antes mencionadas.

Al igual que en la primera fase, las líneas para el estudio geofísico fueron colocadas por medio de un GPS diferencial cuyo sistema tiene una precisión de ± 1.0 metros en el plano horizontal, y ± 2.0 metros en la altitud. Las repeticiones medidas en el punto de control durante el levantamiento demuestran que la precisión instrumental está conforme a las especificaciones del fabricante.

Los resultados del estudio de polarización inducida y magnetometría fueron ubicados en coordenadas absolutas de acuerdo al posicionamiento satelital DGPS. El sistema de proyección usado corresponde a las coordenadas UTM, Zona 18S y Datum PSAD56; las elevaciones están referidas al geoide EGM96 en metros sobre el nivel del mar.

7.2. Resultados de Magnetometría

Los resultados magnéticos sobre las líneas nuevas L8050E y L1500N no presentan respuestas magnéticas de mayor transcendencia; a excepción de una respuesta magnética centrada en la estación 8550E de la línea L1500N que corresponde a la respuesta positiva de la anomalía magnética detectada en las líneas L8450E y L8500E en la campaña anterior.

Los valores magnéticos se encuentran dentro del mismo rango de la campaña anterior, en el rango de 26,300nT a 27,100nT, con un valor medio de 26,790nT.

7.3. Resultados de Polarización Inducida/Resistividad

El diseño empleado en el estudio IP consistió en el arreglo Polo-Dipolo con dipolos de recepción variables de 100, 200 y 300 metros. El arreglo del dispositivo usado corresponde al mismo diseño utilizado en la campaña anterior sobre la línea L8500E, que permitió alcanzar una profundidad máxima de investigación de 395 metros.

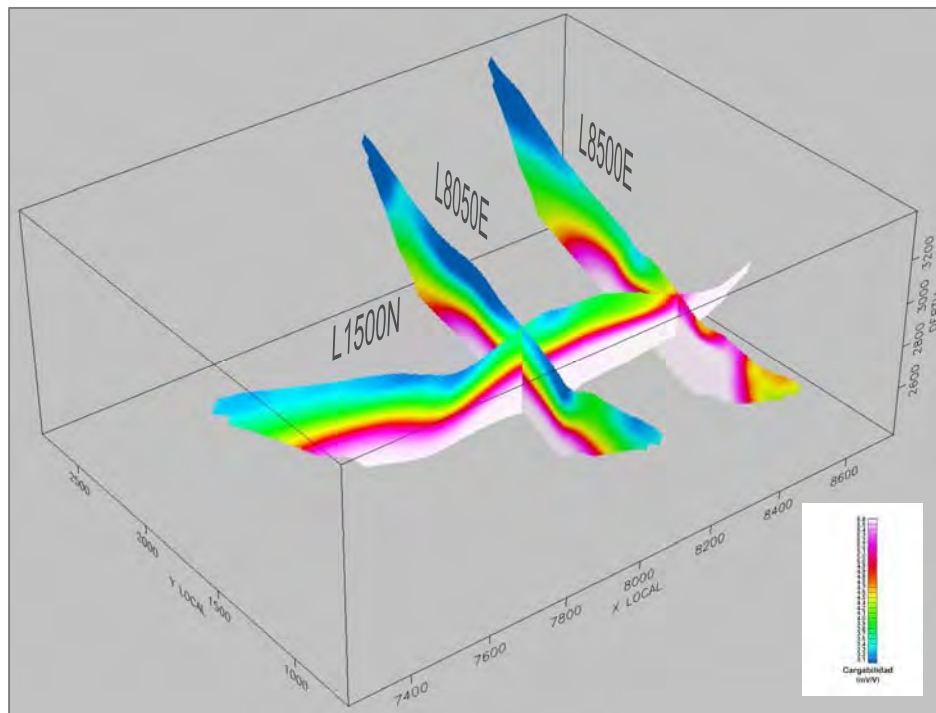
Los datos del estudio IP son de buena calidad presentando amplitudes similares a los obtenidos en la campaña previa. Los resultados de las inversiones 2D muestran coherencia en las intersecciones de las líneas orientadas norte-sur con la línea transversal L1500N orientada este-oeste.

Los resultados de resistividad presentan resistividades con amplitudes moderadas a altas, en el rango de 400 a 4700 Ohm*m. El contraste de resistividad delinea resistividades moderadas-altas (< 1600 Ohm*m) desde la superficie hasta una profundidad media de 100-150 metros, delimitando zonas de alteración o contactos litológicos.

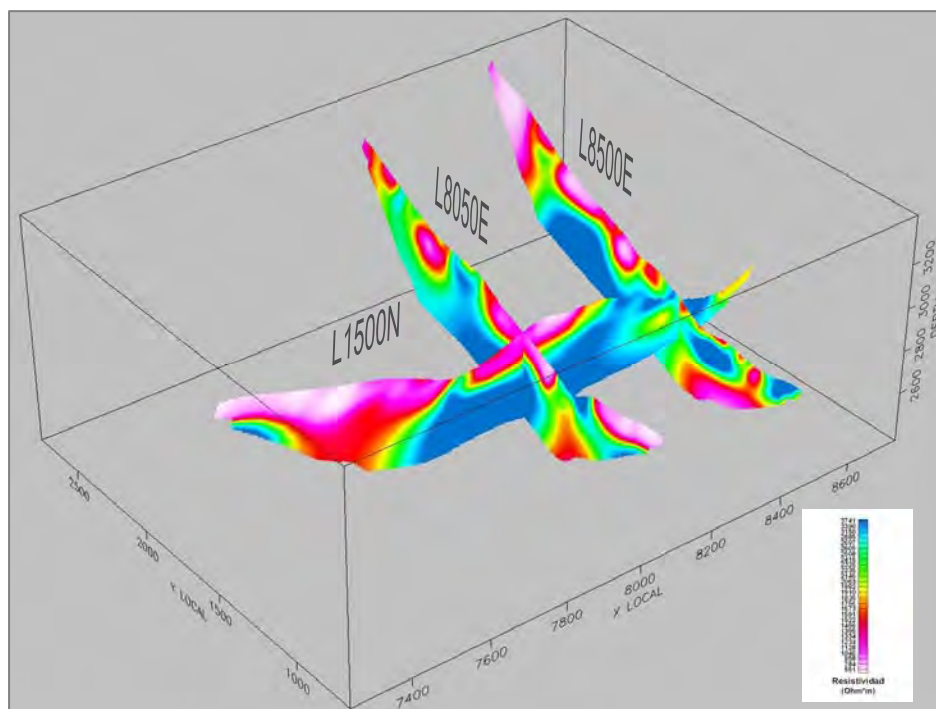
Las amplitudes de cargabilidad sobre las líneas L8050E y L1500N se encuentran en el rango de 2.8 a 6.5 mV/V. Ambas líneas muestran una anomalía de cargabilidad débil (> 5.0 mV/V) asociada a una zona de resistividad alta ($> 2,000$ Ohm*m) a 200-250 metros por debajo de la superficie. La anomalía corresponde a la anomalía IP-1 detectada sobre las líneas L8450E y L8500E en la campaña previa.

La anomalía IP-1 permanece abierta y subaflorando hacia la quebrada Huascacocha, en el extremo este de la línea L1500N, entre la estaciones 8600E y 8700E. Hacia el extremo oeste de la misma línea (L1500N) la inversión 2D presenta una anomalía en profundidad que no es posible precisar, debido a que la información adquirida se encuentra limitada por la cobertura.

Las siguientes figuras muestran las anomalías de cargabilidad y resistividad sobre las secciones de inversión en una vista 3D.



Vista 3D de secciones de cargabilidad, mirando al NE



Vista 3D de secciones de resistividad, mirando al NE

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VDG del Perú S.A.C. completó una segunda campaña de geofísica terrestre en octubre del 2008 a solicitud de **Merendon de Perú S.A.**, en el **Proyecto Los Hornos** ubicado en la provincia de Pataz, departamento de La Libertad, Perú.

Los métodos geofísicos aplicados fueron el estudio de magnetometría y el de polarización inducida. El objetivo de la campaña geofísica sobre el proyecto aurífero Los Hornos fue el de determinar la extensión de la anomalía detectada en la primera campaña geofísica, relacionada a un posible pórfido Cu-Au en profundidad.

Los resultados geofísicos nos permiten concluir lo siguiente:

1. La resistividad delinea valores de resistividades moderadas-altas ($<1,600 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$) desde la superficie hasta 100-150 metros de profundidad, correspondientes a zonas de alteración o contactos litológicos; y valores de resistividad mas altos ($>2,000 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$) a mayor profundidad.
2. Los resultados de cargabilidad concuerdan entre las dos campañas, al confirmar una anomalía débil (IP-1) a una profundidad aproximada de 200 metros. La anomalía IP-1 presenta correlación con los valores altos de resistividad en profundidad.
3. La anomalía IP-1 subaflora al este de la línea 1500N, en la quebrada Huscacocha. Los límites de la anomalía han sido delineados en las secciones y en el mapa de interpretación (Figura 2).

A partir de los resultados de esta campaña geofísica se recomienda lo siguiente:

1. Corroborar mediante trincheras la naturaleza de las anomalías de cargabilidad en la quebrada Huascacocha.
2. En base a la información geológica y otros estudios disponibles, comprobar la anomalía IP-1 mediante taladros exploratorios.
3. En base a los resultados geológicos, realizar una ampliación sistemática de la malla geofísica con los métodos de magnetometría y de polarización inducida.

Lima, 29 de Noviembre del 2008

VDG del PERU S.A.C.

Réjean Pineault
Gerente General

Anexo 1

Reporte de Producción Diaria

Anexo 2

Cobertura de los Levantamientos

ANEXO 1

REPORTE DE PRODUCCION DIARIA

Fecha	Método	Línea	Desde	Hasta	Prod. neta	Prod. Total (Km)	Comentarios
18-Oct							Movilización Trujillo - Caraz
19-Oct							Movilización Caraz - Tayabamba se tuvo carretera dificultosa debido a precipitaciones fluviales
20-Oct	GPS/MAG IP	1500	8300	8800	0.50	0.50	Topografía muy accidentada Preparación de Línea 1500 con calaminas Tendido del Infinito
21-Oct	GPS/MAG IP	1500 8050	7300 1900	8300 1100	1.00 0.80	1.80	Topografía muy accidentada Preparación de Línea 1500 con cable de corriente y potencial
22-Oct	GPS/MAG IP	8050 8050 1500	1900 700 7300	2600 1100 8800	0.70 0.40 1.50	1.10 1.50	Se hicieron pruebas de gradiente en base MAG Topografía muy accidentada. Preparación de Línea 8050 con calaminas y cable de potencial.
23-Oct	IP	8050	1900	2600	0.70	0.70	Preparación de Línea 8050 con calaminas y cable de potencial.
24-Oct	IP	8050	700	1900	1.20	1.20	Recojo de Materiales y equipos.
24-Oct							Desmovilización proyecto Los Hornos.

ANEXO 2

COBERTURA DE LOS LEVANTAMIENTOS

Cobertura DGPS/MAG

	Line	Stn_Min	Stn_Max	Length(Km)
LINE	1500N	7300E	8800E	1.50
LINE	8050E	700N	2600N	1.90
TOTAL =>				3.40 Km.

Cobertura IP/RES

	Line	Array	Stn_Min	Stn_Max	Length(Km)
LINE	1500N	PLDP	7300E	8800E	1.50
LINE	8050E	PLDP	700N	2600N	1.90
TOTAL =>					3.40 Km.

Anexo 3

Mapa Base-Perfiles del Campo total Magnético, Mapa de Interpretación

ANEXO 3

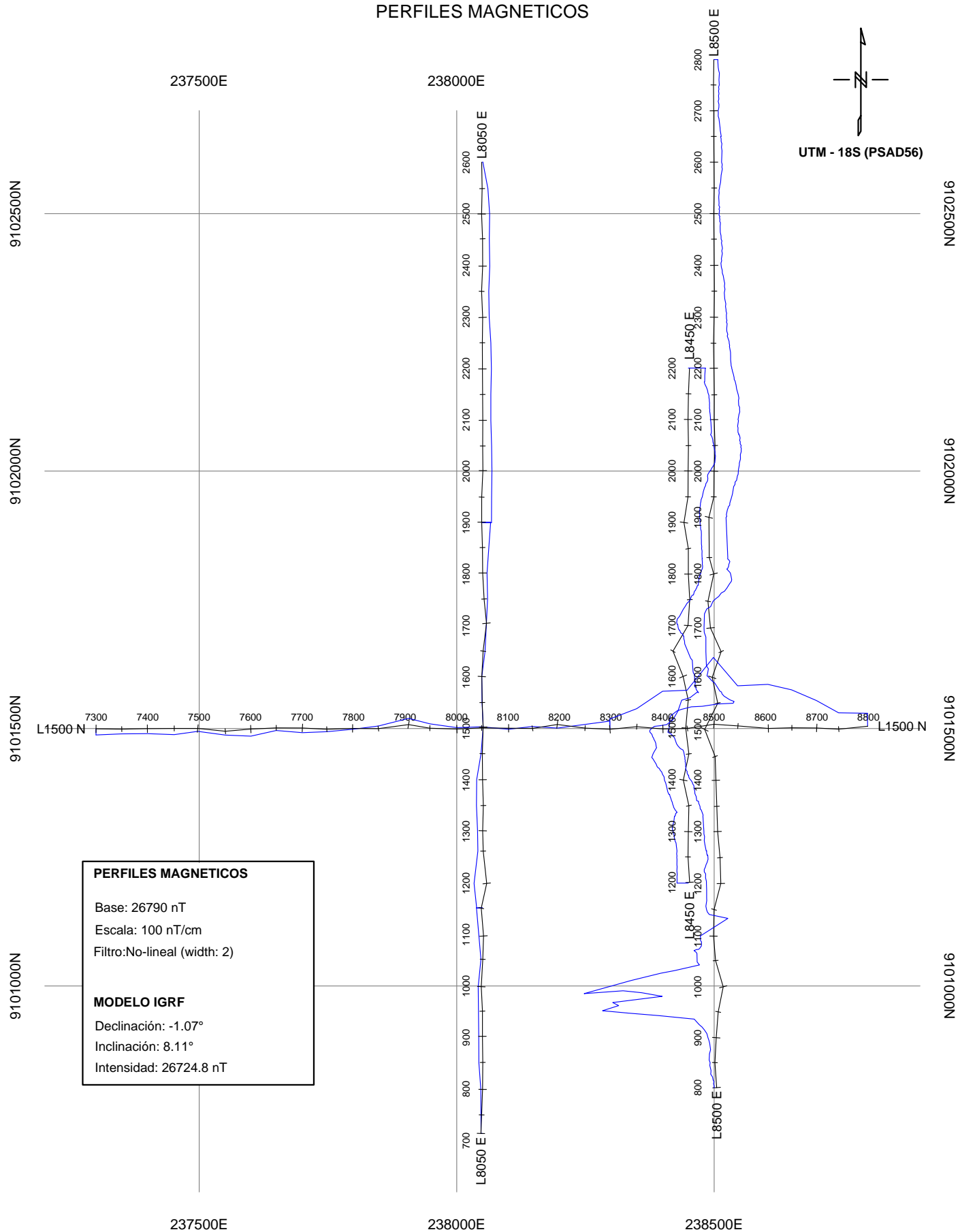
**MAPA BASE-PERFILES DEL CAMPO TOTAL MAGNÉTICO, MAPA DE
INTERPRETACIÓN**

(Escala 1: 10,000)

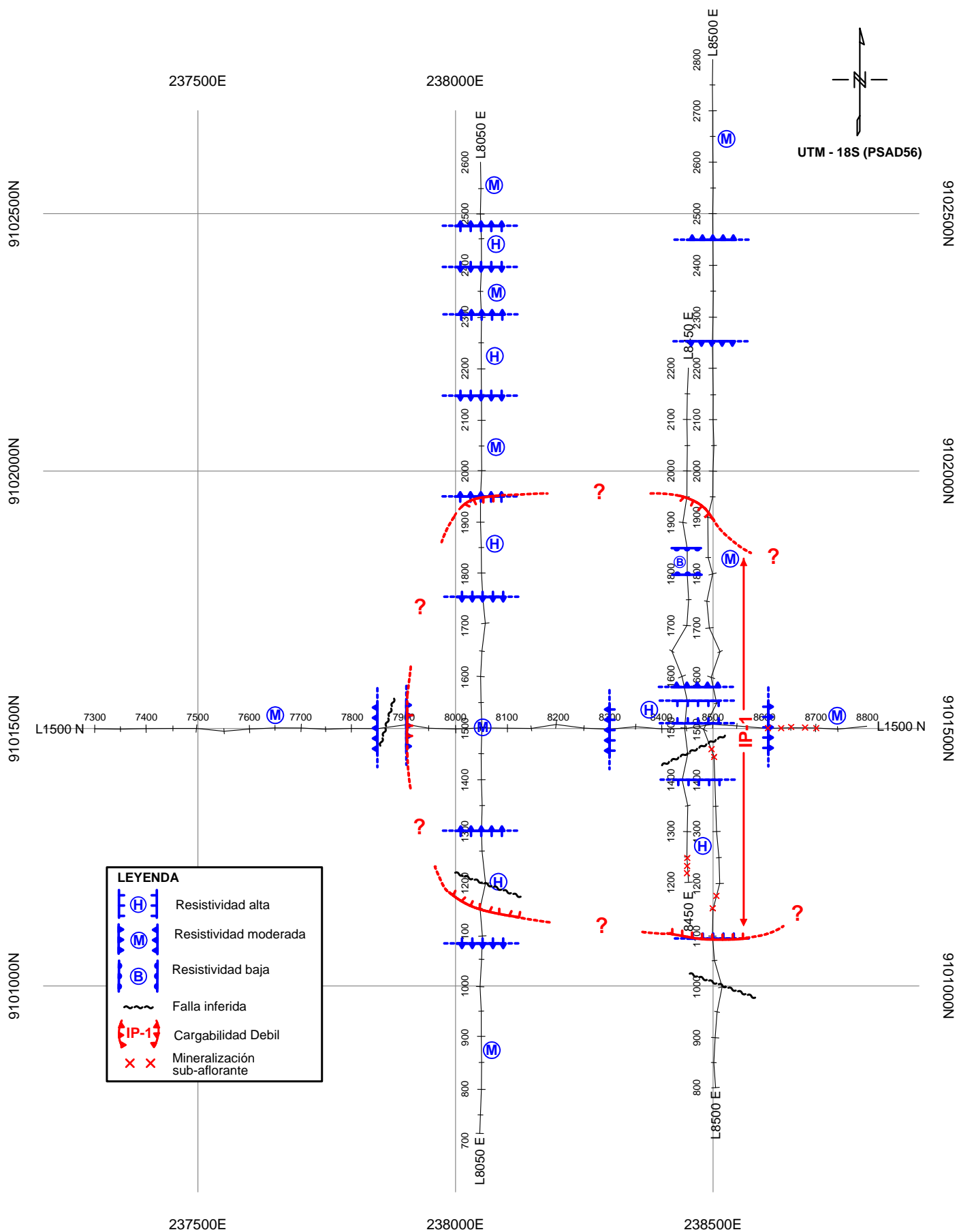
- Figura 1** Mapa Base – Perfiles magnéticos
Figura 2 Mapa de interpretación

MAPA BASE

PERFILES MAGNETICOS



MAPA DE INTERPRETACION



ESCALA 1 : 10 000

VAL D'OR
GEOFISICA

**VDG DEL PERU
S.A.C.**

MERENDON DE PERU S.A.
PROYECTO LOS HORNO
LA LIBERTAD, PERU

FIGURA 2
FECHA: Noviembre, 2008
Referencia: 08-P352B

Anexo 4

Pseudo-secciones (IP)

(Escala 1: 10,000)

L1500N, L8050E	(Campaña actual, Oct-2008)
L8450E, L8500E	(Campaña anterior, Jul-2008)

ANEXO 5

Secciones en Profundidad (2D)

(Escala 1: 10,000)

L1500N, L8050E	(Campaña actual, Oct-2008)
L8450E, L8500E	(Campaña anterior, Jul-2008)

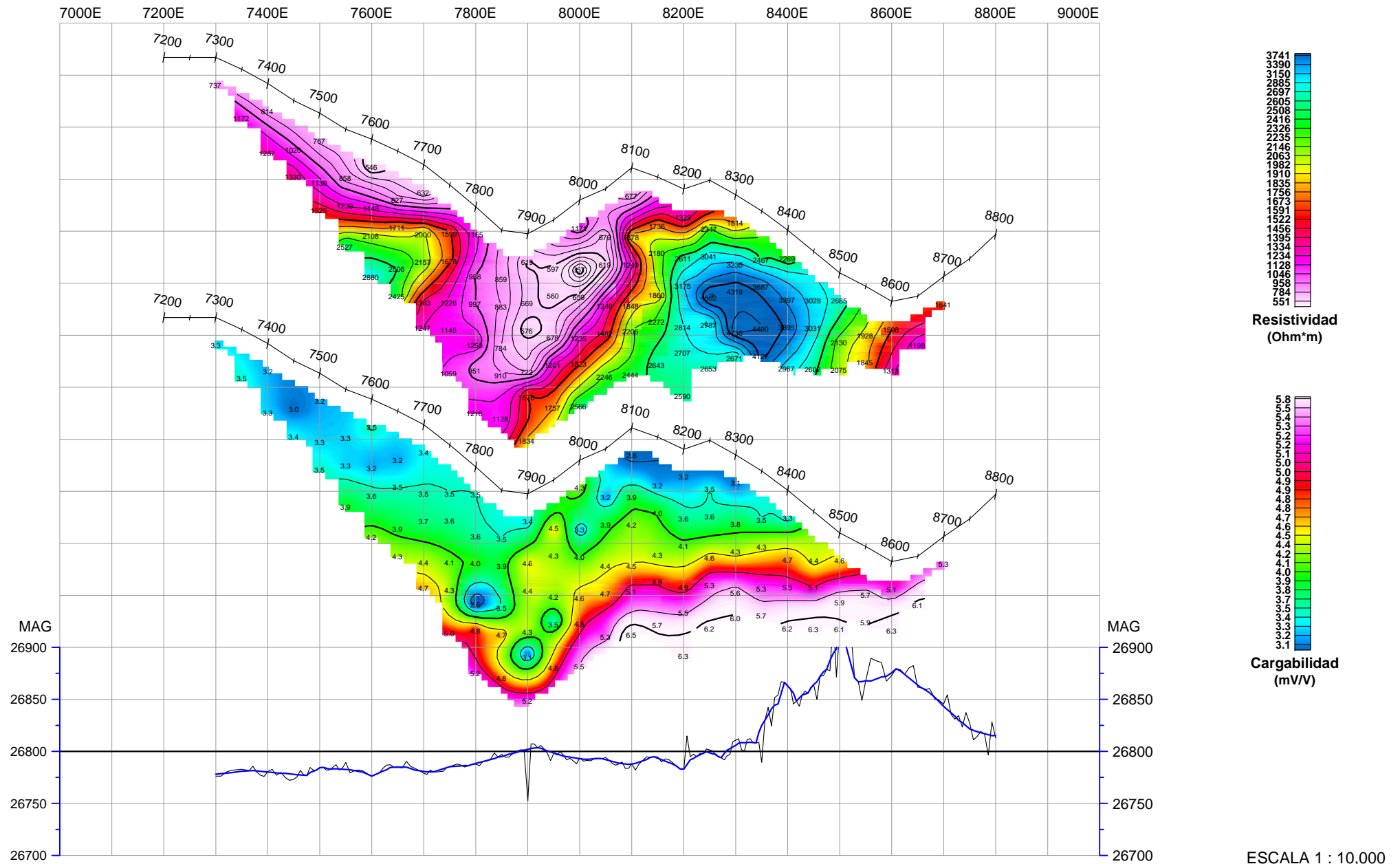
ANEXO 4

PSEUDO-SECCIONES (IP)

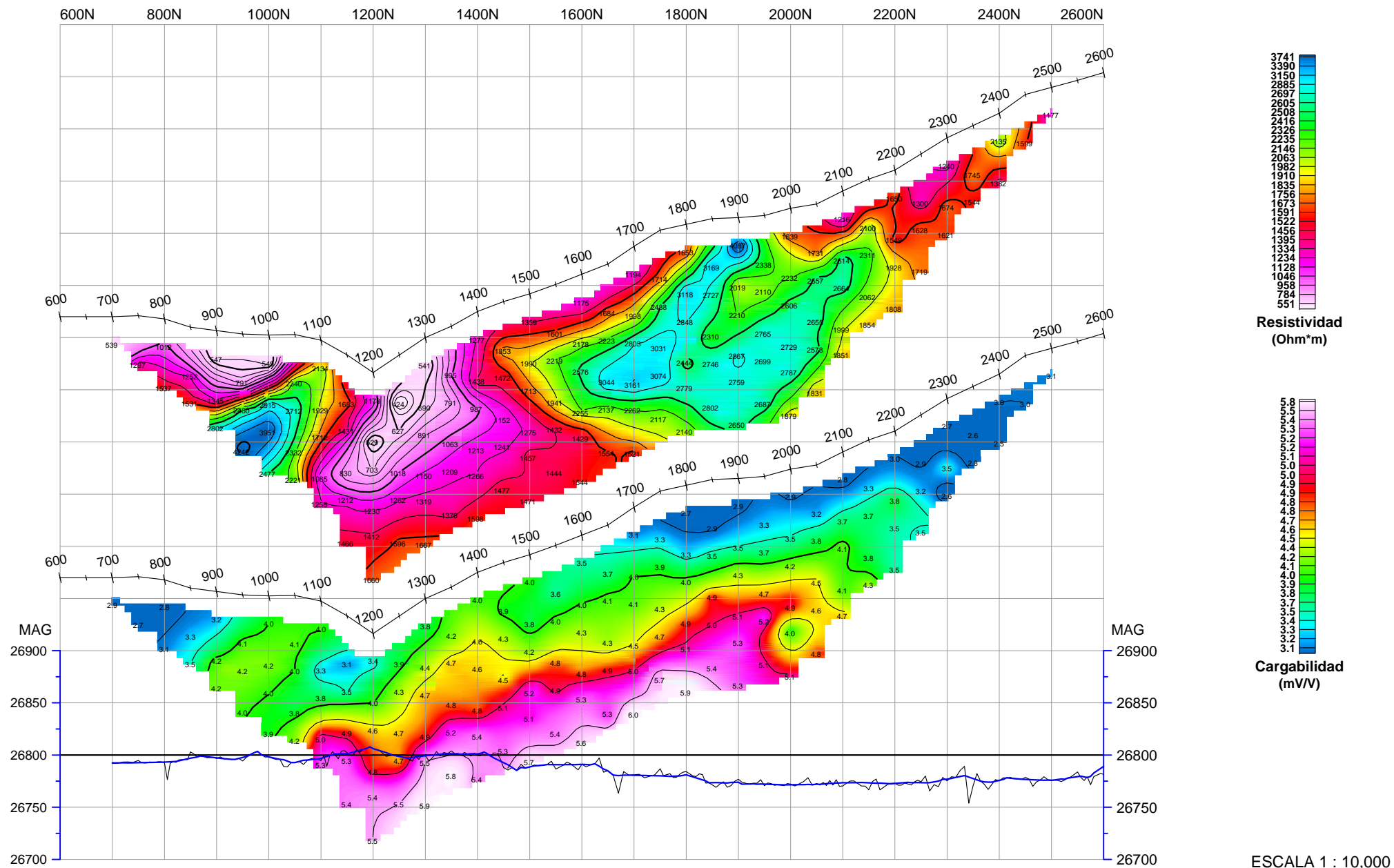
(Escala 1: 10,000)

L1500N, L8050E	(Campaña actual, Oct-2008)
L8450E, L8500E	(Campaña anterior, Jul-2008)

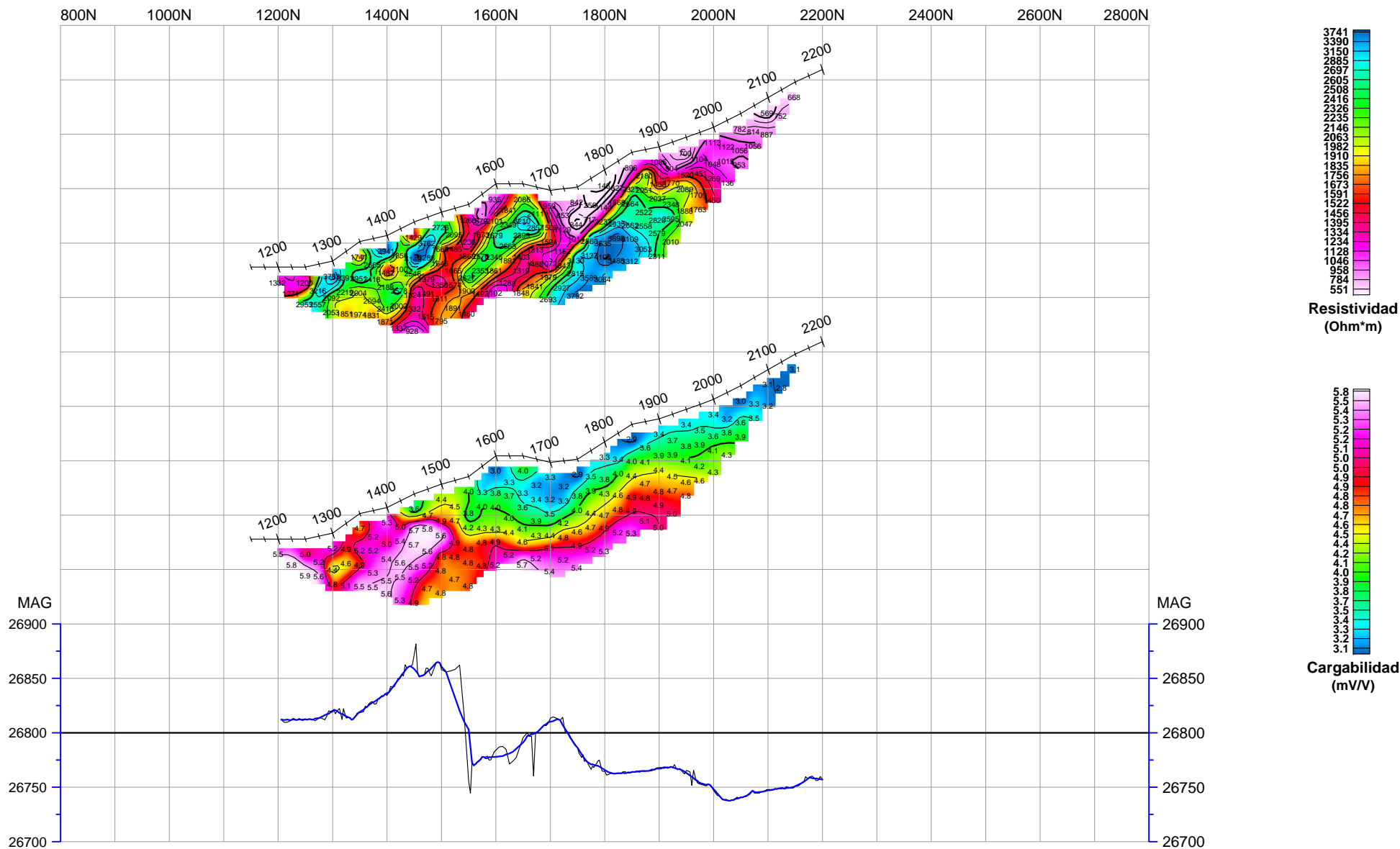
ESTUDIO POLARIZACION INDUCIDA CONFIGURACION MULTIDIPOLO (POLO-DIPOLO) - (SECCION 1500N)



ESTUDIO POLARIZACION INDUCIDA CONFIGURACION MULTIDIPOLO (POLO-DIPOLO) - (SECCION 8050E)

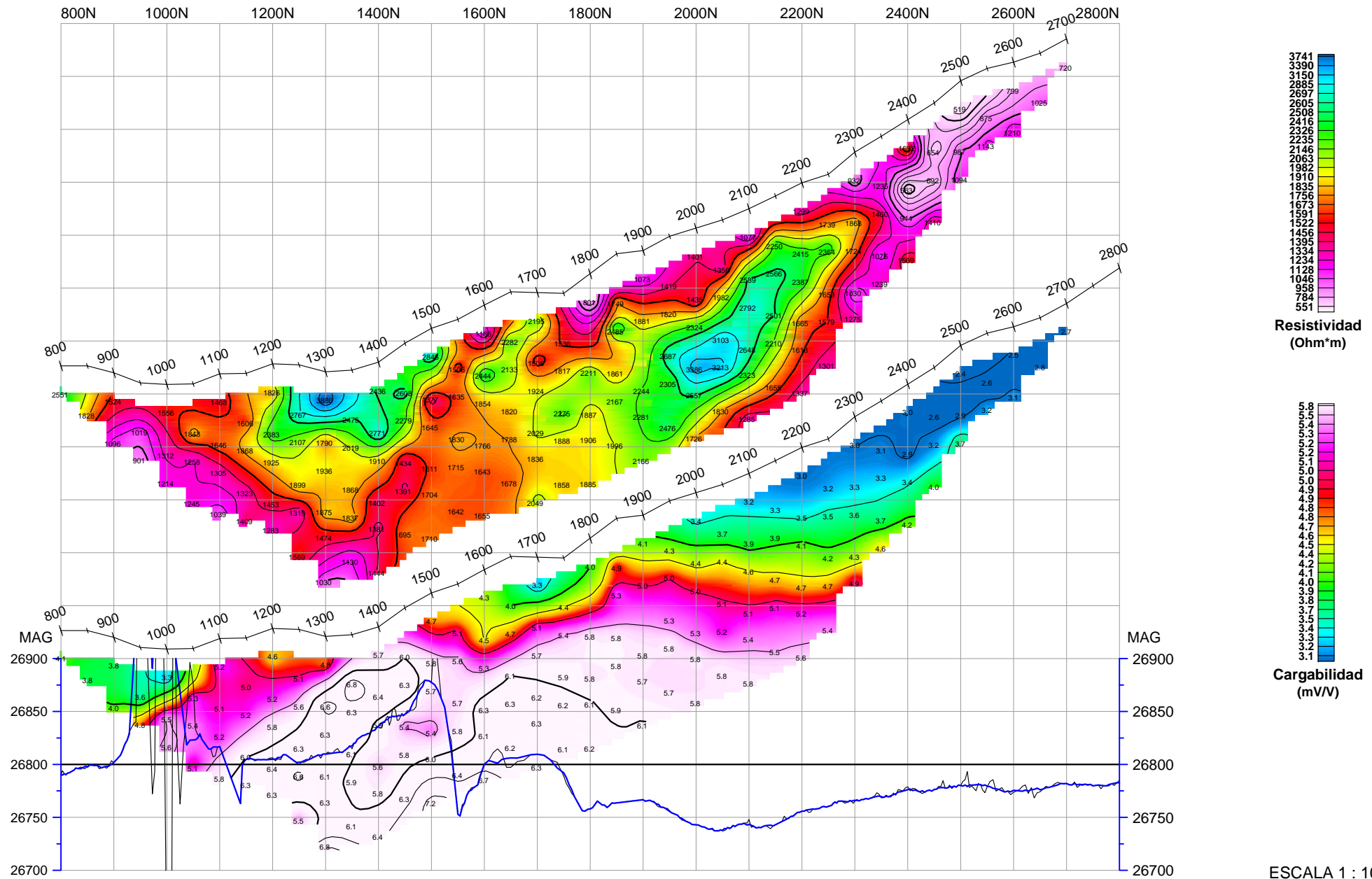


ESTUDIO POLARIZACION INDUCIDA CONFIGURACION MULTIDIPOLO (POLO-DIPOLO) - (SECCION 8450E)



ESCALA 1 : 10,000

ESTUDIO POLARIZACION INDUCIDA CONFIGURACION MULTIDIPOLO (POLO-DIPOLO) - (SECCION 8500E)



**VAL D'OR
GEOFISICA**

**VDG DEL PERU
S.A.C.**

MERENDON DE PERU S.A.
PROYECTO LOS HORNO
LA LIBERTAD, PERU

LINEA 8500E
Fecha: Julio, 2008
Referencia: 08-P352

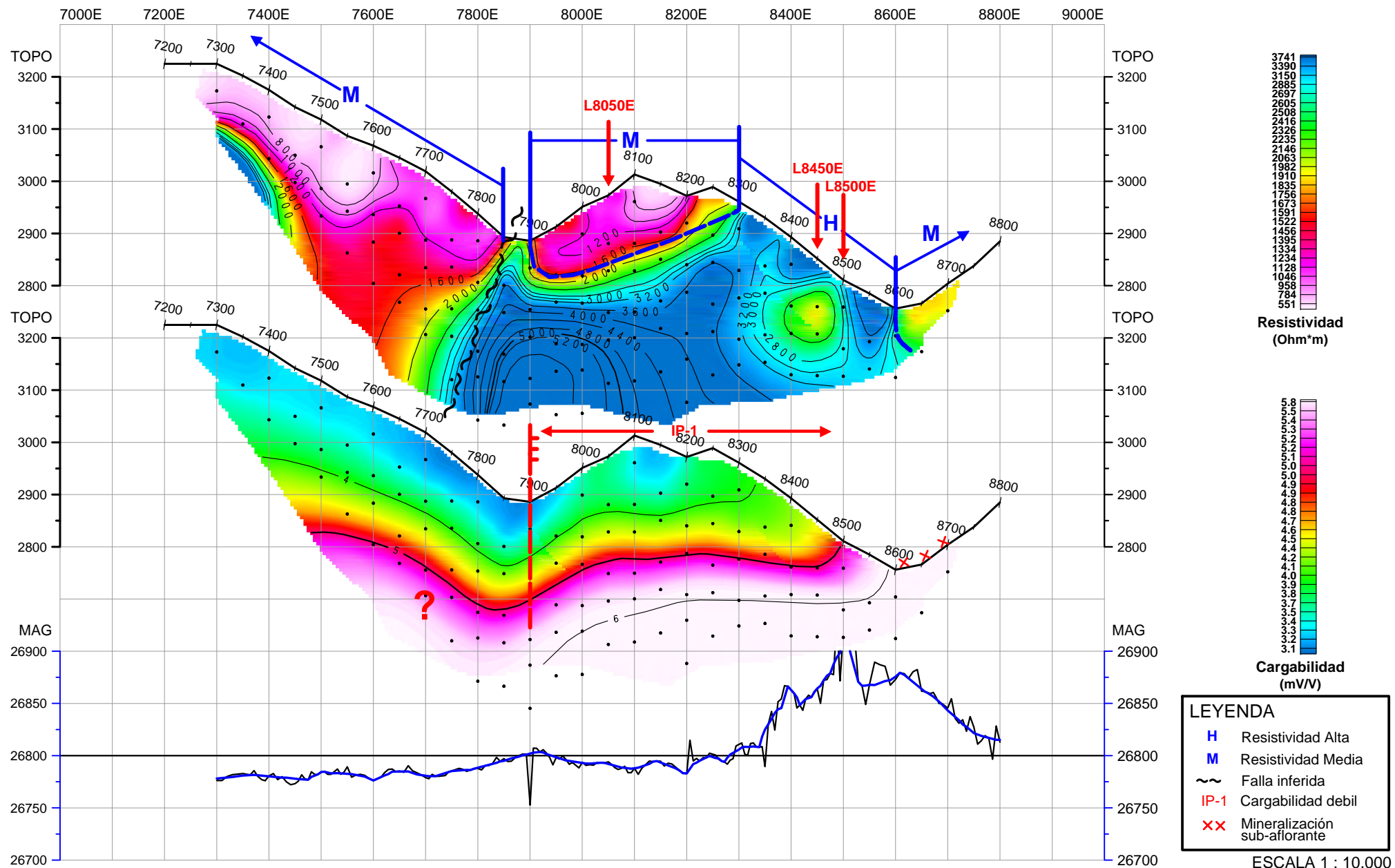
ANEXO 5

SECCIONES EN PROFUNDIDAD (2D)

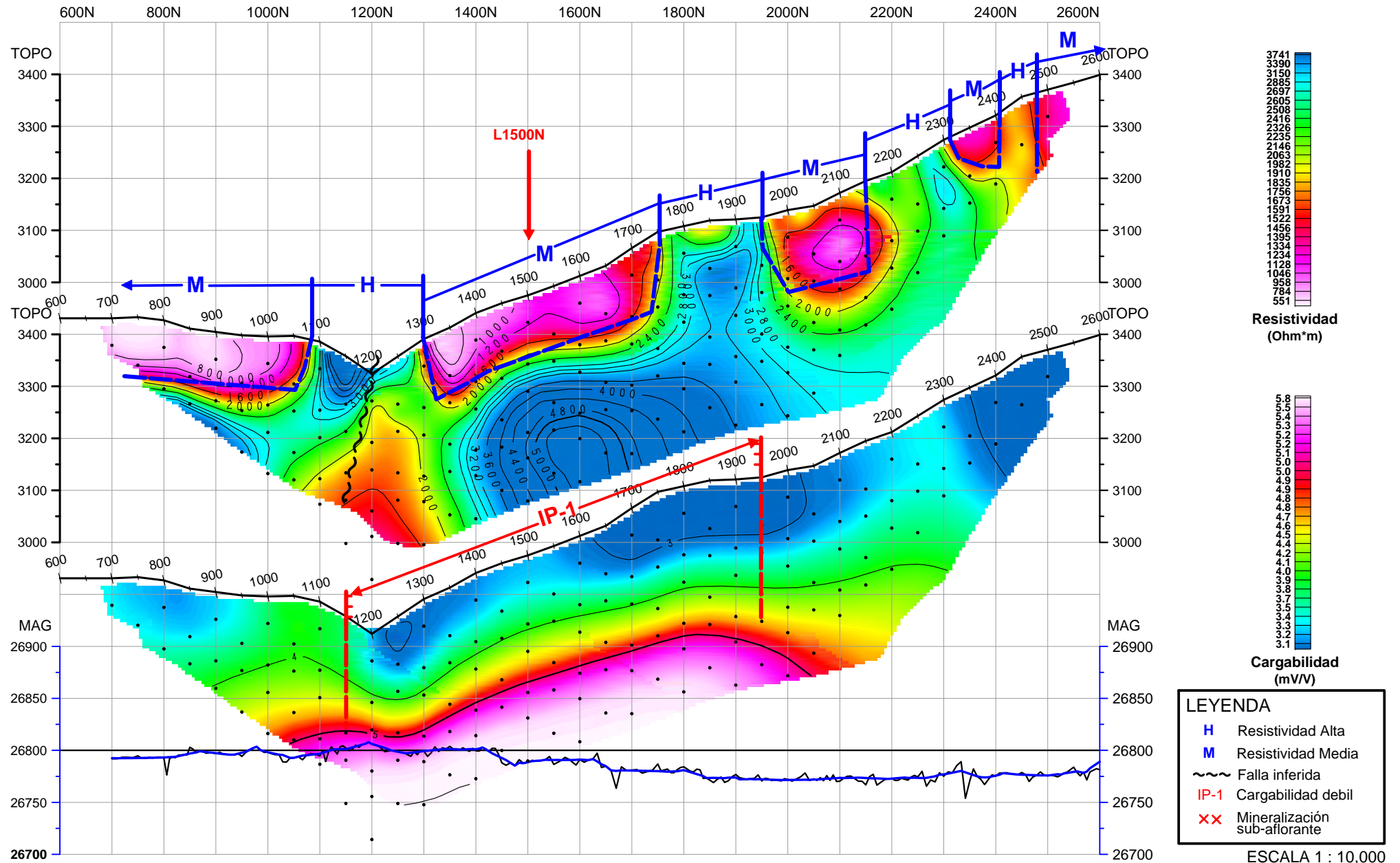
(Escala 1: 10,000)

L1500N, L8050E	(Campaña actual, Oct-2008)
L8450E, L8500E	(Campaña anterior, Jul-2008)

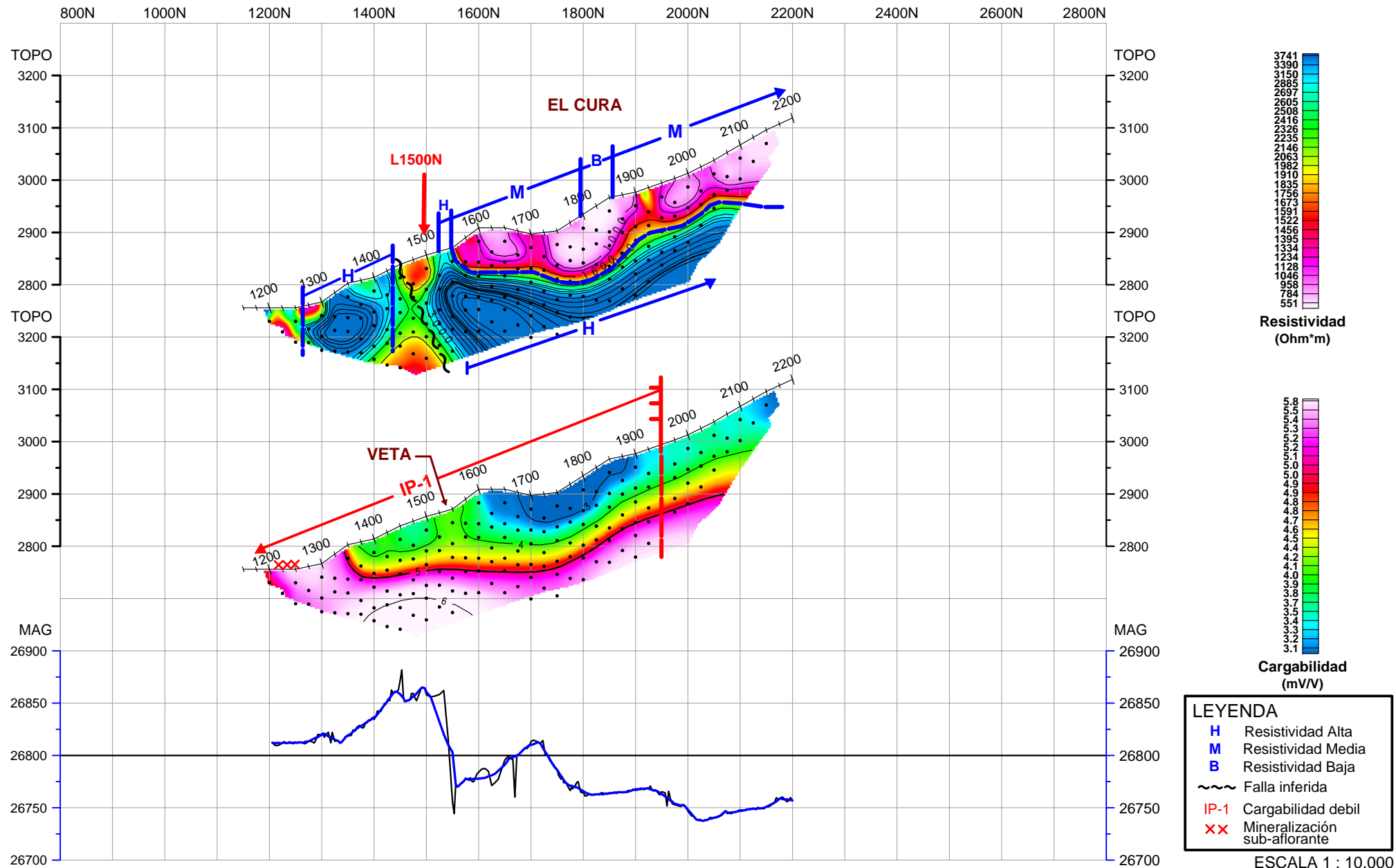
ESTUDIO POLARIZACION INDUCIDA INVERSION 2D - (SECCION 1500N)



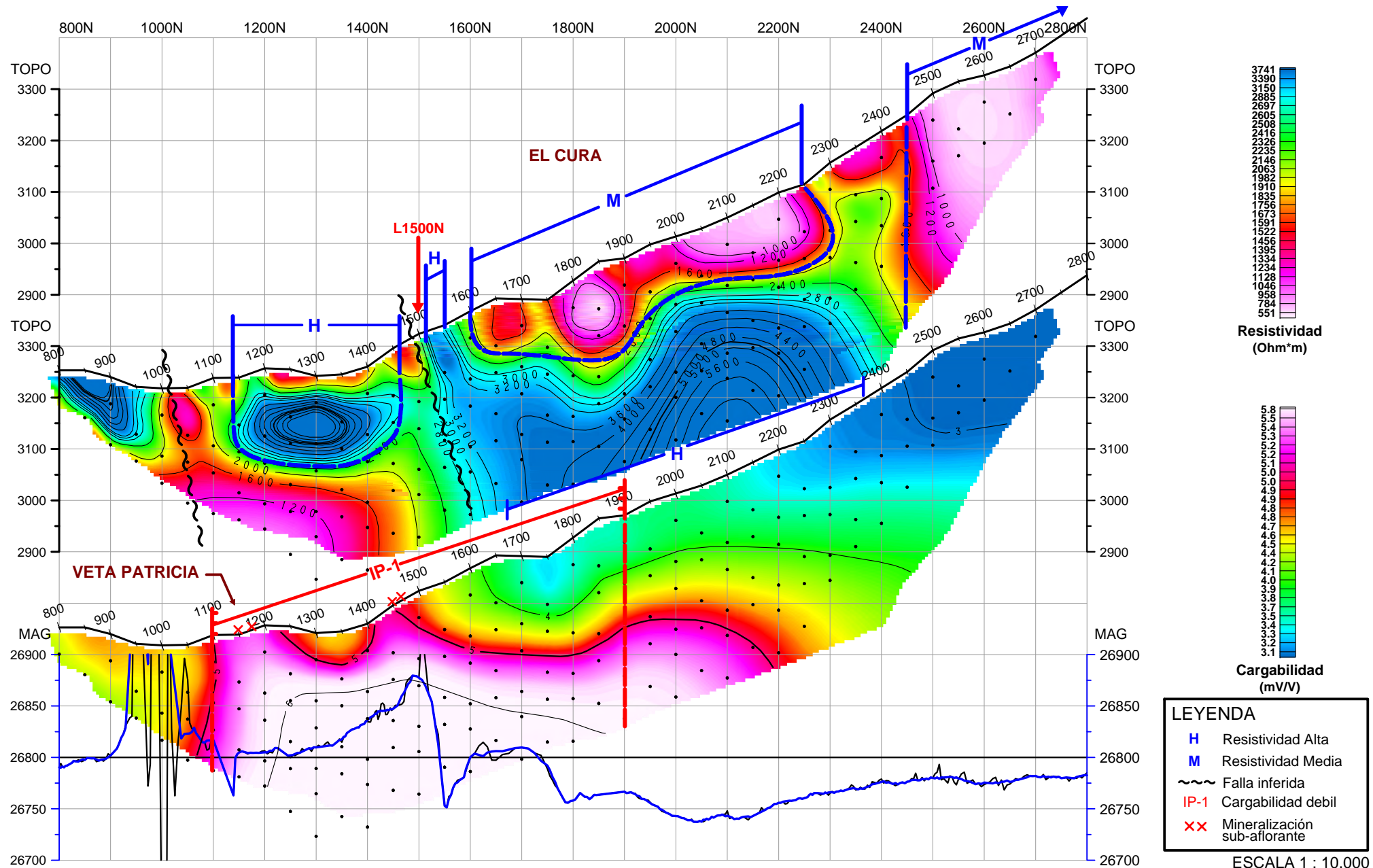
ESTUDIO POLARIZACION INDUCIDA INVERSION 2D - (SECCION 8050E)



ESTUDIO POLARIZACION INDUCIDA INVERSION 2D - (SECCION 8450E)



ESTUDIO POLARIZACION INDUCIDA INVERSION 2D - (SECCION 8500E)



Anexo 6

Especificaciones técnicas de los instrumentos

Anexo 7

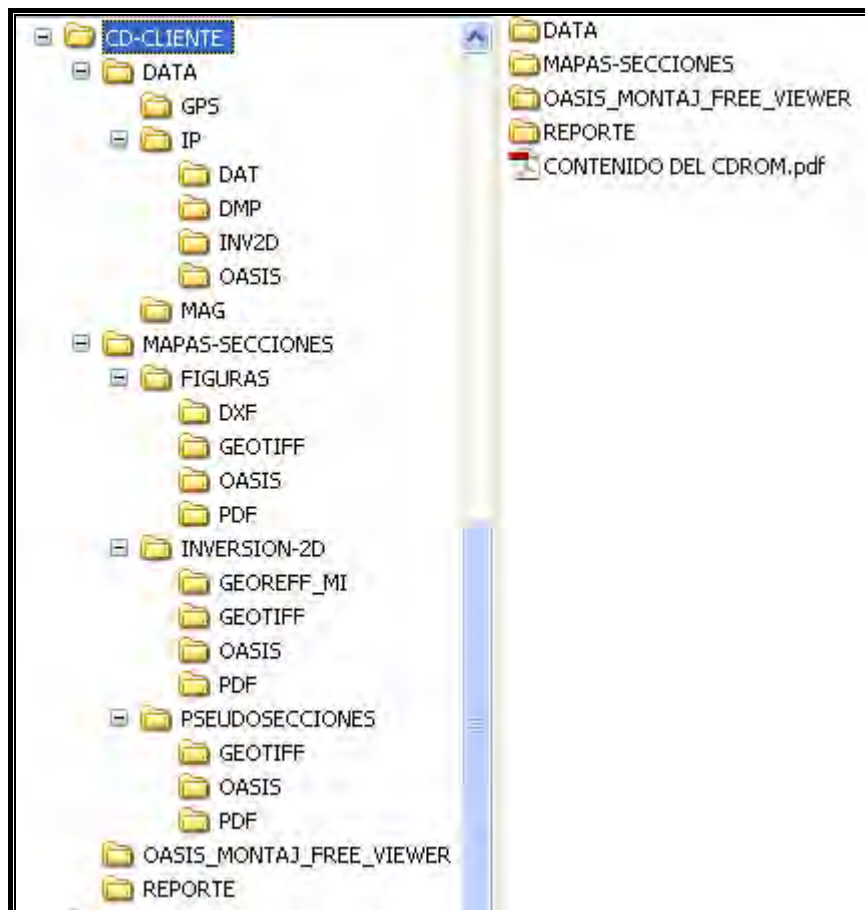
Contenido Digital del CD-ROM

ANEXO 6

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS INSTRUMENTOS

ANEXO 7

CONTENIDO DIGITAL DEL CD-ROM



Anexo 8

Puntos de Control (GPS & MAG)

ANEXO 8

PUNTOS DE CONTROL (GPS & MAG)

8.1 Punto de Control GPS (PC-1)

Las medidas tomadas diariamente son mostradas en el siguiente grafico:

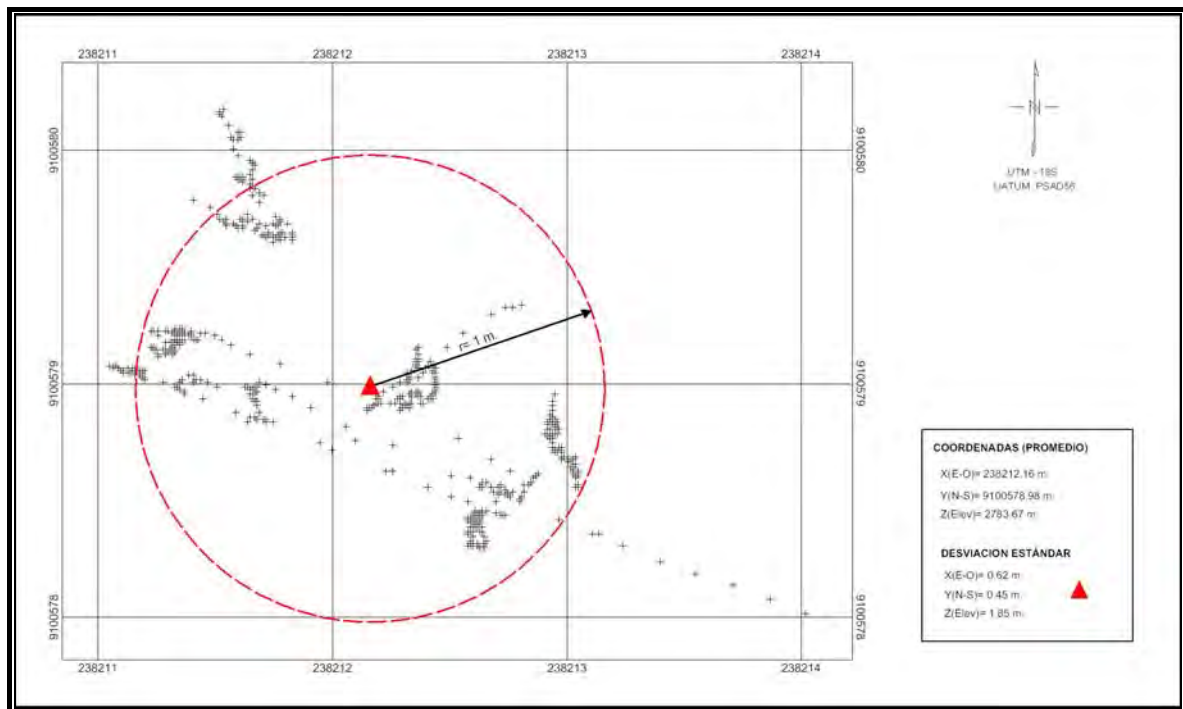
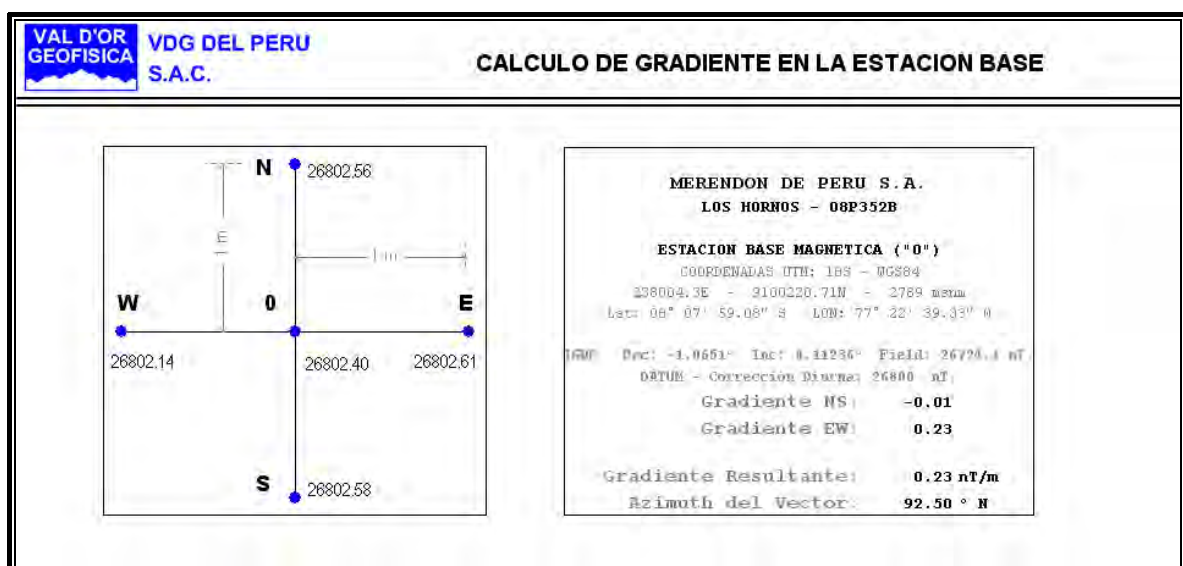
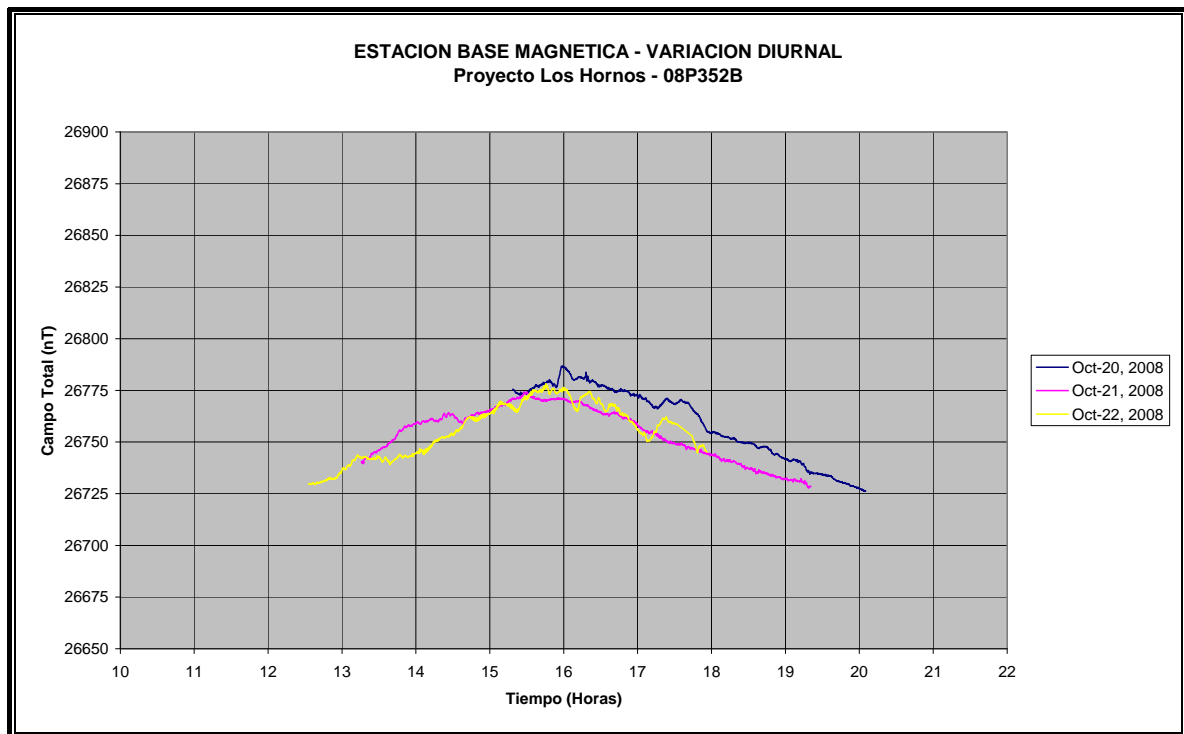


Figura GPS-1: Desviación Estándar del punto de control

8.2 Gradiente de la Base Magnética



8.3 Variación Diurna de la Base Magnética



8.4 Repeticiones diarias del punto de control magnético

Las mediciones tomadas diariamente son mostradas en el siguiente grafico:

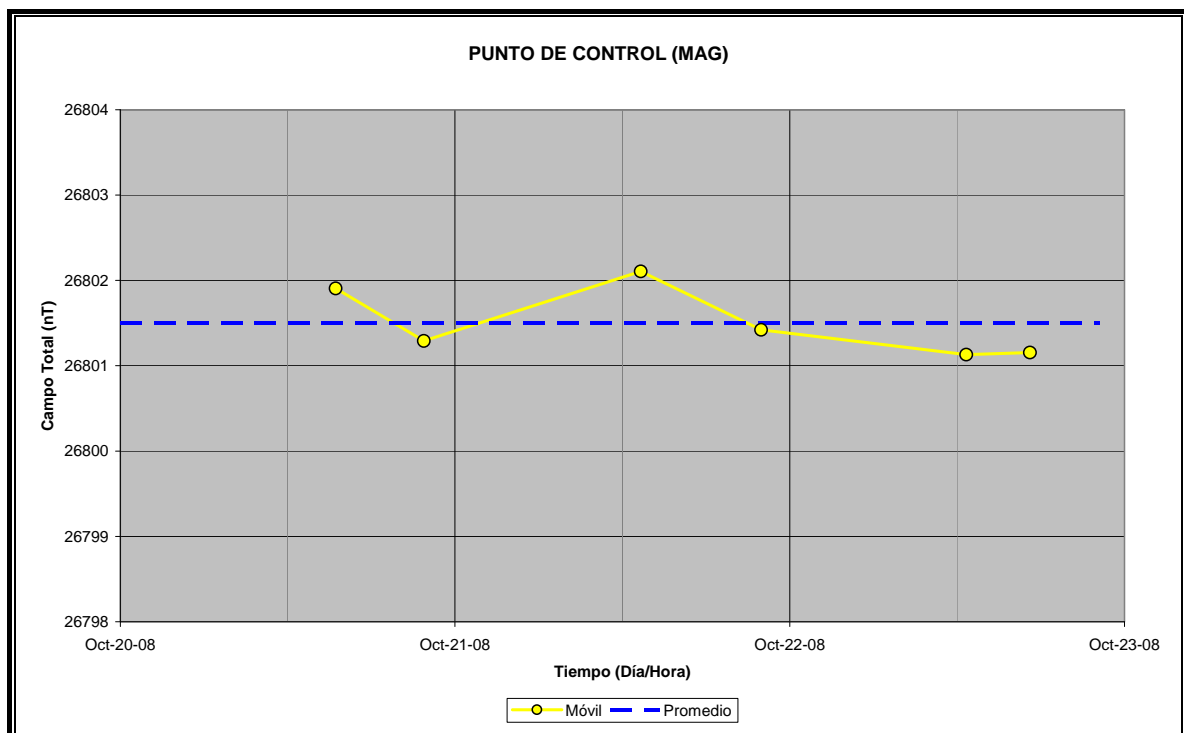


Figura Mag-1: Valores medidos del punto de control magnético

ANEXO 9. METODO DEL LEVANTAMIENTO DE GPS EN TIEMPO REAL

El método GPS (Sistema de Posicionamiento Global) trabaja con el principio de unidades terrestres que reciben señales de satélites cuyas posiciones son conocidas a partir de estaciones terrestres de control y de las trayectorias orbitales. Una unidad terrestre calcula su propia posición a partir del tiempo de llegada de señales recibidas de cada satélite. Hasta hace poco, estas señales tenían un error introducido intencionalmente, y la precisión de un punto fijo estaba dentro de docenas de metros. Actualmente, sin la disponibilidad selectiva (sin introducción de error), la precisión está dentro de los 10 m. Este error es debido a retrasos variables producidos por propagación ionosférica, incertidumbres en las órbitas predichas y ruido producido por causas naturales.

Para obtener un nivel de precisión compatible con otros métodos de levantamiento topográfico, se aplican correcciones diferenciales a los datos recibidos por las unidades terrestres en tiempo real o con post-proceso. Se requieren 2 receptores GPS para la aplicación de correcciones diferenciales; una unidad permanece fija en una ubicación conocida y la otra toma medidas en ubicaciones desconocidas. Los datos adquiridos por la unidad fija pueden utilizarse para corregir la posición de la unidad móvil debido a que el error en un momento determinado es (casi) el mismo para ambas unidades, suponiendo que ambas rastrean simultáneamente los mismos satélites. El error de posicionamiento es una función de la distancia entre las 2 unidades, entre otros factores. La corrección puede ser en tiempo real con post-procesamiento. Con correcciones en tiempo real, la unidad base transmite la información vía enlace radial. Con post-procesamiento, ambas unidades registran información de los satélites, y las correcciones son calculadas posteriormente. El Post-procesamiento es un requisito cuando no puede establecerse un enlace radial entre las unidades base y móvil.

La navegación se hace registrando un punto pre-establecido en la memoria, y siguiendo una trayectoria a lo largo de un Azimut predeterminado desde este punto pre-establecido hacia el punto objetivo. La línea puede ser desplazada a cualquier distancia a la derecha o izquierda de la trayectoria. El punto objetivo puede estar a cualquier distancia seleccionada desde el punto de inicio.

Sistema OmniStar:

Las posiciones GPS son medidos en varias de las estaciones terrestres ubicadas alrededor de las costas de Sur y Centro América, y los datos son recolectados en una computadora centralizada. La técnica singular "Estación Base Virtual" de OmniSTAR genera correcciones optimizadas para la localización del usuario. Los receptores OmniSTAR emiten datos digitales, tanto para correcciones de alta calidad RTCM-SC104 Versión 2 y la Lat./Long. corregida diferencialmente en el formato NMEA.

1. Satélites GPS
2. Múltiples sitios de monitorización OmniSTAR GPS
3. Envían correcciones GPS mediante una línea arrendada al
4. Centro de Control de Red Houston donde se verifican las correcciones de los datos y se empaquetan de nuevo para transmisión al
5. Satélite geoestacionario de banda-L (ubicado en el Oceano Atlántico, entre Africa y America Sur.)
6. Huella de transmisión B = Área del usuario de OmniSTAR
- 7 . Se reciben los datos de corrección y se aplican a tiempo real.

ANEXO 10. METODO MAGNETICO

El análisis de las variaciones locales en el campo magnético total puede proveer información de la variación lateral de las propiedades magnéticas – esta información es utilizada para identificar diferentes unidades litológicas y estructuras. En el contexto de la exploración, la aplicación más común del método magnético es asistir en el mapeo geológico del subsuelo a través de la cobertura del terreno, para ubicar intrusivos enterrados y/o determinar la profundidad del basamento cristalino. Algunos estudios están orientados a la detección directa de algún tipo específico de depósito mineral – mineralización de magnetita, arenas negras y ciertos depósitos de skarn son excepciones ocasionales.

La aplicación del método magnético es un proceso de pasos múltiples. Antes de la adquisición de datos, debe realizarse una evaluación cuidadosa del intervalo de muestreo y espaciado entre líneas, para asegurarse de la densidad necesaria de mediciones para un objetivo dado, y que una interpretación conveniente pueda derivarse de los datos. En segundo lugar, el procesamiento adecuado de los datos y las técnicas de reducción deben ser aplicados en razón de remover efectos extraños causados por un amplio rango de variaciones temporales y espaciales, produciendo un resultado interpretable. La interpretación por si solo es un proceso multi-fase, va desde la simple identificación cualitativa de una anomalía geológica a un análisis cuantitativo y caracterización del cuerpo fuente.

La interpretación de las anomalías magnéticas (y otros métodos de campo potencial) es ambigua, porque cualquier anomalía especificada puede ser causada por un infinito número de posibles fuentes. El uso de información geológica y otros métodos geofísicos (gravimetría, polarización inducida, etc.) reduce la ambigüedad.

ANEXO 11. METODO DE POLARIZACION INDUCIDA

La polarización inducida es un fenómeno eléctrico de corriente estimulada, observado como respuestas de retardo del voltaje en los materiales terrestres. Es el método más ampliamente utilizado en la exploración de depósitos minerales metálicos cubiertos.

Las tres vías para medir este efecto son como curva de caída del voltaje (dominio de tiempo), como diferencia de voltaje con variación de frecuencia (dominio de frecuencia), y como ángulo de retraso de fase (dominio de fase). En cada caso se utilizan diversas configuraciones de electrodos (dipolo-dipolo, Polo-Dipolo, Polo-Polo, etc.) que permiten una buena adaptación del método con las características de los objetivos de exploración y sus ambientes geológicos y topográficos.

Ambos, minerales metálicos y arcillosos pueden producir anomalías de polarización inducida. Este fenómeno se llama polarización de electrodo y de membrana. El primer fenómeno es generalmente más fuerte en amplitud y el más importante para la exploración mineral. Sin embargo, el segundo fenómeno puede ser utilizado para la detección de alteraciones asociadas frecuentemente con algunos tipos de depósitos.

11.1 Señal transmitida

El transmisor es programado para transmitir una onda bipolar cuadrada a una repetición estándar de 2 seg ON⁺ - 2 seg OFF - 2 seg ON⁻ - 2 seg OFF (50% duty cycle).

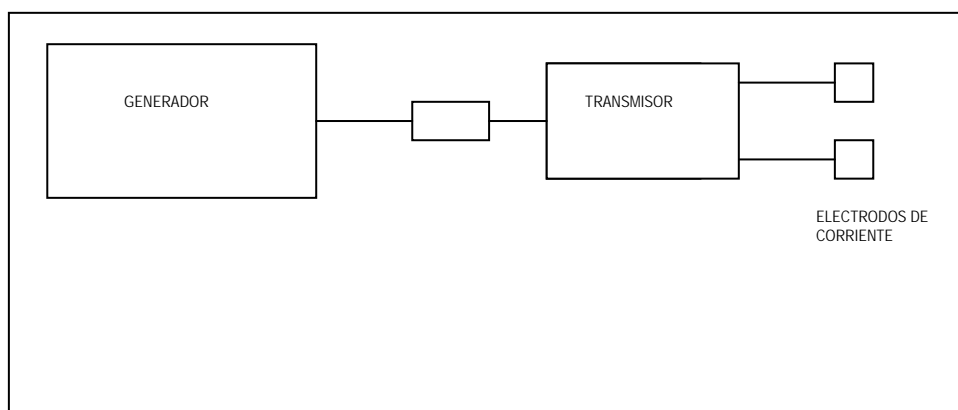


Figura IP1: Disposición del generador y transmisor

La señal eléctrica es inyectada al subsuelo entre dos electrodos de corriente C1-C2. El ciclo de operación es 2.0 segundos, para un total de 8 segundos (0.125 Hz) (fig. IP2). La corriente DC (I) es utilizada para calcular la resistividad aparente (ρ_a).

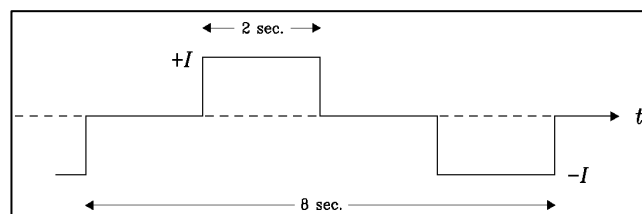


Figure IP2: Señal transmitida en C₁-C₂.

11.2 Configuración de Electrodo

Se tiene diversos sistemas de configuración de electrodos, entre los más comunes tenemos: Dipolo-Dipolo, Polo-Dipolo, Polo-Polo, Gradiente, Schlumberger. Los cuales son aplicados de acuerdo a las condiciones topográficas y objetivos de los estudios.

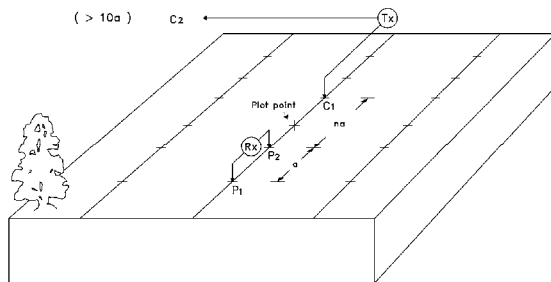


Figura IP3: Configuración polo-dipolo

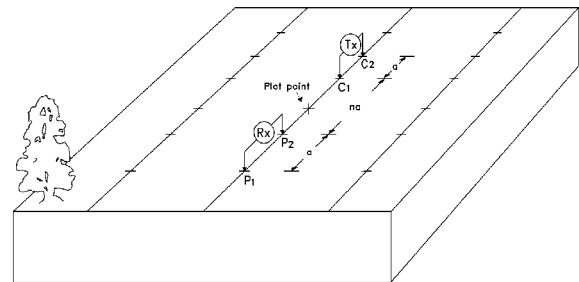


Figura IP4: Configuración dipolo-dipolo

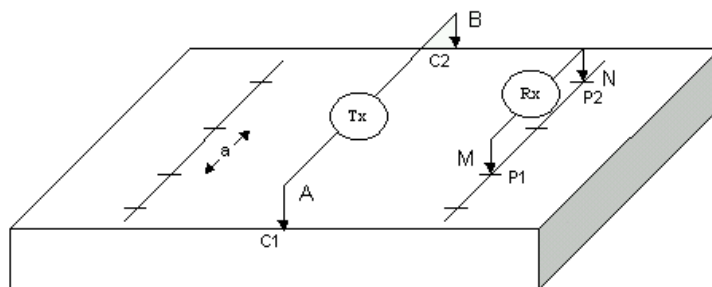


Figura IP5: Configuración Gradiente

Con el diseño de programas de Inversión 3D, donde no es indispensable que los electrodos de corriente (Tx) y receptores (RX) estén alineados; Se ha diseñado nuevas configuraciones de electrodos. Entre ellas tenemos configuración Polo-Dipolo multielectrodo lateral (con 2 Receptores) – PLDP-Lateral y Polo-Dipolo multielectrodo lineal PLDP-en Línea; en ambos casos con doble lectura (modo Normal-PLDP y Reverso-DPPL). Estos dos sistemas tienen la capacidad de optimizar la señal, alcanzar mayor profundidad de investigación, mayor resolución lateral, mayor densidad de información colectada y eficiente operaciones de campo. En el caso del PLDP-Lateral se reduce el acoplamiento electromagnético en zonas donde la resistividad es 10 Ohm-m (generalmente este acoplamiento es ignorado o no reconocido). Otra de las ventajas de estos sistemas es que tiene mejor performance para el tratamiento de los datos en procesos de inversión 3D y 2D respectivamente.

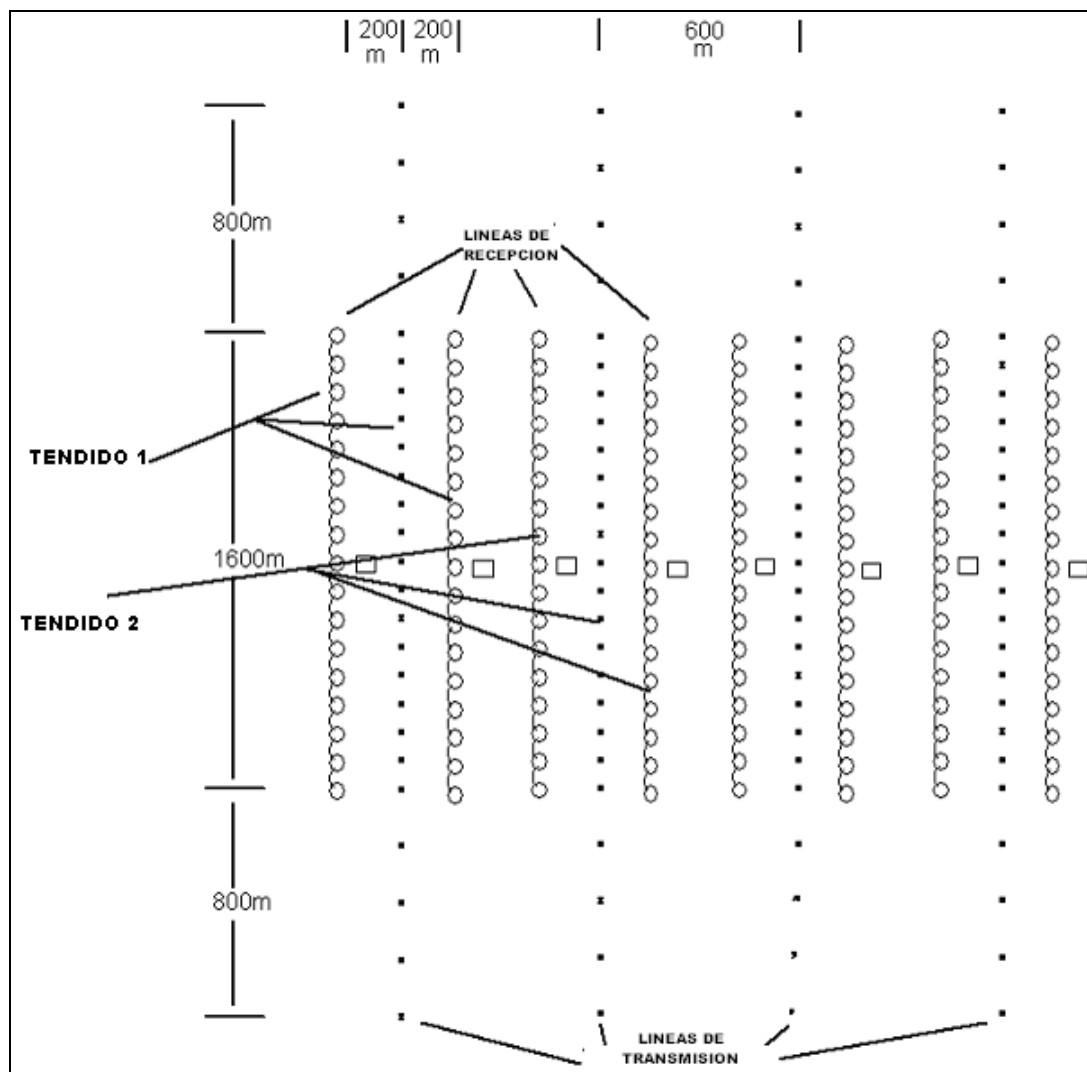


Figura IP6: Configuración Polo-Dipolo Multielectrodo

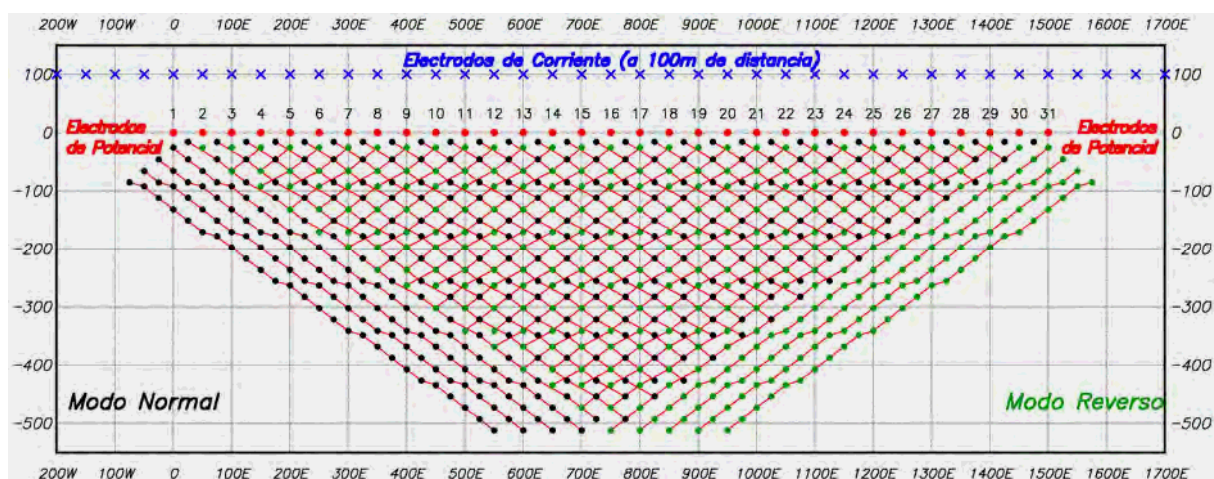


Figura IP7: Distribución espacial de puntos colectados con PLDP-Lateral

11.3 Sistema de adquisición

El sistema utilizado para la adquisición de datos de IP, es seis canales, receptor de dominio de tiempo/frecuencia multiventanas diseñado para estudios de exploración eléctrica DC de polarización inducida.

Los datos de potencial y cargabilidad son adquiridos usando electrodos dispuestos a lo largo de un tendido de seis canales (tradicional) o series de canales. La Figura IP8 siguiente ilustra el tendido de IP utilizado en cada línea, el cual consiste de seis dipolos contiguos (P_{12} , P_{23} , P_{34} , P_{45} , P_{56} , P_{67}):

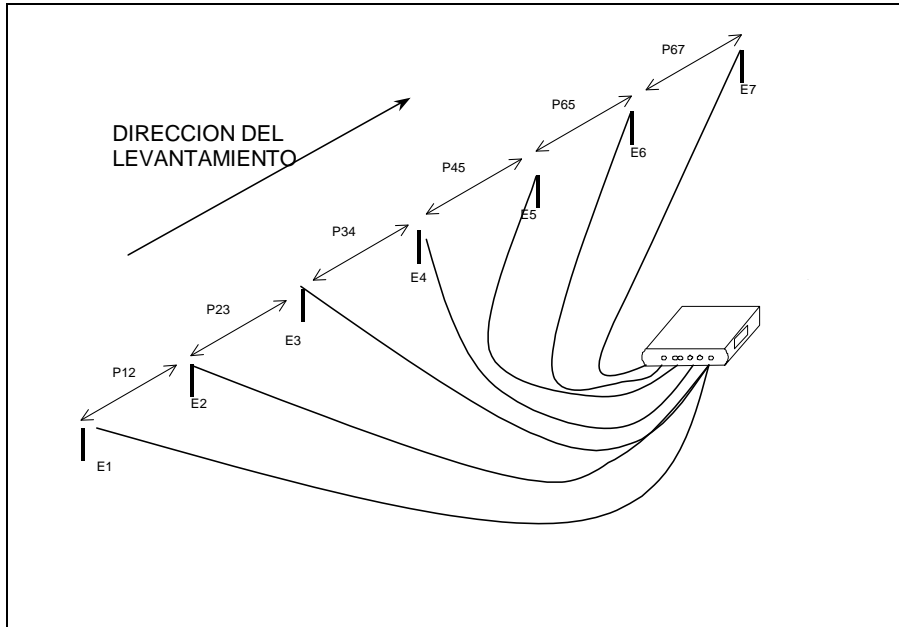


Figura IP8: Disposición de Seis-canales de IP.

11.4 Sistema de adquisición Polo-Dipolo multielectrodo

En el caso de la configuración **PLDP-Lateral** los electrodos de corriente se encuentran ubicados paralelos y en una línea central con respecto a los electrodos de potencial. De manera simultánea se lee 2 líneas de estudio, empleando un transmisor y 2 receptores.

De acuerdo al objetivo de estudio (alcance en profundidad como detalle en superficie) Se determina diferentes y sucesivos espaciamiento de electrodos, idealmente $a=50m$, $100m$, $150m$, $200m$, $250m$ hasta $300m$. y cuatro niveles leídos desde N1 a N4. Las mediciones de voltaje primario (V_p) y cargabilidad (M) se registran de manera constante con el intervalo predeterminado a lo largo de las líneas de estudio. Asimismo, el avance de electrodos de corriente es variable dependiendo del objetivo.

El tendido de los receptores consiste de series de dipolos; idealmente 32 dipolos de recepción, 16 a cada lado de la línea de transmisión. Los dipolos son conectados cada $50m$, o dependiendo del espaciamiento predefinido, a su respectivo electrodo de potencial por medio de un multicable. Estos dipolos receptores se controlan mediante una caja principal, manejada por el operador del receptor. El operador selecciona manualmente las series de dipolos a ser conectados al receptor.

Una vez completadas las mediciones, el operador de receptor ordena apagar el transmisor y los cables de corriente se desplazan a la siguiente estación. La siguiente serie de dipolos se seleccionan en la caja principal, conectados al receptor y el procedimiento se repite hasta completar la línea de estudio.

Por otro lado, debido a la asimetría propia del método, las líneas son leídas 2 veces, a lo cual se denomina Modo Normal y Reverso, con la finalidad de tener una mayor densidad de puntos y corregir este efecto asimétrico.

Para la configuración **PLDP-en Línea** se sigue el mismo procedimiento anterior con excepción que, los electrodos de corriente y recepción están en la misma línea, desconectando solamente el electrodo de potencial donde se encuentra el punto de transmisión de corriente.

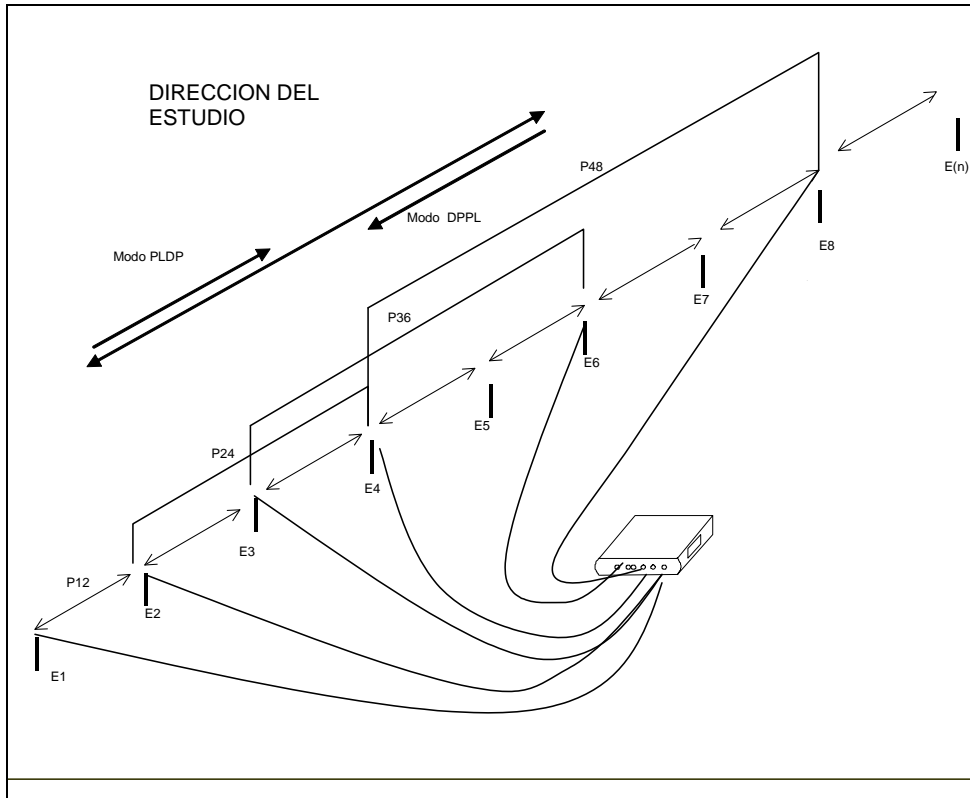


Figura IP9: Disposición de Seis canales y múltiples electrodos de IP.

11.5 Parámetros de registro

El voltaje primario (V_{pij}) y la cargabilidad (M_{ij}) son medidos entre los electrodos de potencial P_i y P_j . El voltaje primario es medido durante el ciclo de inyección de corriente. La cargabilidad es medida cuando la transmisión de señal ha sido apagada. Dado que la cargabilidad se refiere al voltaje de tránsito, las mediciones son tomadas con periodos largos de tiempo incrementados (fig. IP10). Los parámetros M1 a M10 son automáticamente calculados para producir los valores de cargabilidad. La desviación estándar de la curva de caída es también calculada, guardada en el registro de datos, y visualizada en el monitor del receptor. Durante las operaciones de campo, el operador puede eliminar los datos sin consistencia y repetir las mediciones.

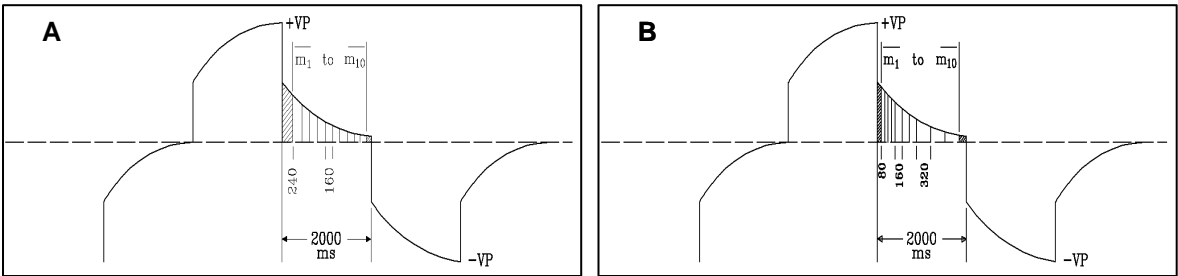


Figura IP10: Ventanas de integración en $P_i - P_j$, A: Aritmético, B: Semilogarítmico

A: Duración del Pulso = 2000 mseg – Modo de muestreo Aritmético												
Ventana	V_D	M_D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tiempo	1260	240	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160

B: Duración del Pulso =2000 mseg – Modo de muestreo Semilogarítmico												
Ventana	V_D	M_D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tiempo	1260	80	80	80	80	80	160	160	160	320	320	320

Tabla IP1: amplitud de las ventanas (ms) para modos de muestreo aritmético(A) y semilogarítmico(B), Nota: V_D= tiempo de retardo del voltaje; M_D = tiempo de retardo del muestreo.

Antes de tomar las lecturas, el operador del Transmisor TX generalmente realiza una prueba de envío de varios voltajes y corriente de salida para permitir al receptor Rx verificar la intensidad de la señal y la saturación de canales. La elección de las corrientes de salida es de suma importancia: si es muy alta, la saturación inutilizará algunos canales (*generalmente los canales correspondientes a los dipolos cercanos al electrodo de corriente*), mientras si es muy baja, el rango dinámico del sistema puede alertar sobre las mediciones adecuadas en amplitudes de señal débil.

Excluyendo las limitaciones de corriente y voltajes provenientes del transmisor, la geometría de un simple electrodo en superficie (o profundidad) es señales de fuerza transmitidas que disminuyen con el incremento de la conductividad y la distancia desde el punto de corriente. Para un medio homogéneo, la fuerza de la señal está definida como:

$$V = K(\rho/r)$$
 voltios, donde $K = 1/2\pi$ (o $1/4\pi$ en el caso de fuentes enteradas)

Sin embargo, a distancias cercanas del punto de transmisión, la fuerza de la señal puede caer en forma abrupta debido a la presencia de zonas conductivas locales.

11.5.1 Definición de los parámetros medidos

El voltaje primario V_{IJ} es la diferencia de potencial entre los puntos de potencial P_I y P_J correspondiente al sobrevoltaje establecido durante el periodo de tiempo de transmisión del pulso. La cargabilidad M_{IJ} entre los mismos puntos de potencial P_I y P_J representa el promedio de las 10 ventanas descritas en la sección 5.3, normalizado por el voltaje primario y expresado en mV/V. La resistividad aparente ρ_{IJ} entre P_I y P_J corresponde a la relación del voltaje primario a la corriente, normalizado por el factor geométrico de la configuración de electrodos.

$$M_{IJ} = \frac{\sum_{k=1..10} v_k(t) dt}{\sum v_{IJ} dt} = \frac{\sum_{k=1..10} v_k(t) dt}{\sum v_{IJ} dt} \text{ (mV/V)} \quad (1)$$

$$V_{IJ} = V_J - V_I = V_{p(IJ)} \text{ (volts)} \quad (2)$$

$$(A) \rho_{IJ} = K(V_J - V_I)/I = \frac{V_{p(IJ)}}{I} \cdot 2\pi \times n(n+1) \times a \text{ } (\Omega\text{-m})$$

(polo-dipolo)

$$(B) \rho_{IJ} = K(V_J - V_I)/I = \frac{V_{p(IJ)}}{I} \cdot \pi \times n(n+1)(n+2) \times a \text{ } (\Omega\text{-m})$$

(dipolo-dipolo)

$$(A) \rho_{IJ} = K(V_J - V_I)/I = \frac{V_{p(IJ)}}{I} \cdot 2\pi \times n(n+1) \times a \text{ } (\Omega\text{-m})$$

(polo-dipolo multielectrodo)

Donde:

- ρ_a = resistividad aparente (ohmio-metro)
- n = factor de separación del dipolo (1 a 6)
- a = longitud del dipolo (metros)
- V_p = Voltaje primario (voltios)
- I = Corriente inyectada (amperios)

La cargabilidad (M) representa el promedio de las 10 ventanas normalizadas expresadas en mV/V.

11.6 Profundidad de investigación N

La profundidad de investigación para cada nivel N medido, ha sido evaluada por numerosos investigadores, a continuación se presenta una tabla que resume las profundidades de "N", estos valores fueron determinados en base a múltiples pruebas de campo y modelamiento.

Tipo de Configuración	Z_e/a	Z_e/L	Factor Geométrico	Factor Geométrico de inversión (Relación)
Wenner Alpha	0.519	0.173	6.2832	0.15915 (1.0000)
Wenner Beta	0.416	0.139	18.85	0.05305 (0.3333)
Wenner Gamma	0.594	0.198	9.4248	0.1061 (0.6667)
Dipolo-dipolo n = 1	0.416	0.139	18.85	0.05305 (0.3333)
n = 2	0.697	0.174	75.398	0.01326 (0.0833)
n = 3	0.962	0.192	188.5	0.00531 (0.0333)
n = 4	1.22	0.203	376.99	0.00265 (0.0166)
n = 5	1.476	0.211	659.73	0.00152 (0.0096)
n = 6	1.73	0.216	1055.6	0.00095 (0.0060)
n = 7	1.983	0.22	1583.4	0.00063 (0.0040)
n = 8	2.236	0.224	2261.9	0.00044 (0.0028)
Dipolo-dipolo Ecuatorial				
n = 1	0.451	0.319	21.452	0.04662 (0.2929)
n = 2	0.809	0.362	119.03	0.0084 (0.0528)
n = 3	1.18	0.373	367.31	0.00272 (0.0171)
n = 4	1.556	0.377	841.75	0.00119 (0.0075)
Wenner - Schlumberger				
n = 1	0.519	0.173	6.2832	0.15915 (1.0000)
n = 2	0.925	0.186	18.85	0.05305 (0.3333)
n = 3	1.318	0.189	37.699	0.02653 (0.1667)
n = 4	1.706	0.19	62.832	0.01592 (0.1000)
n = 5	2.093	0.19	94.248	0.01061 (0.0667)
n = 6	2.478	0.191	131.95	0.00758 (0.0476)
n = 7	2.863	0.191	175.93	0.00568 (0.0357)
n = 8	3.247	0.191	226.19	0.00442 (0.0278)
n = 9	3.632	0.191	282.74	0.00354 (0.0222)
n = 10	4.015	0.191	345.58	0.00289 (0.0182)
Polo-dipolo n = 1	0.519		12.566	0.07958 (0.5000)
n = 2	0.925		37.699	0.02653 (0.1667)
n = 3	1.318		75.398	0.01326 (0.0833)
n = 4	1.706		125.66	0.00796 (0.0500)
n = 5	2.093		188.5	0.00531 (0.0334)
n = 6	2.478		263.89	0.00379 (0.0238)
n = 7	2.863		351.86	0.00284 (0.0178)
n = 8	3.247		452.39	0.00221 (0.0139)
Polo-Polo	0.867		6.28319	0.15915 (1.0000)

Tabla IP2: Factores de conversión a profundidad de los niveles N de las configuraciones PI/Res

11.7 Procesamiento de datos IP

Dependiendo del tipo de configuración utilizada, los datos son procesados directamente en el campo (configuración PLDP, DPDP). En el caso de PLDP multielectrodo (PLDP-2MLy PLDP-ML), se necesita mas programas de tratamiento de datos. En todo caso, en campo se realiza el primer control de calidad, comprobando las repeticiones y la desviación estándar, que son los parámetros utilizados para confirmar la calidad de estos. En la oficina, los datos PI/Res son procesados en el orden indicado en la Figura IP14 para obtener los valores de resistividad y cargabilidad aparente limpios y posteriormente se utiliza los programas de inversión para obtener las secciones y planos finales.

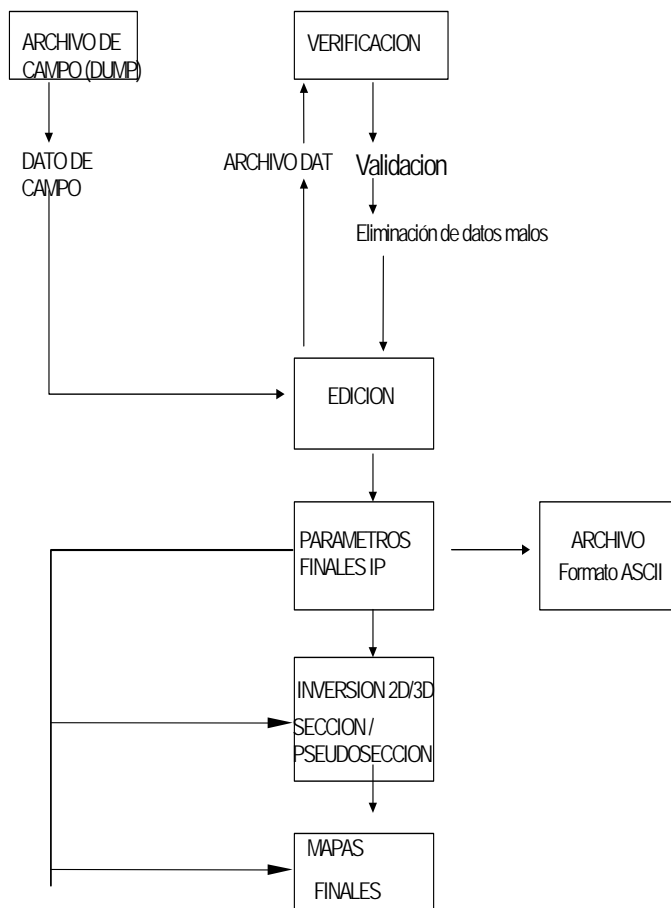


Figura IP11: Flujo de procesamiento de datos IP