

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

**ESTUDIO GEOFÍSICO
COMPLEMENTARIO EN EL
SALAR DE PUNTA NEGRA
SECTOR QUEBRADA GUANAQUERO
REGIÓN DE ANTOFAGASTA**

INFORME FINAL

**REALIZADO POR:
GEODATOS SAIC**

S.I.T. N° 399

Santiago, Noviembre, 2016



**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN**

**Ministro de Obras Públicas
Ingeniero Comercial Sr. Alberto Undurraga Vicuña**

**Director General de Aguas
Abogado Sr. Carlos Estévez Valencia**

**Inspector Fiscal
Ingeniero Civil en Geografía Sr. Juan Carlos Salgado González**

GEODATOS SAIC

**Jefe Proyecto
Geofísico Sénior Sr. Juan Carlos Parra E.**

INDICE DE MATERIAS

1	Introducción.....	6
2	Trabajo de Terreno.....	8
2.1	Logística.....	8
2.2	Instrumental Gravimétrico.....	8
2.3	Instrumental Tem.....	10
2.4	Mediciones Gravimétricas.....	10
2.5	Mediciones Tem.....	11
3	Proceso de Datos Tem.....	12
3.1	El método de Transiente Electromagnético.....	12
3.2	Inversión 1D.....	12
3.3	Secciones de Resistividad Tem.....	13
4	Proceso de Datos Gravimétricos.....	14
4.1	Correcciones Estándares.....	14
4.2	Modelamiento 3D.....	15
4.3	Modelamiento 2D.....	16
5	Antecedentes Considerados.....	17
6	Conclusiones.....	18
6.1	Resultados método Tem.....	18
6.2	Resultados método Gravimétrico.....	20
6.3	Acciones Futuras a considerar.....	21
6.4	Secciones de Flujo.....	22
7	Resumen.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Plantas

- Figura 1** Mapa de Ubicación General del Área de Estudio
- Figura 2-QG** Mapa de Estaciones y Líneas Geofísicas sobre Imagen *GoogleEarth*
- Figura 3-QG** Mapa de Estaciones y Líneas Geofísicas sobre Topografía SRTM
- Figura 4** Mapa Integrado de Campañas Junio-Octubre 2016
- Figura 5** Mapa de Perfiles Abatidos

Gravimetría

- Figura G1** Mapa Anomalía de Bouguer
- Figura G2** Mapa Anomalía de Bouguer Residual
- Figura G3** Mapa Profundidad al Basamento
- Figura G4** Mapa Anomalía de Bouguer Residual Calculada
- Figura G5** Modelo de Cuenca Perfil Teórico L1
- Figura G6** Comparación de Profundidades al Basamento Mediante 2D y 3D
- Figura G7** Comparación Regionales Inversiones 2D y 3D (Junio-Octubre 2016)

Transiente Electromagnético (TEM)

- Figura L1-QG** Sección Resistividad TEM Línea L1-QG, modelo de capas
- Figura L1s-QG** Sección Resistividad TEM Línea L1-QG, modelo suavizado
- Figura I-L1-QG** Sección Interpretación TEM Línea L1-QG
- Figura L2-QG** Sección Resistividad TEM Línea L2-QG, modelo de capas
- Figura L2s-QG** Sección Resistividad TEM Línea L2-QG, modelo suavizado
- Figura I-L2-QG** Sección Interpretación TEM Línea L2-QG

Figura L3-QG	Sección Resistividad TEM Línea L3-QG, modelo de capas
Figura L3s-QG	Sección Resistividad TEM Línea L3-QG, modelo suavizado
Figura I-L3-QG	Sección Interpretación TEM Línea L3-QG
Figura L4-QG	Sección Resistividad TEM Línea L4-QG, modelo de capas
Figura L4s-QG	Sección Resistividad TEM Línea L4-QG, modelo suavizado
Figura I-L4-QG	Sección Interpretación TEM Línea L4-QG
Figura L5-QG	Sección Resistividad TEM Línea L5-QG, modelo de capas
Figura L5s-QG	Sección Resistividad TEM Línea L5-QG, modelo suavizado
Figura I-L5-QG	Sección Interpretación TEM Línea L5-QG
Figura L6-QG	Sección Resistividad TEM Línea L6-QG, modelo de capas
Figura L6s-QG	Sección Resistividad TEM Línea L6, modelo suavizado
Figura I-L6-QG	Sección Interpretación TEM Línea L6-QG
Figura L7-QG	Sección Resistividad TEM Línea L7-QG, modelo de capas
Figura L7s-QG	Sección Resistividad TEM Línea L7-QG, modelo suavizado
Figura I-L7-QG	Sección Interpretación TEM Línea L7-QG

Anexos

Anexo A1	Tabla de Coordenadas y Resultados Gravimétricos
Anexo B1	Tabla de Coordenadas Estaciones TEM
Anexo B2	Modelos 1D de Resistividad TEM

1 INTRODUCCION

A solicitud de la **DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)**, Geodatos realizó un Estudio Geofísico de Gravimetría y Transiente Electromagnético (TEM) en el Proyecto denominado **“Estudio Geofísico complementario en el Salar de Punta Negra”**, Región de Antofagasta, Chile (Figura 1).

El estudio está orientado a generar, complementar, analizar y sistematizar información geofísica en el límite de los sectores acuíferos de aprovechamiento común SHAC como son Salar de Imilac y Salar de Punta Negra, para definir la dirección de flujo de la Quebrada de Guanaquero, lo que contribuirá a generar información que permita tomar decisiones y llevar a cabo medidas de gestión para un mejor aprovechamiento, uso y sustentabilidad del recurso hídrico existente.

Gravimetría

El objetivo del estudio Gravimétrico es determinar, mediante un modelamiento 3D que involucra la totalidad de estaciones gravimétricas (48 estaciones en campaña actual) y 14 estaciones de la línea generada en proyecto anterior en Salar de Imilac (estaciones 47 a 60), la profundidad al basamento en el relleno sedimentario que conforman las cuencas mencionadas. De manera complementaria, se ha generado una modelación mediante inversión 2D a lo largo de una línea gravimétrica, que se puede observar en la figura 2, lo que permite despejar cualquier duda entre los resultados obtenidos mediante ambas inversiones realizadas (2D y 3D). Todas las estaciones se geo-referenciaron mediante GPS diferencial, Datum WGS-84, 19S.

Transiente Electromagnético

El objetivo de los sondeos de Transiente Electromagnético es determinar, mediante modelamientos 1D e integración de modelos en secciones, la estratigrafía geoelectrica que permite detectar los cambios de humedad en el relleno sedimentario y suministrar estimaciones de la profundidad del basamento en algunos puntos, que sirvan como puntos de control en el modelamiento gravimétrico.

Antecedentes

La planificación propuesta por DGA consideró la medición de 30 estaciones TEM (con loop de 200 metros) y 47 estaciones gravimétricas distribuidas en planta como se puede observar en la figura 2. Cada estación geofísica fue georreferenciada mediante GPS diferencial al sistema geodésico WGS84 Huso 19S.

Debido a que la distribución en planta de las estaciones gravimétricas lo permitía, Geodatos propuso hacer una modelación mediante una inversión 3D de esta malla de puntos. De manera complementaria, se ha efectuado una modelación mediante inversión 2D a lo largo de una línea arbitraria propuesta por los mismos, para así despejar cualquier duda respecto de la equivalencia entre ambas inversiones.

2 TRABAJO DE TERRENO

2.1 Logística

Los datos Gravimétricos, Topográficos y Electromagnéticos fueron medidos por operadores especializados, con asistentes calificados, movilizados en vehículos 4x4 doble cabina con sistemas de localización GPS y equipo de apoyo general.

2.2 Instrumental Gravimétrico

El instrumental usado para las mediciones gravimétricas y topográficas es el siguiente:

- Gravímetro Scintrex CG-5 Digital Automatizado.
- GPS Doble Frecuencia CHC X9000 RTK, estación base y un móvil.
Error Horizontal: 10 milímetros ± 1 ppm, Vertical: 20 milímetros ± 1 ppm,
Iniciación 10 segundos.
- GPS de navegación en tiempo real Garmin 45 (error ~ 30 m).

Gravímetro Scintrex modelo CG-5

Este gravímetro, del tipo "*microgravity meter*", tiene una resolución geodésica de 0.001mgals. Está basado en un microprocesador que tiene un rango de operación de 8000 mgal sin necesidad de inicializar. Las mediciones gravimétricas son corregidas automáticamente por mareas y errores de nivelación. Posee memoria sólida y los datos son exportados a un computador.

Especificaciones Técnicas Gravímetro Scintrex CG-5:

- Tipo de sensor: Cuarzo fundido con NULO electrostático
- Resolución de lectura: 1 microgals (0.001mgals)
- Desviación Standard: menor que 10 microgal
- Rango de Operación: 8,000mgal sin reseteo

- Deriva residual estática: menos que 0.02mgal por día
- Rango de Compensación por nivelación automática: +/- 200 arcseg.
- Correcciones automáticas: Marea, Nivelación, Temperatura, Ruidos
- Memoria: 48k RAM, hasta 1200 lecturas.
- Temperaturas de Operación: -40°C a +45°C
- Salida digital: RS- 232 serial.

Sistema de posicionamiento de GPS diferencial

En este caso se usó un sistema de posicionamiento de GPS diferencial de doble frecuencia marca HUACE NAV modelo X-900. El sistema de posicionamiento GPS diferencial consta de dos instrumentos GPS, uno instalado en una estación base y otro que recorre las estaciones y líneas de medición.

Los instrumentos tienen una razón de actualización cada 1 segundo. La antena corresponde a una de alta sensibilidad. Para el cálculo de la posición X, Y y H se usan 72 canales, manteniendo la constelación óptima de satélites disponibles.

El posicionamiento final de los datos se obtiene mediante un post-proceso que considera los datos de la línea y de la estación base, los cuales están sincronizados.

Especificaciones Técnicas Instrumental GPS Diferencial:

- Número de Canales: 72 canales paralelos
- Precisiones:
- Cinemático en tiempo real.
 - Horizontal $\pm (10 \text{ mm} + 1\text{ppm})\text{RMS}$
 - Vertical $\pm (20 \text{ mm} + 1\text{ppm})\text{RMS}$
 - Tiempo iniciación 10 seg.
- Formato: HCN, DAT, RINEX
- Memoria Interna: 64 Mb. 8 horas de medición continua
- Inicialización: Libreta electrónica HUSKY FS/2
- Resolución de lectura: centimétrico modo diferencial
- Temperaturas de Operación: -30°C a +65°C
- Salida digital: RS- 232, USB, Bluetooth

2.3 Instrumental TEM

El equipo usado para la adquisición de datos TEM corresponde a un sistema marca *Zonge, USA*, compuesto de los siguientes instrumentos:

- Receptor digital multipropósito modelo GDP-32
- Transmisor TEM modelo ZT-30. Fuente de energía: batería.

El receptor digital multipropósito GDP-32 funciona para frecuencias desde DC hasta 8 KHz y puede ser utilizado para métodos eléctricos y electromagnéticos como TEM, NanoTEM, IP (en los dominios del tiempo y la frecuencia), CSAMT, AMT, etc.

El instrumento receptor posee filtros digitales controlados por software. Los datos son almacenados en memoria de estado sólido y transferidos electrónicamente a una computadora portátil.

2.4 Mediciones Gravimétricas

La gravedad terrestre se midió en 48 estaciones distribuidas en planta como se puede observar en la figura 2.

Las Figuras 2 y 3 muestran las estaciones y líneas geofísicas, en representaciones con Imagen Satelital Google y Topografía SRTM. El Anexo A1 contiene las coordenadas GPS Diferencial de las estaciones gravimétricas, Datum WGS-84 19S.

Se establecieron dos bases gravimétricas en terreno, ubicadas en lugares estables de fácil acceso y libre de ruido cultural, para 'amarrar' diariamente las estaciones medidas.

El posicionamiento de las estaciones gravimétricas se realizó mediante GPS Diferencial en modo RTK, con una precisión de ± 1 cm en la vertical y ± 10 cm en la horizontal y han sido referenciadas desde el vértice geodésico del IGM Estación Imilac (ESIM), Antofagasta, Datum SIRGAS, elipsoide GRS-80, Huso 19 Sur.

Cada estación gravimétrica fue registrada usando un método de "loop" ligado a una estación base que es registrada al inicio y al final del "loop", distribuyendo el error de cierre proporcionalmente al intervalo de tiempo entre lecturas. Las lecturas gravimétricas fueron medidas de acuerdo con el siguiente procedimiento:

1. Instalación y nivelación del gravímetro en cada estación al menos un minuto antes de tomar la medida con el fin de permitir su estabilización.
2. Cada medición gravimétrica es repetida al menos una vez. En caso de exceder la precisión del equipo por causa de ruido cultural, se repite la medida las veces que sea necesario para obtener un buen promedio.
3. En caso de estaciones planificadas ubicadas en lugares de topografía inaccesible, el operador procede a re-localizarla en el lugar accesible más cercano.

2.5 Mediciones TEM

Se midió un total de 30 estaciones con la metodología TEM, coincidentes (en coordenadas) con las 30 primeras estaciones gravimétricas, las que fueron localizadas y replanteadas en terreno con DGPS. Las Figuras 2 y 3 muestran las estaciones y líneas geofísicas, en representaciones con Imagen Satelital Google y Topografía SRTM del Terreno. El Anexo B1 contiene las coordenadas GPS Diferencial de las estaciones, Datum WGS-84 19S. La Tabla 1 indica los parámetros usados para las lecturas TEM

Tabla 1. Parámetros de Mediciones TEM

Parámetro	Valor
Frecuencias de Medición	1, 2, 4, 8, 16 y 32 Hz
Configuración de Espiras	<i>Loop</i> Coincidente
Dimensiones <i>Loop</i> Transmisor	200x200 m ²
Dimensiones <i>Loop</i> Receptor	200x200 m ²

3 PROCESO DE DATOS TEM

3.1 El Método de Transiente Electromagnético

El TEM es un método electromagnético inductivo en el dominio del tiempo. Mediante espiras metálicas instaladas en el suelo se generan corrientes de conducción en el subsuelo y se mide el campo magnético transiente producido por el decaimiento de estas corrientes al detener la transmisión. Este proceso se repite usando corrientes del tipo "positiva-nula-negativa-nula", con frecuencias (de 'repetición') que usualmente varían entre 1 y 32 Hz, con paso binario, en el TEM normal.

La corriente inducida se distribuye por difusión y su comportamiento depende de la resistividad, tamaño y forma de las estructuras geoelectricas. El análisis numérico de la curva transiente del campo magnético permite inferir información cuantitativa acerca de los parámetros geoelectricos del subsuelo.

Al ser el TEM una técnica inductiva, evita el problema que enfrentan los métodos galvánicos al intentar inyectar corriente directamente al subsuelo en terrenos de muy alta resistencia de contacto; por ejemplo, costras salinas secas superficiales muy resistivas (como caliche), característico en ciertos lugares del norte chileno.

3.2 Inversión 1D

La inversión de la curva de resistividad aparente de un sondeo de transiente electromagnético permite obtener las resistividades y espesores de un modelo estratificado del subsuelo (modelo 1D) bajo cada estación.

En el presente caso se usó el sistema **IX1D de Interpex**, con el cual se obtienen en forma semi-automática dos tipos de modelos: uno suavizado (*smooth*), compuesto de un gran número de estratos delgados y variación gradual de la resistividad, y otro "de capas" (*layered*), formado por un número representativo de estratos y variación discontinua de la resistividad. A partir del modelo de capas el programa calcula un conjunto de modelos equivalentes, que representan gráficamente las variaciones posibles de cada parámetro para el mismo ajuste del modelo final.

El anexo B2 muestra las inversiones y modelos 1D de los sondeos TEM. Cada figura consta de dos ventanas: en la izquierda se encuentran los datos observados y la curva teórica final de la inversión. Los puntos datos marcados con "x" se consideran ruidosos y fueron desactivados durante el proceso de inversión. En la ventana derecha se muestra la resistividad en función de la profundidad, con el modelo de capas en línea continua roja, el modelo suavizado en línea continua verde y los modelos equivalentes en líneas a trazos.

3.3 Secciones de Resistividad TEM

A partir de los modelos de capas y modelos suavizados de las inversiones 1D, se construyeron secciones de resistividad 2D del método TEM.

Las Figuras L1-QG a L7-QG muestran las secciones de los modelos de capas, con una exageración vertical de 20 para facilitar la visualización del comportamiento de la resistividad a lo largo de las líneas. La escala de colores de la resistividad es única y va de 1 a 1000 Ωm . De manera similar, las Figuras L1S-QG a L7S-QG muestran las secciones de los modelos suavizados (Smooth).

4 PROCESO DE DATOS GRAVIMÉTRICOS

4.1 Correcciones Estándares

El gravímetro Scintrex CG-5 corrige automáticamente la deriva instrumental y el efecto de marea. Sin embargo, para mayor confiabilidad, se realizaron cierres diarios sobre un punto de referencia, compensando las lecturas en función del tiempo, y se recalculó el efecto de marea durante el proceso de datos. Se aplicaron las siguientes correcciones estándares para obtener la Anomalía de Bouguer (Δg), realizadas mediante el sistema de proceso y análisis de datos geofísicos Oasis Montaj de Geosoft, Canadá.

$$\Delta g = G_{obs} + \Delta_{atmos} - G_{teo} - \Delta_{boug} + \Delta_{a_libre} + \Delta_{topo}$$

donde:

- G_{obs} : gravedad observada
- Δ_{atmos} : corrección atmosférica = $0.87 \exp(-0.116 h^{1.047})$
h: altura sobre el nivel del mar
- G_{teo} : gravedad teórica (WGS84) = $G_0 (1 + C_1 \sin^2 \alpha) / (1 - C_2 \sin^2 \alpha)^{1/2}$
 $G_0 = 978032.67714$
 $C_1 = 0.00193185138639$
 $C_2 = 0.00669437999013$
 $\alpha =$ latitud
- Δ_{boug} : corrección de Bouguer = $2\pi G \rho h$
G: constante de gravitación universal = 0.00667
(Densidades en [gr/cc] y alturas en [m])
 ρ : densidad media de la corteza (2.6 gr/cc).
- Δ_{a_libre} : corrección de aire libre = 0.3086 h
- Δ_{topo} : corrección topográfica

La corrección de Bouguer considera el efecto que origina sobre la gravedad la masa interpuesta entre el nivel del mar y la estación considerada, en la hipótesis de que esta masa es una placa horizontal, infinitamente extendida de espesor "h" y densidad ρ .

La corrección de aire libre hace referencia al hecho de que la aceleración de gravedad disminuye según el cuadrado de la distancia al centro de la Tierra, por lo tanto se debe corregir la lectura gravimétrica por encontrarse a un nivel distinto al de referencia.

La corrección topográfica de cada estación se calculó de acuerdo al procedimiento contenido en el software Oasis Montaj, usando el modelo topográfico digital público SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), de 30 m de resolución horizontal.

Aplicando las correcciones a los valores de gravedad observados, se obtienen las anomalías de Bouguer. Una vez obtenido el campo regional, se pueden discriminar y separa las anomalías de diferentes longitudes de ondas, restando este campo al de Anomalías de Bouguer, obteniendo lo que se denomina Anomalía Residual que representa el efecto de las masas más superficiales.

El algoritmo que se utiliza en este software está basado en los métodos descritos por Kane (1962) y Nagy (1966). Esta corrección topográfica ha sido agregada a la Anomalía Simple de Bouguer, obteniendo así, la Anomalía de Bouguer.

4.2 Modelamiento 3D

Los resultados gravimétricos resumidos en el anexo A, con amarre a la red nacional en el punto IGM ESIM (Estación Imilac), corresponden a los mapas gravimétricos obtenidos para este estudio.

La figura G1 corresponde a Mapa de Anomalía de Bouguer, obtenido luego de efectuadas todas las correcciones a los datos gravimétricos, los cuales han sido grillados mediante un algoritmo de mínima curvatura.

La figura G2 corresponde al Mapa de Anomalía de Bouguer Residual el que se obtuvo a partir del Mapa de Anomalía de Bouguer al cual se le sustrajo la gravedad regional que ha sido calculada como una superficie de orden uno.

Las figuras G3 y G4 corresponden a los mapas de profundidad al basamento y gravedad calculada respectivamente, obtenidos mediante una modelación por inversión 3D tipo cuenca, con un contraste de densidad de -0.5 [gr/cc] entre sedimento y basamento.

El programa de inversión computacional fue desarrollado en Geodatos, y está basado en la publicación "*BHASKARA RAO, D., PRAKASH, M.J. and RAMESH BABU, N. 1990. 3D and 2.5D modelling of gravity anomalies with variable density contrast. Geophysical Prospecting 38, 411-422*". Este algoritmo de inversión permite determinar una grilla de Profundidad al basamento a partir de una grilla de la Anomalía Residual de Gravedad mediante un proceso iterativo automático. En este algoritmo el estrato sedimentario se simula por un arreglo de prismas verticales de sección horizontal cuadrada. El ancho horizontal de los prismas es igual al paso de la grilla de gravedad residual y la longitud vertical de cada prisma es la profundidad del basamento en el correspondiente nodo de la grilla gravimétrica.

La solución de profundidad al basamento obtenida por la inversión, permite calcular una gravedad de Bouguer teórica (figura G4) que debe ser comparada con la gravedad de Bouguer residual obtenida de los datos (figura G2).

4.3 Modelamiento 2D

De manera complementaria, se ha generado una modelación mediante inversión 2D a lo largo de la línea L1 (figura 2), lo que ha permitido determinar la interfaz sedimentos/basamento usando el modelamiento mediante el sistema Model_Vision_Pro de Encom, Australia, considerando un modelo 2D de cuenca formado por dos unidades de densidades homogéneas, que representan los depósitos sedimentarios y la roca basal.

La Figura G5 presenta el modelo de cuenca de la línea gravimétrica proyectada L1 (ver ubicación en planta Figura 2). Esta figura consta de dos paneles: el superior muestra los datos gravimétricos, el regional local y la curva sintética; el inferior es una sección del relieve interpretado del basamento, o modelo de cuenca del perfil.

Al igual que en el modelamiento 3D se usó un contraste de densidad de -0.5 [gr/cc]. Este contraste de densidad debe considerarse como la diferencia entre una densidad promedio representativa de los sedimentos que rellenan la cuenca y una densidad promedio representativa del basamento, aun cuando cada medio puede poseer variaciones locales que no son cuantificables.

5 ANTECEDENTES CONSIDERADOS

En este caso se cuenta con información del estudio geofísico realizado por Geodatos en junio del presente año, para AQUALOGY MEDIOAMBIENTE CHILE, como parte de un proyecto de la DGA, que incluyó los sectores de Salar Punta Negra (zona sur) y Salar de Imilac (zona norte), ver ubicación en planta Figura 4.

Este estudio consistió en la adquisición de 14 y 46 estaciones gravimétricas, distribuidas en 2 perfiles, para los salares de Imilac y Punta Negra respectivamente (Figura 4), con las cuales se generaron inversiones 2D, con lo que se determinó de manera aproximada la interfaz sedimentos-basamento.

Además, este estudio comprendió la medición de 35 estaciones TEM y 22 estaciones NanoTEM que se distribuyen en las distintas zonas de estudio (Figura 4); con esta información se generaron 12 perfiles TEM y 5 perfiles NanoTEM con los cuales se generaron interpretaciones respecto a los resultados geoeléctricos que incluía la información de profundidades al basamento como puntos de control en los modelamientos gravimétricos.

6 CONCLUSIONES

6.1 Resultados Método TEM

El objetivo general del estudio TEM es la determinación cuantitativa de la resistividad eléctrica del subsuelo en la zona de interés, constituido por formaciones sedimentarias y rocas impermeables del basamento. Estas propiedades geoelectricas dependen de la mineralogía (litología) y microestructura (porosidad, granulometría, fracturación) de las rocas, las cuales pueden variar significativamente según la profundidad.

Afecta de manera importante a la resistividad el tipo de fluidos que contengan las rocas (grado de saturación, salinidad, etc.). La existencia de estructuras y fenómenos de alteración también producen cambios de la resistividad que pueden ser detectados con un estudio geoelectrico.

En el presente trabajo, los sondeos TEM tienen el objetivo de determinar la estratigrafía geoelectrica de resistividad del subsuelo, con una profundidad de investigación que alcanzó hasta aproximadamente 600 m, y obtener estimaciones de la profundidad del basamento que puedan usarse para apoyar el modelamiento gravimétrico. Los resultados de las 30 estaciones TEM, distribuidas en 7 perfiles, muestran una estratigrafía de seis capas, las que se detallaran más adelante. Las Figuras I-L1-QG a I-L7-QG muestran la interpretación realizada de los sondeos TEM, considerando los resultados Gravimétricos y una geología regional para estimar la posición de cada punto dentro de las unidades geológicas básicas (basamento, sedimento).

En los perfiles TEM es posible distinguir de modo general seis unidades geoelectricas principales, cuya definición se ve facilitada por el claro contraste de resistividades laterales y en profundidad que se aprecia en los perfiles.

- a) **Unidad Superficial:** Este horizonte superficial presenta una morfología prácticamente plano paralela a la superficie. Se caracteriza por espesores de 50 a 190 metros y valores de resistividad de 117 a 2647 [Ohm-m]. Esta unidad se ha interpretado como **Depósitos aluviales/coluviales secos**, compuestos por las diferentes granulometrías secas de los aluviales y coluviales cercanos.

b) Unidad de resistividades medias: Esta unidad se encuentra subyaciendo la unidad resistiva superficial y se observa como un estrato discontinuo y muy heterogéneo lateralmente, observándose algunas anomalías en los valores de resistividad que podrían corresponder a sedimentos de distintas granulometrías. Esta unidad ha sido subdividida de acuerdo a los valores de resistividad observados, lo que detalla distintas granulometrías en el medio, se interpretan 4 subunidades:

- I. **Arcillas húmedas y/o saturadas** 1-5 [Ohm-m]
- II. **Arenas y limos posiblemente húmedas y/o saturadas** 5-15 [Ohm-m]
- III. **Gravas y arenas posiblemente húmedas y/o saturadas** 15-40 [Ohm-m]
- IV. **Gravas y bolones** 50-180 [Ohm-m]

c) Unidad Profunda: Esta unidad se observa en los perfiles L3 a L7, haciéndose más evidente hacia la zona noroeste del área de estudio. Se observa con distintas potencias, con valores de resistividad eléctrica que fluctúan entre los 49 – 1649[Ohm-m]. Esta unidad se ha interpretado como **Roca Basal**. Los valores menores de resistividad serían indicativos de dominios de alteración mientras que los valores mayores harían referencia a roca sana y competente.

Se aprecia que las diferencias en profundidad de los cambios de litología que se observan en las secciones geoelectricas (método TEM) del estudio realizado en Junio del 2016 se correlacionan de buena manera con las variaciones y los cambios en profundidad de las secciones generadas en esta segunda etapa (Octubre 2016). Dicha información debe considerarse referencial dada la distancia entre los estudios y tomando en cuenta que la diferencia de resistividades que se observa dentro de un dominio geoelectrico, pudiera atribuirse a la respuesta de un mismo material que presenta diferentes granulometrías o grados de alteración/fracturamiento, lo que permite asumir que la roca basal no es homogénea en todo el sector de estudio, y compromete su competencia localmente y en profundidad.

6.2 Resultados del método Gravimétrico

La metodología aplicada en este trabajo corresponde a una modelación mediante inversión 3D tipo cuenca, con la cual se determinó la profundidad al basamento cristalino, que posiblemente esté constituido por distintos tipos de rocas impermeables. En este estudio se consideró un contraste de densidad entre relleno y basamento de -0.5 [gr/cc] basados en estudios anteriores, lo que da como resultado profundidades al basamento cristalino que se adecuan a lo esperado; es importante hacer notar que la profundidad estimada es muy sensible a este parámetro.

También el estudio considero la proyección de una línea gravimétrica L1 en la cual se realizó una modelación mediante inversión 2D, asumiendo un modelo de 2 estratos (sedimentos/basamento), utilizando un contraste de densidad de -0.5 [gr/cc].

Comparación Inversiones Gravimétricas 2D y 3D

Debido a la distribución de estaciones en las campañas actual y la realizada en Junio del 2016 (figura 4), los métodos de inversión aplicados son diferentes, entonces para despejar cualquier duda respecto de la equivalencia entre ambas inversiones se ha realizado, además de la inversión 3D (para los datos de la campaña actual), una inversión 2D, método anteriormente usado para los datos levantados en el salar de Imilac y Punta Negra.

La figura G6 (gráfico a la derecha), muestra la línea L1 proyectada sobre las actuales estaciones en estudio (en planta) y como se puede observar, ésta atraviesa los máximos de la anomalía de Bouguer. En el gráfico principal (izquierda) se observa en rojo la profundidad al basamento obtenida mediante la inversión 3D, y en azul la inversión sobre el mismo conjunto de datos con la inversión 2D (de la actual campaña). Se concluye que ambos métodos son equivalentes.

Es importante señalar que se ha detectado una diferencia considerable entre la profundidad al basamento detectada bajo la estación 14 (campaña Junio 2016) y los resultados obtenidos de la inversión 3D de la campaña actual. Se ha buscado una explicación geológica respecto a esta incongruencia, y en ella se puede comprender esta diferencia, ya que anteriormente se supuso que los basamentos del Oeste y del Este eran el mismo, y que el resultado de la estación 14 medida con el método TEM (campaña de Junio del 2016),

alcanzaba la profundidad de ese basamento, sin embargo, al comparar los regionales gravimétricos de orden 1 de ambos estudios se puede observar que la inclinación del regional anterior es mucho mayor que la del actual (Figura G7).

Por lo anterior, se ha concluido que la modelación efectuada anteriormente consideró que el basamento del Oeste está asociado a la unidad Tpm Formación Pampa de Mulas de débil consolidación, mientras que la del Este está asociada al basamento Paleozoico. En el actual estudio se ha considerado, tanto para las zonas al Oeste como al Este, el mismo basamento Paleozoico, lo cual ha cambiado en forma importante las profundidades al basamento que se habían estimado para el estudio anterior.

6.3 Acciones Futuras a considerar

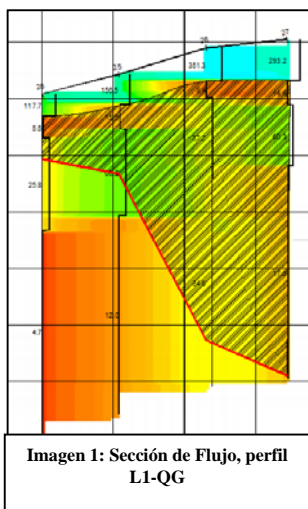
Las conclusiones obtenidas mediante técnicas geofísicas, pudieran complementarse y enriquecerse a medida que se cuente con mayor información hidrogeológica y otros antecedentes como sondajes y/o descripción litológica de pozos, que permitirían caracterizar de mejor forma las unidades descritas anteriormente, así como también correlacionar el parámetro de resistividad con otros de interés como porosidad, permeabilidad, contenido de humedad, salinidad, temperatura, pH, etc. permitiendo inferir y caracterizar de mejor manera el subsuelo del área de estudio.

Se recomienda que para fines de un análisis detallado de la variación de resistividades en el subsuelo, se revisen los modelos multicapas (smooth), pues presentan las fluctuaciones continuas de dicha propiedad geoelectrica, mientras que para un análisis discreto del subsuelo, se puede recurrir al modelo de capas, el que es favorable cuando se presenta un claro contraste de resistividades.

Dada la heterogeneidad lateral y en profundidad de la distribución de los sedimentos y la variación en las profundidades detectadas del basamento, Geodatos recomienda como acciones futuras a considerar, la densificación de la malla de estaciones gravimétricas y TEM en las zonas de interés, disminuyendo el espaciamiento de estaciones en la malla gravimétrica y entre las estaciones de un mismo perfil (en el caso del método TEM), con ello se podrá conocer con mayor certeza la distribución lateral de los sedimentos y la variación de las profundidades al basamento.

6.4 Secciones de Flujo

Las secciones de flujo calculadas en el presente estudio son muy variadas dependiendo principalmente de la ubicación de los perfiles (figura 5), estos cálculos de área involucran 4 unidades interpretadas según los resultados del método TEM, estas son: **arcillas, arenas y limos, gravas y arenas, gravas y bolones**, todas estas unidades se encuentran **posiblemente húmedas y/o saturadas**. El límite superior en las 7 secciones TEM que se detallarán a continuación, se ha definido como la base de la primera unidad geoelectrica definida que corresponde a **Depósitos aluviales y coluviales secos**. Por su parte, el límite inferior corresponde a la ubicación del basamento impermeable determinado por el TEM y en aquellos perfiles en que no se alcanzó el basamento se estimó una profundidad del basamento en base a la información gravimétrica, representado por una línea roja.



Perfil L1-QG: La sección de flujo en este perfil se ha calculado tomando como límite inferior, la profundidad al basamento detectada por el método gravimétrico (Imagen 1, línea roja); la discrepancia existente entre los resultados del método electromagnético (TEM) y la gravimetría podría atribuirse a una pérdida en la energía de la señal del transiente o bien a un efecto de cargabilidad del terreno que indica un falso conductor. El área del acuífero en esta sección geoelectrica fluctúa alrededor de los 2.57 Km² aproximadamente y corresponde a la zona achurada como se puede observar en la Imagen 1.

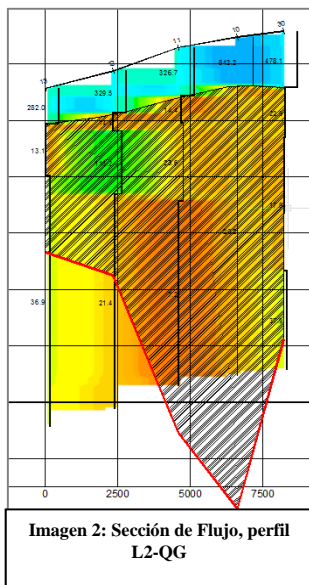


Imagen 2: Sección de Flujo, perfil L2-QG

Perfil L2-QG: Al igual que la sección anteriormente descrita, el área de flujo correspondiente a este perfil, se ha calculado tomando como límite inferior la profundidad al basamento detectada por el método gravimétrico (Imagen 1, línea roja); la discrepancia existente entre los resultados del método electromagnético (TEM) y la gravimetría podría atribuirse a una pérdida en la energía de la señal del transiente o bien a un efecto de cargabilidad del terreno que indica un falso conductor. El área del acuífero en esta sección geoelectrica fluctúa alrededor de los 3.92 Km² aproximadamente y corresponde a la zona achurada como se puede observar en la Imagen 2.

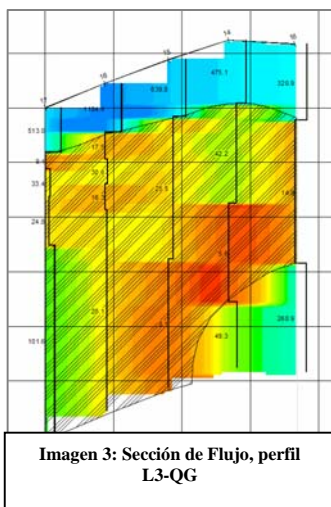
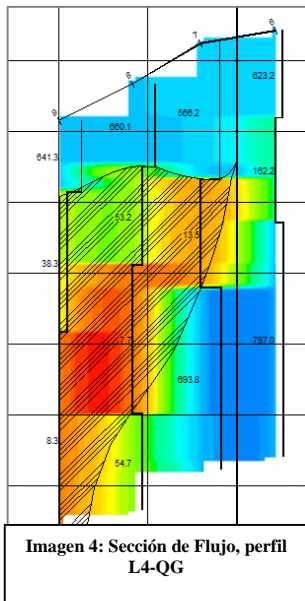
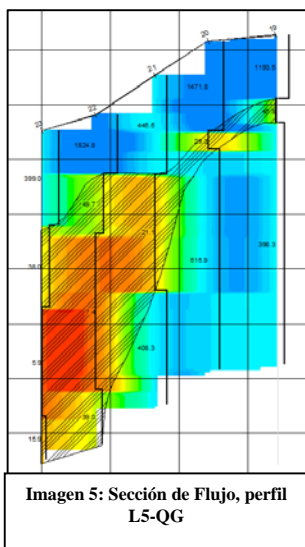


Imagen 3: Sección de Flujo, perfil L3-QG

Perfil L3-QG: La sección de flujo en este perfil se ha calculado tomando como límite inferior, en la zona Sur-Oeste (estaciones 17-16 y 15), el alcance máximo en profundidad del método, ya que en esta zona, no se sabe con certeza la profundidad a la cual se encuentra el basamento rocoso, no ocurre así bajo las estaciones 14 y 18 (zona Nor-Este), desde donde se comienza a observar la roca basal (definida en este estudio). El área del acuífero en esta sección geoelectrica fluctúa alrededor de los 4.02 Km² aproximadamente y corresponde a la zona achurada como se puede observar en la Imagen 3.



Perfil L4-QG: La sección de flujo en este perfil se ha calculado tomando como límite inferior, en la zona Sur-Oeste (Estación 9), el alcance máximo en profundidad del método, ya que en esta zona, no se sabe con certeza la profundidad a la cual se encuentra el basamento rocoso, no ocurre así bajo las estaciones 8, 7 y 6 (zona Nor-Este), desde donde se comienza a observar un alzamiento de la roca basal (definida en este estudio). El área del acuífero en esta sección geoelectrica fluctúa alrededor de los 1.46 Km² aproximadamente y corresponde a la zona achurada como se puede observar en la Imagen 4.



Perfil L5-QG: Al igual que la sección anterior, el flujo en este perfil se ha calculado tomando como límite inferior, en la zona Sur-Oeste (Estaciones 23 y 22), el alcance máximo en profundidad del método, ya que en esta zona, no se sabe con certeza la profundidad a la cual se encuentra la roca basal, no ocurre así bajo las estaciones 21, 20 y 19 (zona Nor-Este), desde donde se comienza a observar un evidente alzamiento del basamento. El área del acuífero en esta sección geoelectrica fluctúa alrededor de los 1.94 Km² aproximadamente y corresponde a la zona achurada como se puede observar en la Imagen 5.

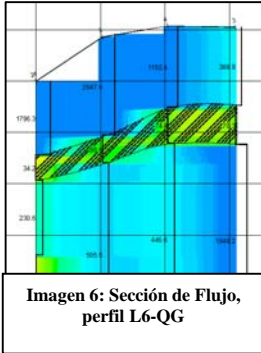


Imagen 6: Sección de Flujo, perfil L6-QG

Perfil L6-QG: A diferencia de las secciones anteriores, el límite inferior en la totalidad de este perfil es la profundidad a la cual se detectó la roca basal. El área del acuífero en esta sección geoelectrica fluctúa alrededor de los 0.48 Km² aproximadamente y corresponde a la zona achurada como se puede observar en la Imagen 6.

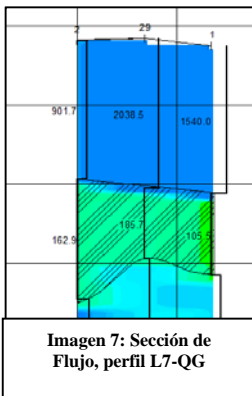


Imagen 7: Sección de Flujo, perfil L7-QG

Perfil L7-QG: Al igual que la sección anterior, el flujo en este perfil se ha calculado tomando como límite inferior la roca basal, que es posible visualizarla en la totalidad de la sección geoelectrica. El área del acuífero en esta sección geoelectrica fluctúa alrededor de los 0.38 Km² aproximadamente y corresponde a la zona achurada como se puede observar en la Imagen 7.

Como es posible observar en las descripciones de cada uno de las secciones geoelectricas analizadas anteriormente, el acuífero alcanzaría mayores profundidades hacia la zona Sur-Oeste del área de estudio, ya que hacia la zona Nor-Este se observa un evidente alzamiento de la roca basal, observación que también se puede evidenciar en la figura G3 "Profundidad al basamento", en la cual es posible observar, la zona de mayor profundidad del acuífero y el alzamiento del basamento hacia la zona descrita anteriormente. Las discrepancias existentes entre los resultados del método electromagnético (TEM) y la gravimetría en la zona Este del estudio (perfiles L1-QG y L2-QG) podrían atribuirse a una pérdida en la energía de la señal del transiente o bien a un efecto de cargabilidad del terreno que indica un falso conductor.

7 RESUMEN

A requerimiento de la **Dirección General de Aguas (DGA)**, se realizó un estudio geofísico mediante Gravimetría y Transiente Electromagnético (TEM), como parte del proyecto denominado "**Estudio Geofísico complementario en el Salar de Punta Negra**", Región de Antofagasta, Chile (Figura 1).

Los resultados principales del estudio geofísico mediante la modalidad TEM es la caracterización de los depósitos que conforman el relleno sedimentario, con lo cual se determina propiedades hidrogeológicas relacionadas con el nivel estático y una estimación de la permeabilidad de las formaciones. Mediante la gravimetría se determinó la forma y profundidad de la cuenca hasta el basamento en los sectores estudiados.

Se ejecutaron 48 estaciones mediante el método gravimétrico, la modelación de esta malla de estaciones se realizó con un sistema de inversión 3D (incluyendo 14 estaciones correspondientes al estudio geofísico realizado en el salar de Imilac, **Capítulo 5 Antecedentes Considerados**) y asumiendo un modelo de dos estratos (sedimentos/basamento) y un contraste de densidad de -0.5 [gr/cc]. De manera complementaria, se ha generado una modelación mediante inversión 2D a lo largo de una línea gravimétrica, lo que permite afianzar los resultados obtenidos mediante ambas inversiones realizadas (2D y 3D).

Además de las mediciones gravimétricas efectuadas para cubrir la cuenca, el estudio consideró la medición de 47 estaciones TEM. Los resultados principales del estudio geofísico de Transiente Electromagnético corresponden a la caracterización de los depósitos que conforman el relleno sedimentario hasta una profundidad de investigación de aproximadamente 600 metros con lo cual se determinan las propiedades hidrogeológicas relacionadas con la permeabilidad de las formaciones.

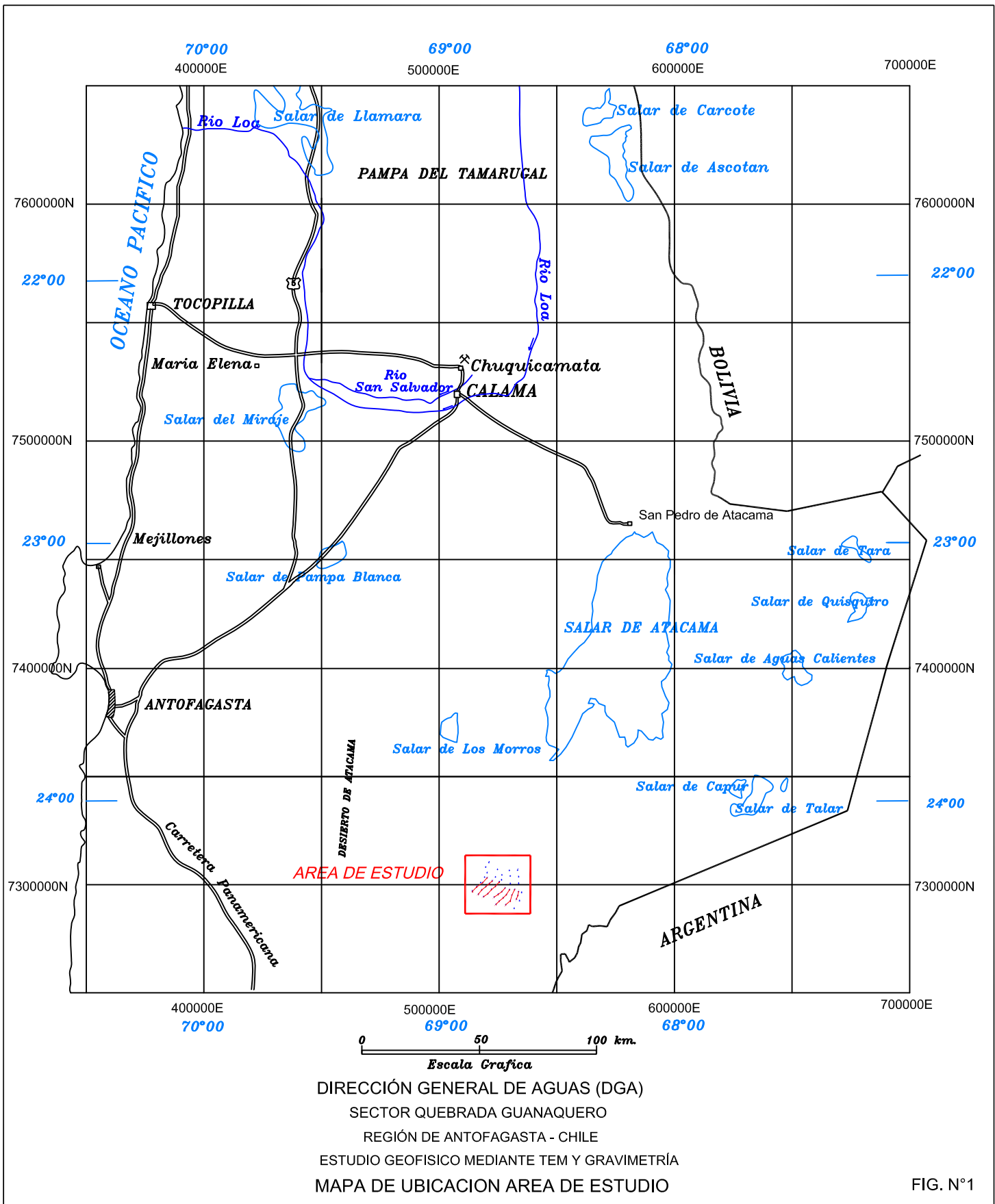
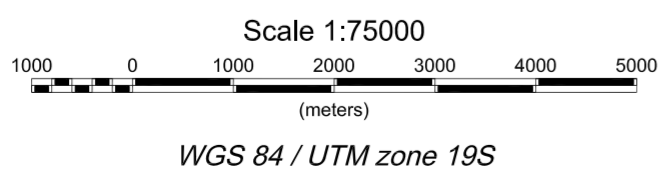
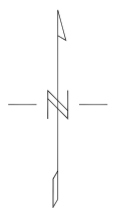
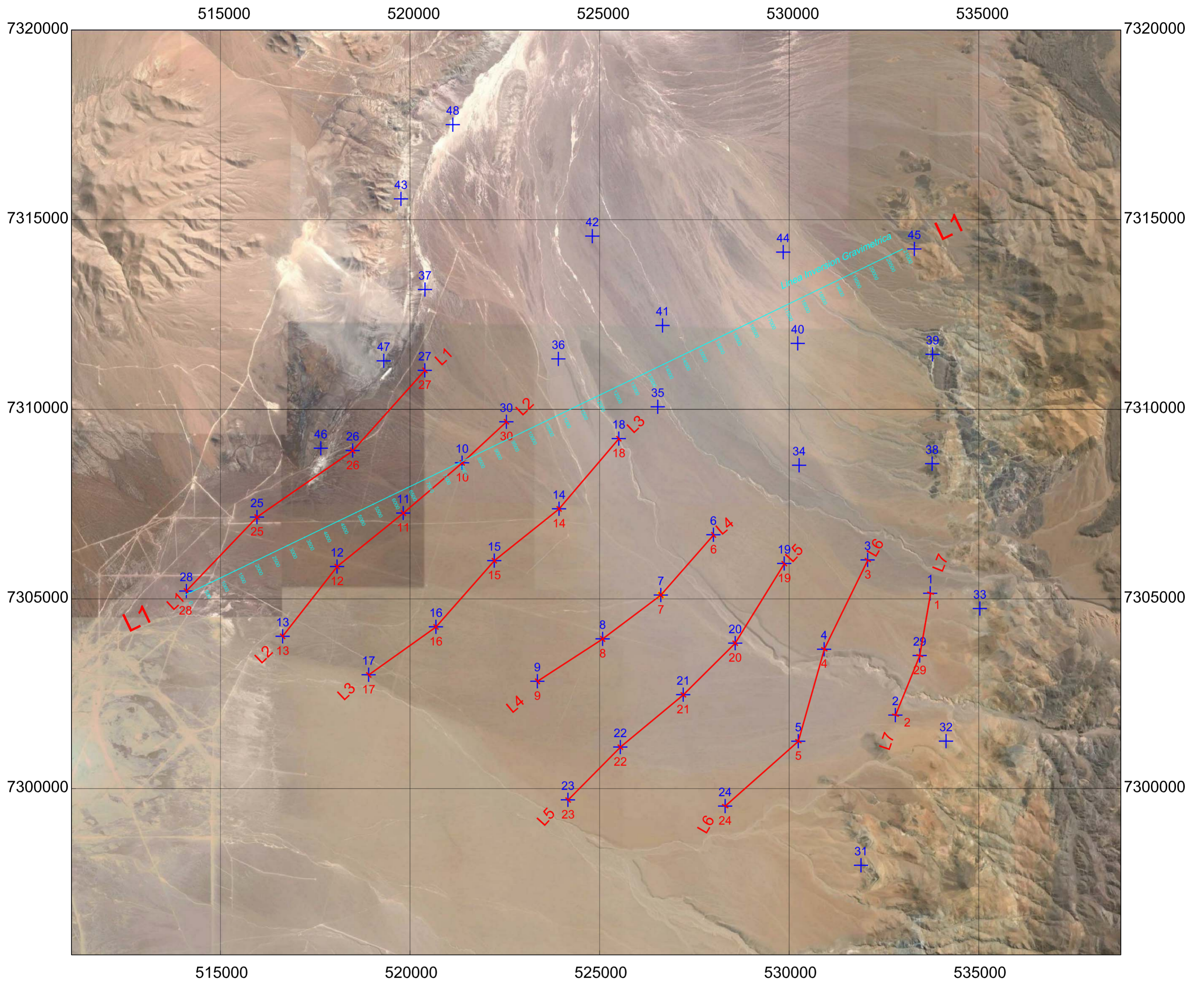
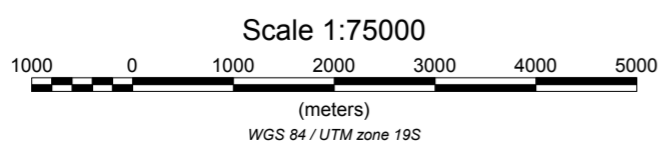
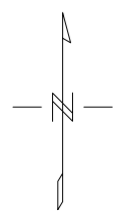
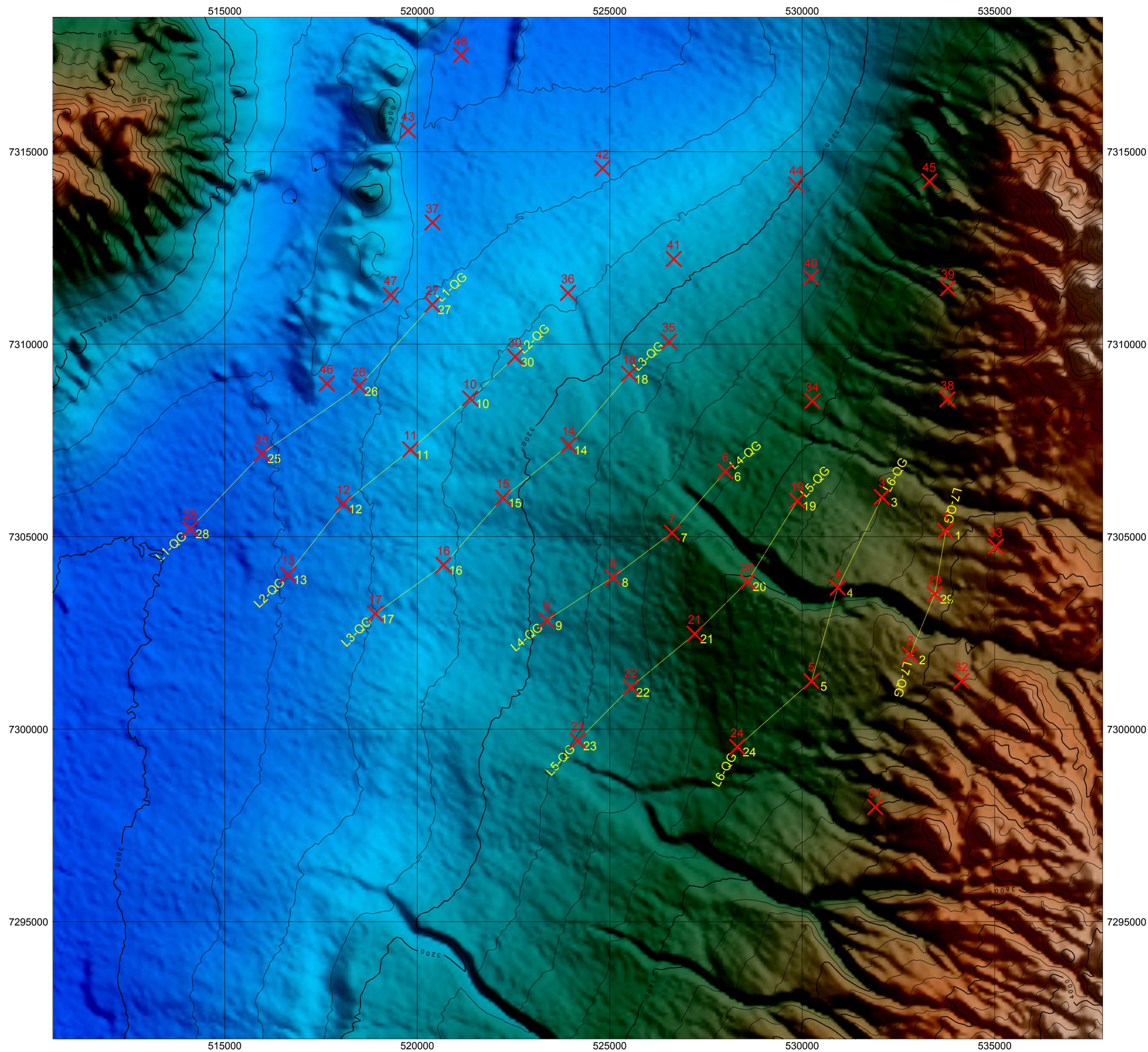


FIG. N°1



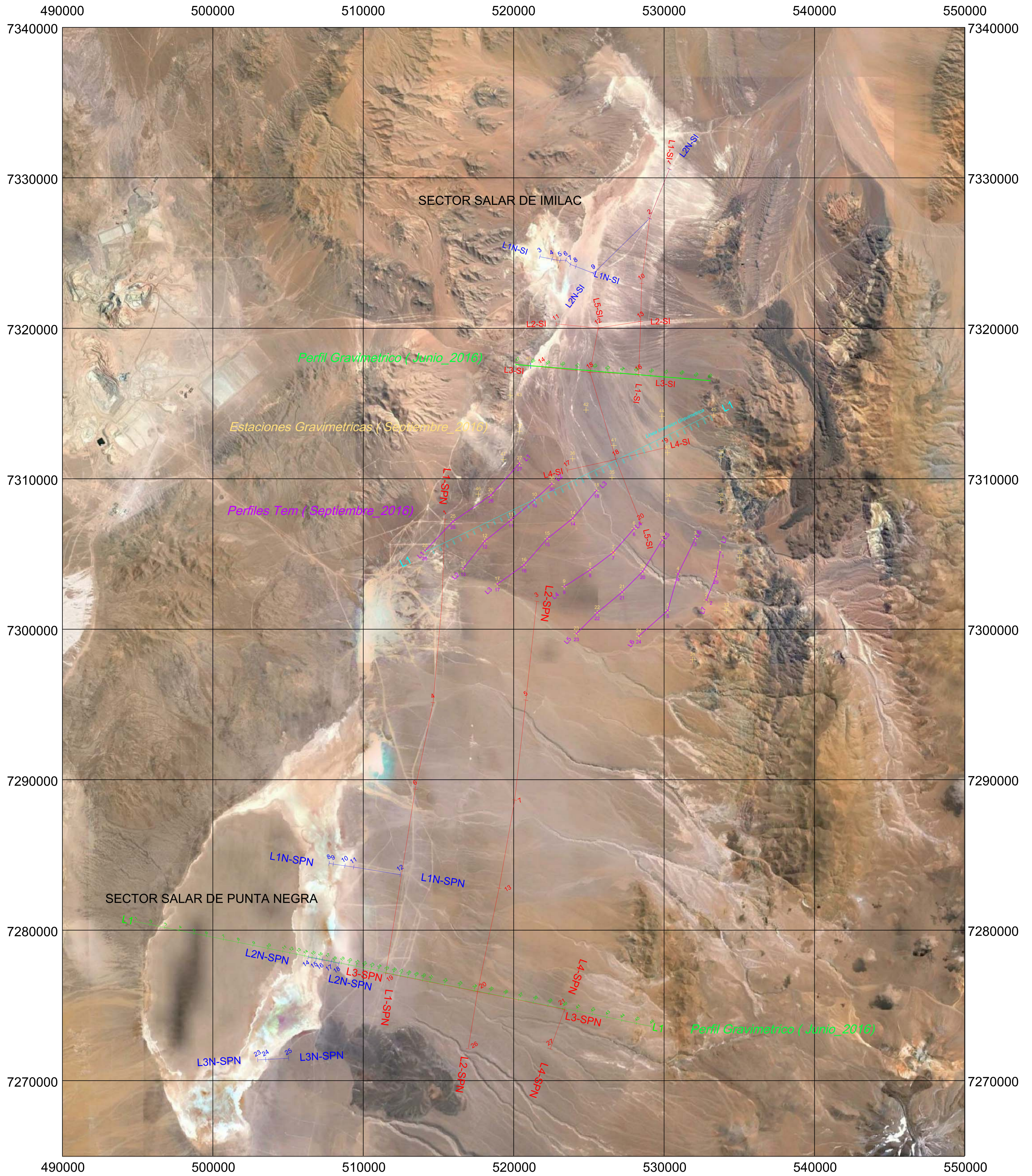
+ Estaciones Gravimétricas
 ✕ Líneas y estaciones TEM

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)		
SECTOR QUEBRADA GUANAQUERO REGIÓN DE ANTOFAGASTA - CHILE		
ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE TEM Y GRAVIMETRÍA MAPA DE UBICACIÓN DE ESTACIONES Y PERFILES GEOFÍSICOS SOBRE IMAGEN GOOGLE EARTH		
GEODATOS S.A.I.C.	FIG.2-QG	SEPTIEMBRE 2016

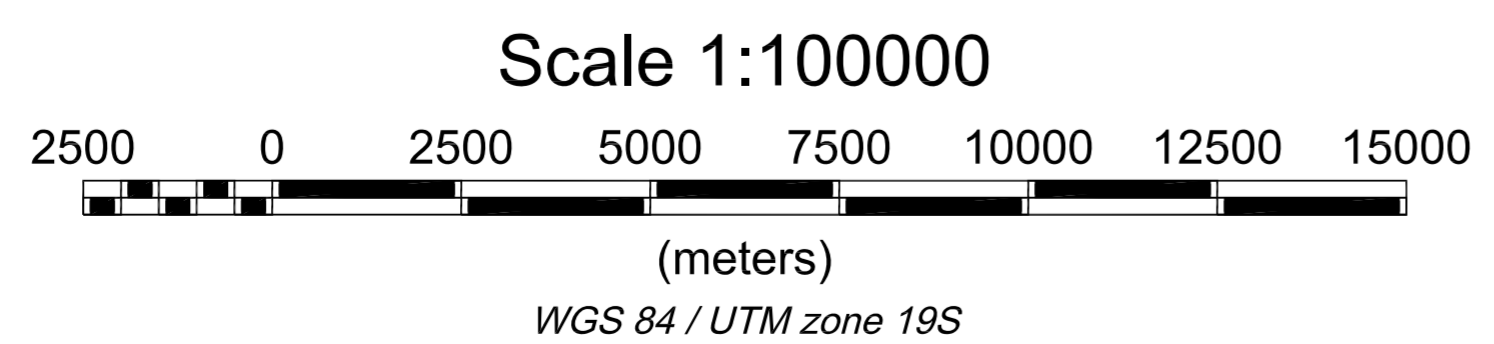
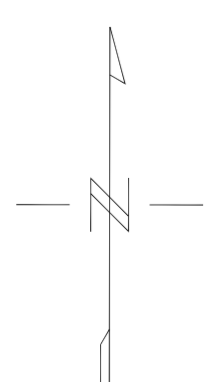


+ Estaciones Gravimétricas
 ✕ Líneas y estaciones TEM

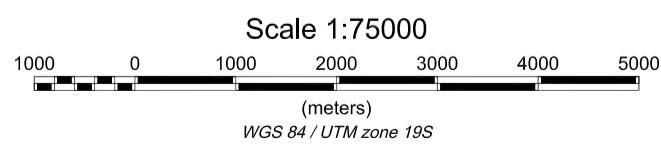
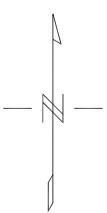
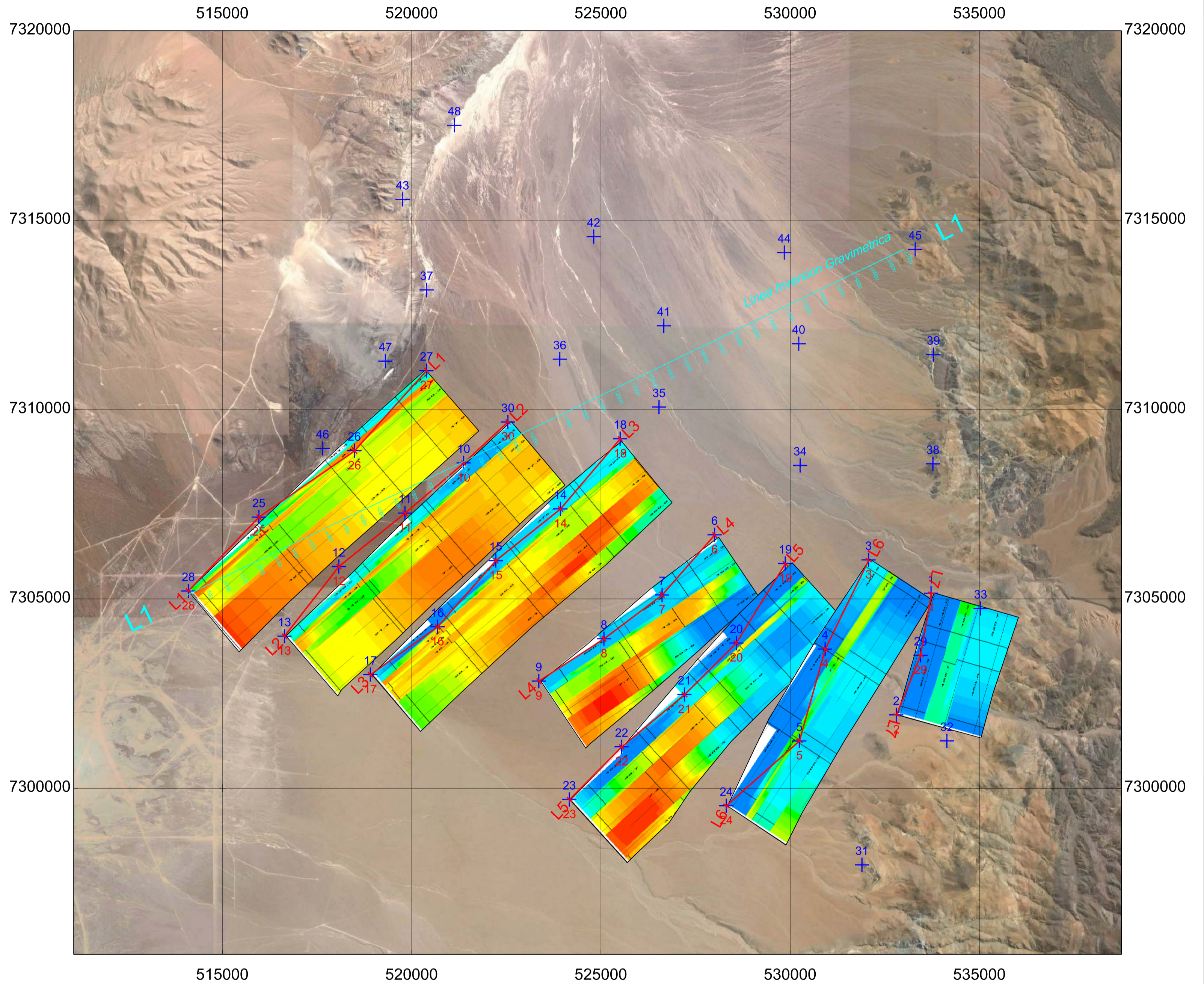
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)
SECTOR QUEBRADA GUANAQUERO REGIÓN DE ANTOFAGASTA - CHILE
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM y GRAVIMETRÍA MAPA DE UBICACIÓN DE PERFILES GEOFISICOS SOBRE MODELO TOPOGRÁFICO SRTM
GEODATOS S.A.I.C. FIG.3-QG SEPTIEMBRE 2016



- Campaña Geofísica TEM (Junio,2016)
- Campaña Geofísica NANOTEM (Junio,2016)

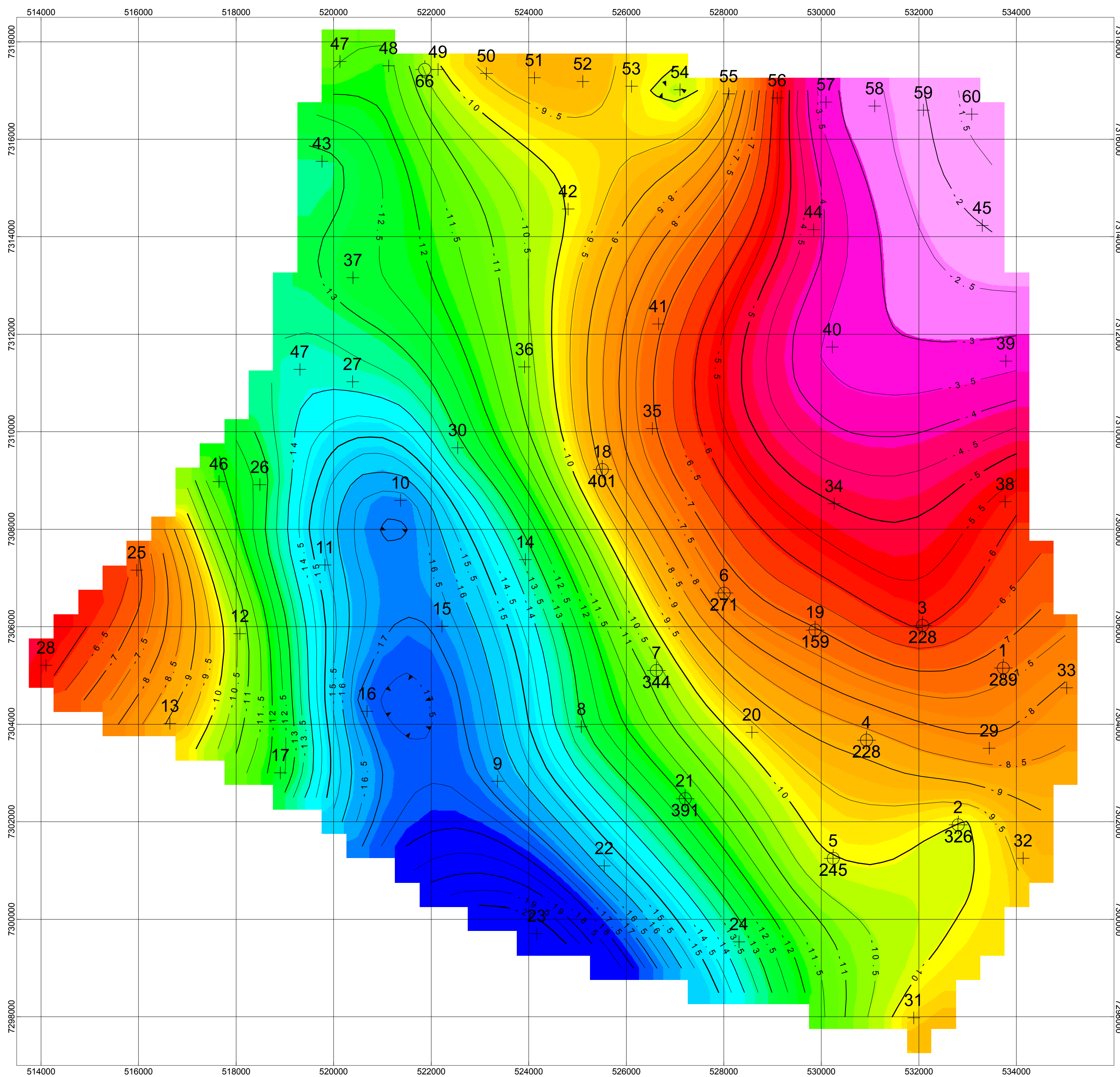


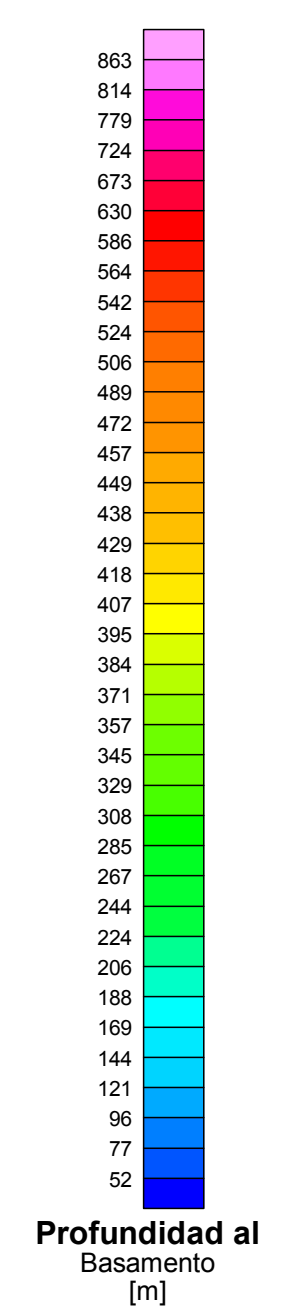
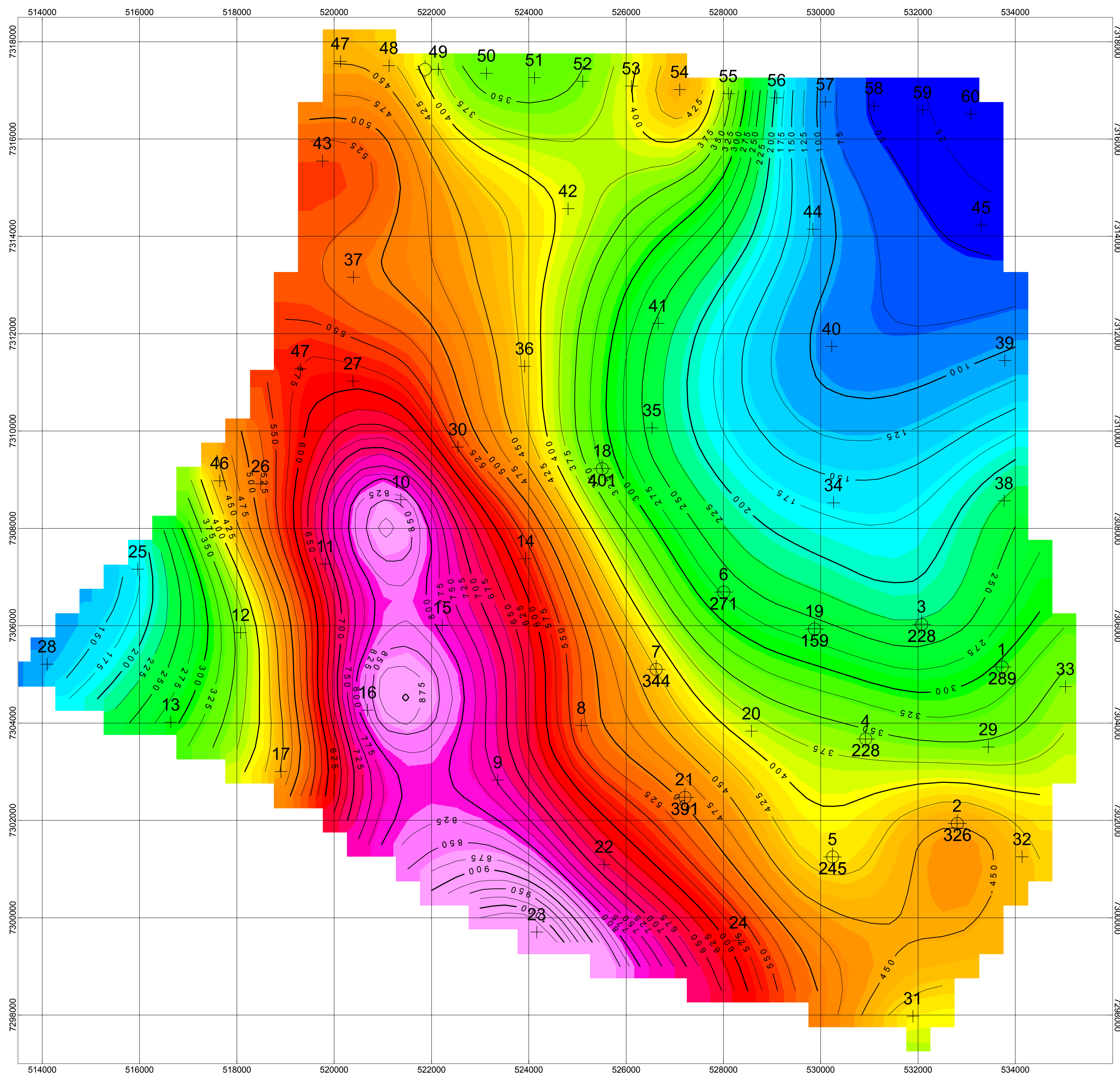
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)	
SECTOR QUEBRADA GUANAQUERO REGIÓN DE ANTOFAGASTA - CHILE	
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM Y GRAVIMETRÍA MAPA INTEGRADO CAMPAÑAS JUNIO- OCTUBRE _2016 SOBRE IMAGEN GOOGLE EARTH	
GEODATOS S.A.I.C.	FIG. 4 SEPTIEMBRE 2016



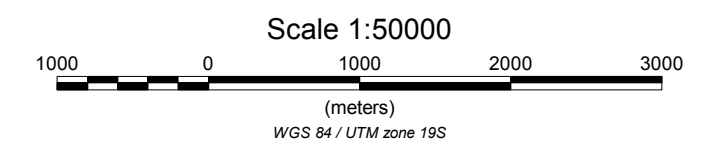
+ Estaciones Gravimétricas
 ✕ Líneas y estaciones TEM

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)		
SECTOR QUEBRADA GUANAQUERO REGIÓN DE ANTOFAGASTA - CHILE		
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM Y GRAVIMETRÍA MAPA DE UBICACIÓN DE PERFILES GEOFISICOS ABATIDOS SOBRE IMAGEN GOOGLE EARTH		
GEODATOS S.A.I.C.	FIG.5-QG	SEPTIEMBRE 2016

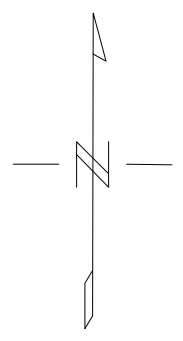
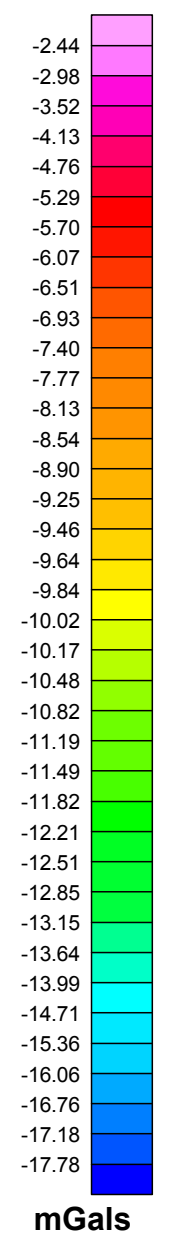
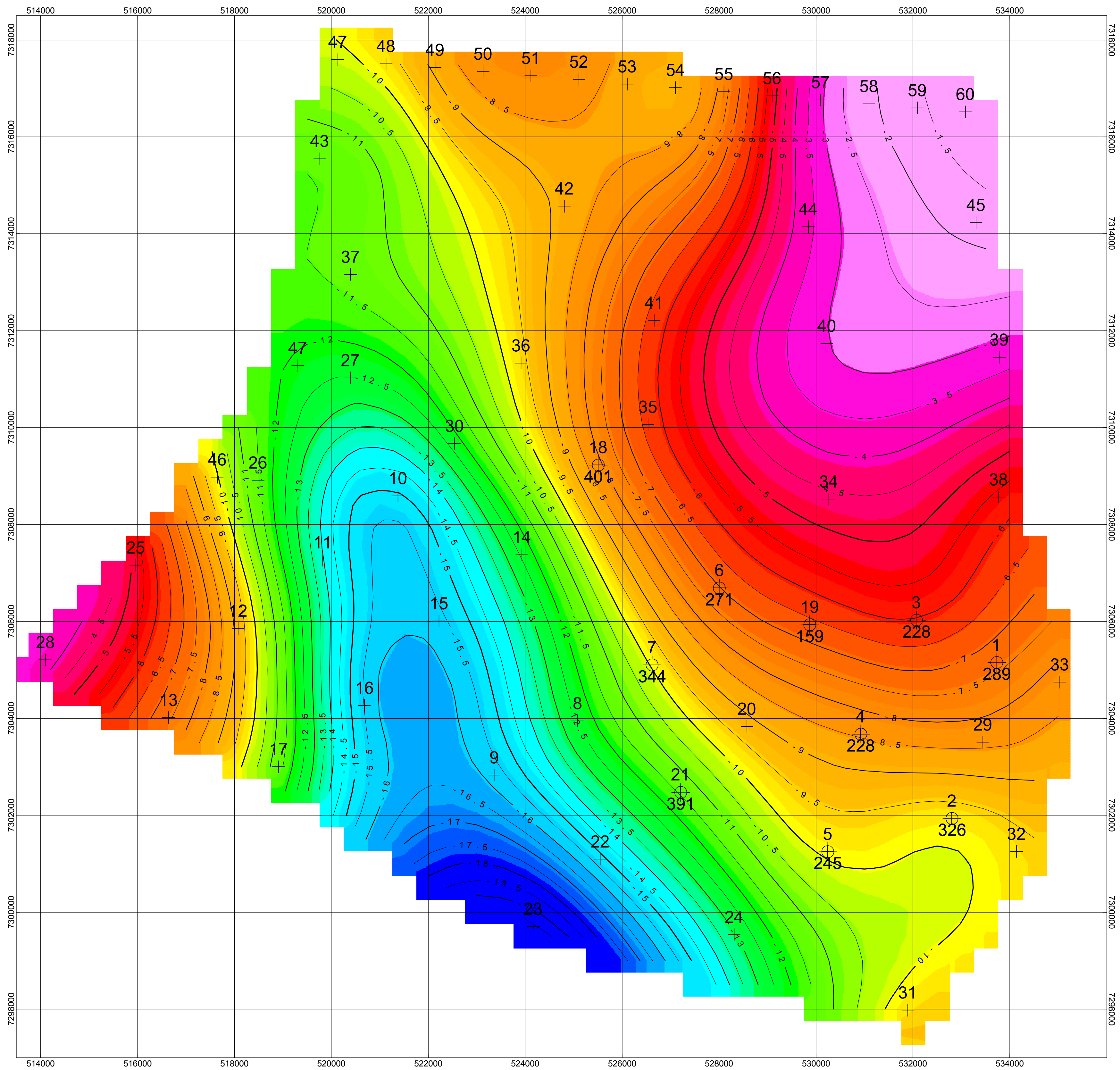




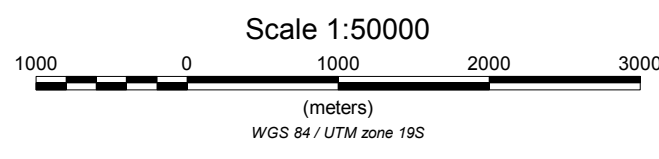
Estación TEM GRAV
 5 + ⊕
 325 profundidad basamento según TEM



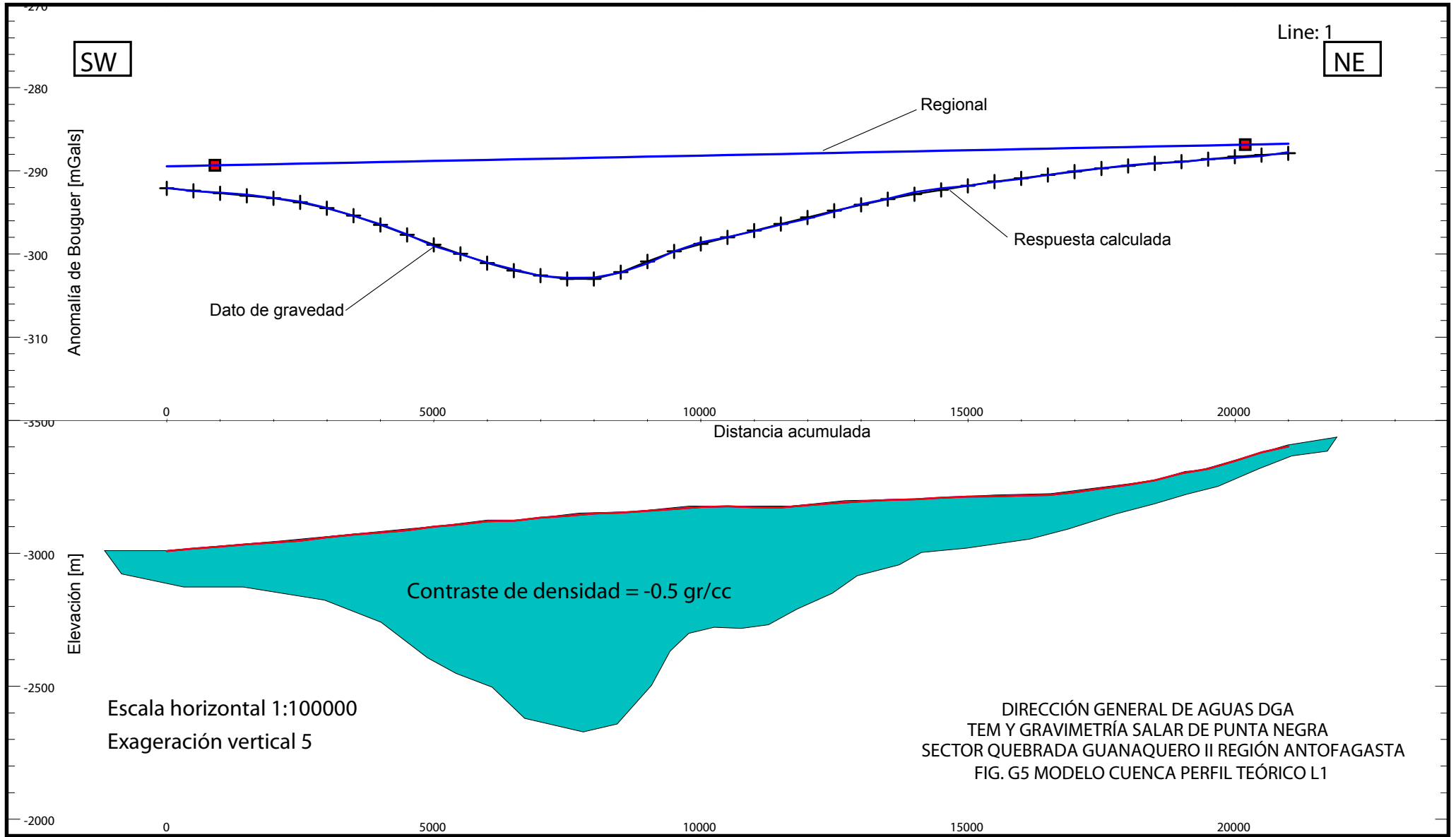
DIRECCION GENERAL DE AGUAS DGA
 TEM GRAV SALAR DE PUNTA NEGRA DGA
 MAPA PROFUNDIDAD AL BASAMENTO
 SECTOR QUEBRADA GUANAQUERO II REGION ANTOFAGASTA
 GEODATOS S.A.I.C. SEPTIEMBRE 2016 FIG. G3



Estación TEM GRAV
 5 ⊕ profundidad basamento según TEM
 325



DIRECCION GENERAL DE AGUAS DGA
 TEM GRAV SALAR DE PUNTA NEGRA DGA
 MAPA ANOMALIA DE BOUGUER RESIDUAL CALCULADA
 SECTOR QUEBRADA GUANAQUERO II REGION ANTOFAGASTA
 GEODATOS S.A.I.C. SEPTIEMBRE 2016 FIG. G4



Comparación Profundidades Basamento 2D vs 3D

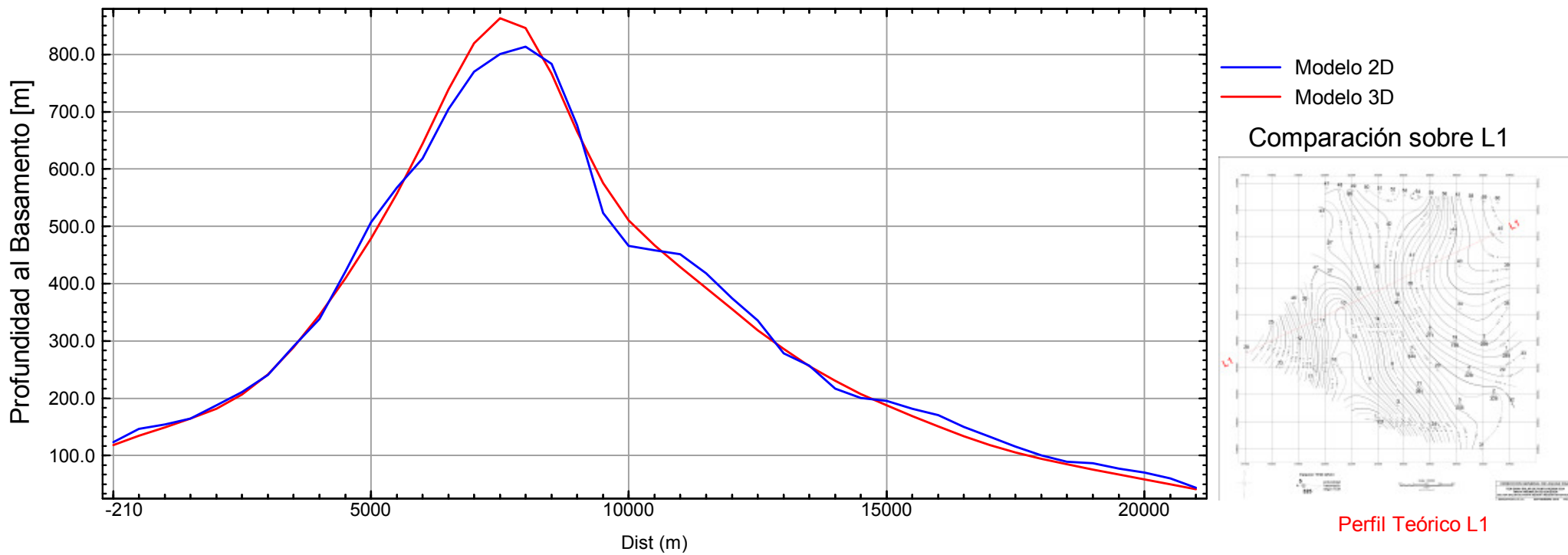


Figura G6. Comparación de profundidades al basamento calculadas mediante inversiones 2D y 3D

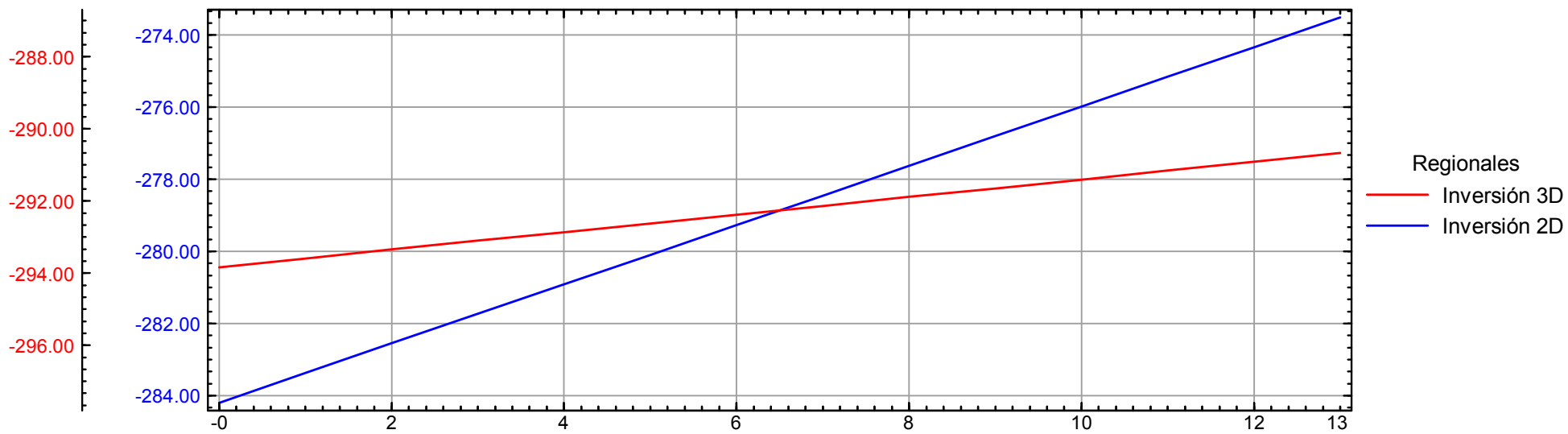
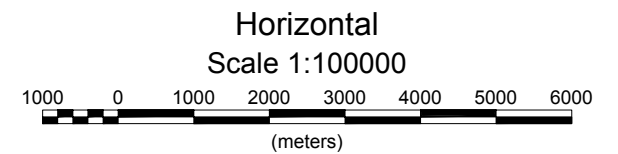
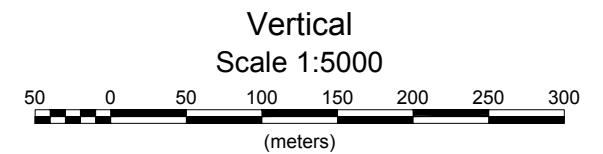
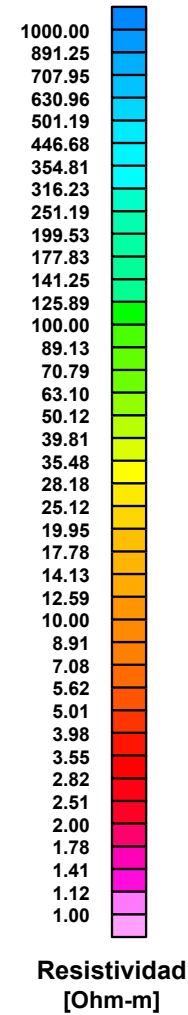
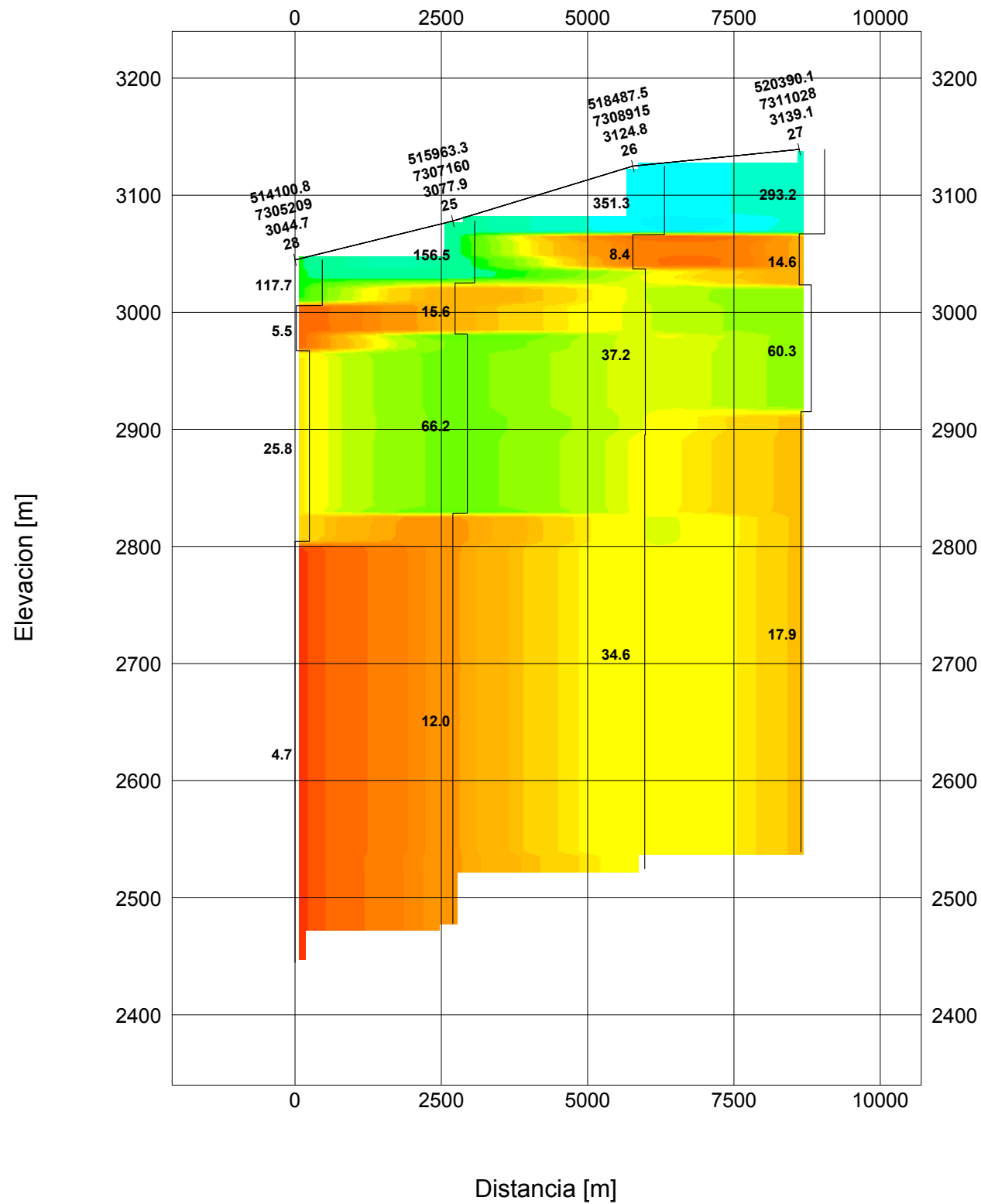
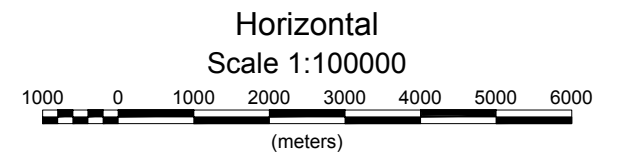
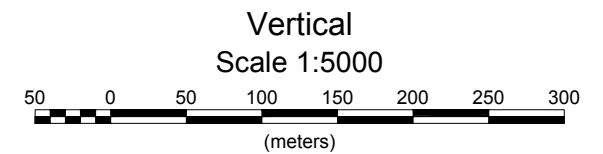
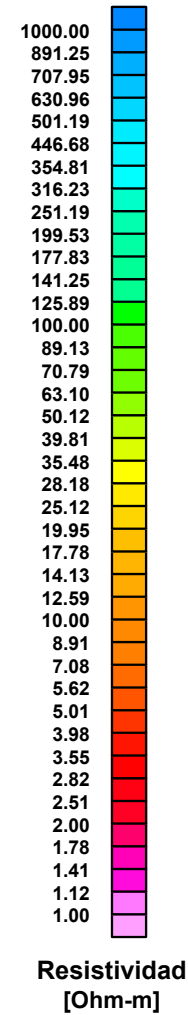
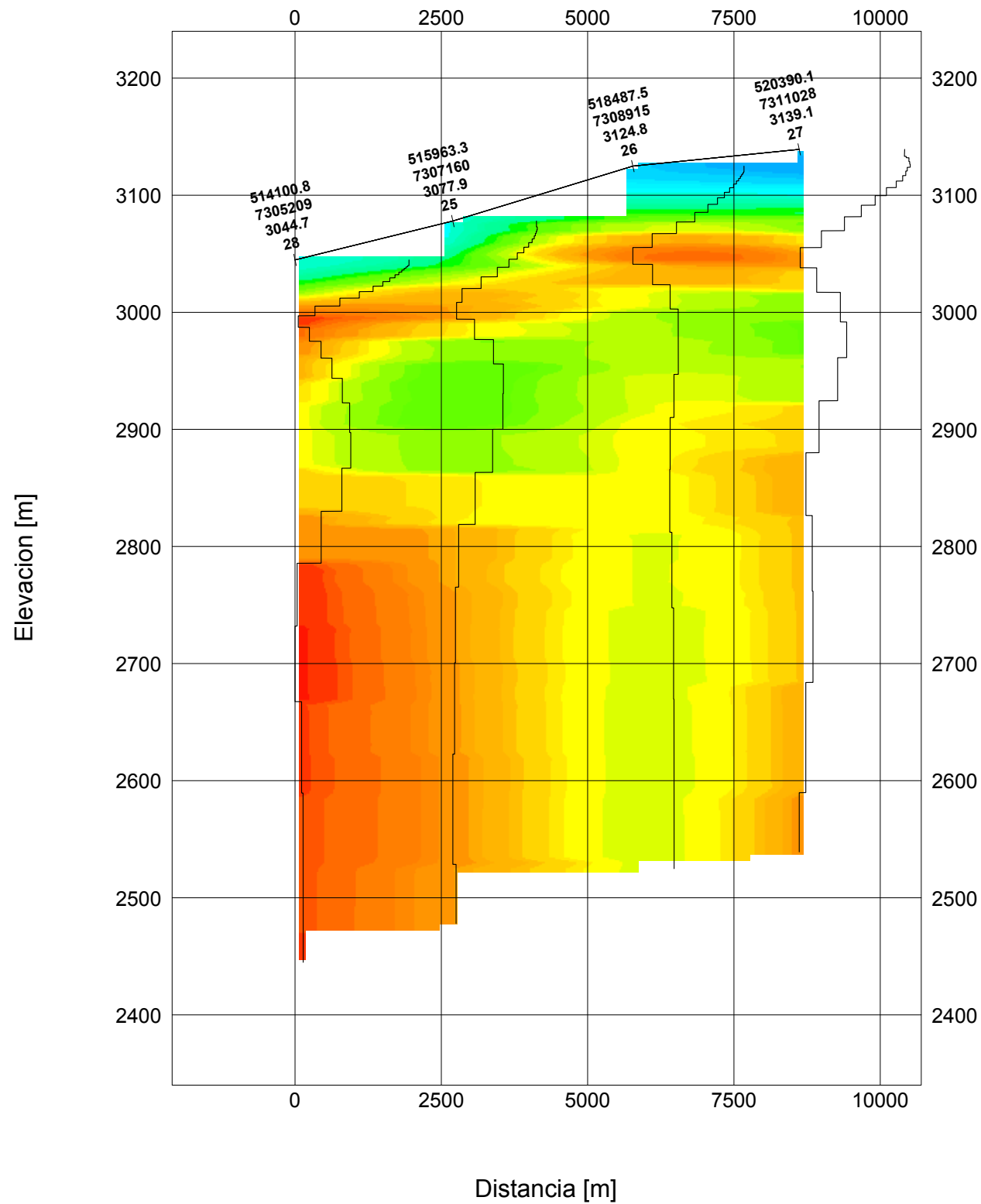


Figura G7. Comparación Regionales Inversiones 2D vs 3D en Línea 2 de junio 2016



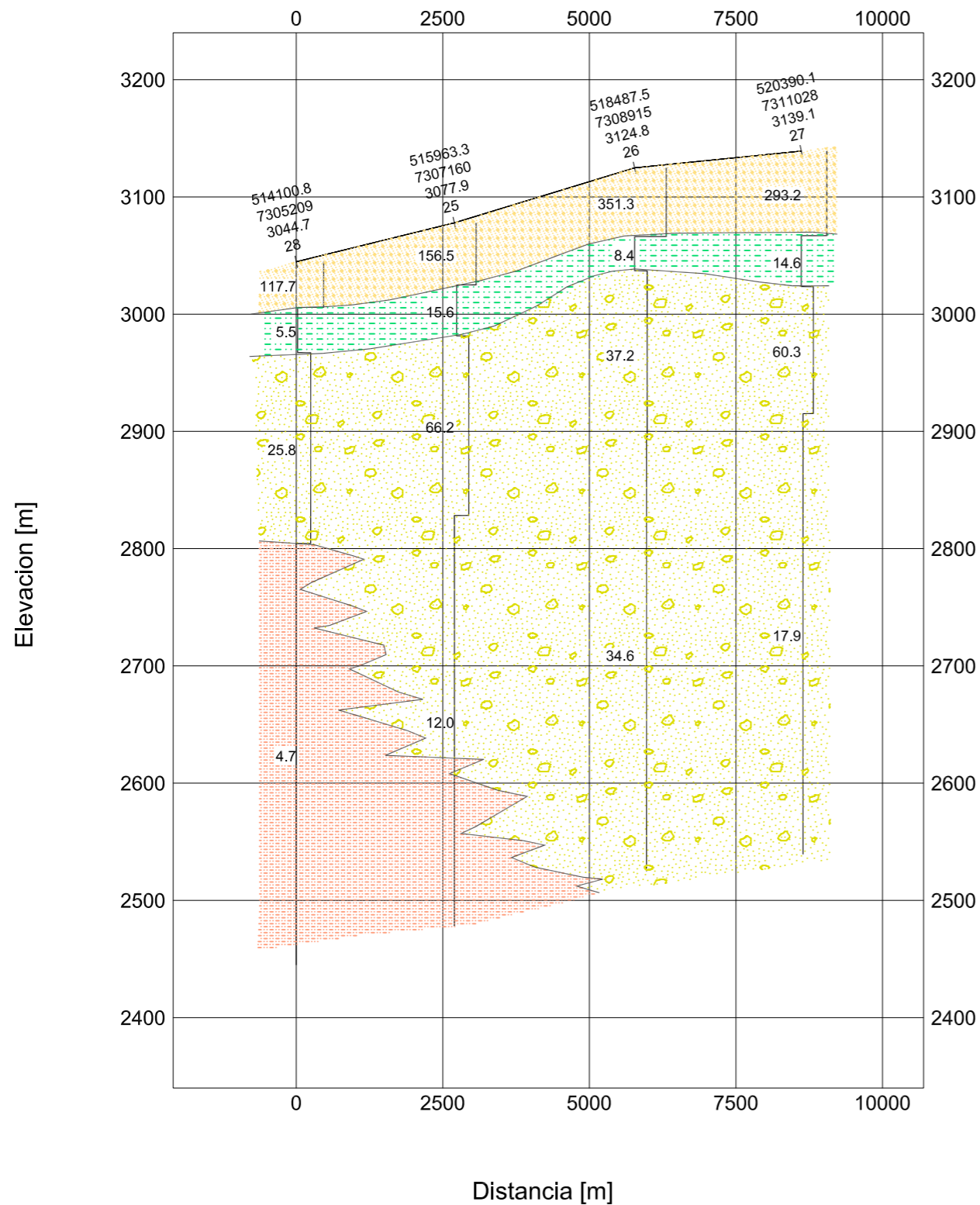
WGS84 Huso 19S

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)		
SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE		
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM SECCION DE MODELOS 1D PERFIL L1-QG (MODELO CAPAS)		
SEPTIEMBRE 2016	GEODATOS SAIC	FIG L1-QG









WGS84 Huso 19S
(Levantamiento realizado con GPS no diferencial, Cotas SRTM)

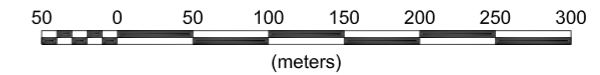
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)
SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM SECCION DE MODELOS 1D PERFIL L1-QG (SMOOTH)
SEPTIEMBRE 2016 GEODATOS SAIC FIG L1s-QG



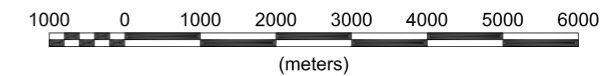
LEYENDA

-  Depósitos Aluviales / Coluviales secos
-  Arcillas Húmedas y/o saturadas
-  Arenas y Limos posiblemente Húmedos y/o saturados
-  Gravas y Arenas posiblemente Húmedas y/o saturadas
-  Gravas y Bolones
-  Roca Basal

Vertical
Scale 1:5000



Horizontal
Scale 1:100000



WGS84 Huso 19S

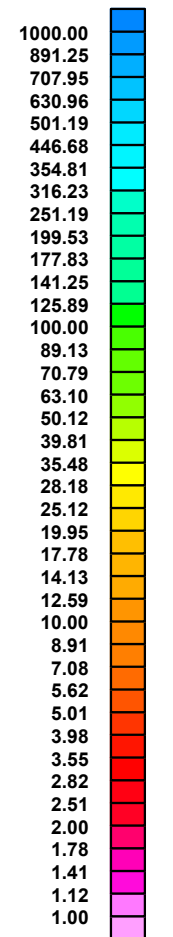
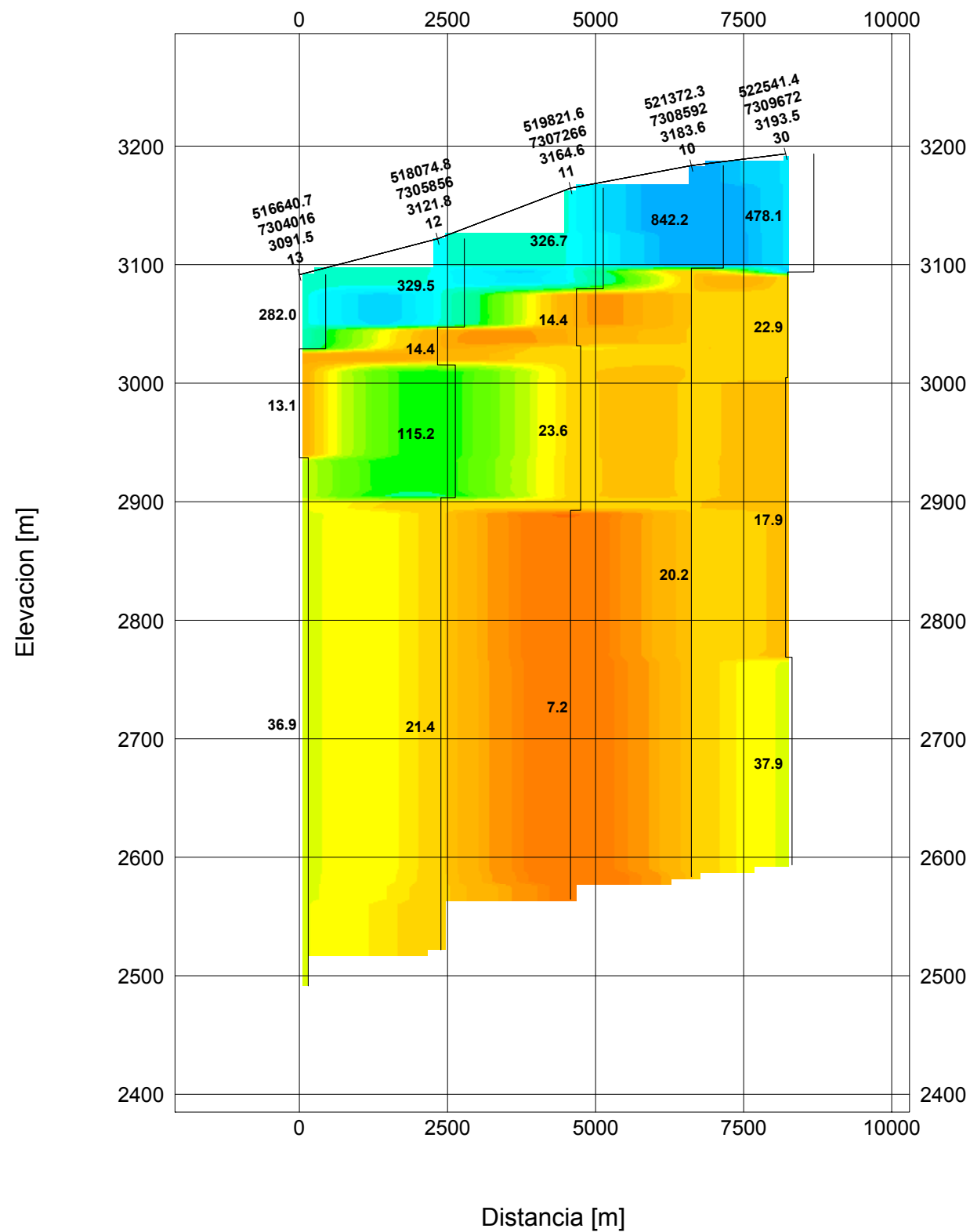
(Levantamiento realizado con GPS diferencial)

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)

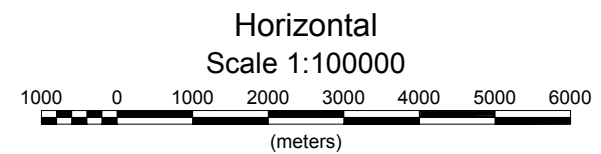
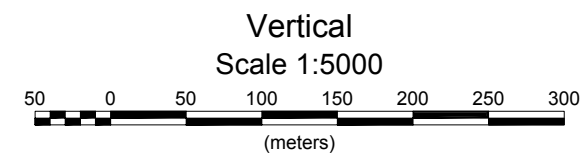
SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO
REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE

ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM
SECCION DE INTERPRETACION
PERFIL L1-QG (MODELO CAPAS)

SEPTIEMBRE 2016 GEODATOS SAIC FIG. I - L1-QG



Resistividad
[Ohm-m]



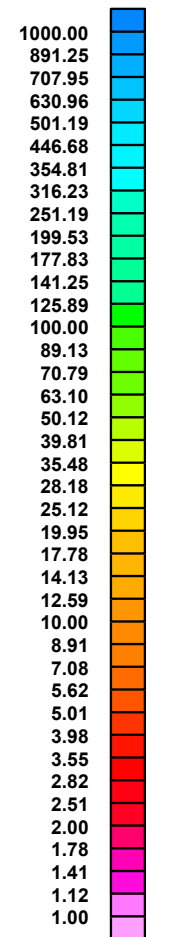
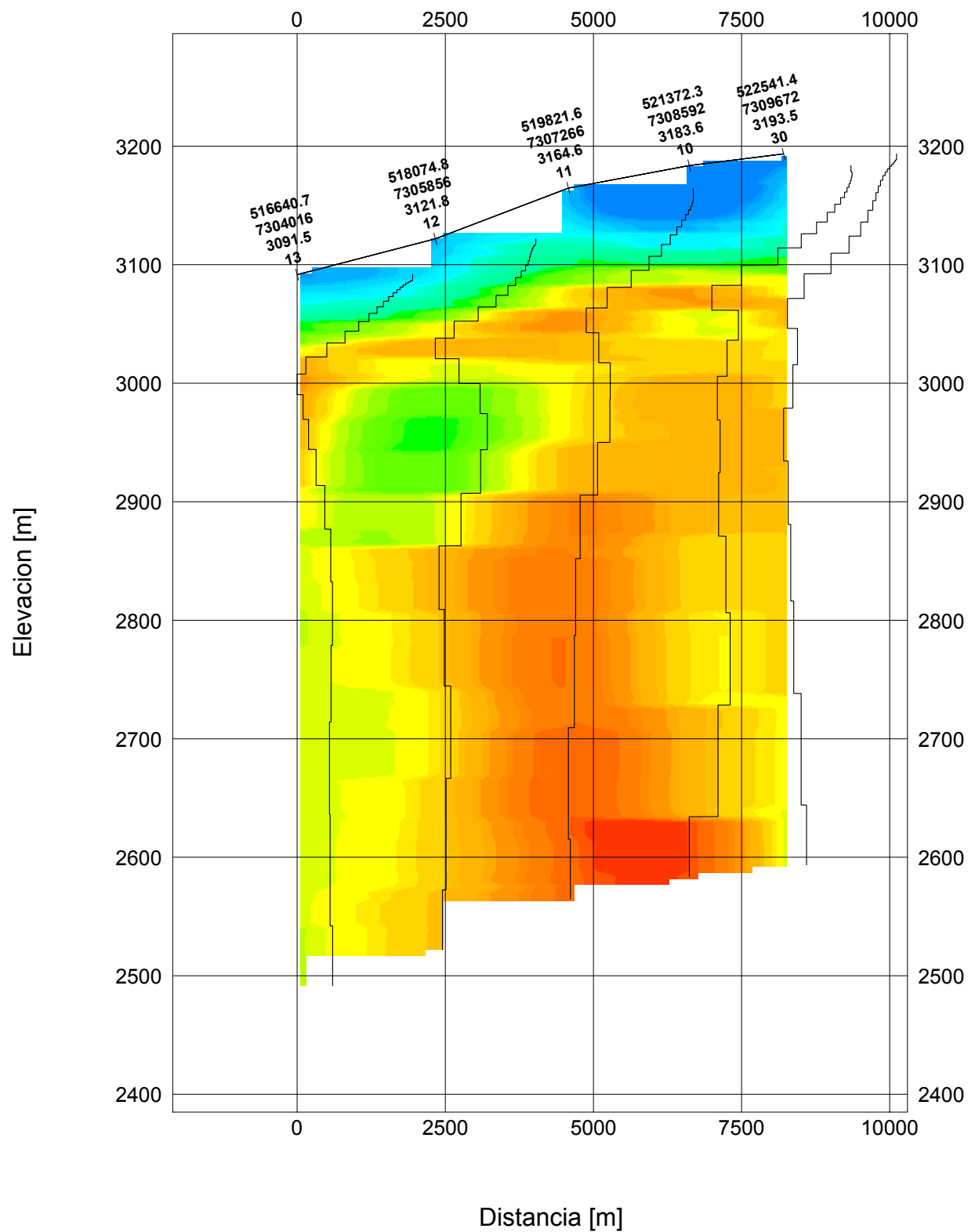
WGS84 Huso 19S

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)

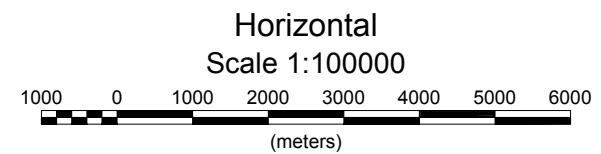
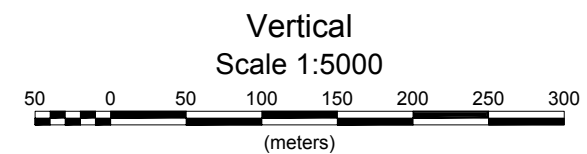
SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO
REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE

ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM
SECCION DE MODELOS 1D
PERFIL L2-QG (MODELO CAPAS)

SEPTIEMBRE 2016 GEODATOS SAIC FIG L2-QG



Resistividad
[Ohm-m]



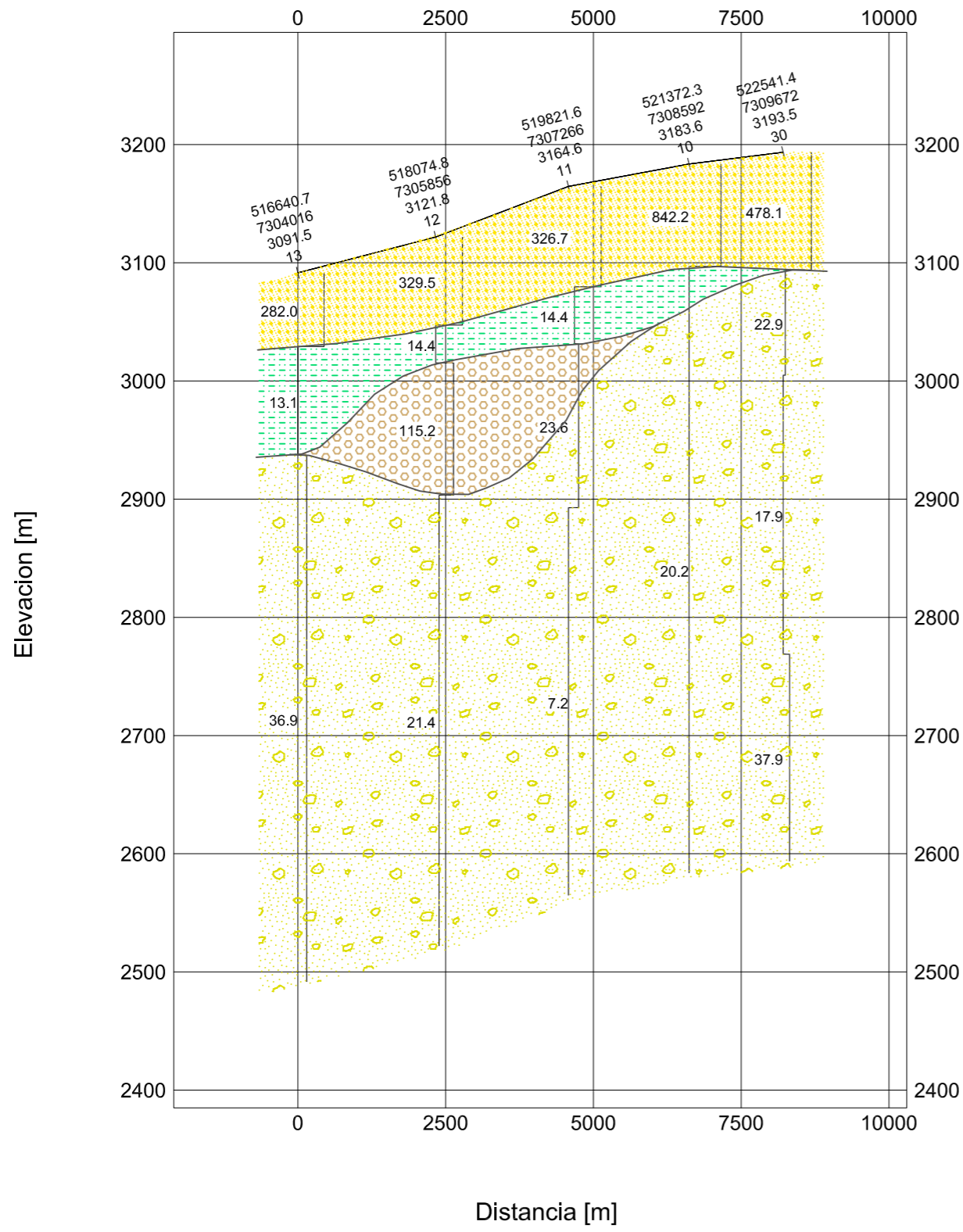
WGS84 Huso 19S
(Levantamiento realizado con GPS no diferencial, Cotas SRTM)

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)







**SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO
REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE**

**ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM
SECCION DE MODELOS 1D
PERFIL L2-QG (SMOOTH)**

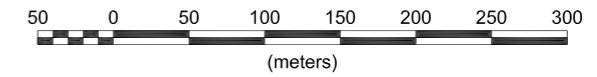
SEPTIEMBRE 2016 GEODATOS SAIC FIG L2s-QG



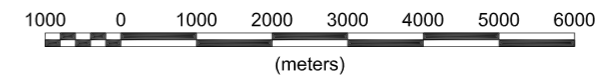
LEYENDA

-  Depósitos Aluviales / Coluviales secos
-  Arcillas Húmedas y/o saturadas
-  Arenas y Limos posiblemente Húmedos y/o saturados
-  Gravas y Arenas posiblemente Húmedas y/o saturadas
-  Gravas y Bolones
-  Roca Basal

Vertical
Scale 1:5000



Horizontal
Scale 1:100000



WGS84 Huso 19S

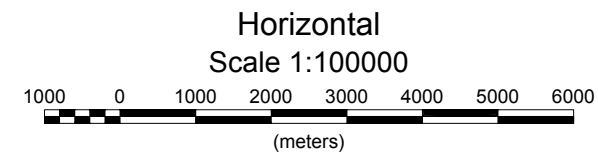
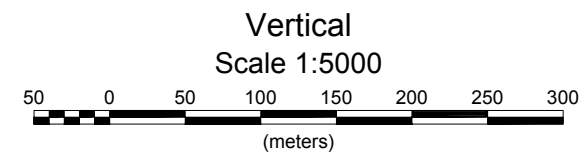
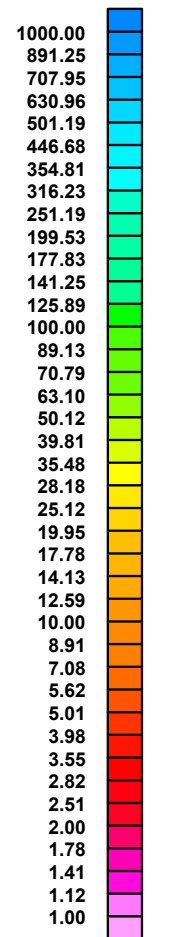
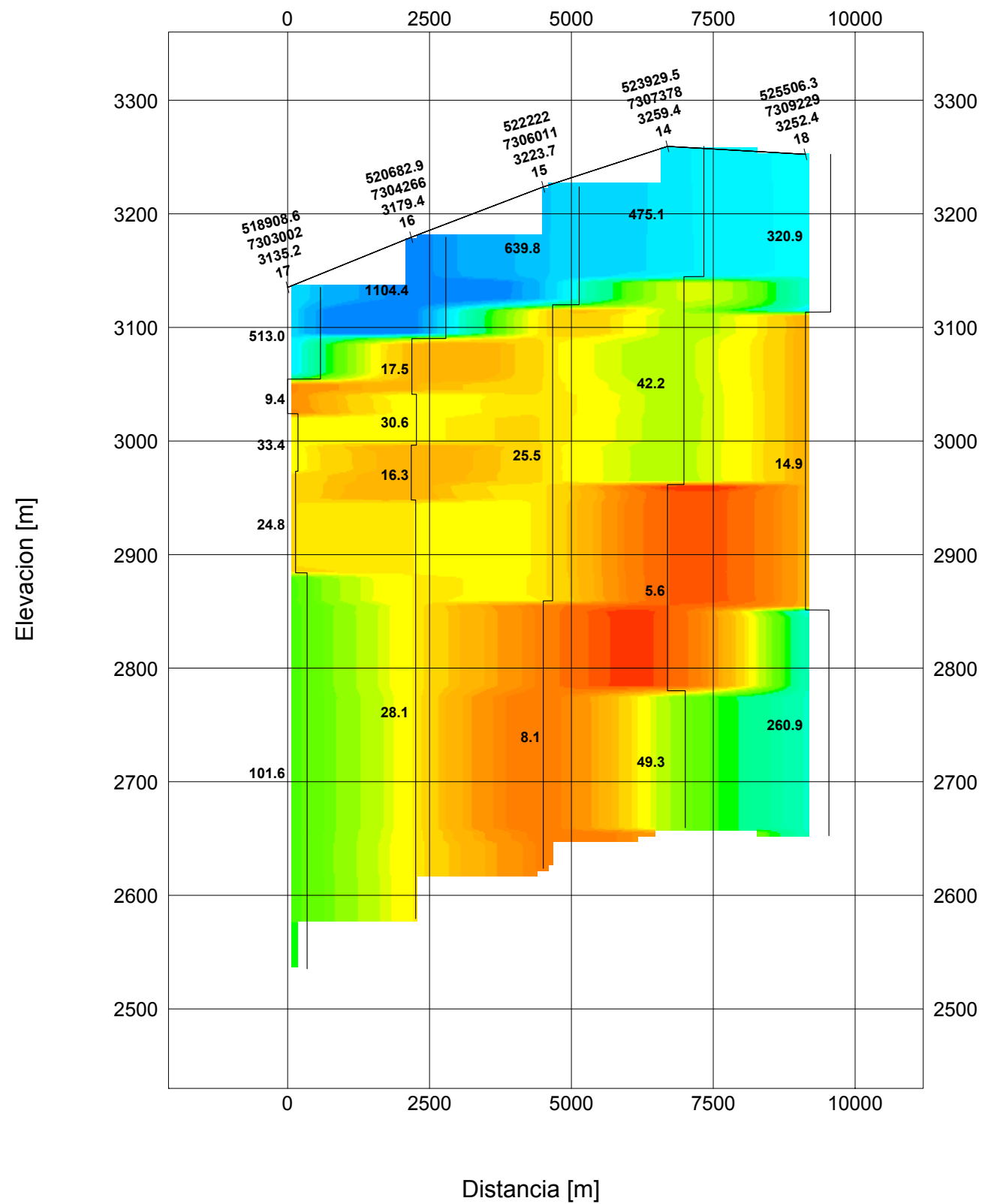
(Levantamiento realizado con GPS diferencial)

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)

SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO
REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE

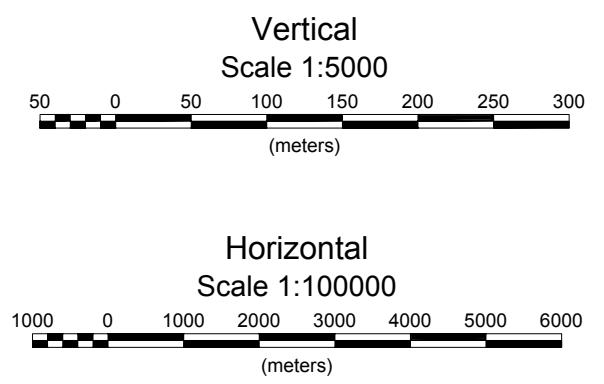
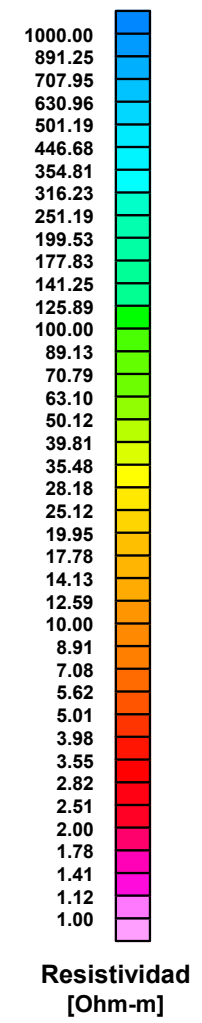
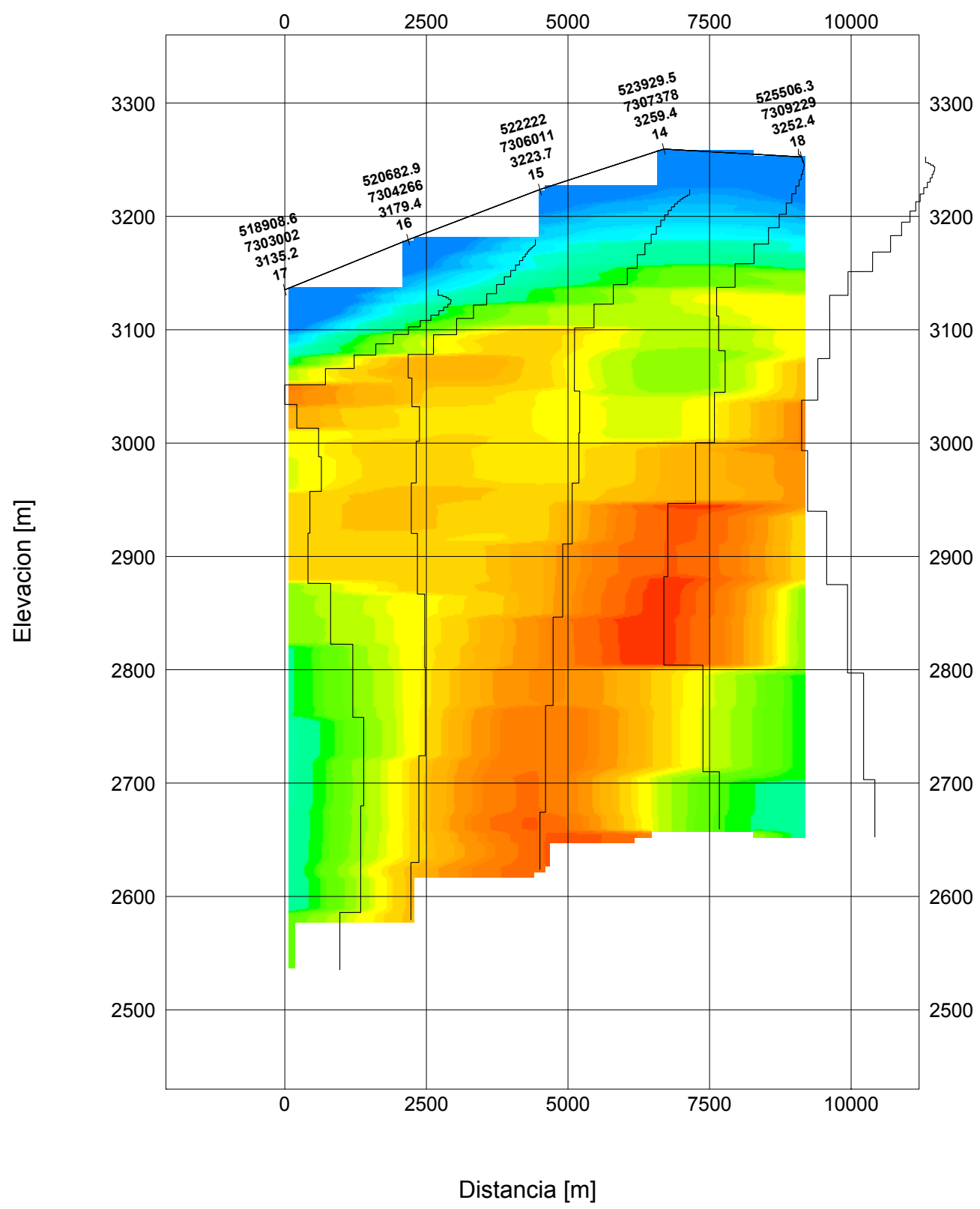
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM
SECCION DE INTERPRETACION
PERFIL L2-QG (MODELO CAPAS)

SEPTIEMBRE 2016 GEODATOS SAIC FIG. I - L2-QG



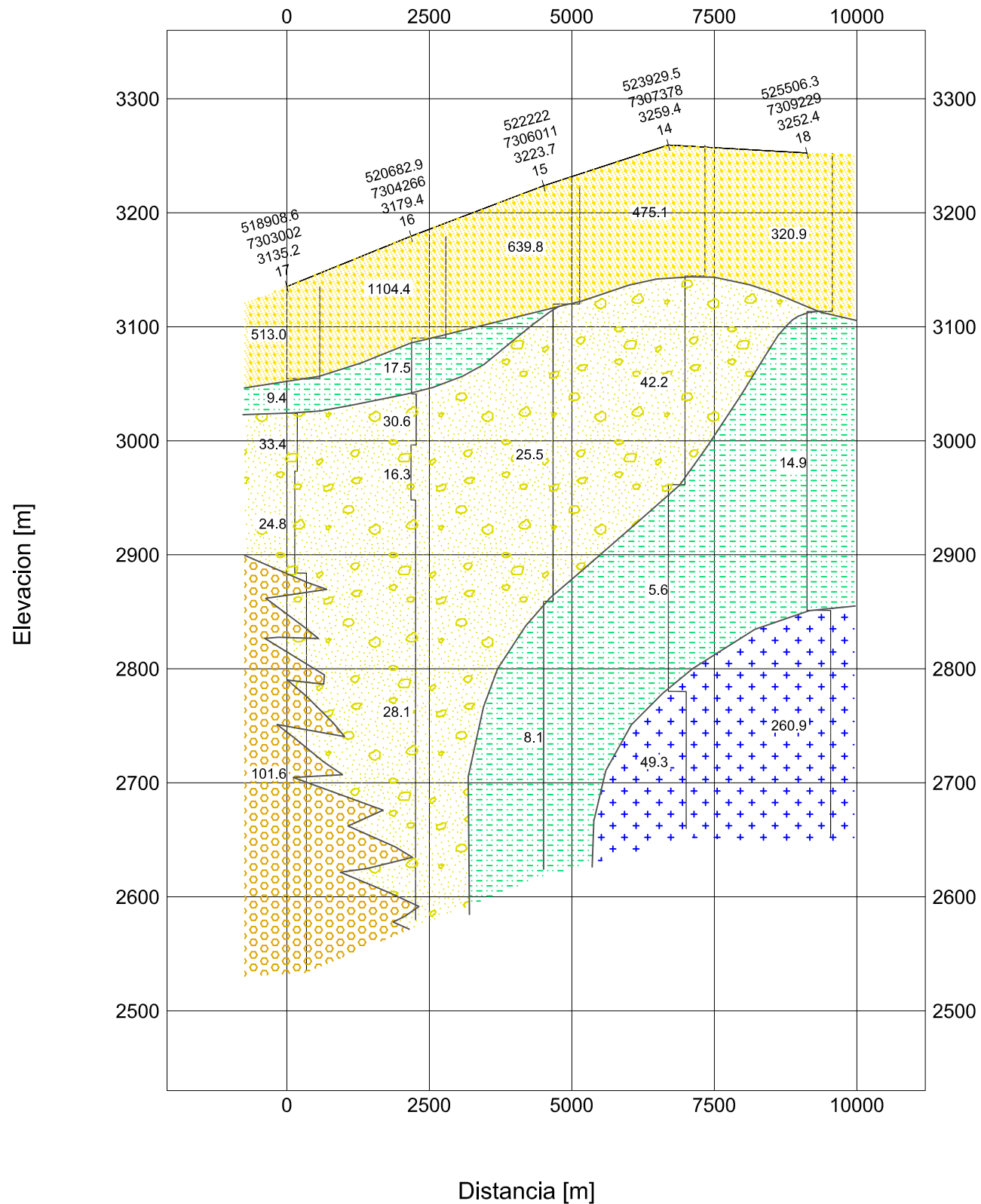
WGS84 Huso 19S

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)		
SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO		
REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE		
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM		
SECCION DE MODELOS 1D		
PERFIL L3-QG (MODELO CAPAS)		
SEPTIEMBRE 2016	GEODATOS SAIC	FIG L3-QG









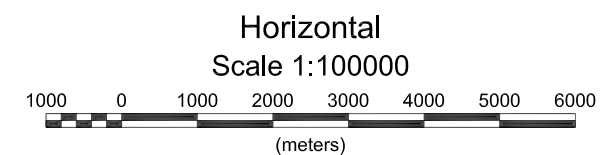
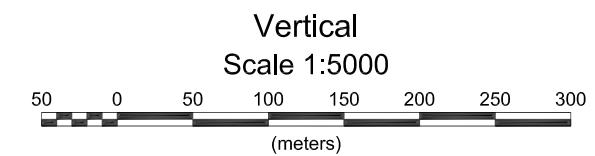
WGS84 Huso 19S
 (Levantamiento realizado con GPS no diferencial, Cotas SRTM)

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)		
SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE		
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM SECCION DE MODELOS 1D PERFIL L3-QG (SMOOTH)		
SEPTIEMBRE 2016	GEODATOS SAIC	FIG L3s-QG



LEYENDA

-  Depósitos Aluviales / Coluviales secos
-  Arcillas Húmedas y/o saturadas
-  Arenas y Limos posiblemente Húmedos y/o saturados
-  Gravas y Arenas posiblemente Húmedas y/o saturadas
-  Gravas y Bolones
-  Roca Basal



WGS84 Huso 19S

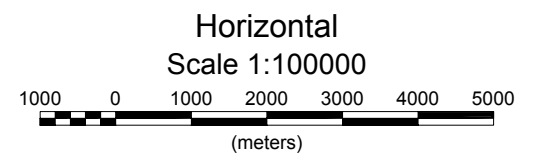
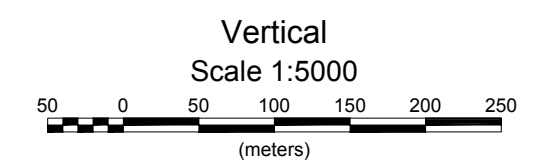
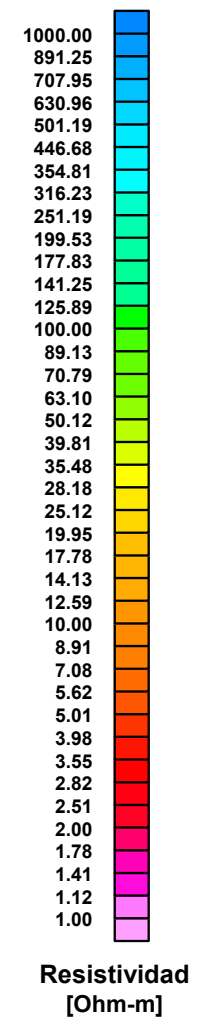
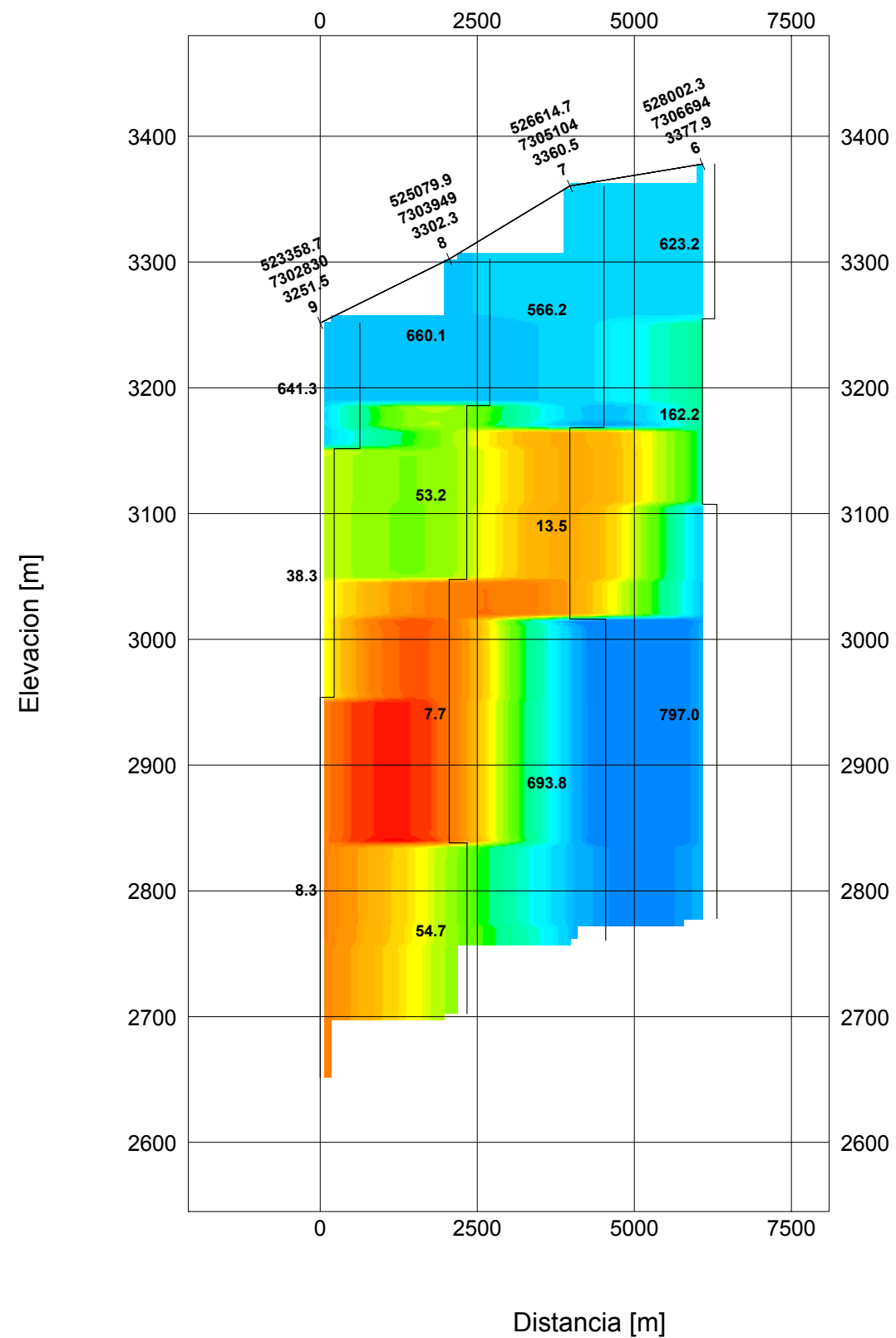
(Levantamiento realizado con GPS diferencial)

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)

SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO
REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE

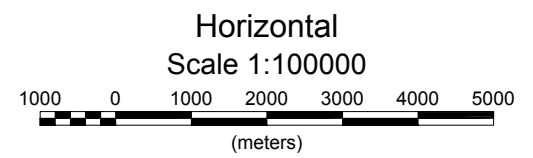
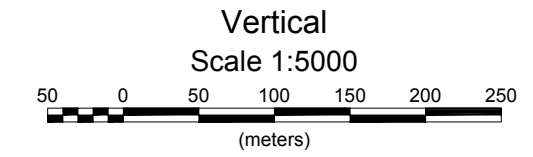
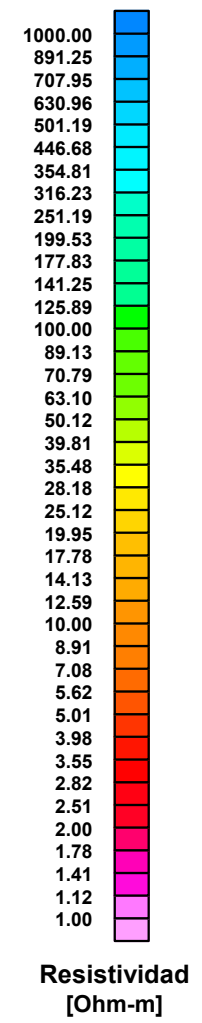
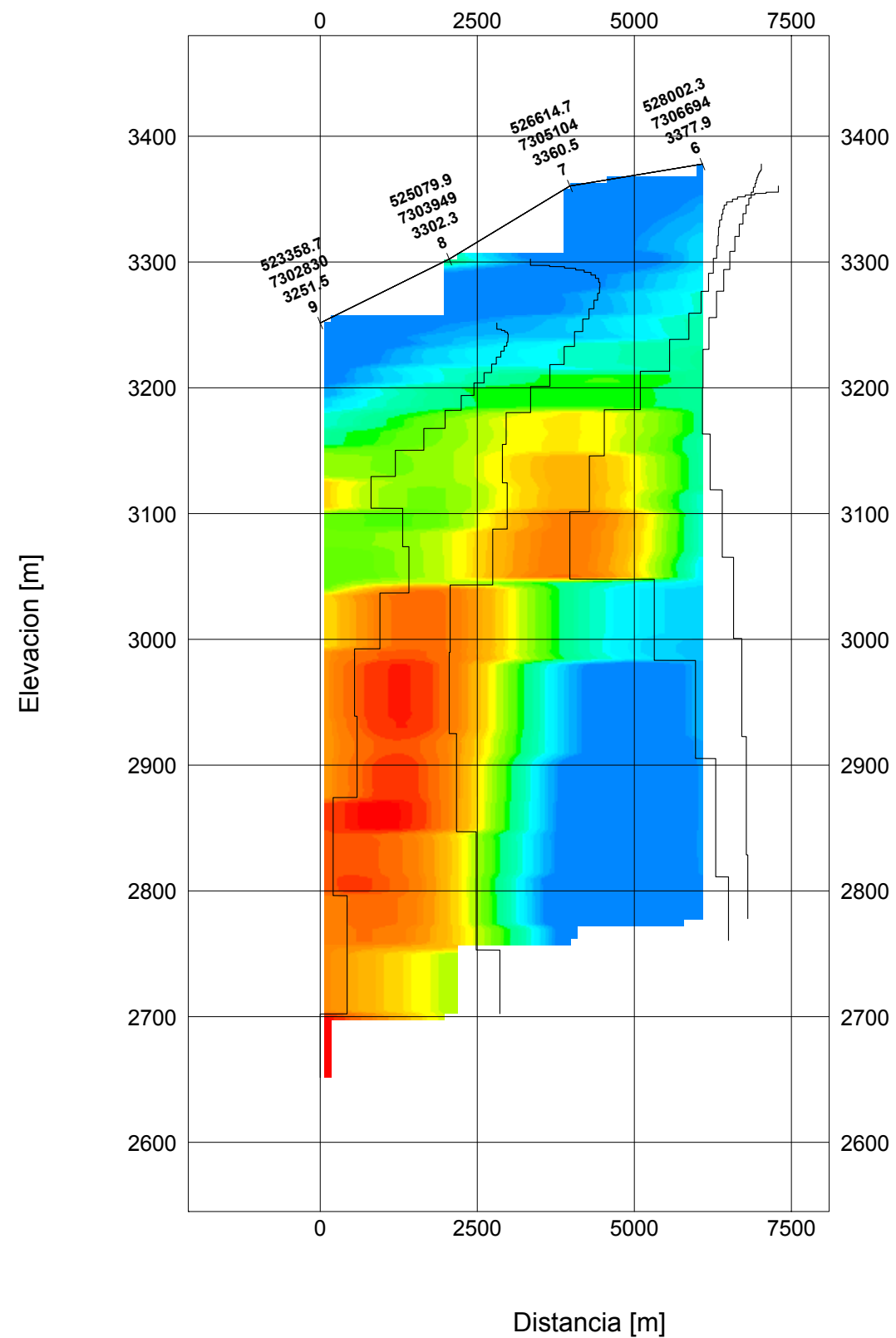
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM
SECCION DE INTERPRETACION
PERFIL L3-QG (MODELO CAPAS)

SEPTIEMBRE 2016 GEODATOS SAIC FIG. I - L3-QG



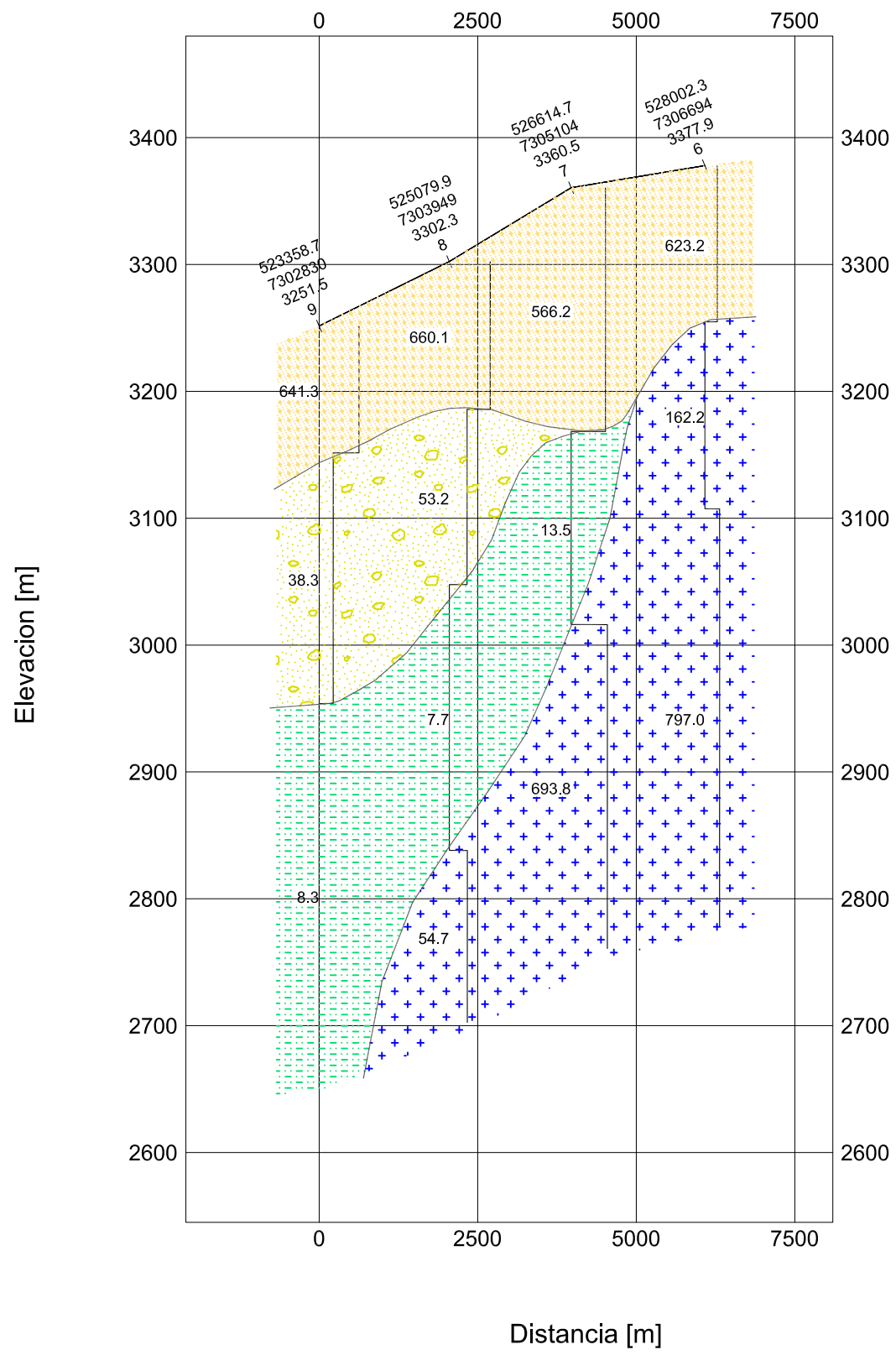
WGS84 Huso 19S

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)		
SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO		
REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE		
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM		
SECCION DE MODELOS 1D		
PERFIL L4-QG (MODELO CAPAS)		
SEPTIEMBRE 2016	GEODATOS SAIC	FIG L4-QG









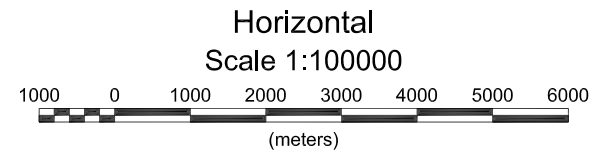
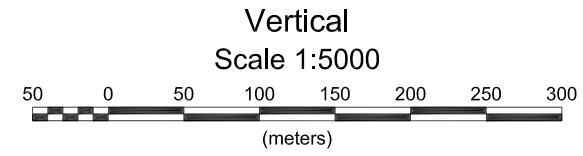
WGS84 Huso 19S
(Levantamiento realizado con GPS no diferencial, Cotas SRTM)

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)
SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM SECCION DE MODELOS 1D PERFIL L4-QG (SMOOTH)
SEPTIEMBRE 2016 GEODATOS SAIC FIG L4s-QG



LEYENDA

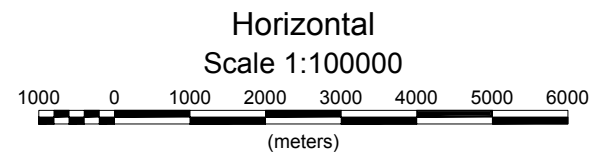
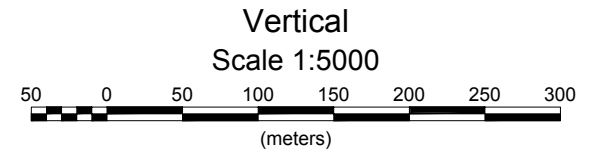
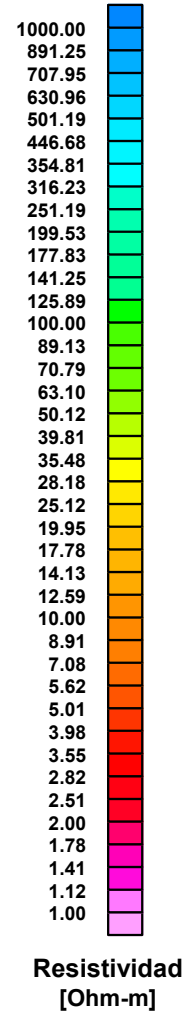
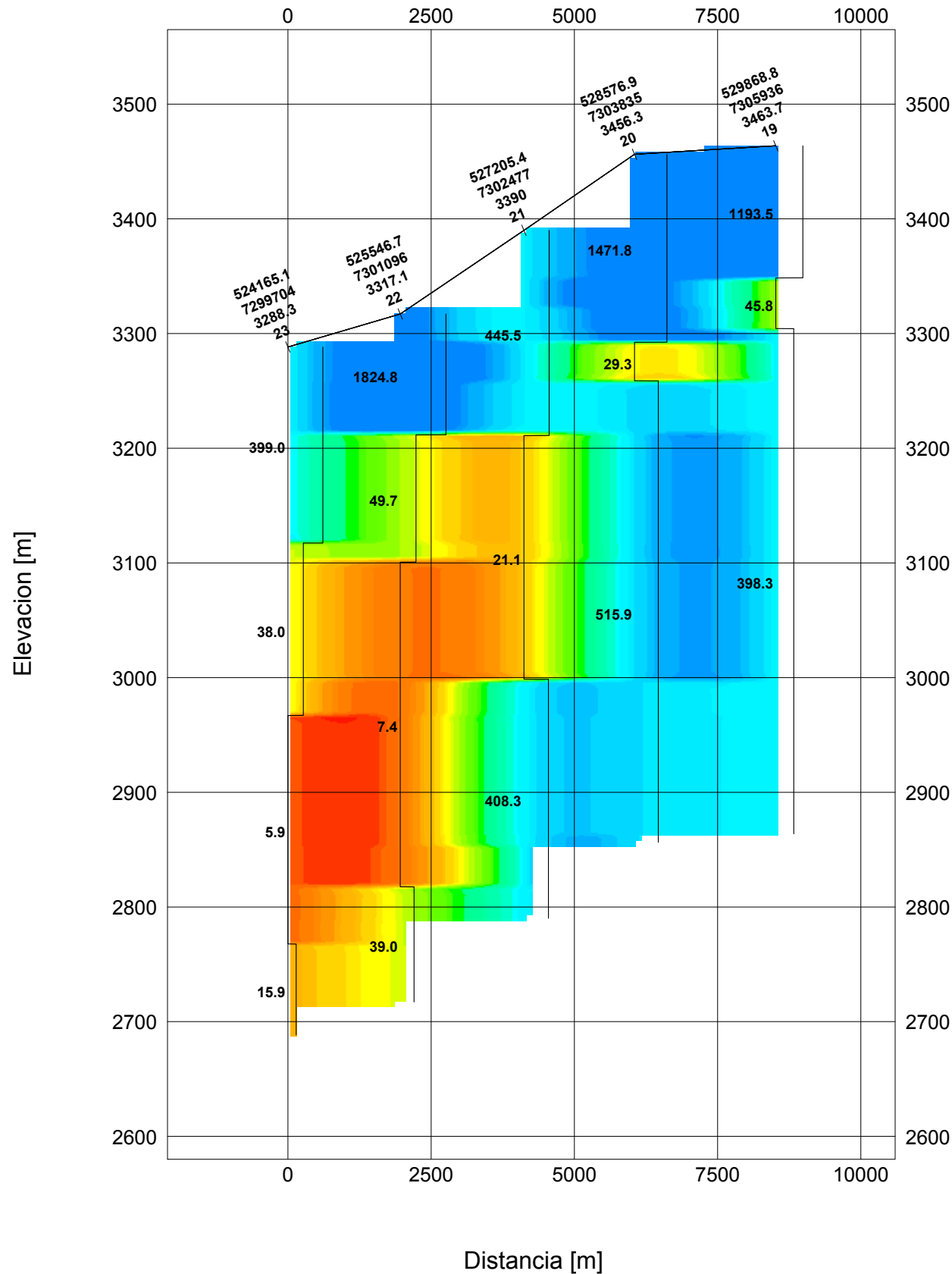
-  Depósitos Aluviales / Coluviales secos
-  Arcillas Húmedas y/o saturadas
-  Arenas y Limos posiblemente Húmedos y/o saturados
-  Gravas y Arenas posiblemente Húmedas y/o saturadas
-  Gravas y Bolones
-  Roca Basal



WGS84 Huso 19S

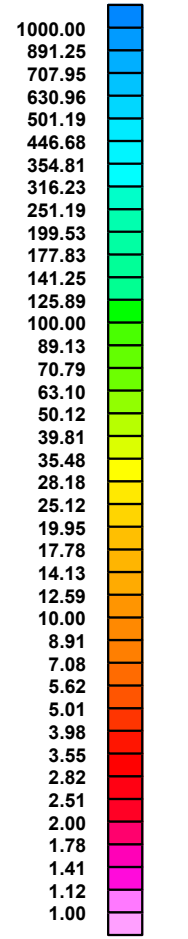
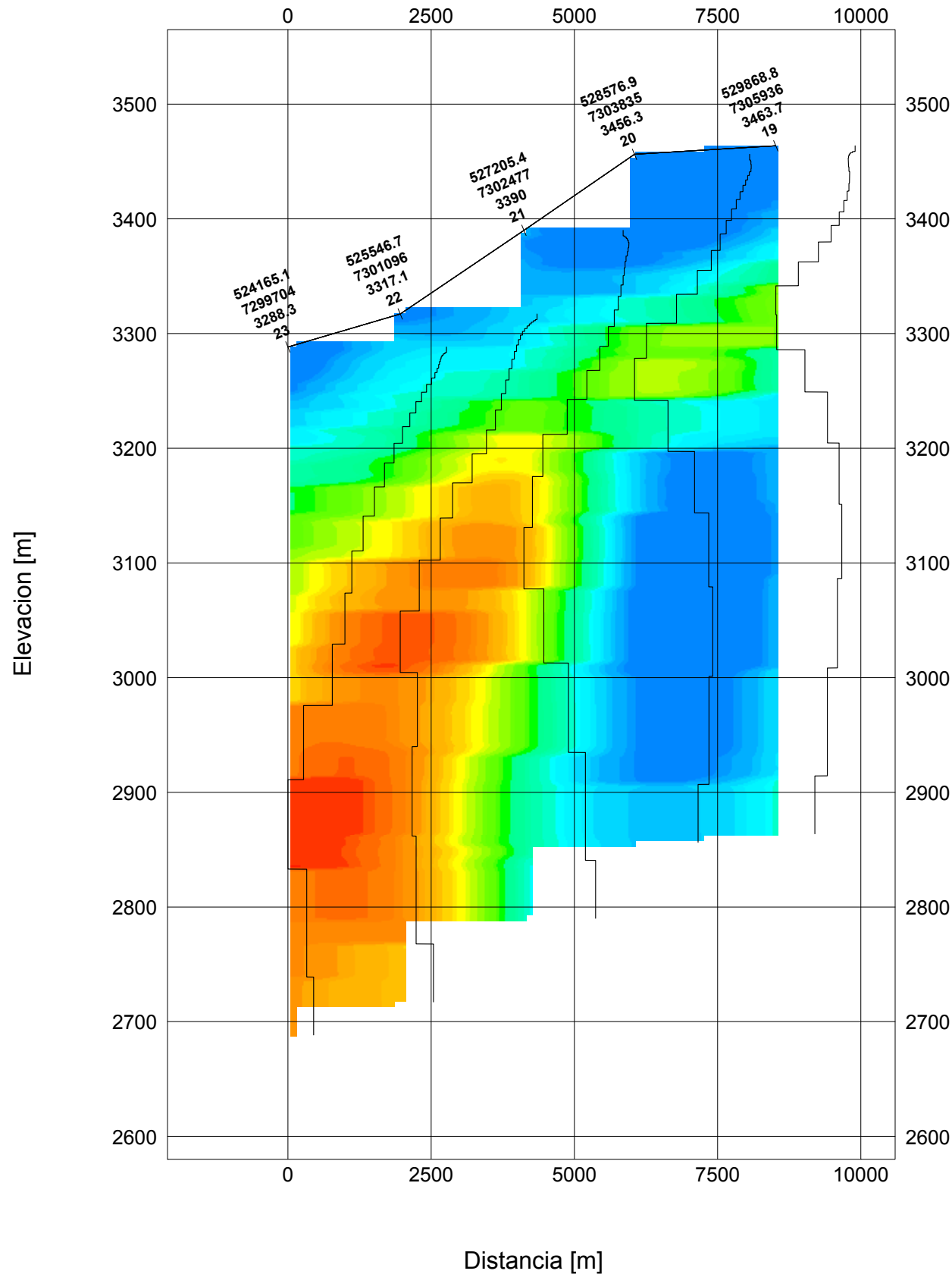
(Levantamiento realizado con GPS diferencial)

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)
SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM SECCION DE INTERPRETACION PERFIL L4-QG (MODELO CAPAS)
SEPTIEMBRE 2016 GEODATOS SAIC FIG. I - L4-QG

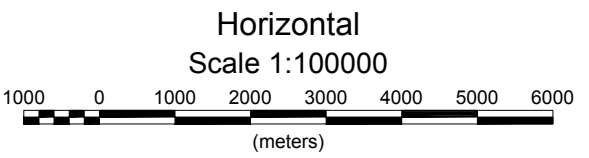
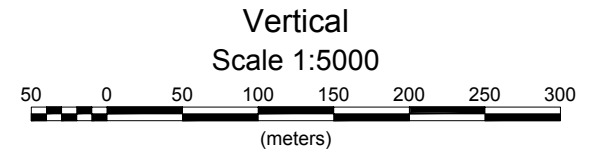


WGS84 Huso 19S

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)
SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO
REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM
SECCION DE MODELOS 1D
PERFIL L5-QG (MODELO CAPAS)
 SEPTIEMBRE 2016 GEODATOS SAIC FIG L5-QG

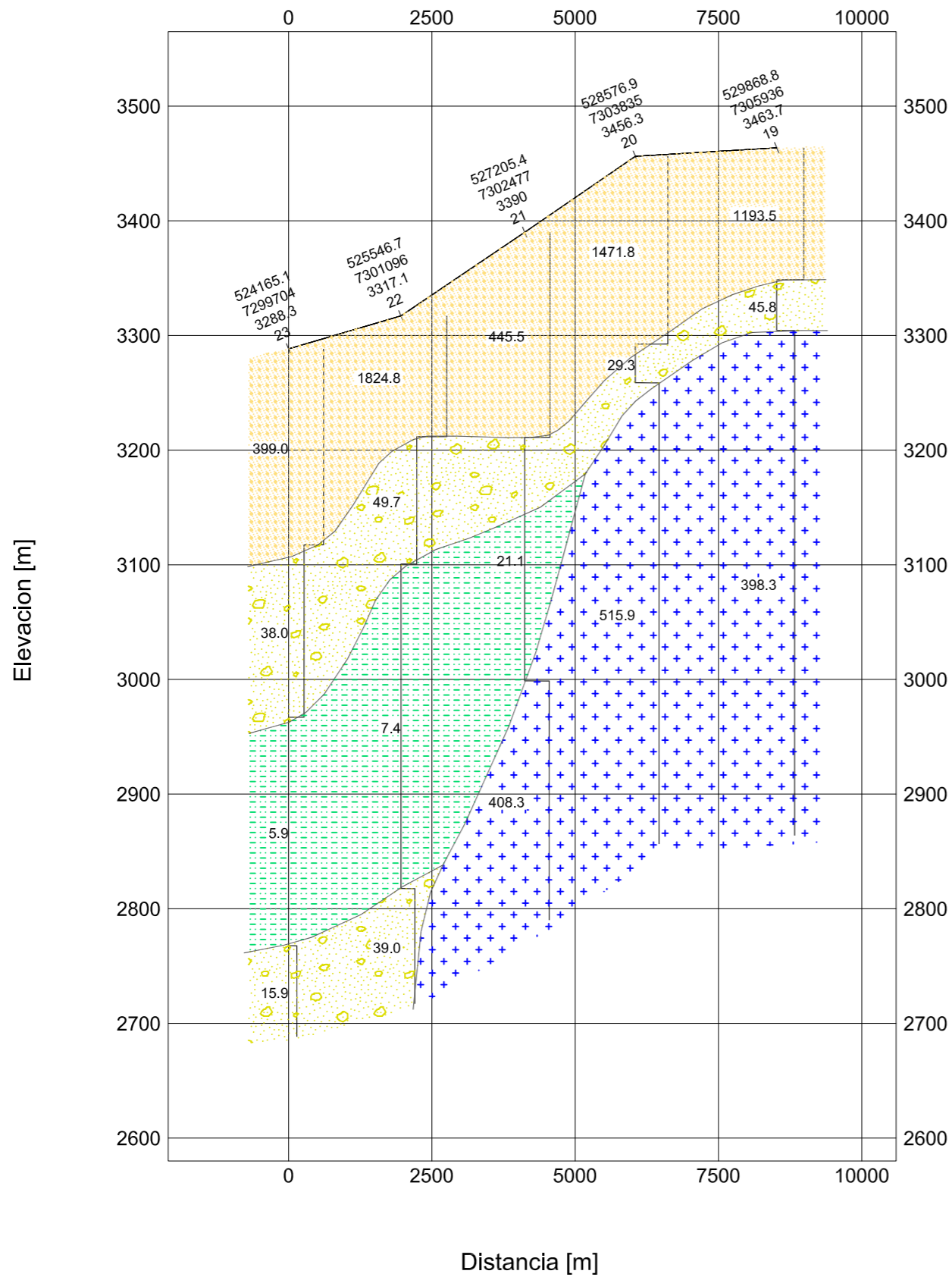


Resistividad [Ohm-m]









WGS84 Huso 19S
(Levantamiento realizado con GPS no diferencial, Cotas SRTM)

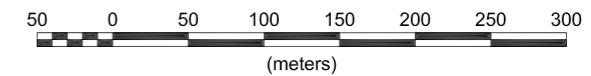
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)		
SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE		
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM SECCION DE MODELOS 1D PERFIL L5-QG (SMOOTH)		
SEPTIEMBRE 2016	GEODATOS SAIC	FIG L5s-QG



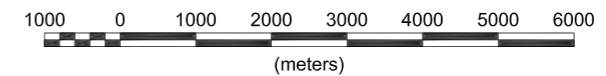
LEYENDA

-  Depósitos Aluviales / Coluviales secos
-  Arcillas Húmedas y/o saturadas
-  Arenas y Limos posiblemente Húmedos y/o saturados
-  Gravas y Arenas posiblemente Húmedas y/o saturadas
-  Gravas y Bolones
-  Roca Basal

Vertical
Scale 1:5000



Horizontal
Scale 1:100000



WGS84 Huso 19S

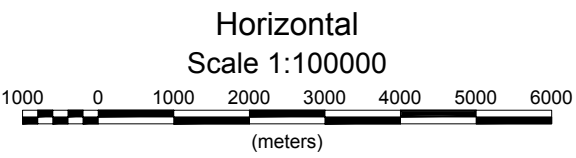
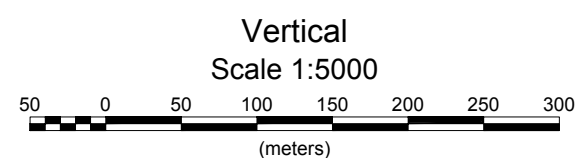
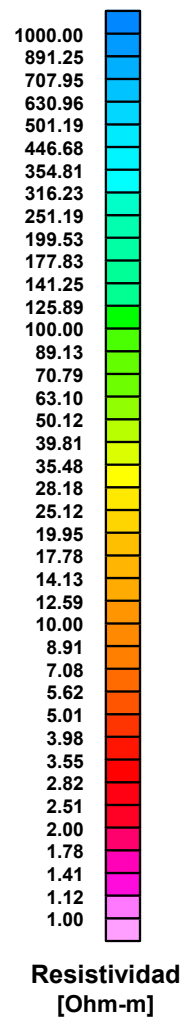
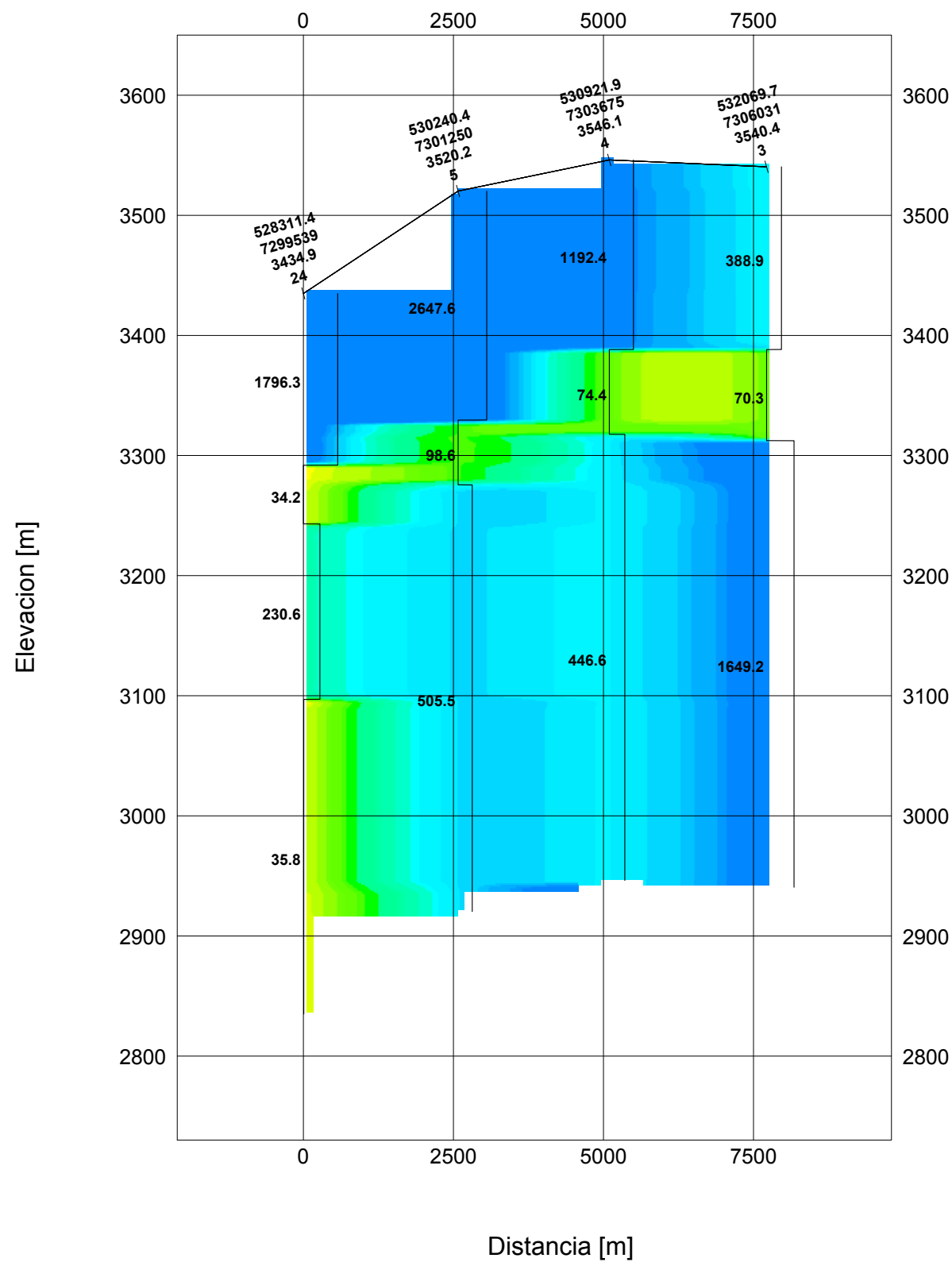
(Levantamiento realizado con GPS diferencial)

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)

SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO
REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE

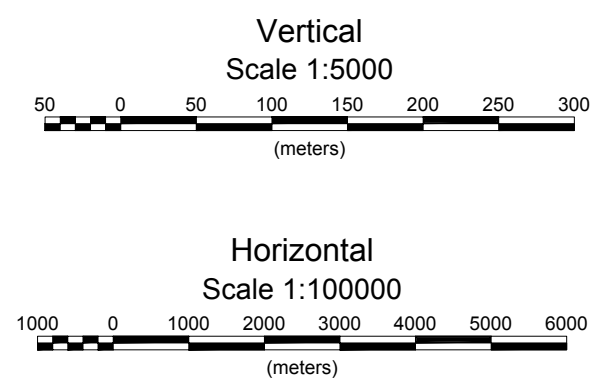
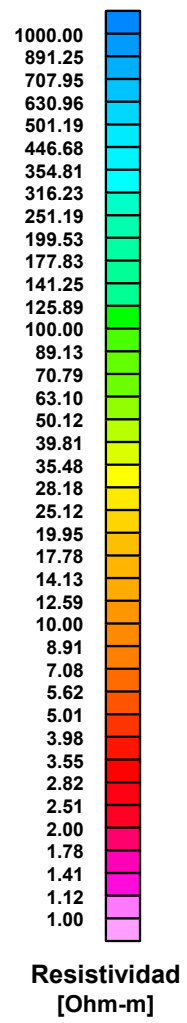
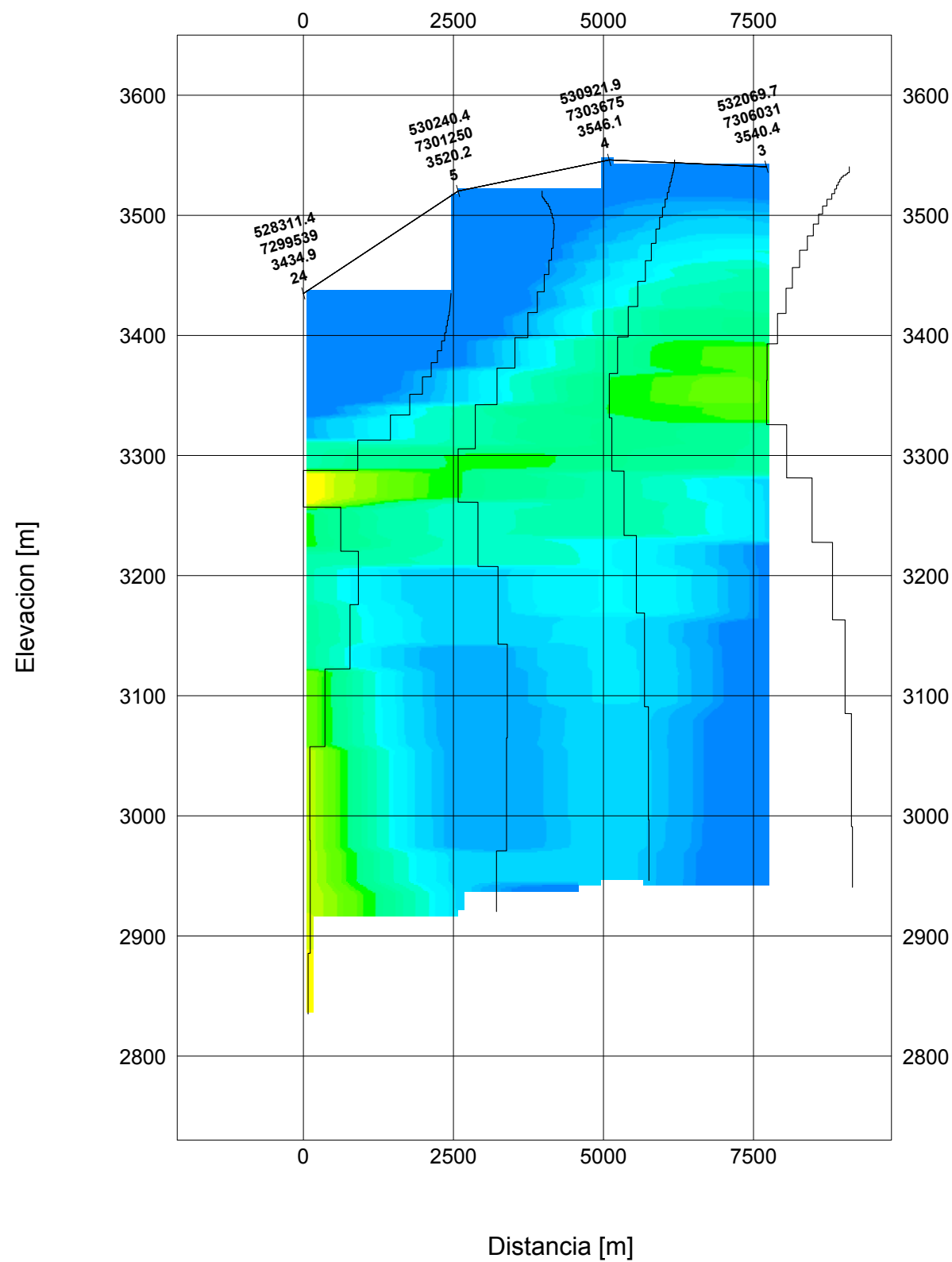
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM
SECCION DE INTERPRETACION
PERFIL L5-QG (MODELO CAPAS)

SEPTIEMBRE 2016 GEODATOS SAIC FIG. I - L5-QG



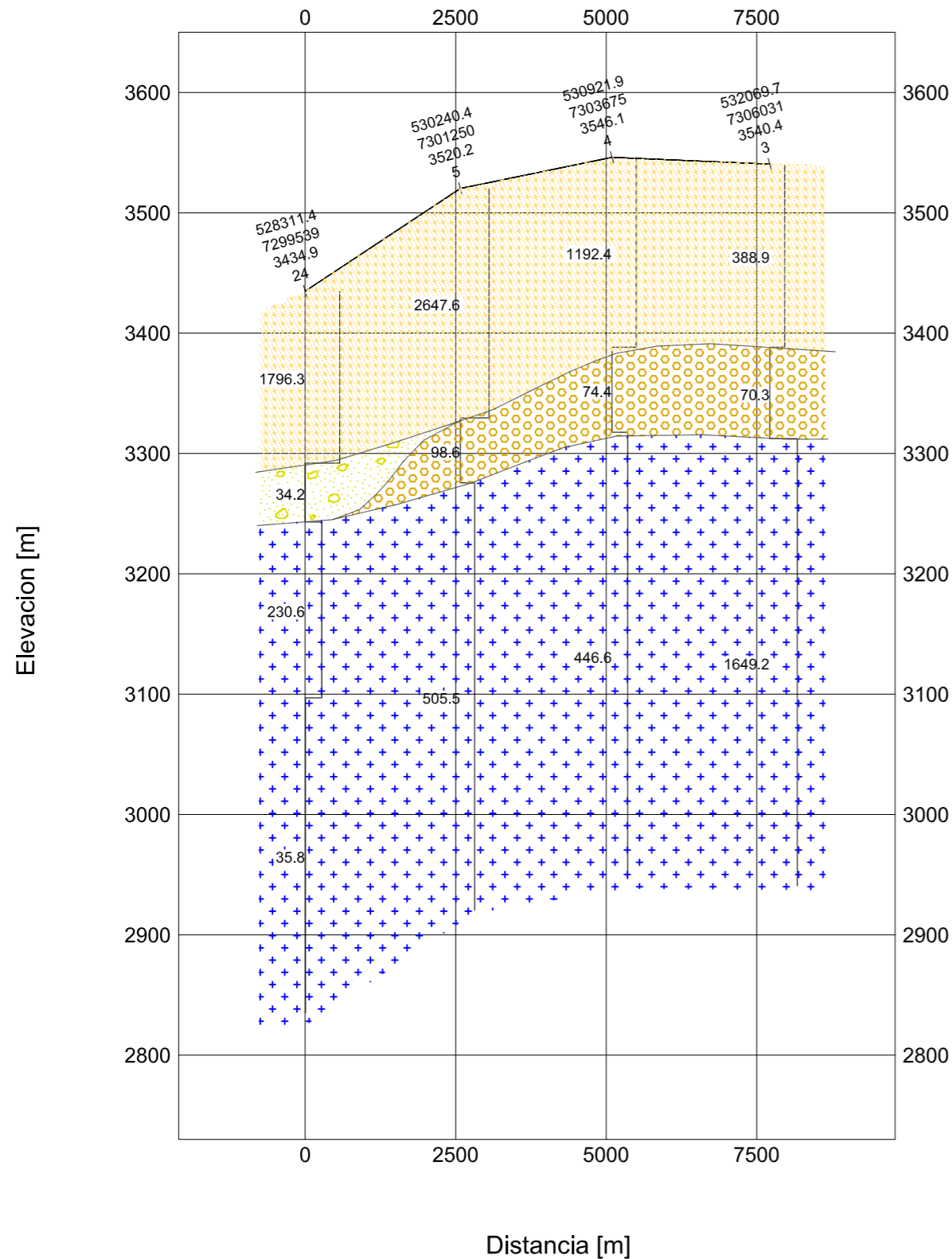
WGS84 Huso 19S

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)		
SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO		
REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE		
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM		
SECCION DE MODELOS 1D		
PERFIL L6-QG (MODELO CAPAS)		
SEPTIEMBRE 2016	GEODATOS SAIC	FIG L6-QG









WGS84 Huso 19S
 (Levantamiento realizado con GPS no diferencial, Cotas SRTM)

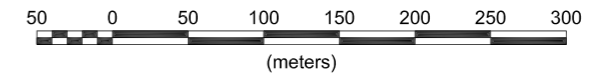
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)		
SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE		
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM SECCION DE MODELOS 1D PERFIL L6-QG (SMOOTH)		
SEPTIEMBRE 2016	GEODATOS SAIC	FIG L6s-QG



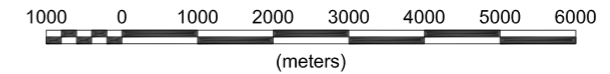
LEYENDA

-  Depósitos Aluviales / Coluviales secos
-  Arcillas Húmedas y/o saturadas
-  Arenas y Limos posiblemente Húmedos y/o saturados
-  Gravas y Arenas posiblemente Húmedas y/o saturadas
-  Gravas y Bolones
-  Roca Basal

Vertical
Scale 1:5000



Horizontal
Scale 1:100000



WGS84 Huso 19S

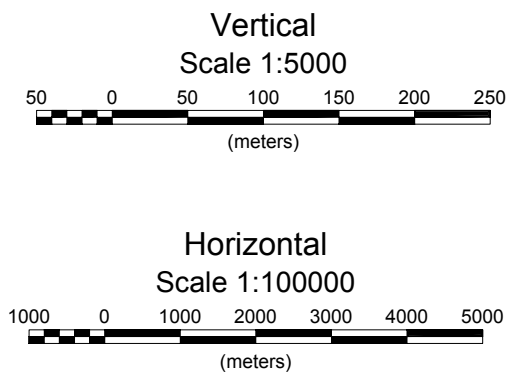
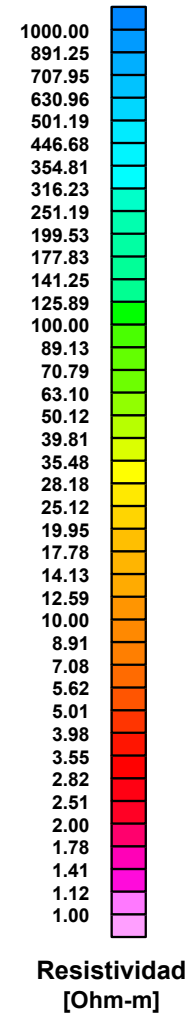
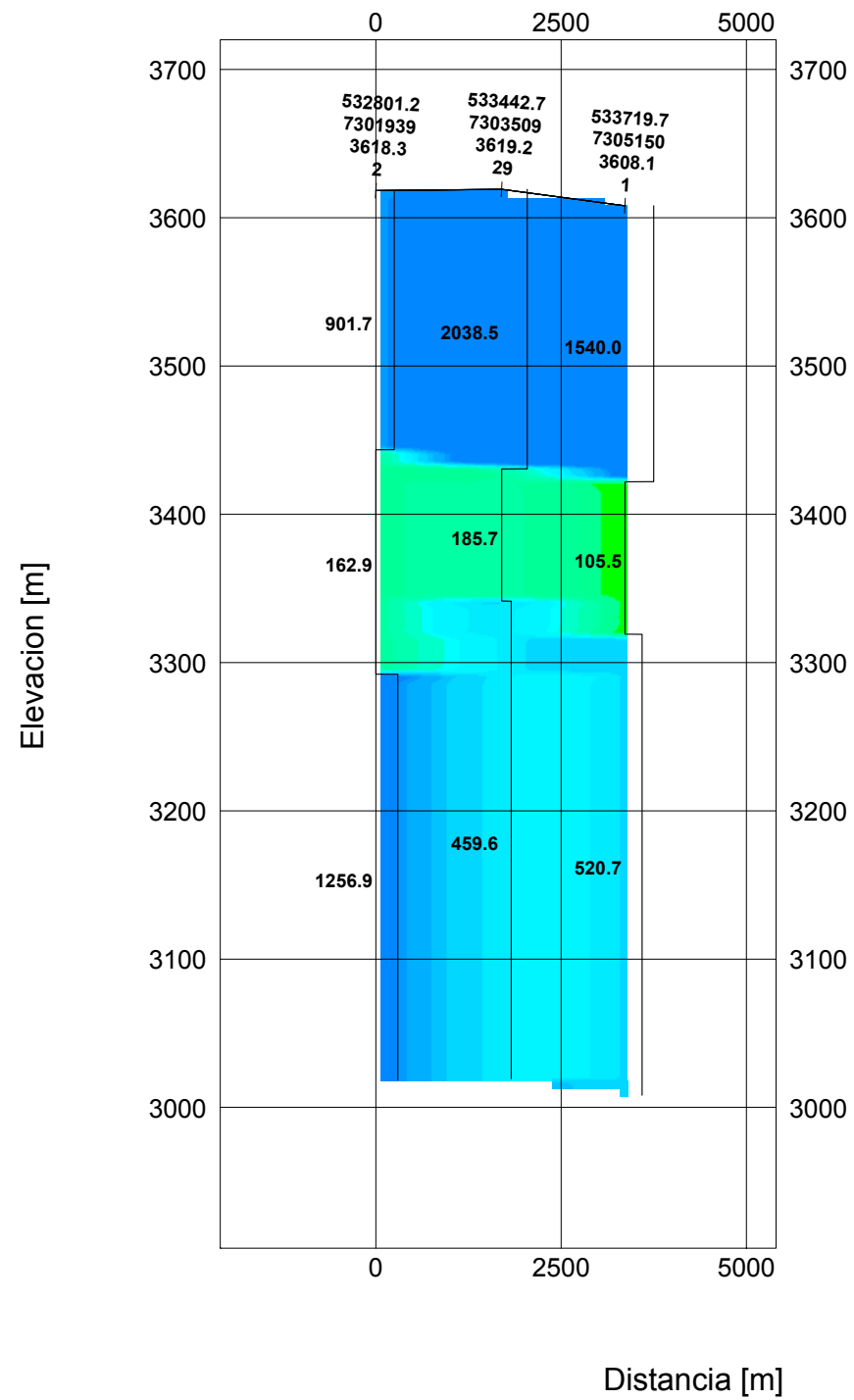
(Levantamiento realizado con GPS diferencial)

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)

SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO
REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE

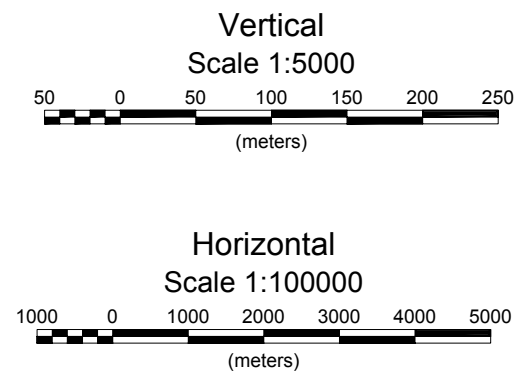
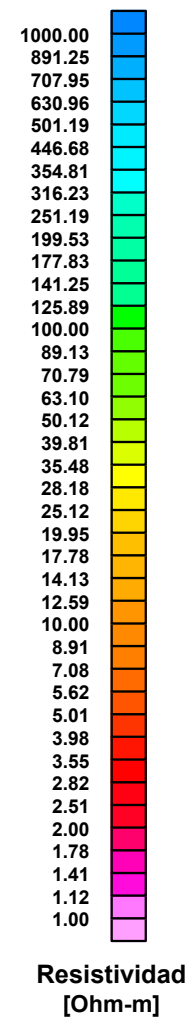
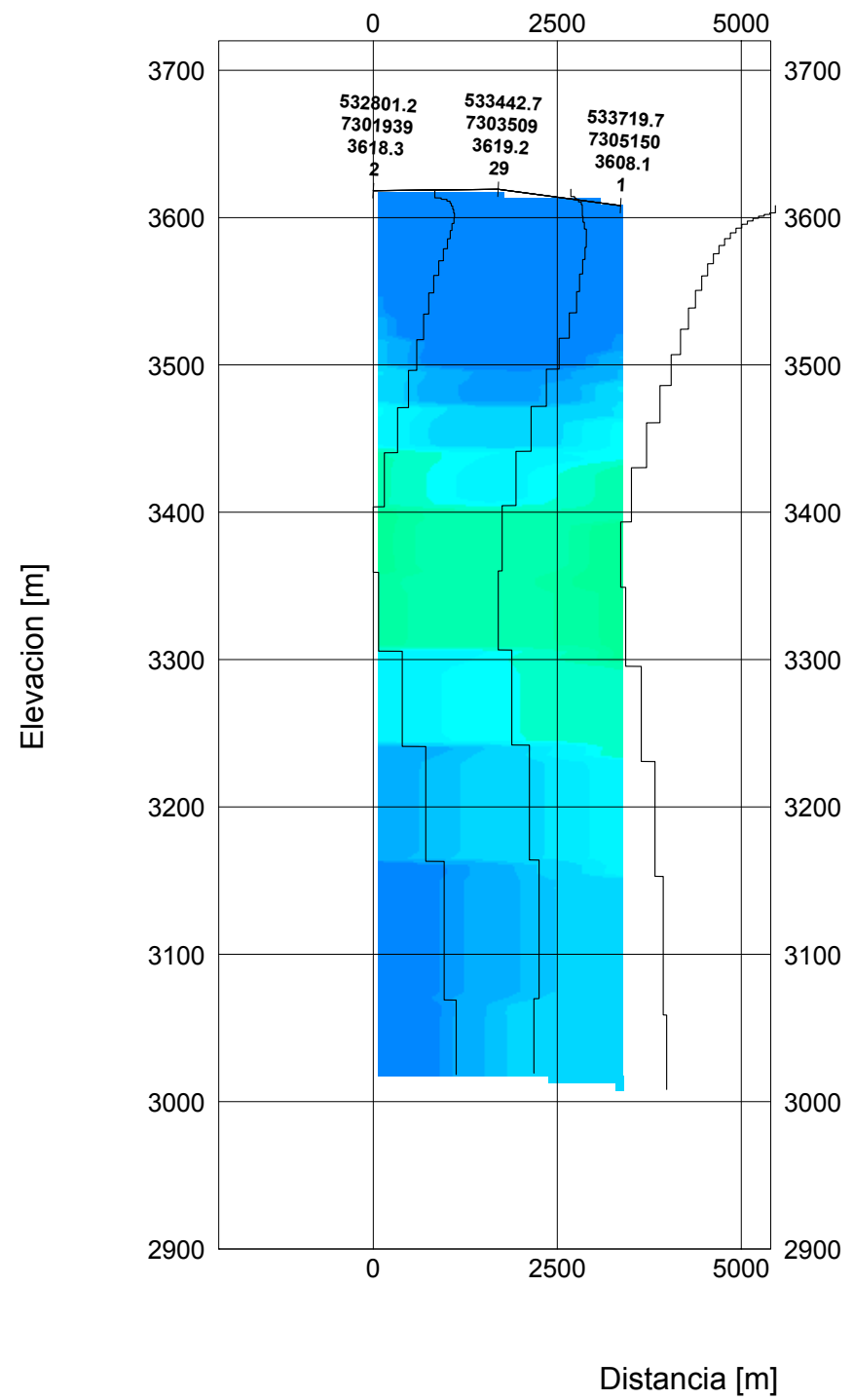
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM
SECCION DE INTERPRETACION
PERFIL L6-QG (MODELO CAPAS)

SEPTIEMBRE 2016 GEODATOS SAIC FIG. I - L6-QG



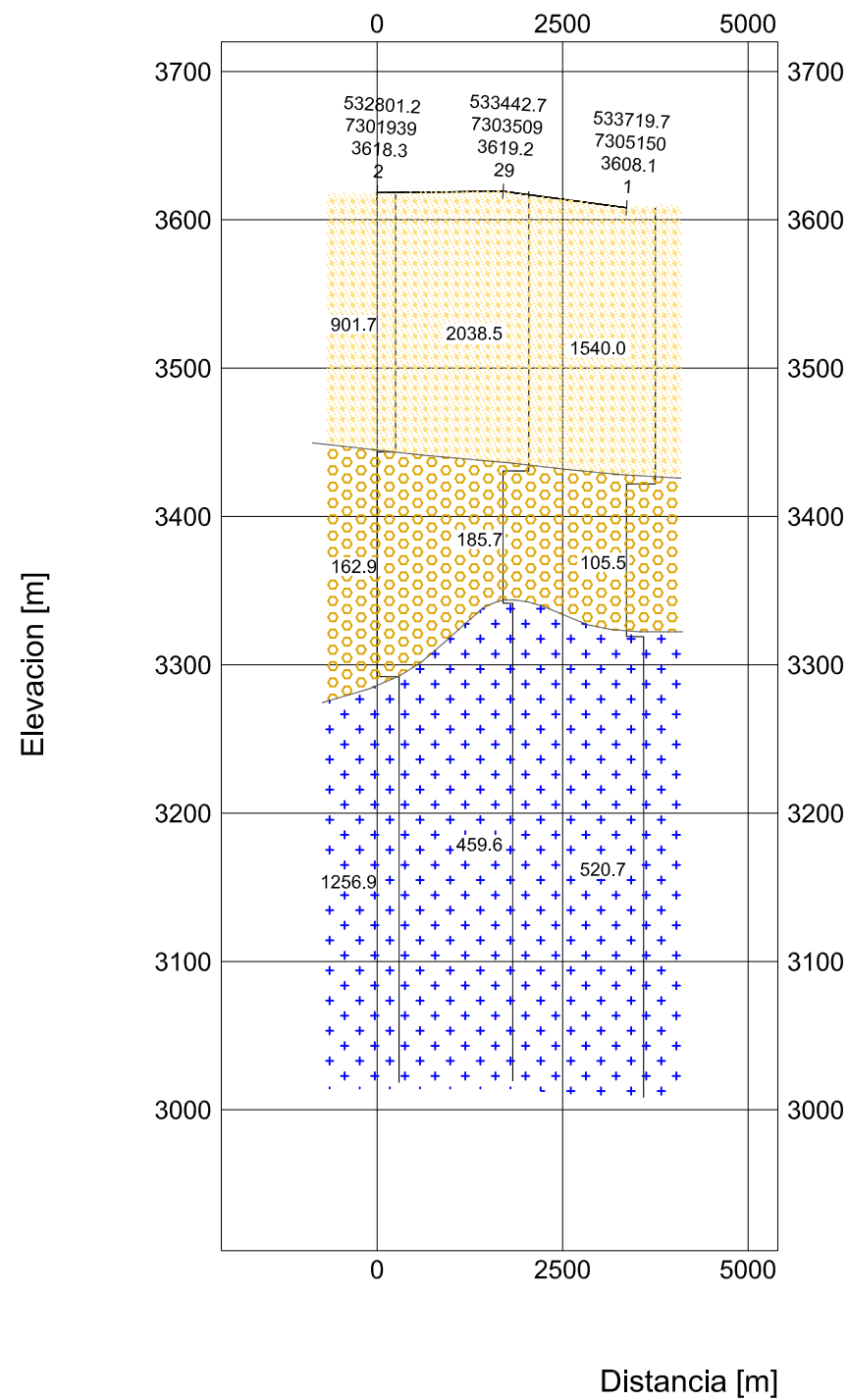
WGS84 Huso 19S

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)
SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM SECCION DE MODELOS 1D PERFIL L7-QG (MODELO CAPAS)
SEPTIEMBRE 2016 GEODATOS SAIC FIG L7-QG









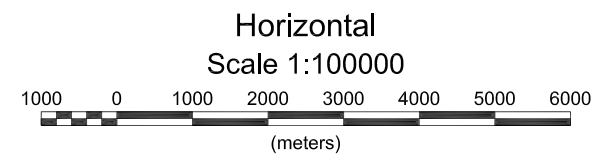
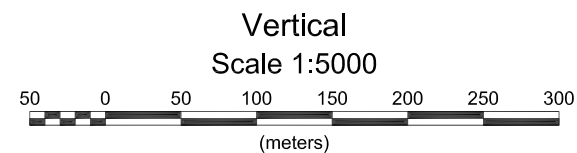
WGS84 Huso 19S
 (Levantamiento realizado con GPS no diferencial, Cotas SRTM)

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)		
SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE		
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM SECCION DE MODELOS 1D PERFIL L7-QG (SMOOTH)		
SEPTIEMBRE 2016	GEODATOS SAIC	FIG L7s-QG



LEYENDA

-  Depósitos Aluviales / Coluviales secos
-  Arcillas Húmedas y/o saturadas
-  Arenas y Limos posiblemente Húmedos y/o saturados
-  Gravas y Arenas posiblemente Húmedas y/o saturadas
-  Gravas y Bolones
-  Roca Basal



WGS84 Huso 19S

(Levantamiento realizado con GPS diferencial)

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)
SECTOR QUEBRADA DE GUANAQUERO REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM SECCION DE INTERPRETACION PERFIL L7-QG (MODELO CAPAS)
SEPTIEMBRE 2016 GEODATOS SAIC FIG. I - L7-QG

ANEXO A1

Tablas de Coordenadas y Resultados Gravimétricos

(Coordenadas UTM Referidas al Sistema Geodésico

WGS84 - Huso 19S)

Este	Norte	Estación	Cota Elipsoidal	Lectura	Desviación	Marea	Gravedad	Gravedad	Correcciones		Bouguer	Corrección	Anomalía de	Profundidad	Cota
					Estandar		Corregida	Teórica	Aire Libre	Bouguer	Simple	Topográfica	Bouguer	al basamento	Basamento
[m]	[m]		[m]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[m]	[m]
533719.74	7305149.63	1	3608.14	3866.28	0.037	-0.010	-1002.82	978912.18	1113.47	-403.85	-294.33	1.32	-293.01	305.61	3302.53
532801.17	7301938.32	2	3618.26	3863.46	0.067	0.019	-1005.64	978914.15	1116.60	-404.98	-297.13	1.22	-295.91	449.82	3168.44
532069.65	7306030.33	3	3540.45	3880.47	0.033	-0.013	-988.63	978911.64	1092.58	-396.27	-292.92	1.26	-291.66	227.31	3313.14
530921.86	7303674.49	4	3546.06	3877.72	0.041	0.006	-991.38	978913.09	1094.31	-396.90	-296.01	1.47	-294.54	358.33	3187.73
530240.39	7301249.35	5	3520.24	3882.20	0.036	0.032	-985.62	978914.57	1086.35	-394.01	-296.81	1.15	-295.66	415.63	3104.61
528002.35	7306693.56	6	3377.95	3909.38	0.060	0.047	-958.43	978911.24	1042.44	-378.08	-294.27	0.95	-293.33	270.94	3107.01
526614.71	7305103.95	7	3360.48	3910.57	0.049	0.043	-957.24	978912.21	1037.04	-376.13	-297.50	0.85	-296.65	424.32	2936.16
525079.87	7303949.04	8	3302.34	3920.52	0.075	0.041	-947.30	978912.92	1019.10	-369.62	-299.70	0.77	-298.93	529.29	2773.05
523358.66	7302830.24	9	3251.49	3927.63	0.059	0.011	-940.19	978913.61	1003.41	-363.93	-303.28	0.67	-302.61	745.10	2506.39
521372.31	7308591.69	10	3183.60	3937.07	0.056	-0.027	-930.76	978910.08	982.46	-356.33	-303.67	0.45	-303.23	838.54	2345.06
519821.63	7307265.39	11	3164.57	3943.29	0.030	-0.028	-924.54	978910.90	976.59	-354.20	-302.01	0.41	-301.60	684.40	2480.17
518074.84	7305855.28	12	3121.78	3957.46	0.054	-0.029	-910.37	978911.76	963.38	-349.41	-297.12	0.40	-296.72	361.71	2760.07
516640.67	7304015.77	13	3091.48	3965.94	0.035	-0.030	-901.89	978912.89	954.03	-346.02	-295.73	0.39	-295.34	290.83	2800.65
523929.48	7307378.01	14	3259.36	3926.55	0.040	-0.010	-941.27	978910.82	1005.84	-364.81	-300.02	0.59	-299.43	570.91	2688.45
522222.02	7306010.91	15	3223.74	3931.00	0.037	-0.008	-936.83	978911.66	994.85	-360.82	-303.42	0.52	-302.90	787.81	2435.93
520682.88	7304265.81	16	3179.39	3940.08	0.072	-0.006	-927.74	978912.73	981.16	-355.86	-304.13	0.48	-303.65	829.25	2350.14
518908.64	7303001.93	17	3135.17	3954.80	0.051	-0.004	-913.02	978913.51	967.51	-350.91	-298.89	0.45	-298.43	451.76	2683.41
525506.32	7309229.23	18	3252.38	3931.20	0.025	-0.013	-936.62	978909.69	1003.68	-364.03	-295.61	0.74	-294.87	324.71	2927.67
529868.80	7305936.12	19	3463.73	3893.26	0.061	0.050	-974.55	978911.70	1068.91	-387.68	-293.99	1.11	-292.88	260.95	3202.78
528576.91	7303835.07	20	3456.35	3893.24	0.047	0.037	-974.58	978912.99	1066.63	-386.86	-296.75	1.23	-295.53	387.20	3069.15
527205.42	7302476.67	21	3390.03	3904.99	0.041	0.038	-962.82	978913.82	1046.16	-379.43	-298.88	0.99	-297.89	493.20	2896.83
525546.65	7301095.51	22	3317.10	3916.50	0.024	0.007	-951.32	978914.67	1023.66	-371.27	-302.56	0.87	-301.69	676.56	2640.54

Este	Norte	Estación	Cota Elipsoidal	Lectura	Desviación	Marea	Gravedad	Gravedad	Correcciones		Bouguer	Corrección	Anomalía de	Profundidad	Cota
					Estandar		Corregida	Teórica	Aire Libre	Bouguer	Simple	Topográfica	Bouguer	al basamento	Basamento
[m]	[m]		[m]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[m]	[m]
524165.13	7299704.19	23	3288.34	3918.01	0.030	0.004	-949.81	978915.53	1014.78	-368.05	-307.56	0.77	-306.79	1051.88	2236.46
528311.37	7299538.42	24	3434.94	3896.49	0.044	0.010	-971.33	978915.62	1060.02	-384.46	-300.35	1.11	-299.24	580.54	2854.40
515963.28	7307159.36	25	3077.89	3968.97	0.027	-0.033	-898.86	978910.97	949.84	-344.50	-293.44	0.45	-292.99	174.87	2903.02
518487.50	7308915.07	26	3124.83	3953.06	0.040	-0.034	-914.77	978909.89	964.32	-349.75	-299.05	0.40	-298.65	515.62	2609.21
520390.07	7311027.62	27	3139.05	3947.67	0.056	-0.035	-920.16	978908.59	968.71	-351.34	-300.34	0.41	-299.93	592.29	2546.76
514100.83	7305208.67	28	3044.74	3977.59	0.082	-0.032	-890.24	978912.16	939.61	-340.79	-292.54	0.49	-292.05	115.29	2929.45
533442.68	7303508.92	29	3619.15	3864.44	0.057	0.008	-1004.67	978913.18	1116.87	-405.08	-295.02	1.24	-293.78	355.01	3264.14
522541.36	7309671.80	30	3193.49	3938.48	0.049	-0.025	-929.35	978909.42	985.51	-357.44	-299.65	0.49	-299.16	547.27	2646.22
531894.90	7297977.54	31	3622.45	3863.73	0.027	0.024	-1004.09	978916.58	1117.89	-405.45	-297.18	1.95	-295.23	410.00	3212.45
534138.02	7301251.36	32	3691.20	3850.31	0.044	0.023	-1018.79	978914.57	1139.10	-413.14	-296.36	1.42	-294.93	432.70	3258.50
535030.18	7304747.56	33	3681.79	3851.10	0.031	-0.006	-1018.01	978912.42	1136.20	-412.09	-295.28	1.55	-293.73	357.73	3324.06
530262.65	7308525.59	34	3418.29	3903.79	0.026	-0.029	-965.32	978910.11	1054.88	-382.60	-292.11	1.27	-290.84	166.26	3252.03
526533.43	7310066.70	35	3265.88	3929.79	0.047	-0.015	-938.03	978909.18	1007.85	-365.54	-293.85	0.83	-293.02	239.49	3026.39
523912.79	7311329.89	36	3177.70	3942.81	0.047	-0.022	-925.02	978908.41	980.64	-355.67	-297.41	0.58	-296.84	421.49	2756.21
520394.84	7313159.76	37	3110.21	3953.03	0.039	-0.036	-914.80	978907.29	959.81	-348.11	-299.36	0.55	-298.81	511.99	2598.22
533769.94	7308566.80	38	3620.37	3862.67	0.046	-0.024	-1006.43	978910.08	1117.25	-405.21	-293.45	1.93	-291.51	227.48	3392.89
533782.65	7311450.35	39	3585.32	3869.58	0.031	-0.033	-999.54	978908.32	1106.43	-401.29	-291.68	2.65	-289.03	106.41	3478.91
530225.39	7311738.94	40	3320.66	3922.47	0.027	-0.031	-946.65	978908.15	1024.76	-371.67	-290.67	1.54	-289.13	89.13	3231.53
526660.74	7312212.38	41	3212.75	3938.87	0.024	-0.017	-928.95	978907.86	991.45	-359.59	-293.91	0.86	-293.05	245.17	2967.58
524808.11	7314567.64	42	3124.99	3951.84	0.024	-0.019	-915.98	978906.43	964.37	-349.77	-296.77	0.66	-296.11	392.90	2732.09
519760.51	7315549.10	43	3113.04	3949.98	0.032	-0.036	-917.85	978905.83	960.68	-348.43	-300.39	0.89	-299.49	540.86	2572.18
529843.14	7314146.03	44	3231.59	3937.48	0.034	-0.029	-931.64	978906.68	997.27	-361.70	-291.71	1.54	-290.17	121.88	3109.71
533302.01	7314228.96	45	3462.21	3893.02	0.039	-0.032	-976.10	978906.62	1068.44	-387.51	-290.75	2.99	-287.76	39.06	3423.15

Este	Norte	Estación	Cota Elipsoidal	Lectura	Desviación	Marea	Gravedad	Gravedad	Correcciones		Bouguer	Corrección	Anomalía de	Profundidad	Cota
					Estandar		Corregida	Teórica	Aire Libre	Bouguer	Simple	Topográfica	Bouguer	al basamento	Basamento
[m]	[m]		[m]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[mGals]	[m]	[m]
517647.34	7308974.89	46	3110.13	3956.20	0.043	-0.034	-911.63	978909.85	959.79	-348.11	-298.76	0.46	-298.30	440.92	2669.21
519307.67	7311278.45	47	3141.61	3946.80	0.032	-0.035	-921.03	978908.44	969.50	-351.63	-300.57	0.44	-300.13	576.71	2564.90
520131.75	7317595.84	47 (*)	3094.10	3753.41	0.030	-0.050	-913.28	978904.58	954.84	-346.31	-298.29	0.75	-297.54	448.89	2645.21
521128.71	7317506.89	48	3066.69	3965.84	0.069	0.046	-908.22	978904.63	946.38	-343.24	-298.68	0.64	-298.03	432.61	2634.08
522138.82	7317431.75	49 (*)	3068.32	3760.21	0.030	-0.030	-906.49	978904.68	946.88	-343.43	-296.68	0.56	-296.12	376.42	2691.90
523131.38	7317348.46	50 (*)	3072.86	3759.91	0.040	-0.020	-906.79	978904.73	948.28	-343.93	-296.13	0.55	-295.58	339.42	2733.44
524115.92	7317261.37	51 (*)	3073.44	3760.02	0.030	-0.010	-906.68	978904.78	948.46	-344.00	-295.96	0.61	-295.35	336.34	2737.10
525108.93	7317183.87	52 (*)	3075.79	3759.59	0.030	0.000	-907.11	978904.83	949.19	-344.26	-295.97	0.70	-295.26	354.00	2721.79
526108.30	7317087.51	53 (*)	3083.99	3757.48	0.030	0.000	-909.22	978904.89	951.72	-345.18	-296.53	0.82	-295.71	400.20	2683.79
527101.53	7317014.36	54 (*)	3093.56	3754.98	0.020	0.010	-911.72	978904.93	954.67	-346.25	-297.19	0.94	-296.25	441.62	2651.94
528102.42	7316932.47	55 (*)	3108.78	3752.93	0.030	0.020	-913.77	978904.98	959.37	-347.95	-296.29	1.13	-295.16	358.92	2749.86
529097.03	7316846.55	56 (*)	3130.95	3752.05	0.020	0.030	-914.65	978905.03	966.21	-350.44	-292.87	1.30	-291.57	193.72	2937.23
530094.51	7316761.56	57 (*)	3164.71	3747.97	0.020	0.040	-918.74	978905.08	976.63	-354.22	-290.37	1.53	-288.84	87.08	3077.63
531092.54	7316683.32	58 (*)	3215.51	3738.07	0.030	0.040	-928.64	978905.13	992.31	-359.90	-290.32	1.78	-288.54	47.87	3167.64
532093.11	7316598.22	59 (*)	3281.59	3725.43	0.020	0.050	-941.27	978905.18	1012.70	-367.30	-290.01	2.07	-287.93	27.98	3253.61
533085.31	7316515.95	60 (*)	3354.69	3711.28	0.040	0.050	-955.42	978905.23	1035.26	-375.48	-289.83	2.69	-287.14	7.53	3347.16

(*) Estaciones correspondientes a Campaña Junio 2016 – Salar de Imilac

ANEXO B1

Tablas de Coordenadas Estaciones TEM *Coordenadas UTM Referidas al Sistema Geodésico* *WGS84 - Huso 19S*

(Levantamiento realizado con GPS diferencial)

Este	Norte	Estación	Cota
Perfil 1			
514100.8	7305208.7	28	3044.7
515963.3	7307159.4	25	3077.9
518487.5	7308915.1	26	3124.8
520390.1	7311027.6	27	3139.1

Este	Norte	Estación	Cota
Perfil 2			
516640.7	7304015.8	13	3091.5
518074.8	7305855.3	12	3121.8
519821.6	7307265.4	11	3164.6
521372.3	7308591.7	10	3183.6
522541.4	7309671.8	30	3193.5

Este	Norte	Estación	Cota
Perfil 3			
518908.6	7303001.9	17	3135.2
520682.9	7304265.8	16	3179.4
522222.0	7306010.9	15	3223.7
523929.5	7307378.0	14	3259.4
525506.3	7309229.2	18	3252.4

Este	Norte	Estación	Cota
Perfil 4			
523358.7	7302830.2	9	3251.5
525079.9	7303949.0	8	3302.3
526614.7	7305104.0	7	3360.5
528002.3	7306693.6	6	3377.9

Este	Norte	Estación	Cota
Perfil 5			
524165.1	7299704.2	23	3288.3
525546.7	7301095.5	22	3317.1
527205.4	7302476.7	21	3390.0
528576.9	7303835.1	20	3456.3
529868.8	7305936.1	19	3463.7

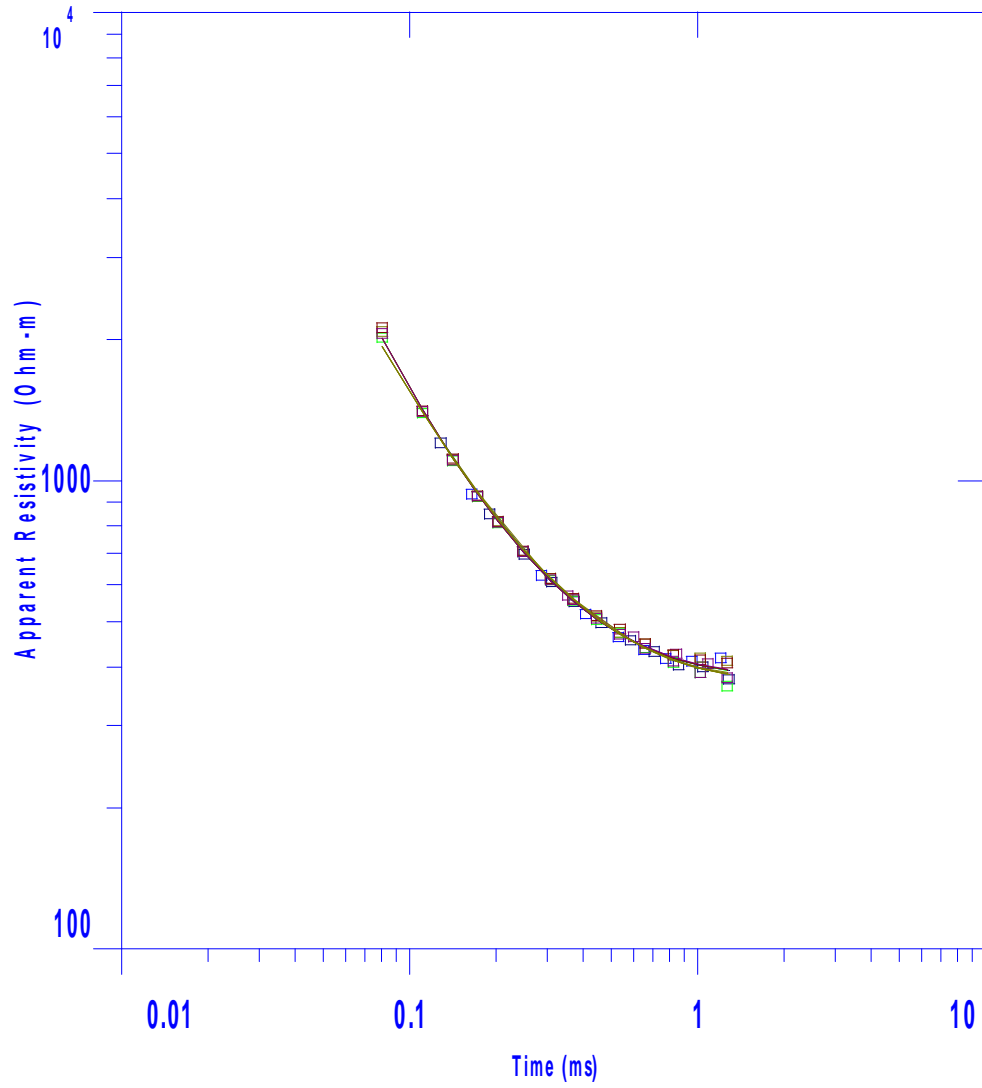
Este	Norte	Estación	Cota
Perfil 6			
528311.4	7299538.4	24	3434.9
530240.4	7301249.3	5	3520.2
530921.9	7303674.5	4	3546.1
532069.7	7306030.3	3	3540.4

Este	Norte	Estación	Cota
Perfil 7			
532801.2	7301938.3	2	3618.3
533442.7	7303508.9	29	3619.2
533719.7	7305149.6	1	3608.1

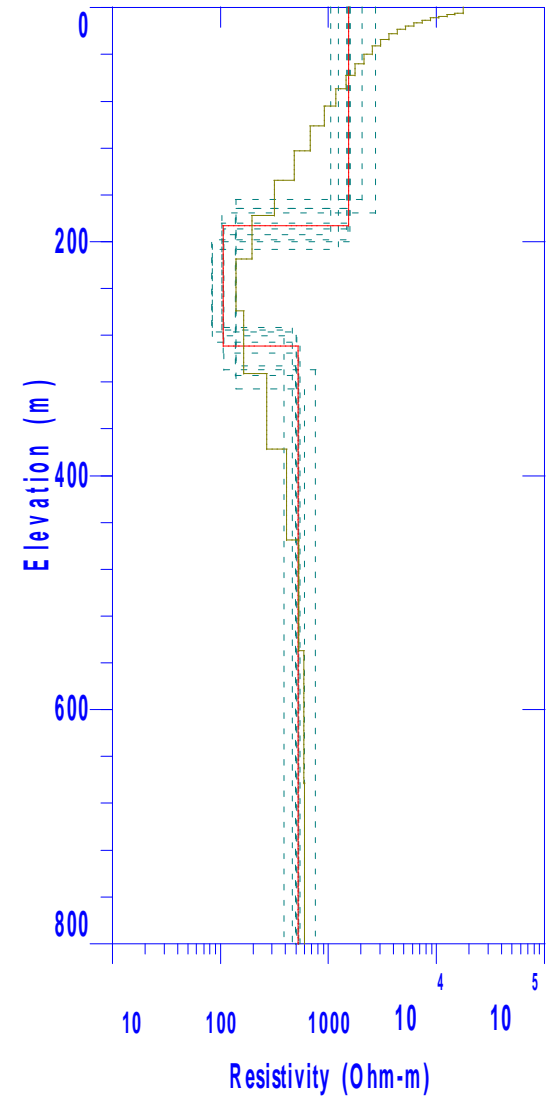
ANEXO B2

MODELOS 1D DE RESISTIVIDAD TEM

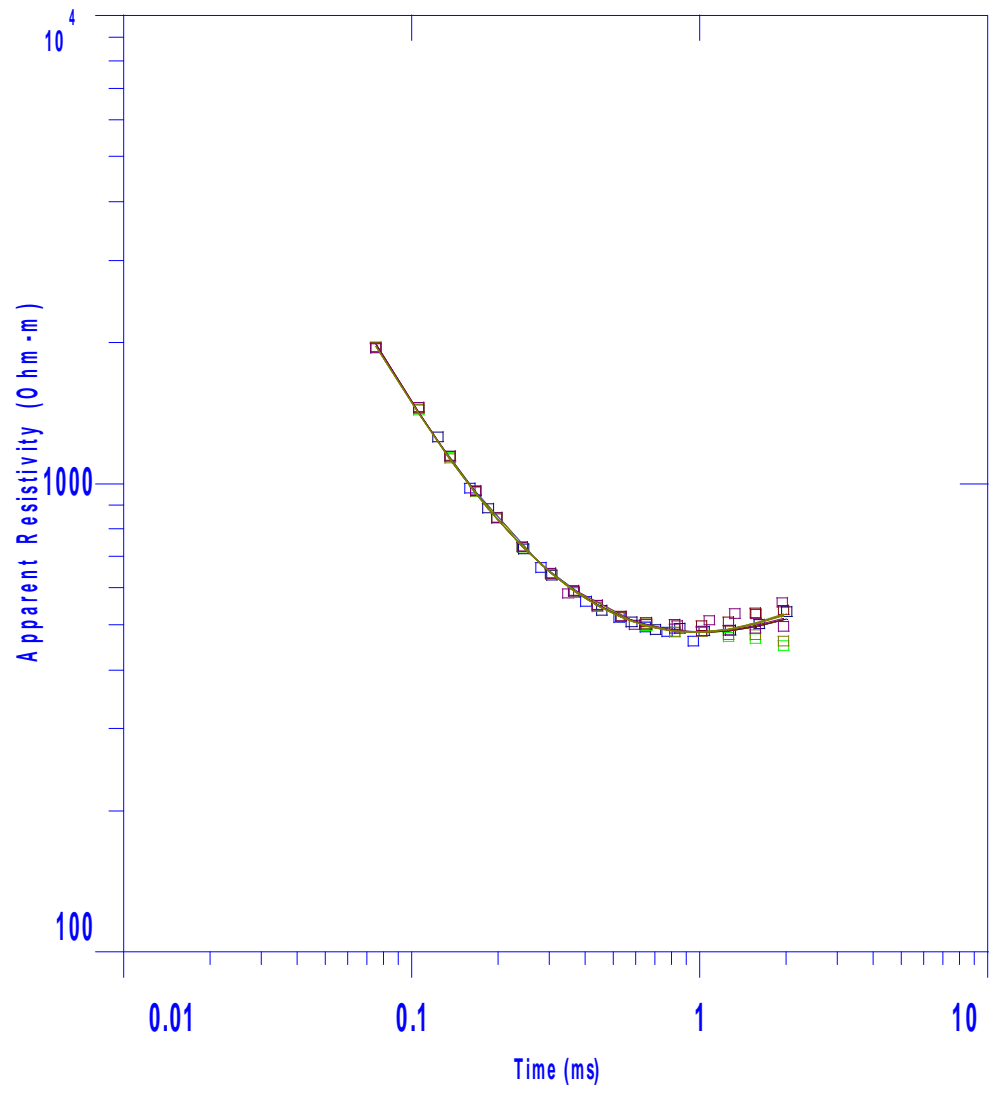
1



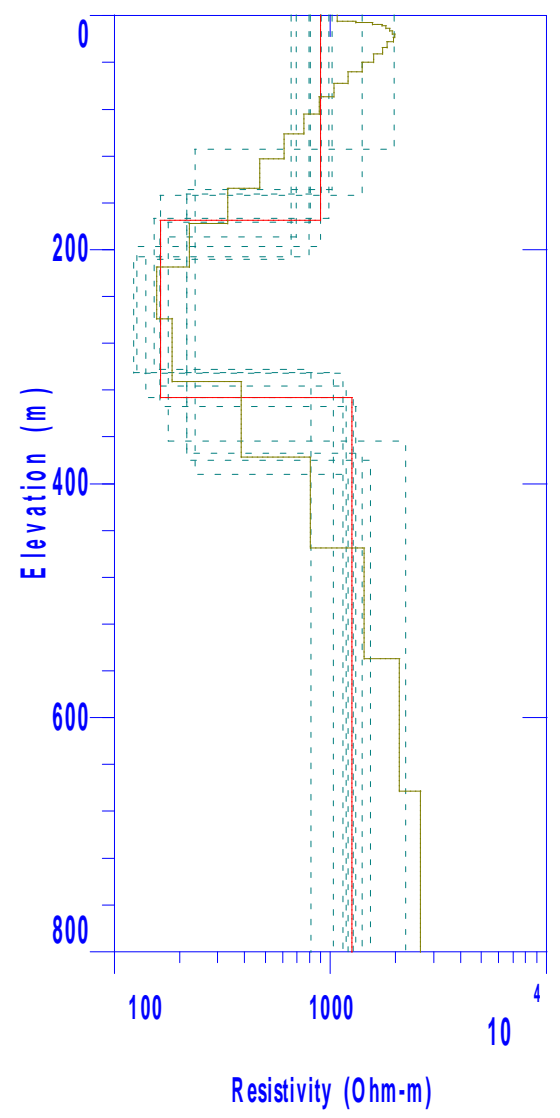
GEODATOS



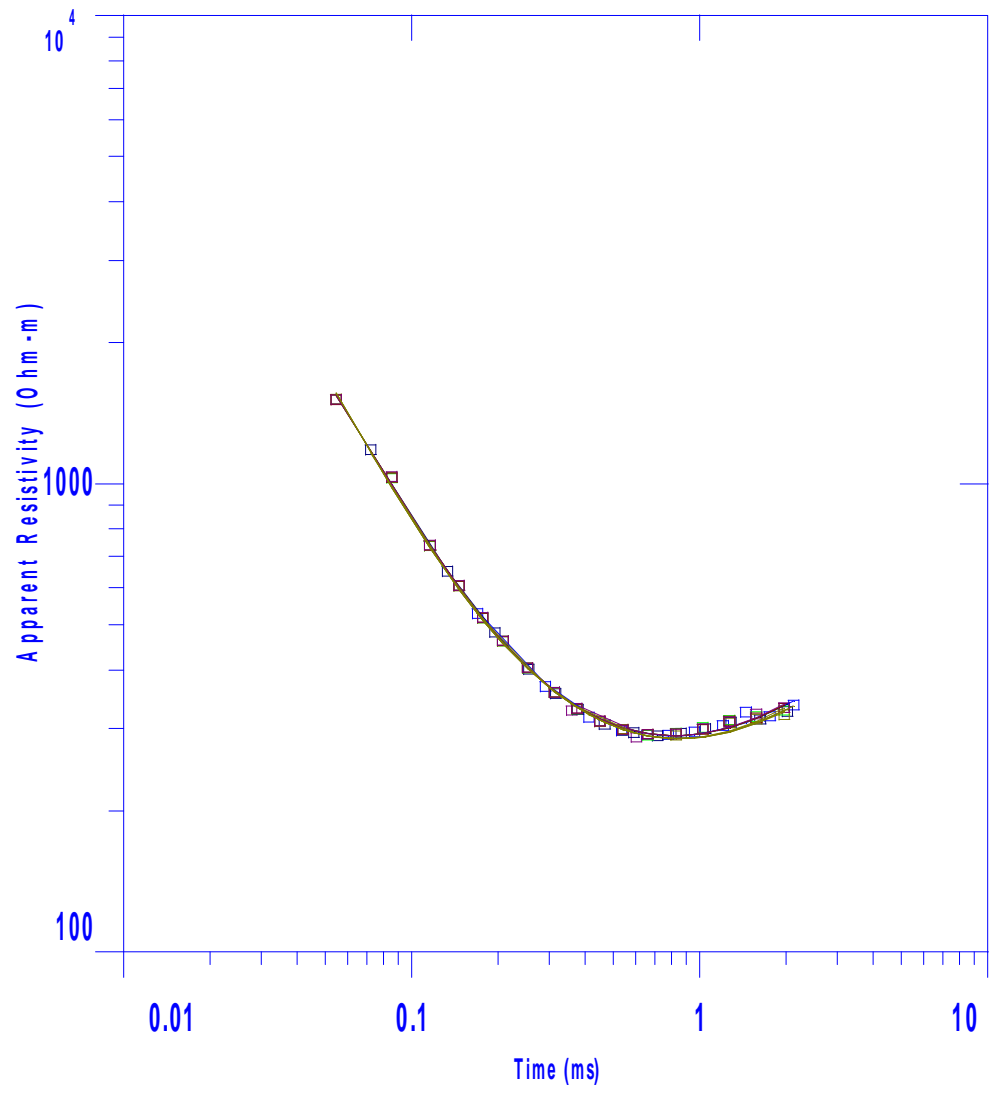
2



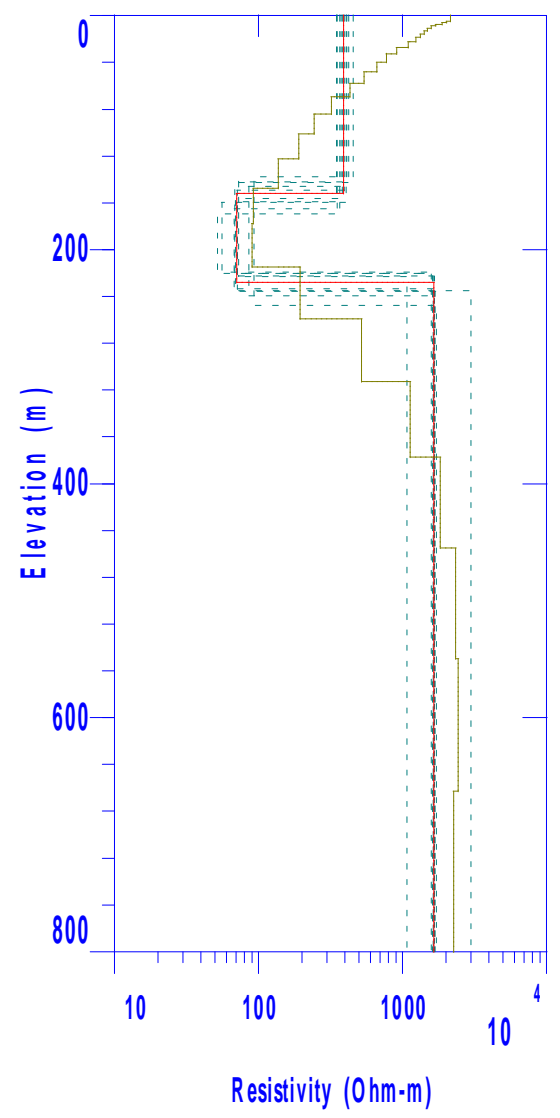
GEODATOS



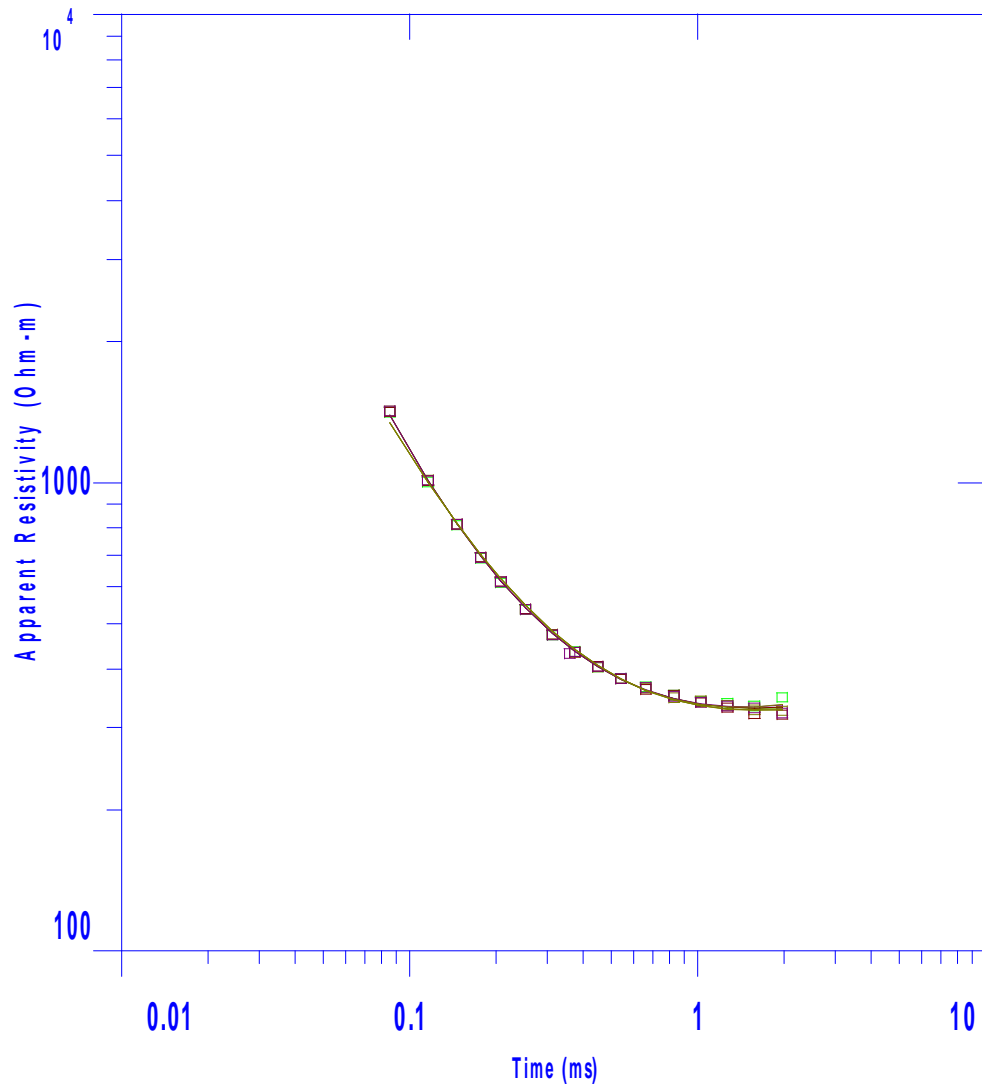
3



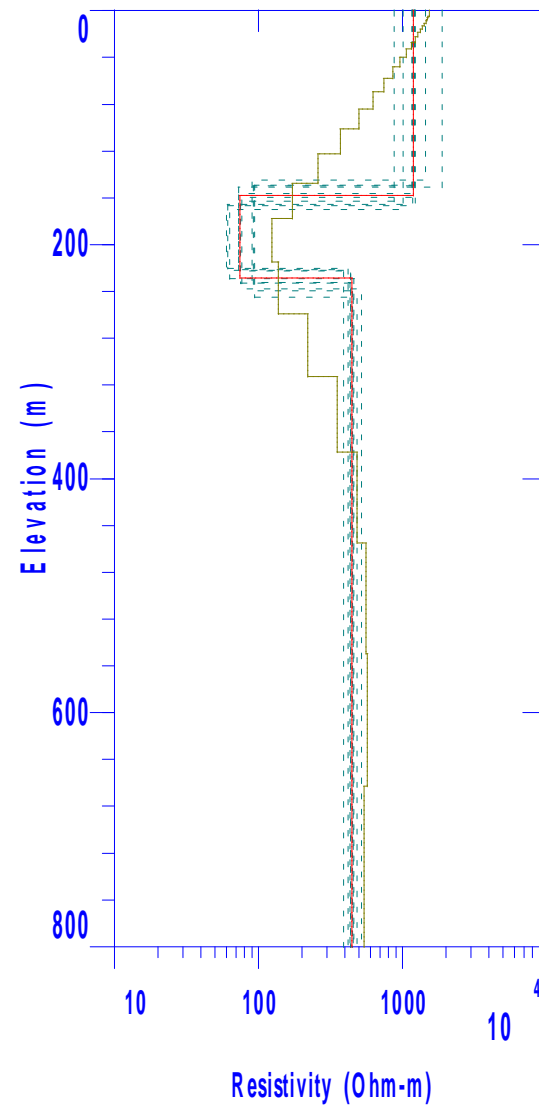
GEODATOS



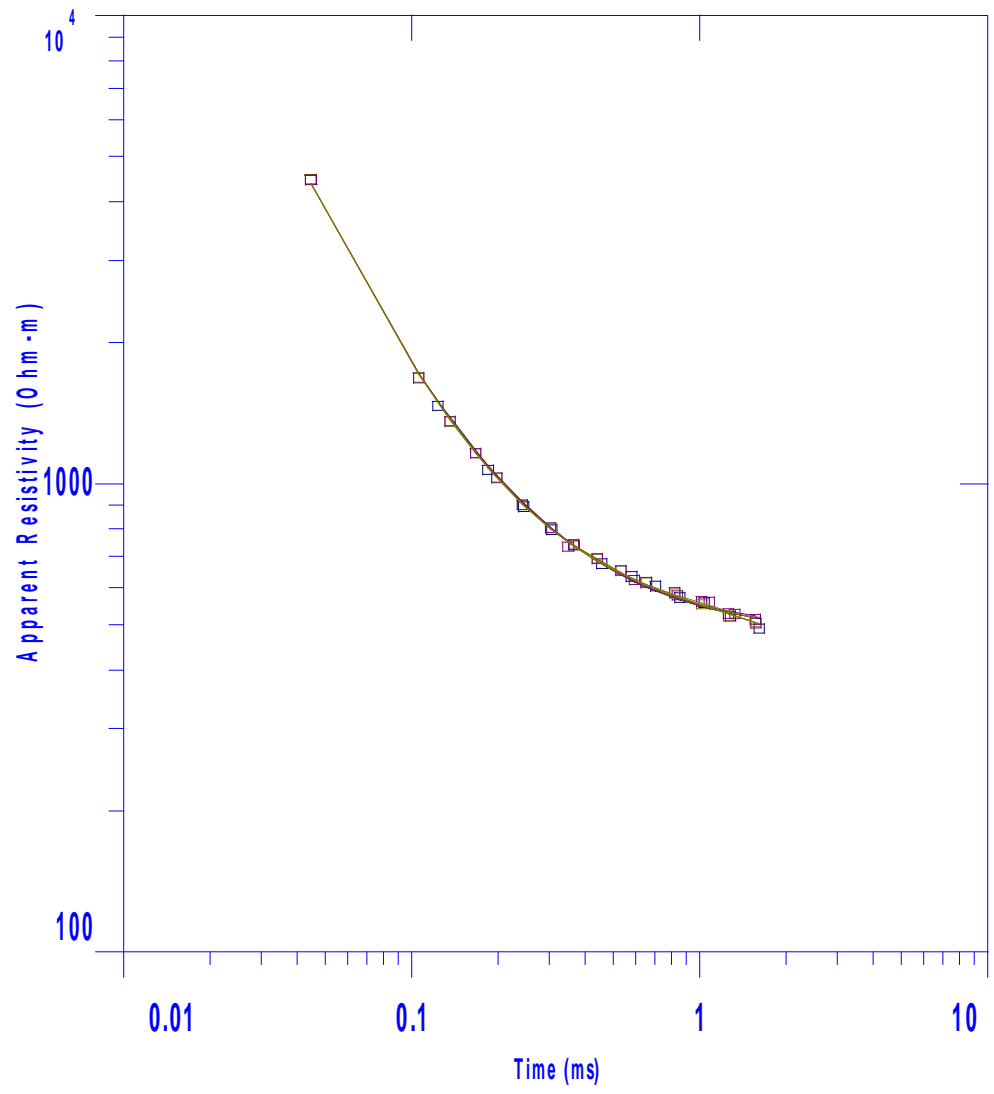
4



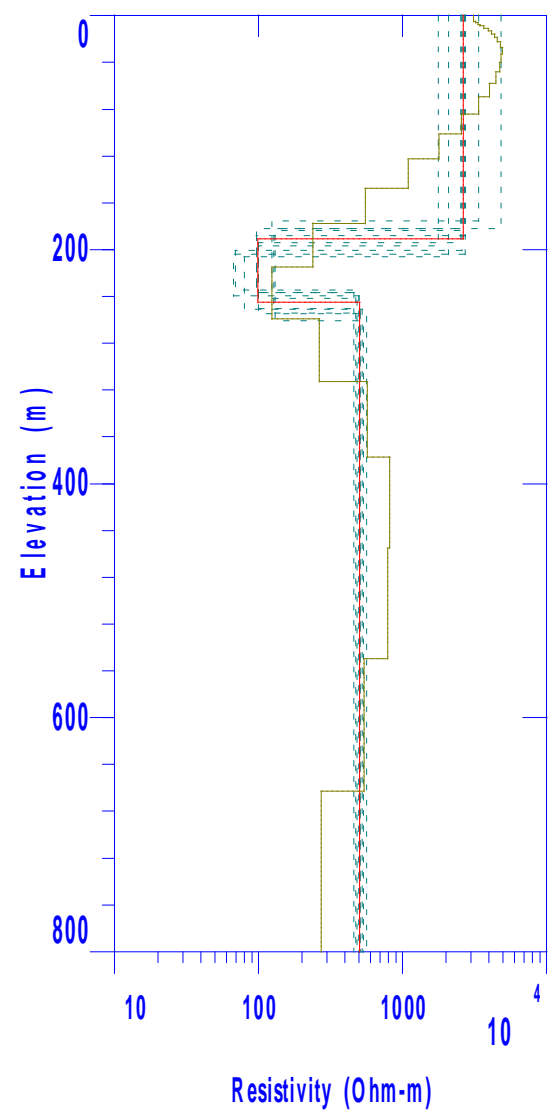
GEODATOS



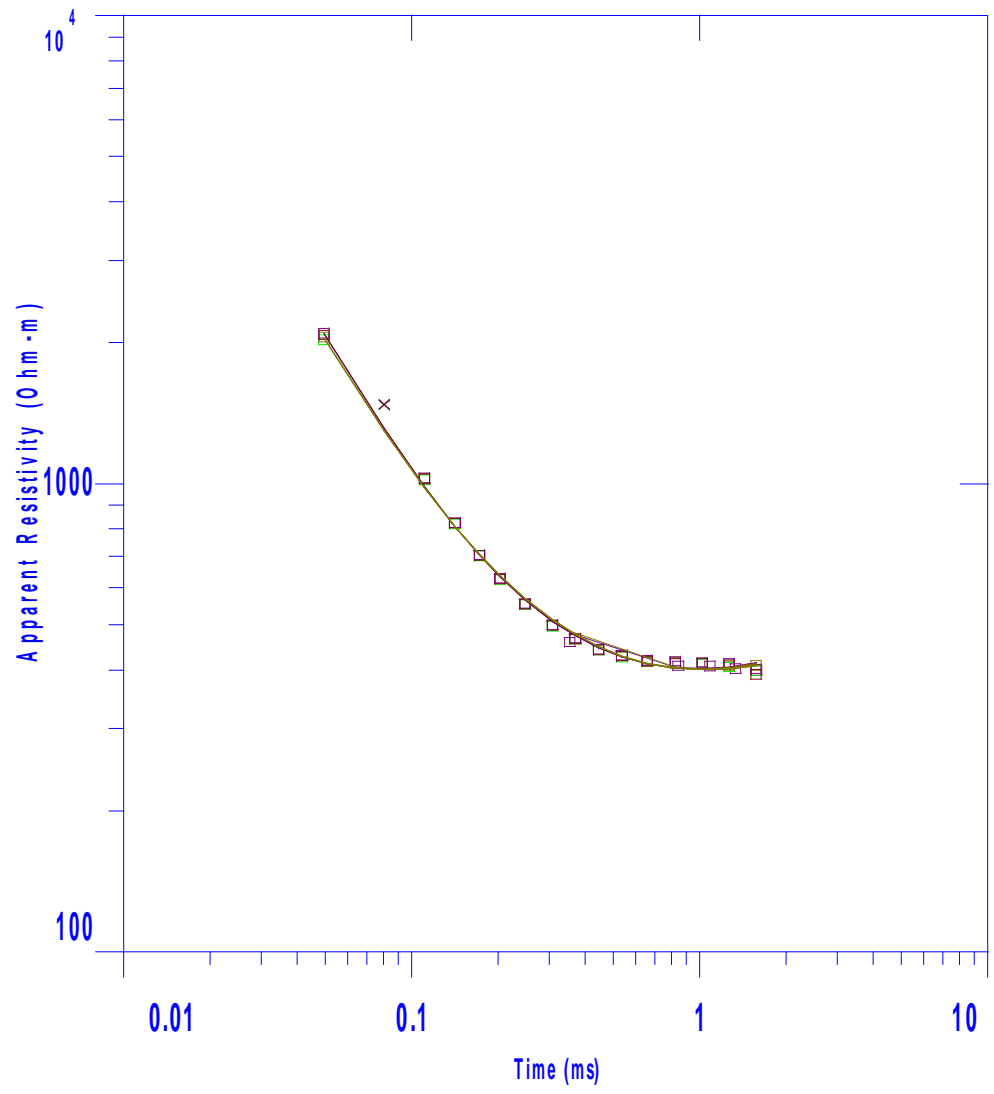
5



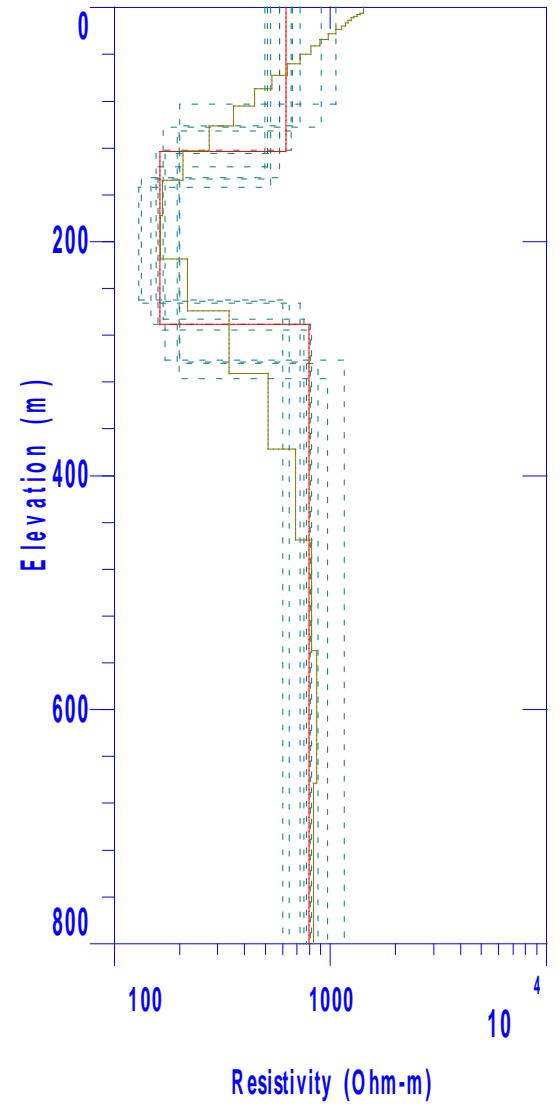
GEODATOS



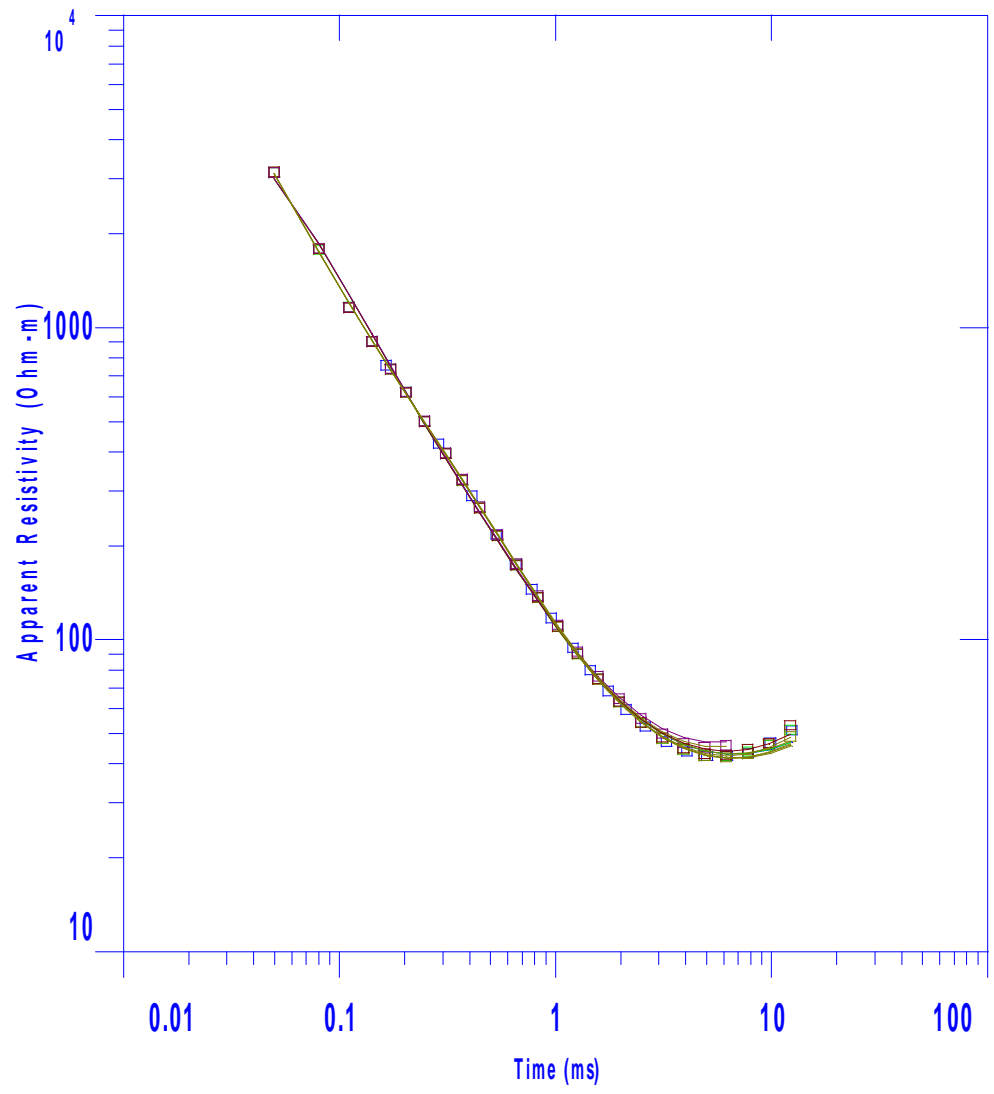
6



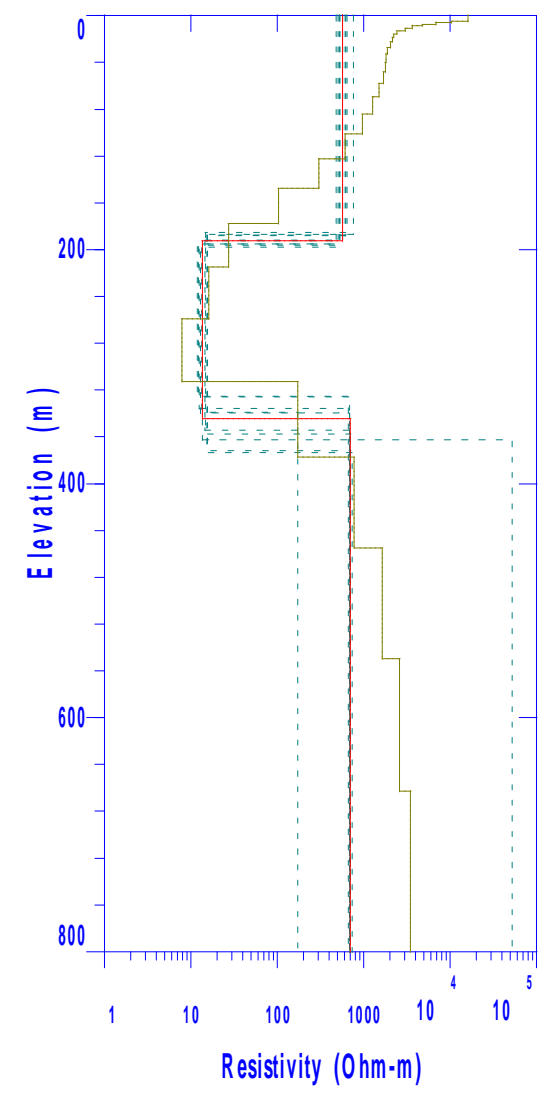
GEODATOS



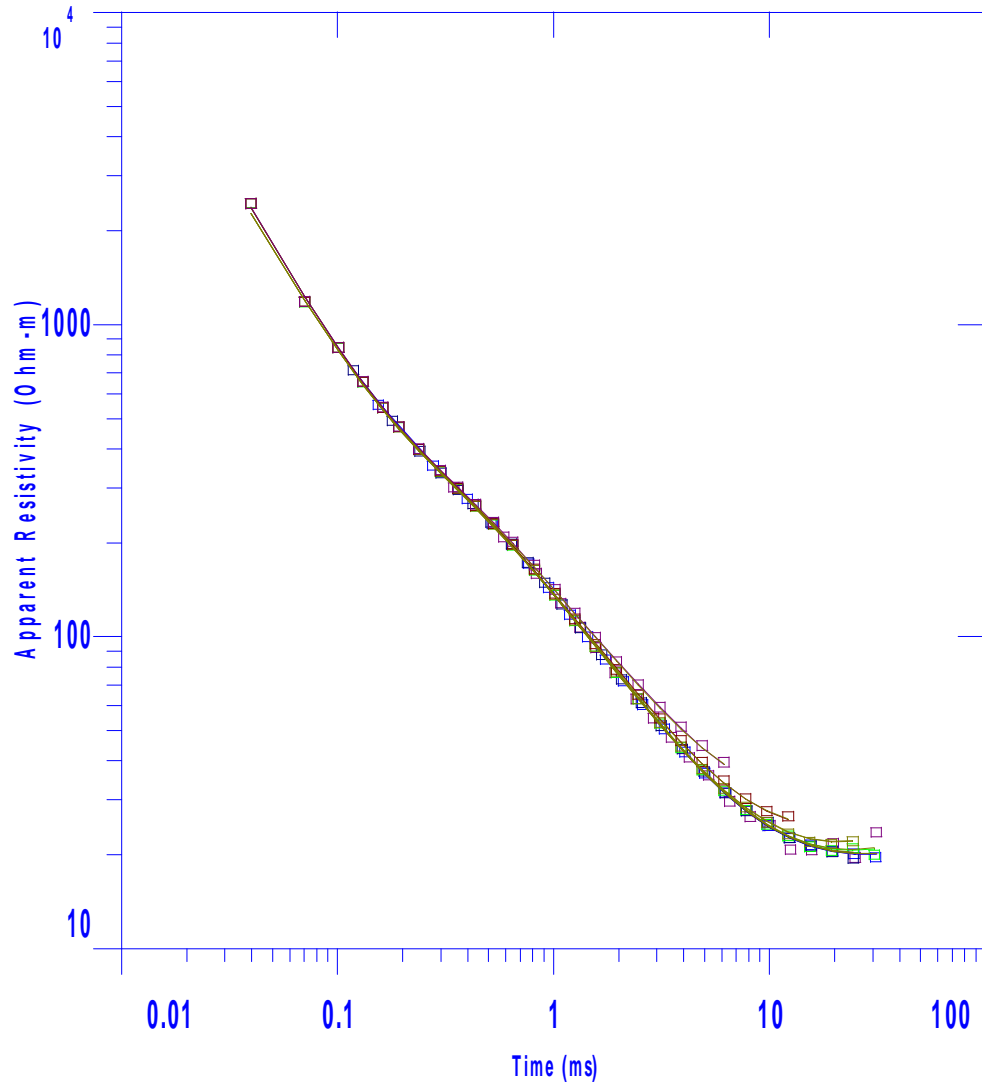
7



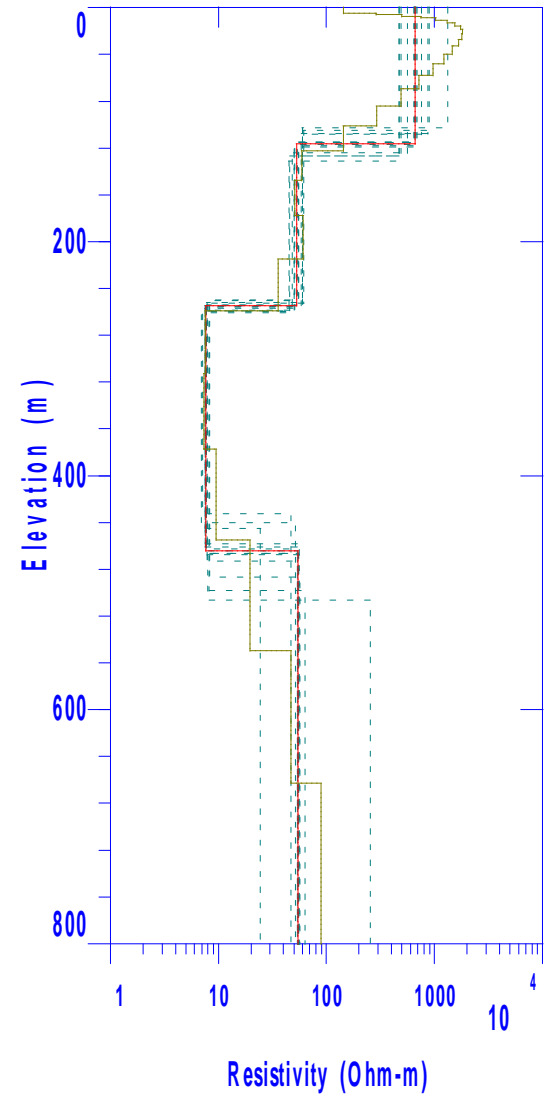
GEODATOS



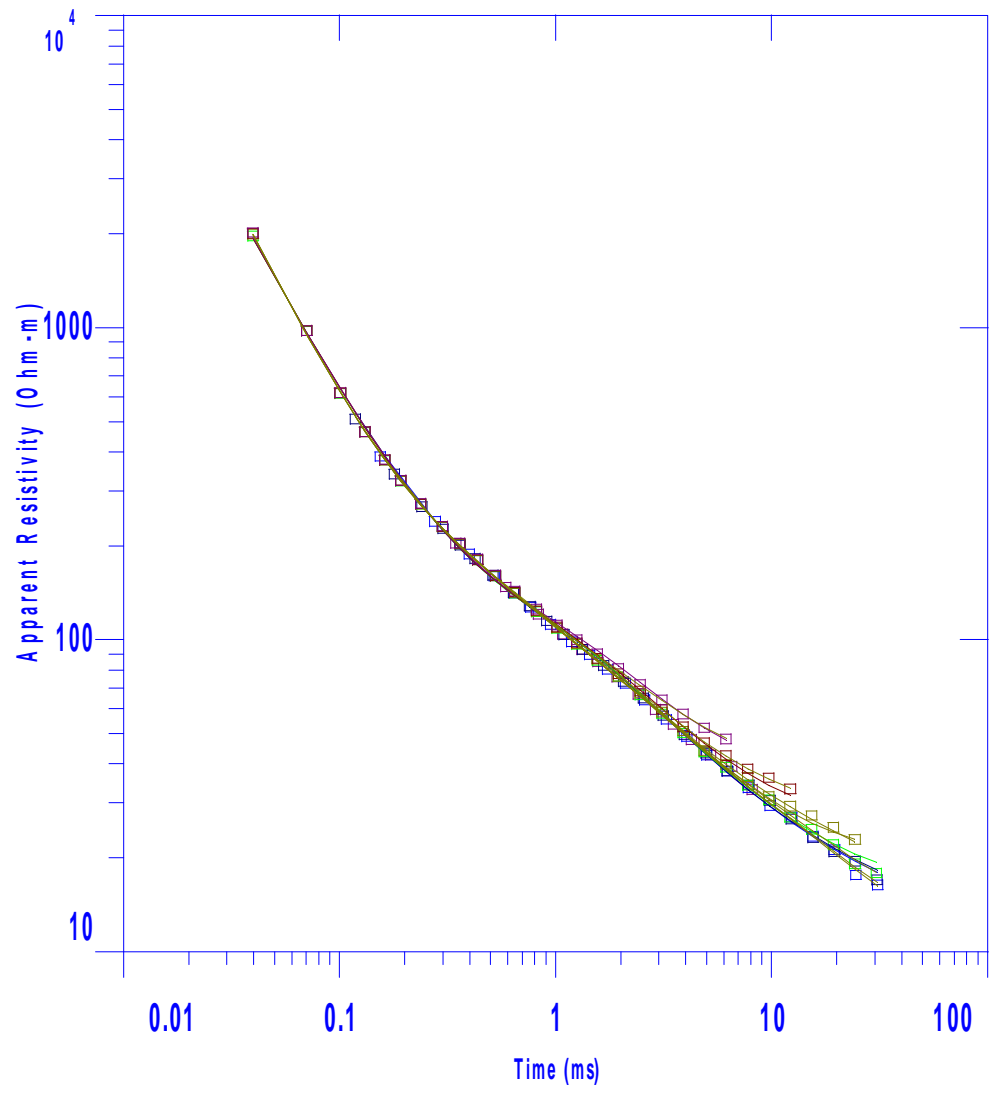
8



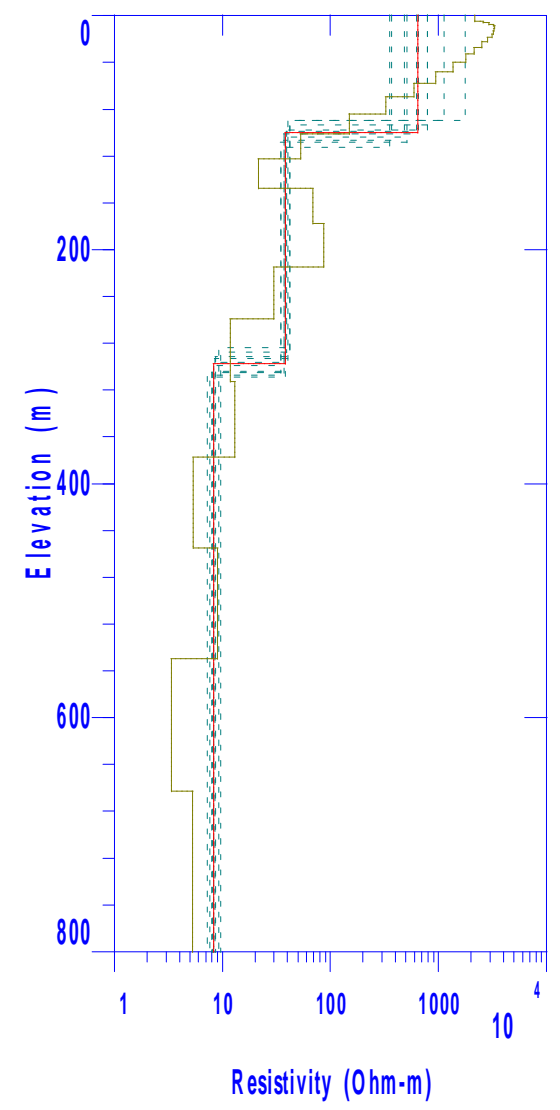
GEODATOS



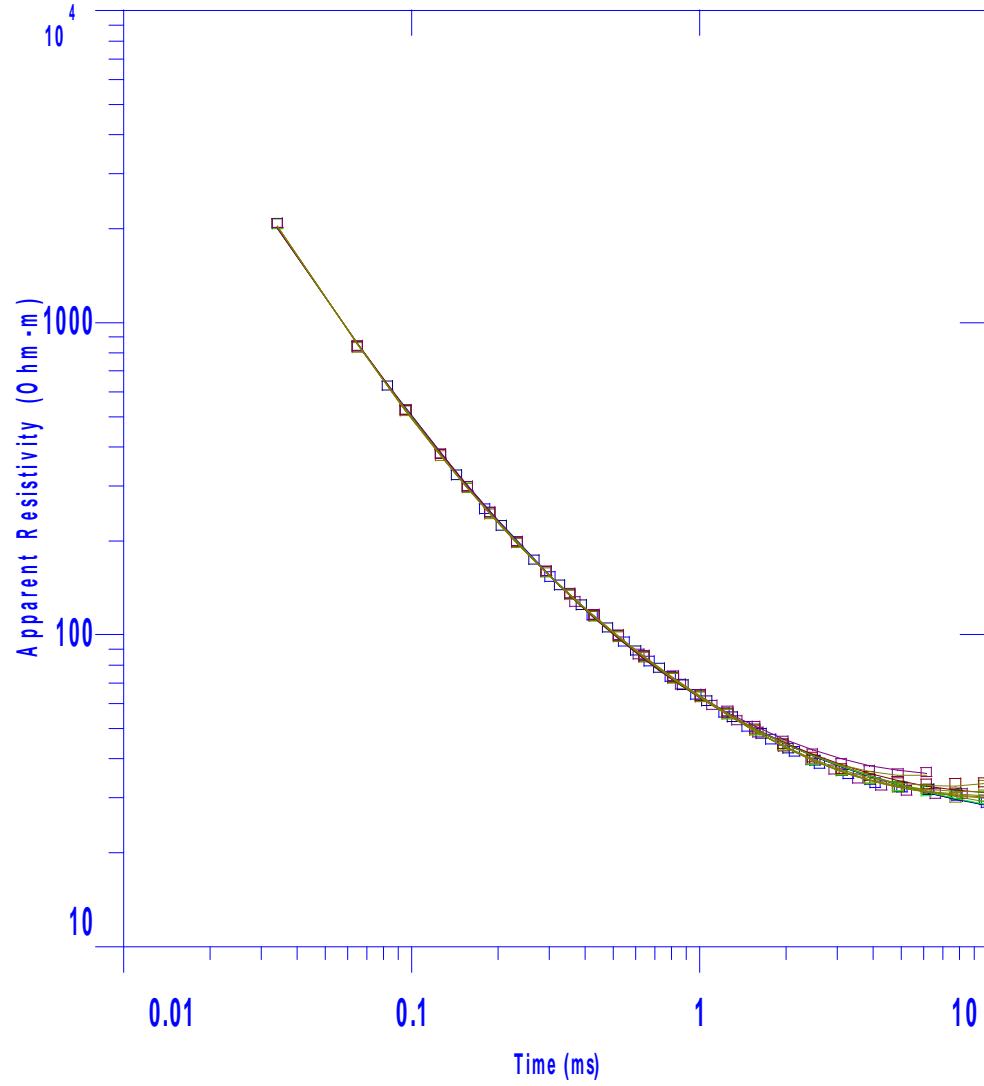
9



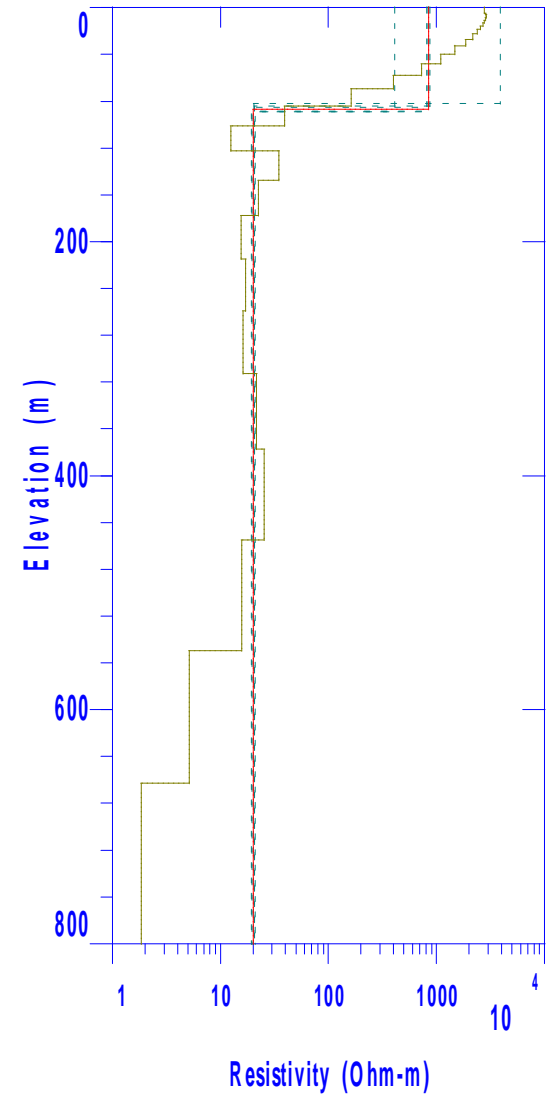
GEODATOS



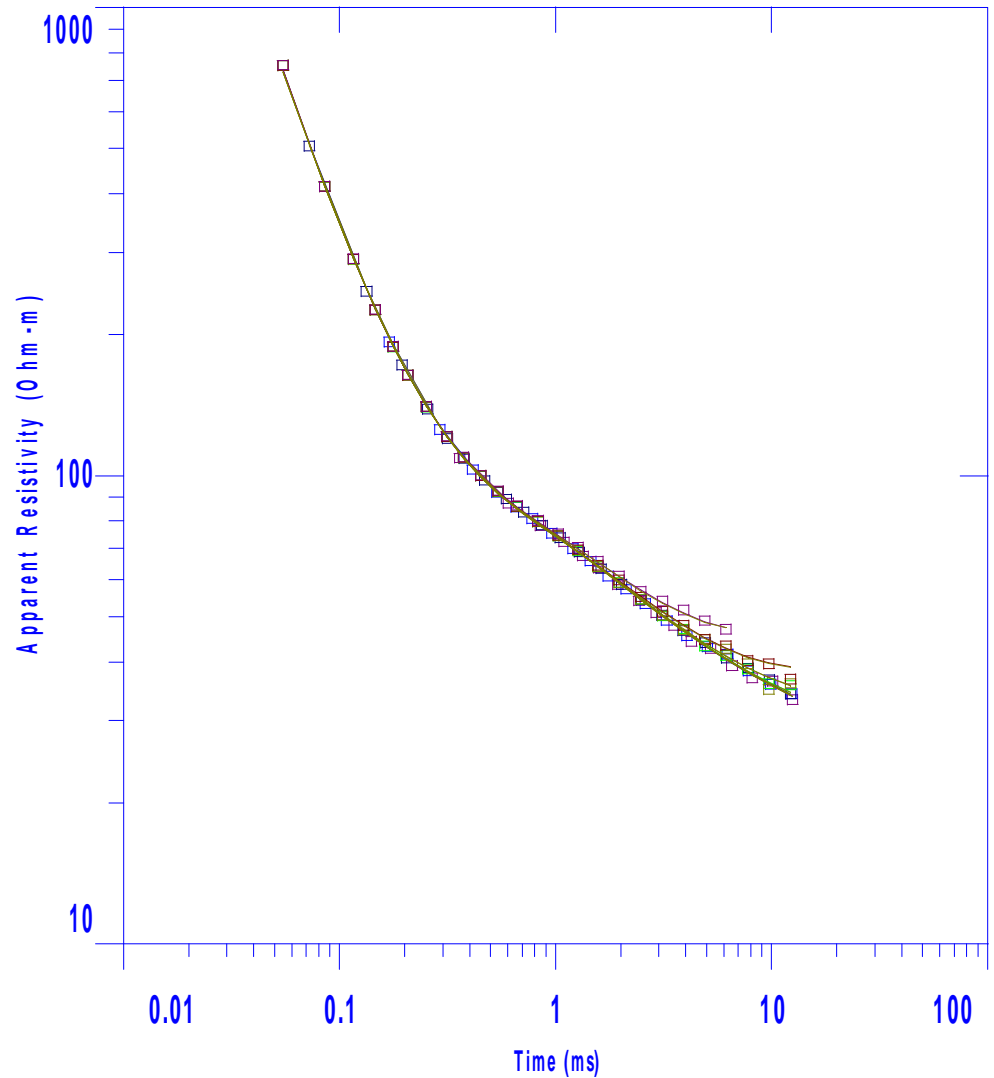
10



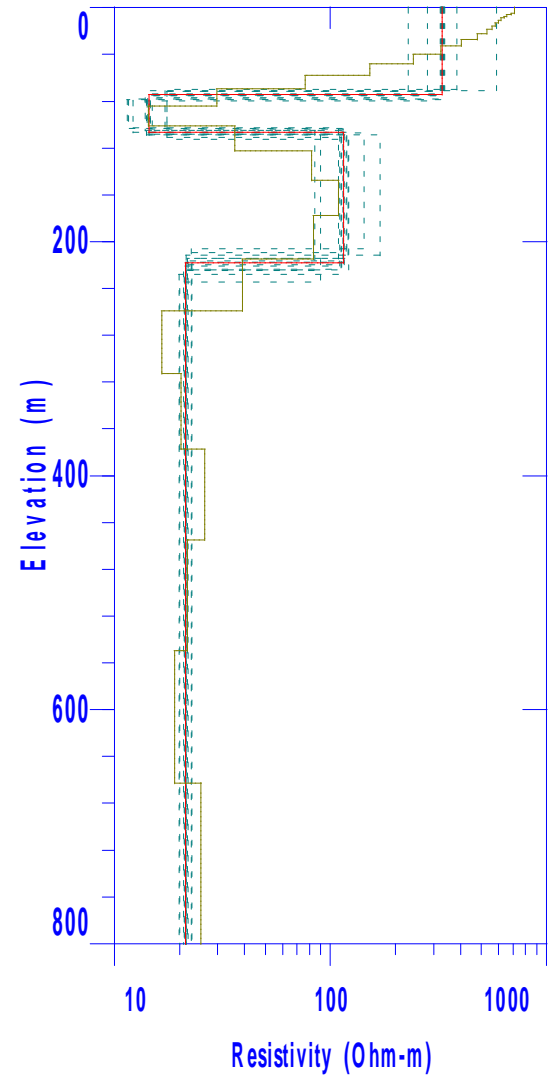
GEODATOS



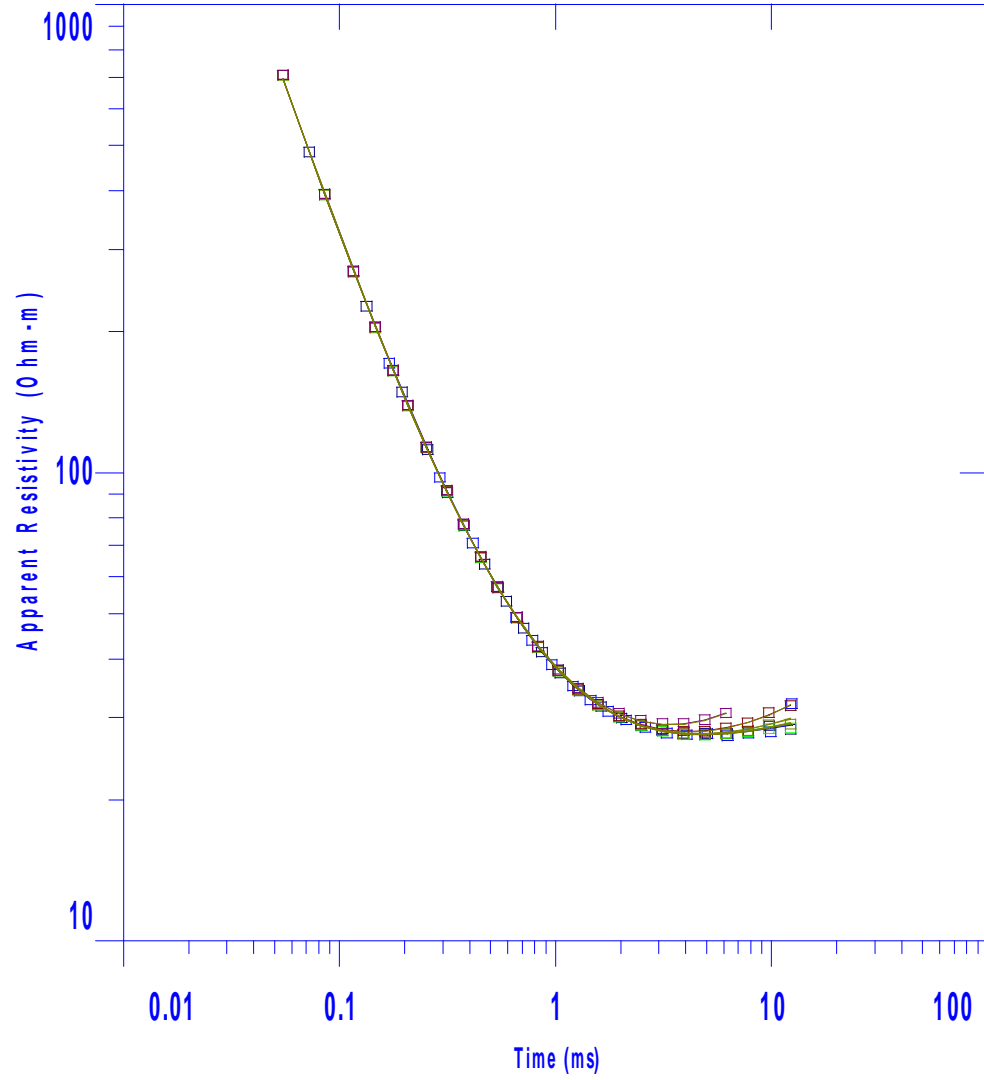
12



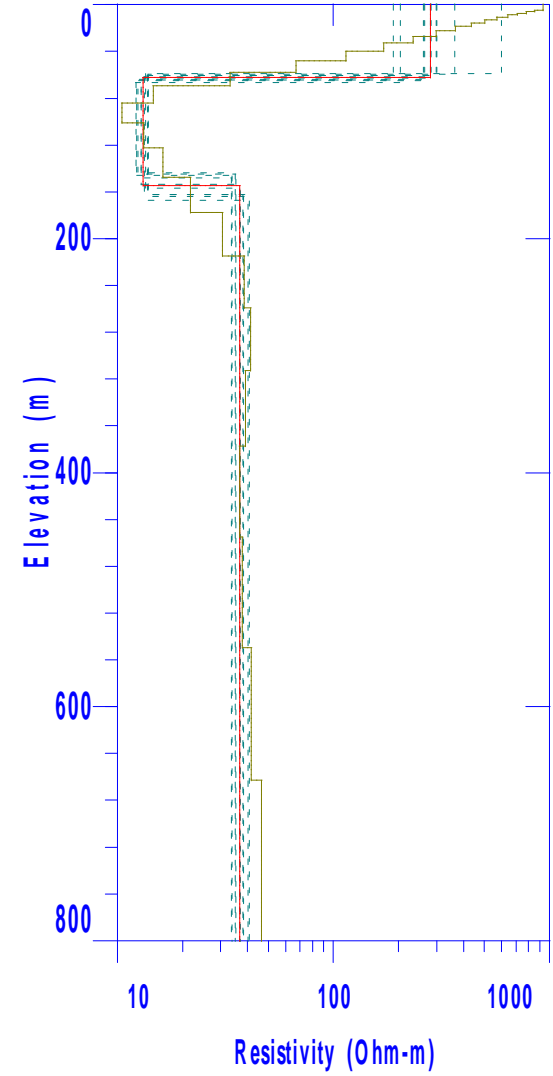
GEODATOS



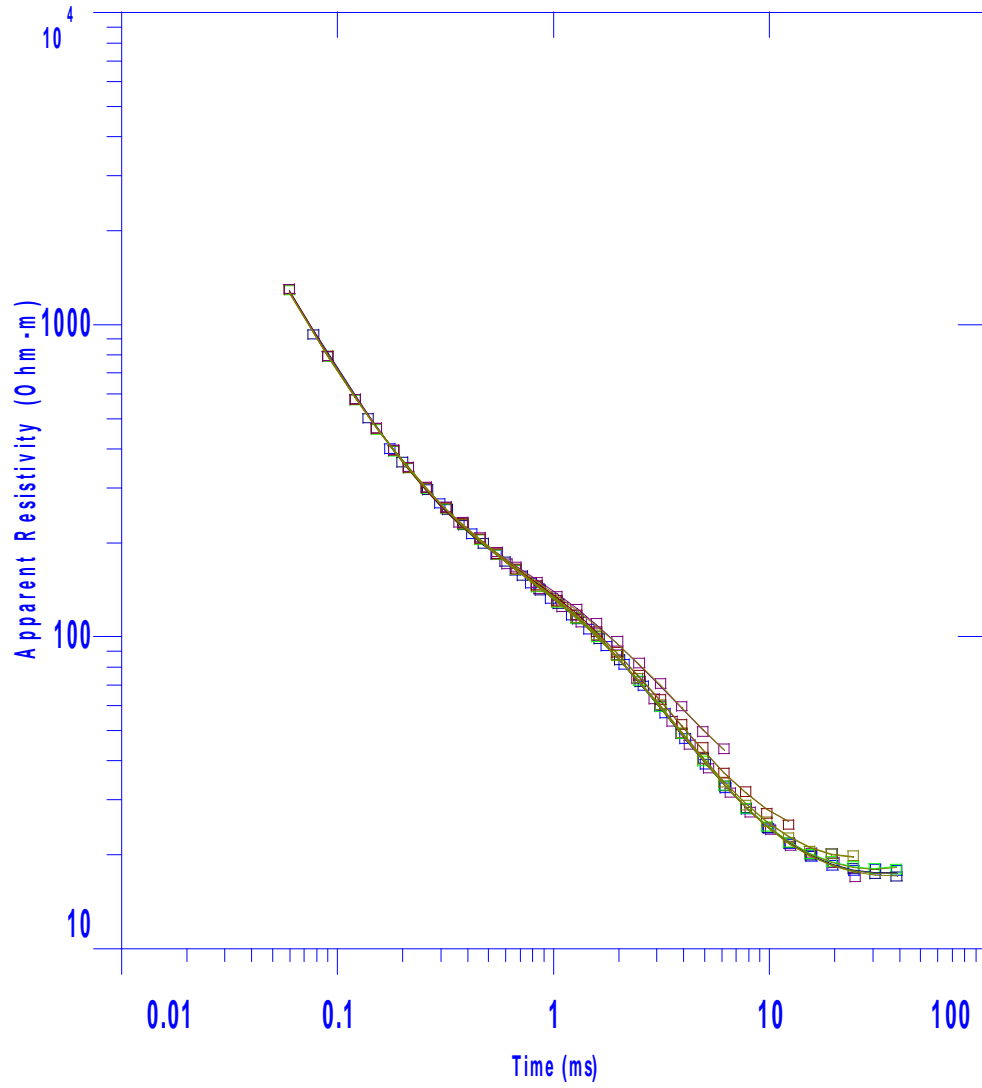
13



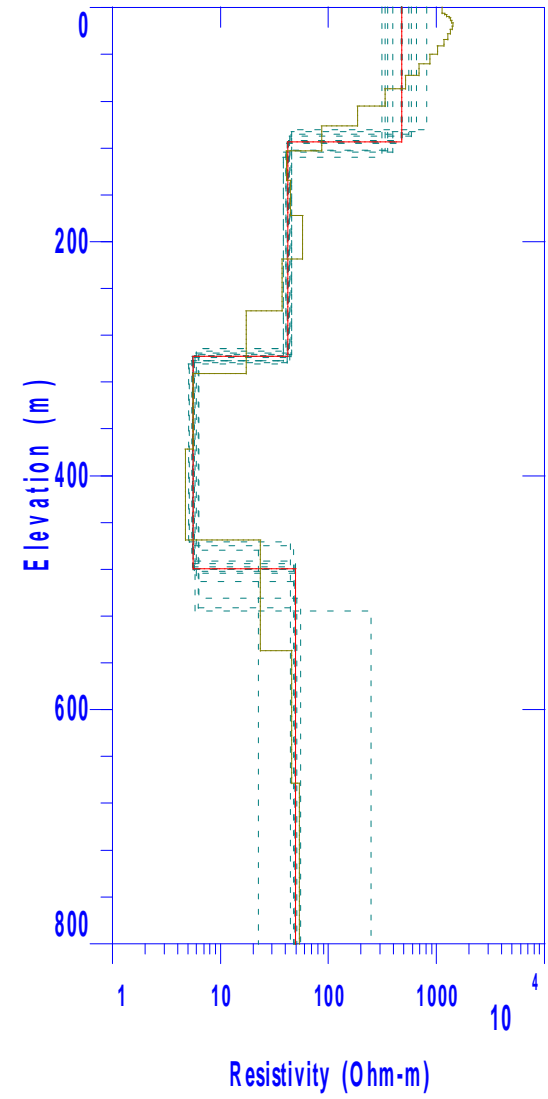
GEODATOS



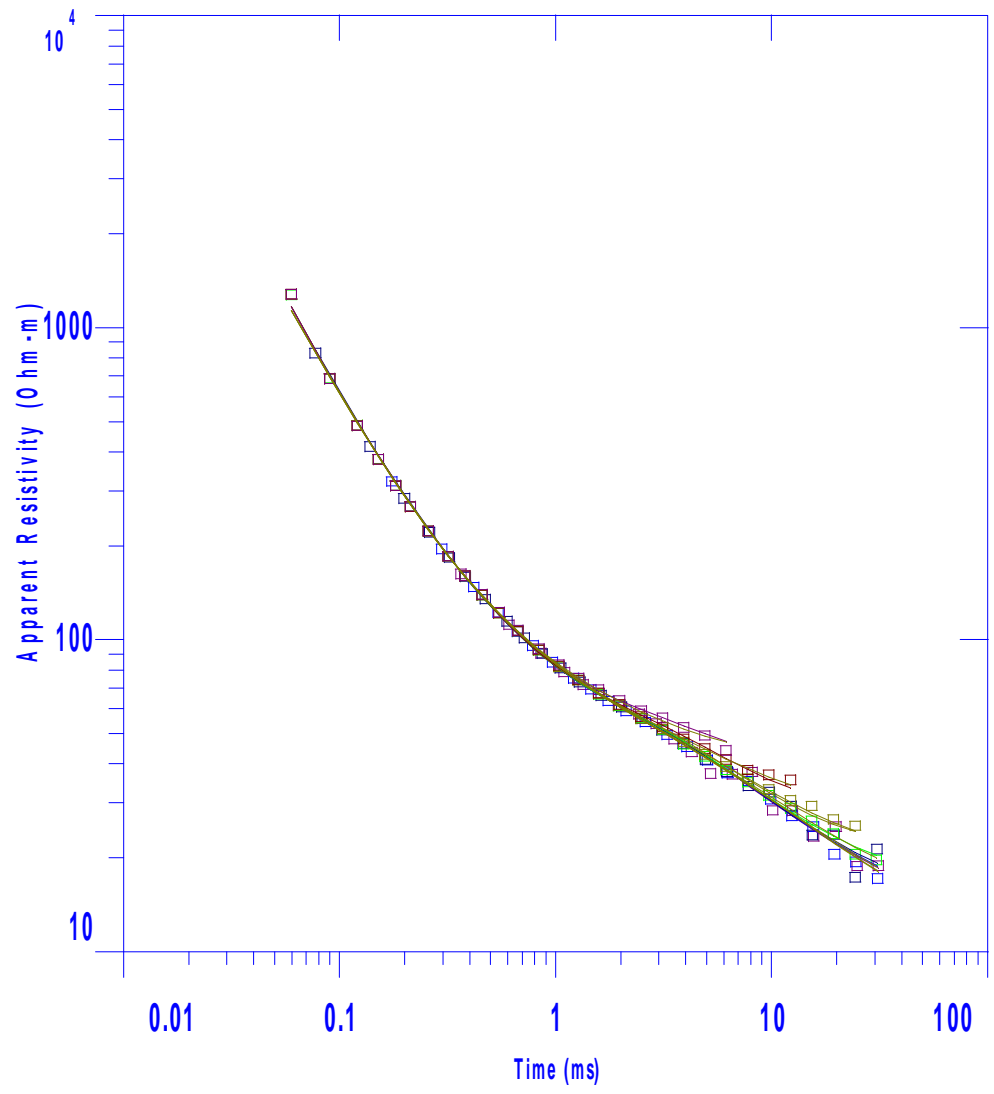
14



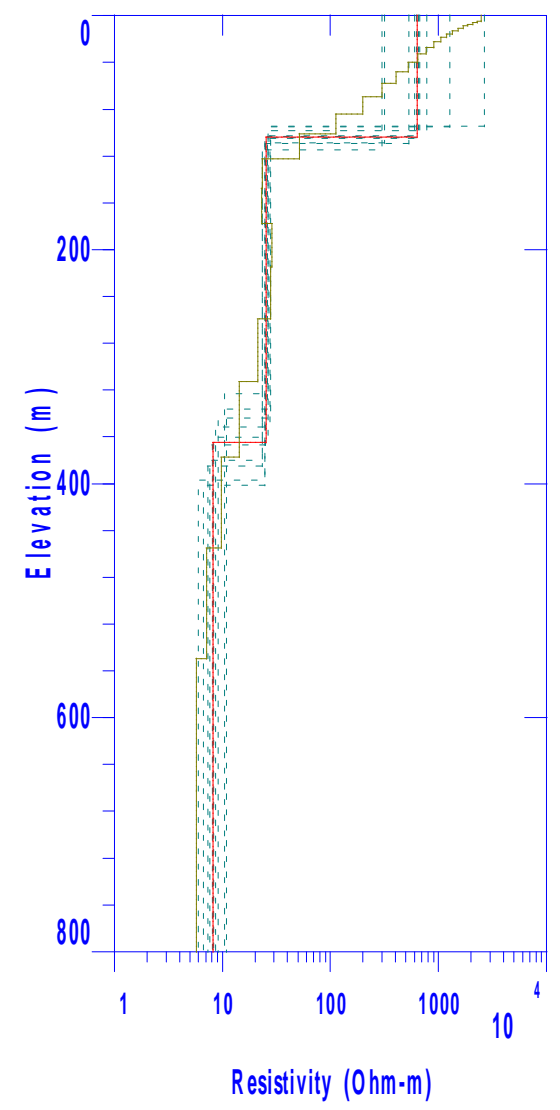
GEODATOS



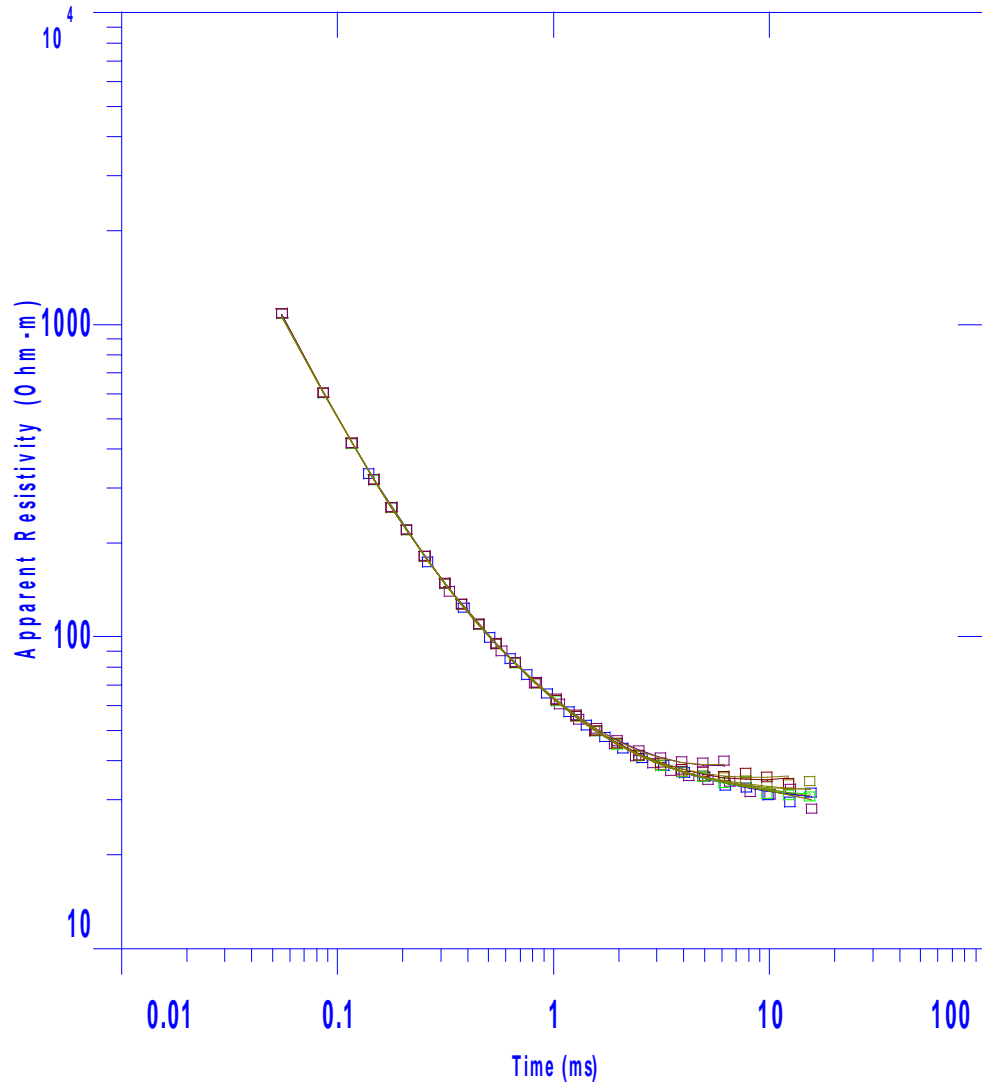
15



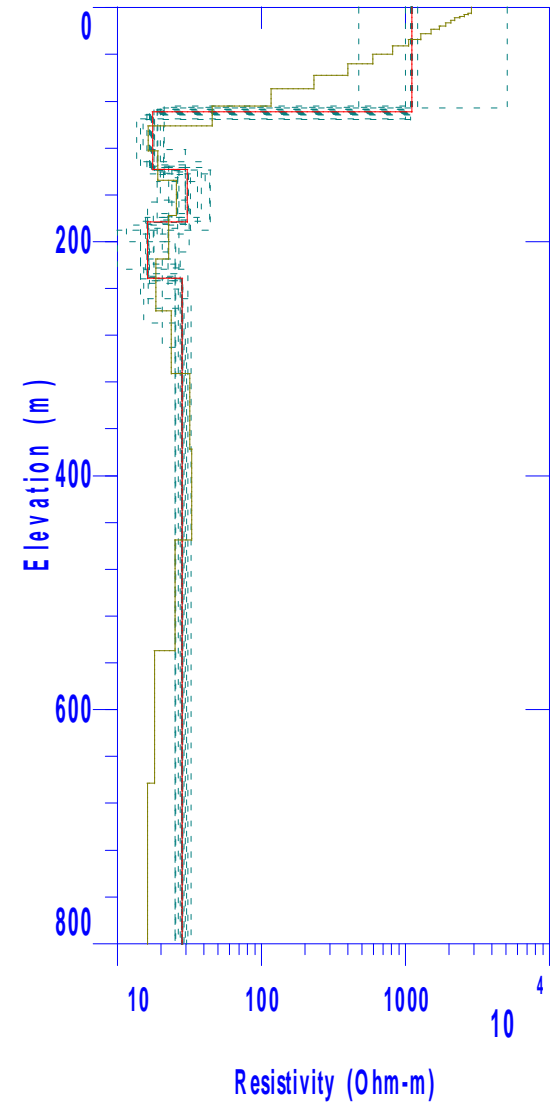
GEODATOS

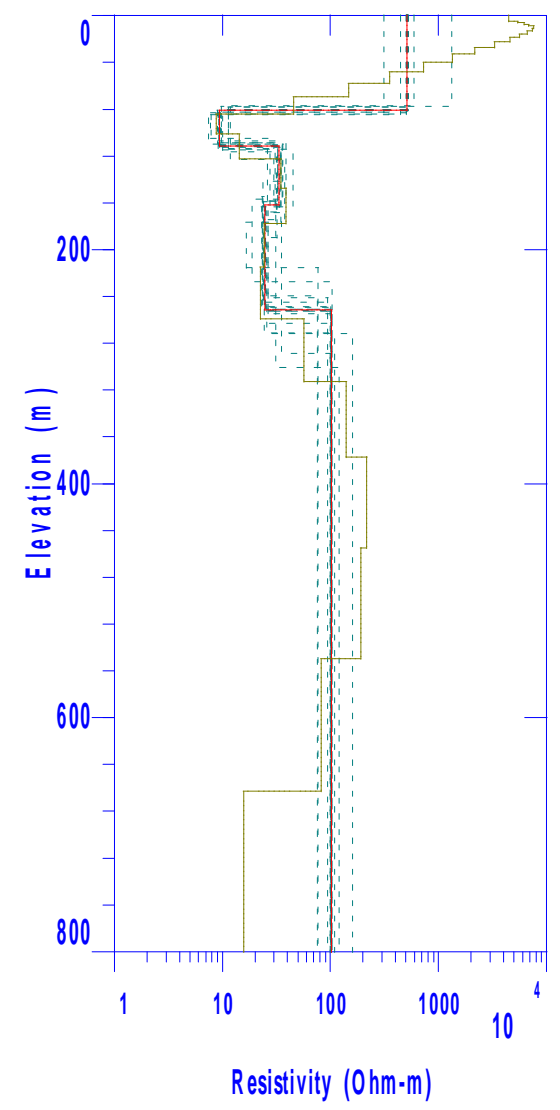
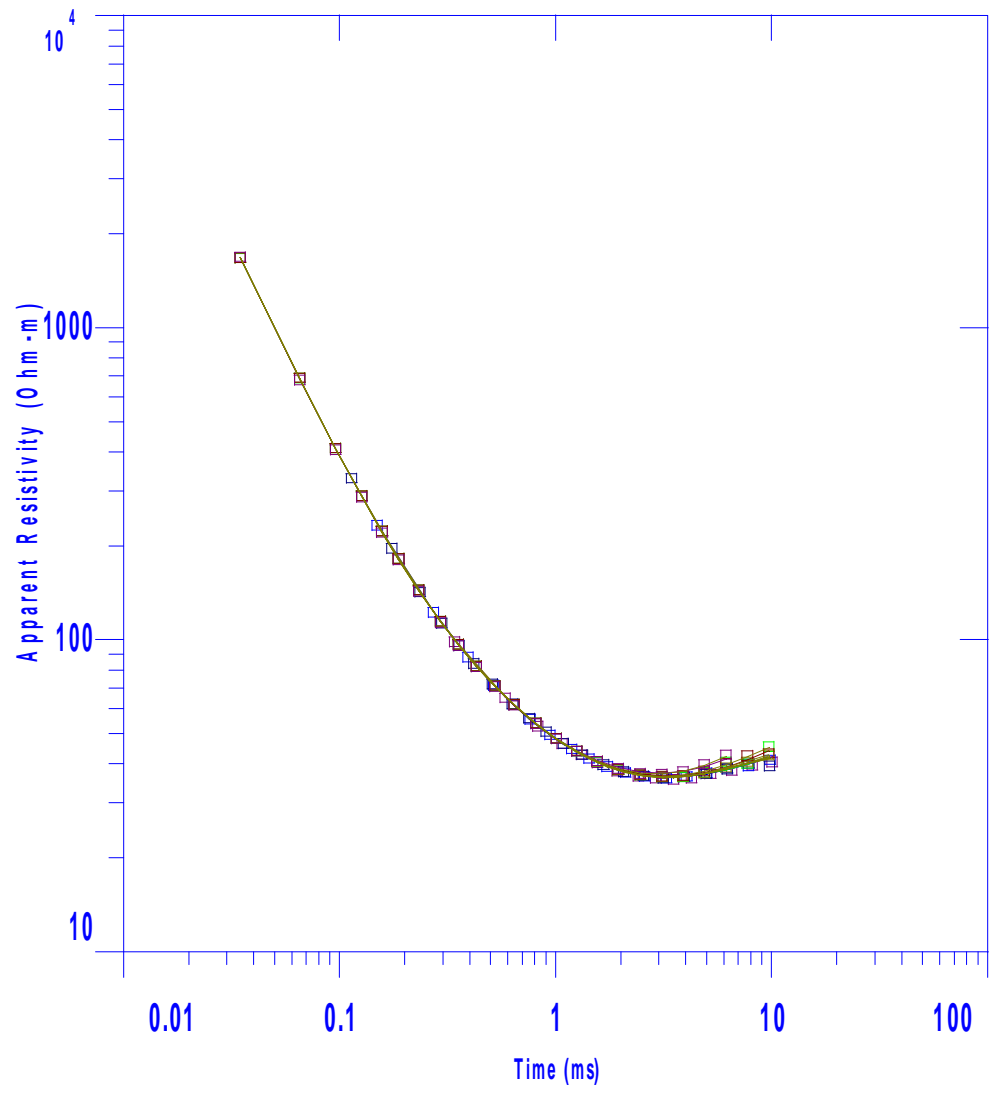


16

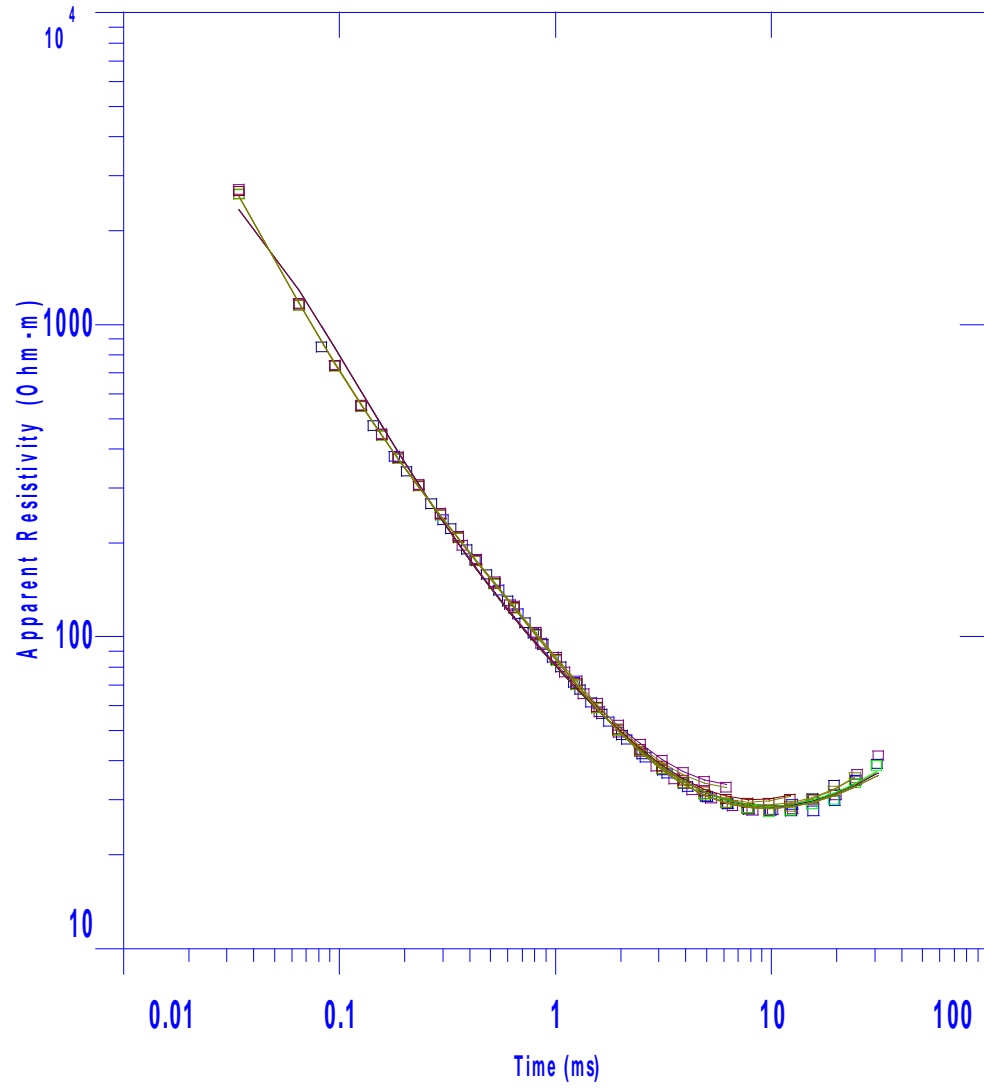


GEODATOS

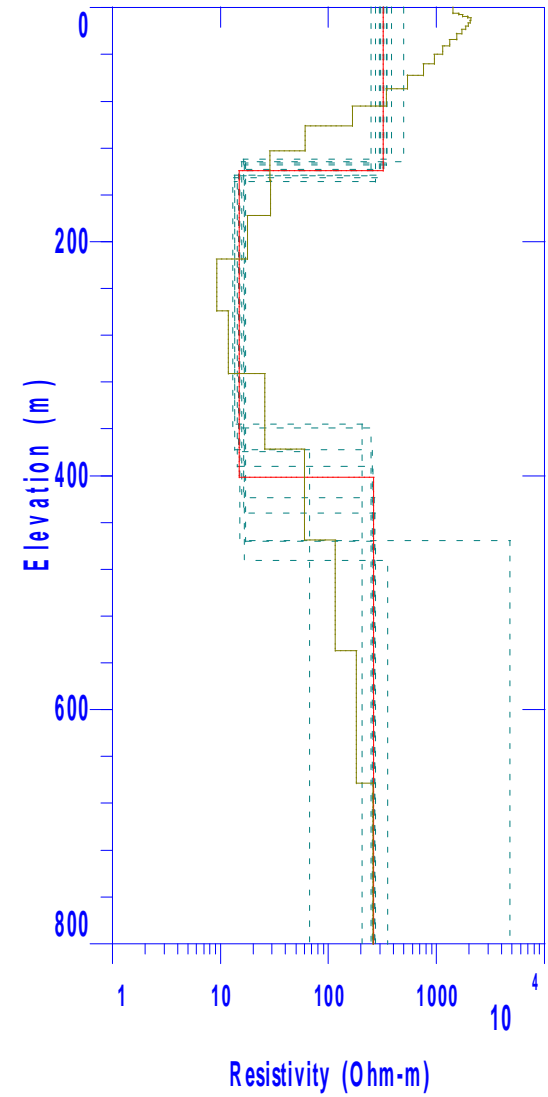




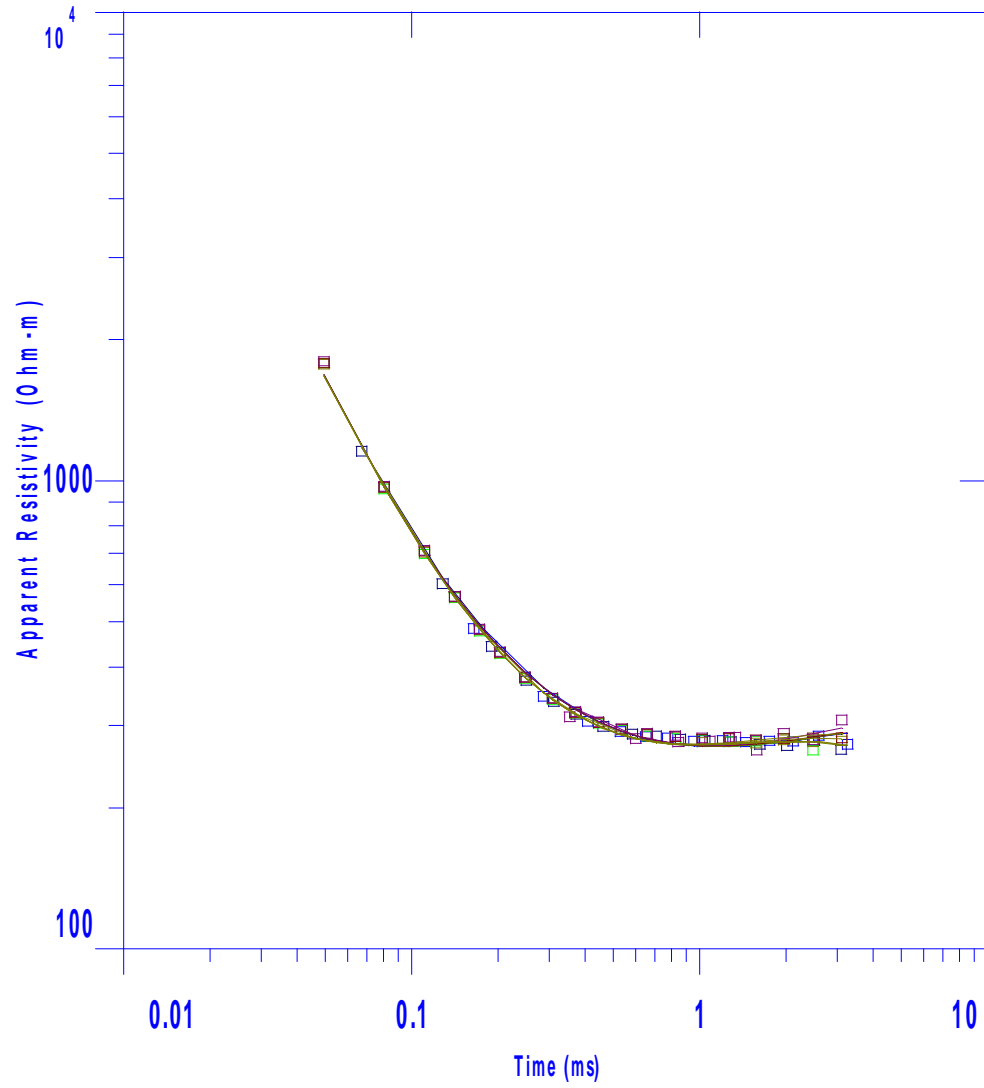
18



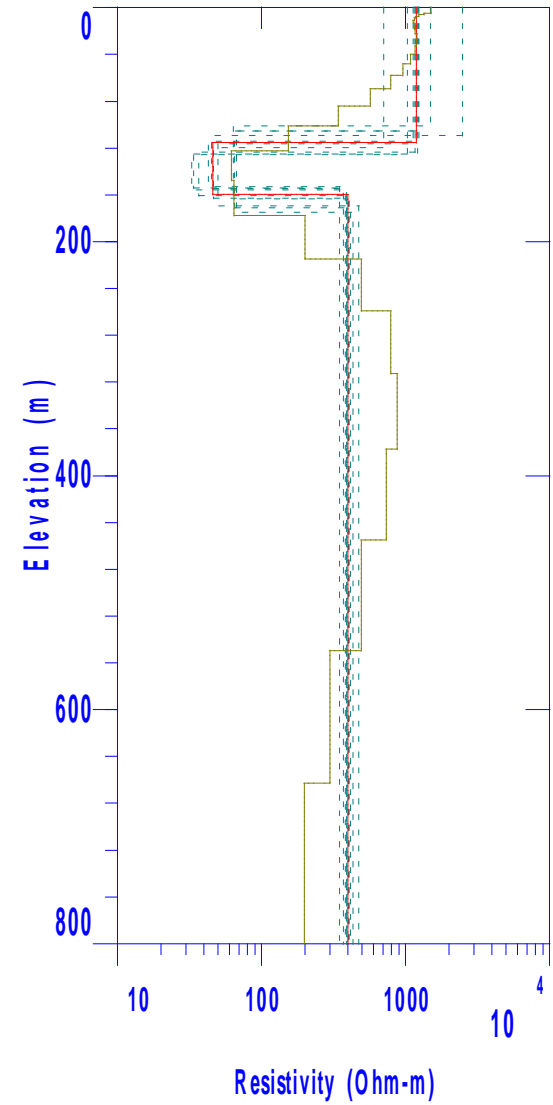
GEODATOS



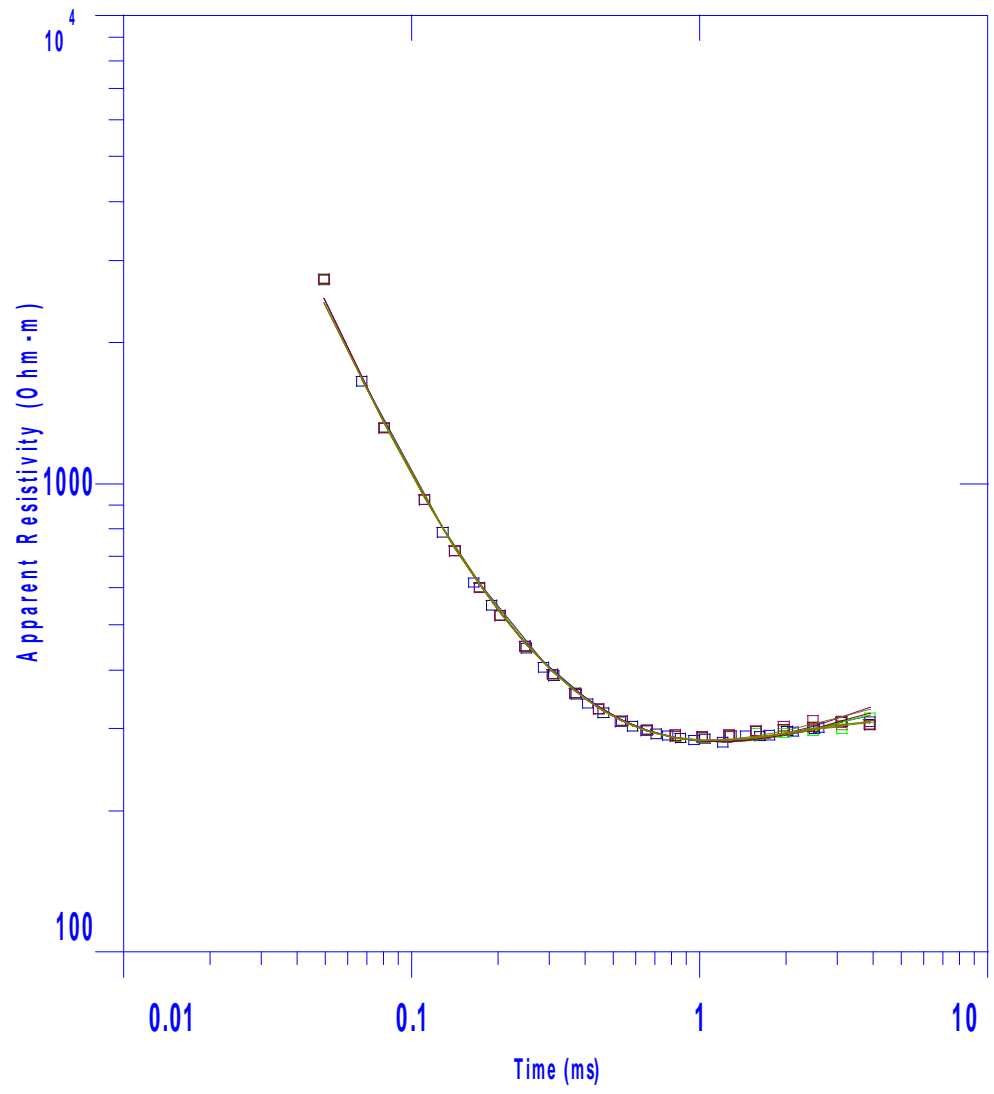
19



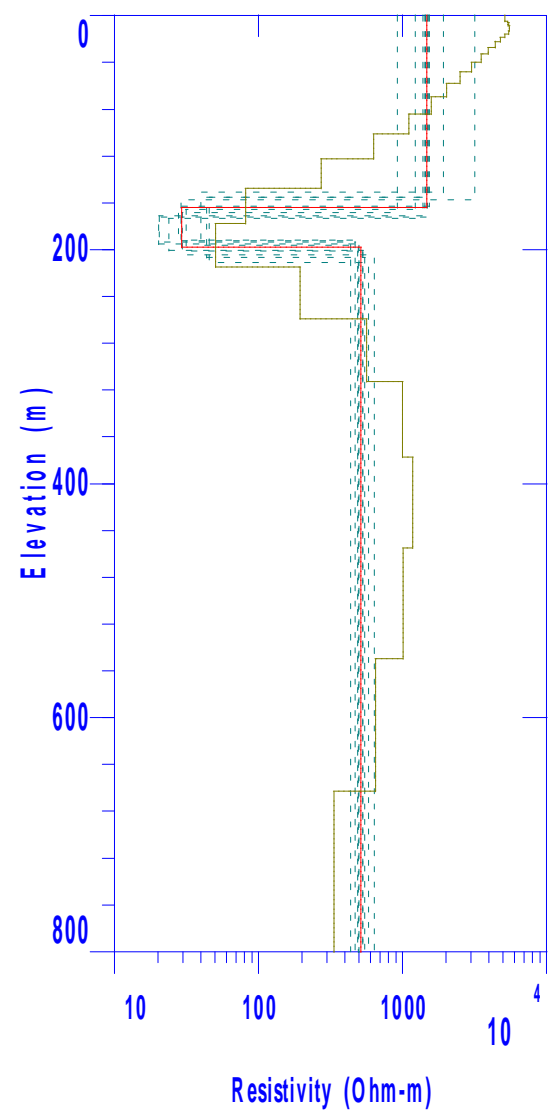
GEODATOS



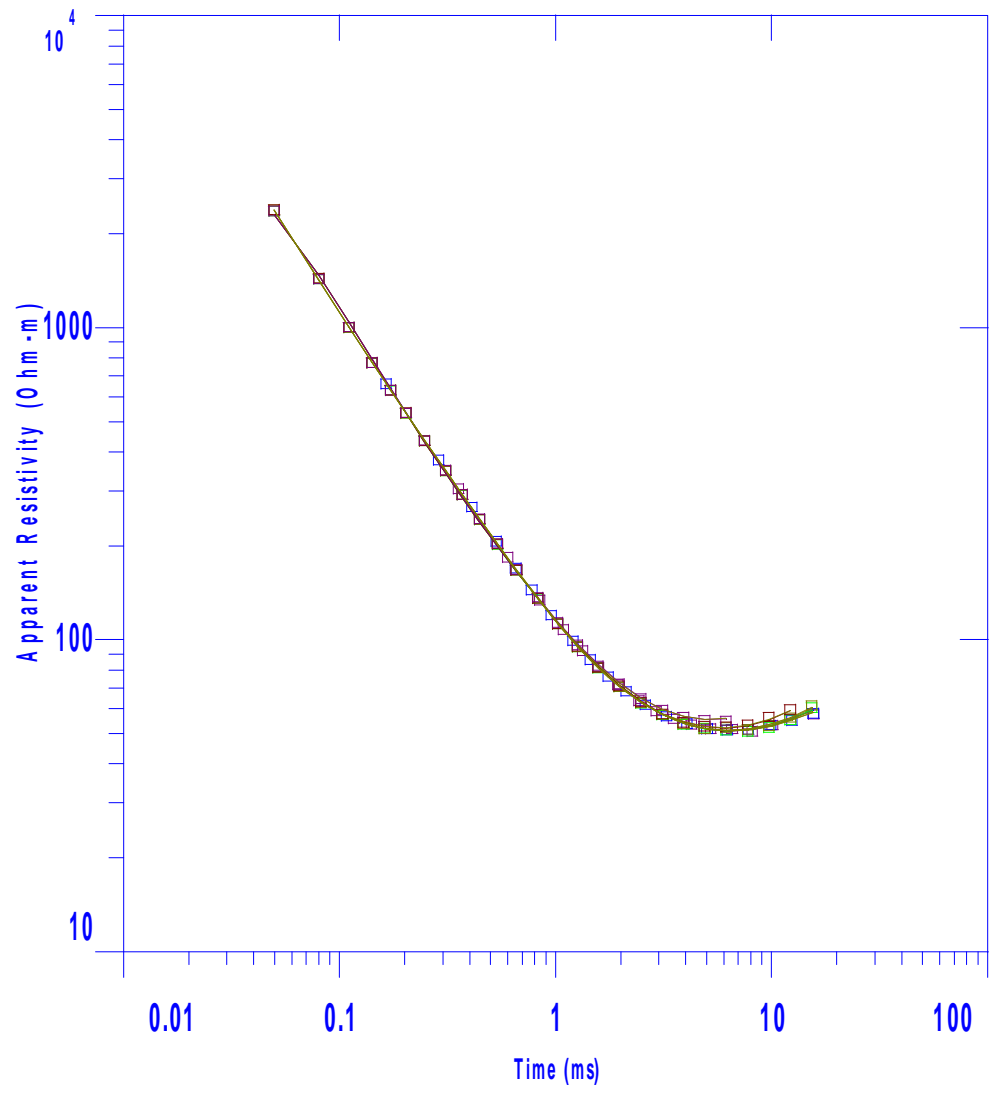
20



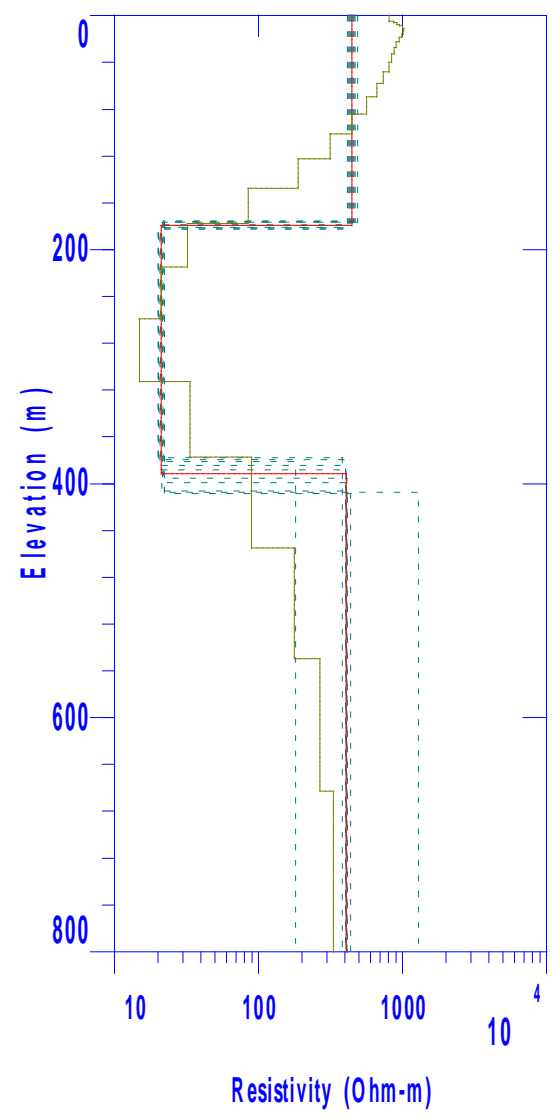
GEODATOS

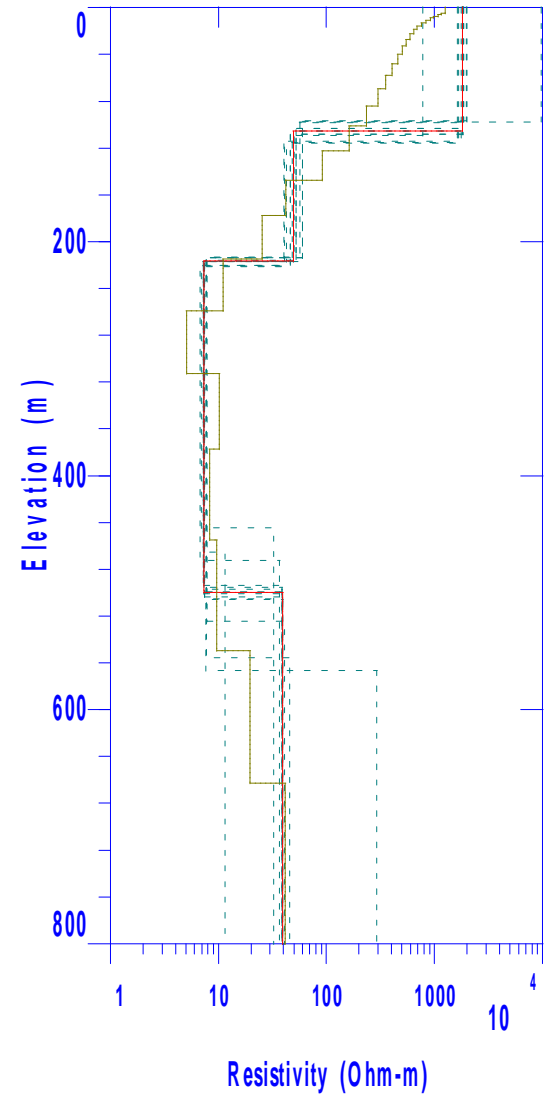
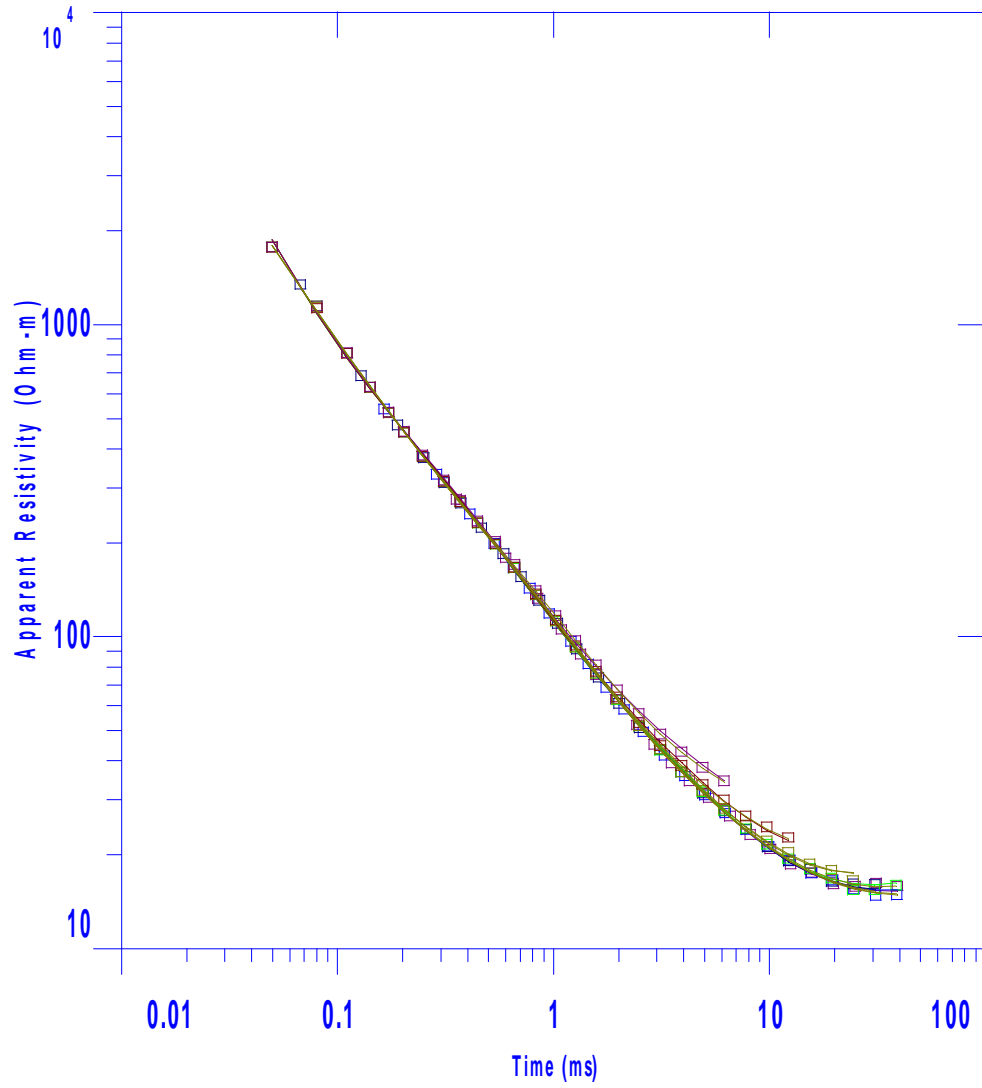


21

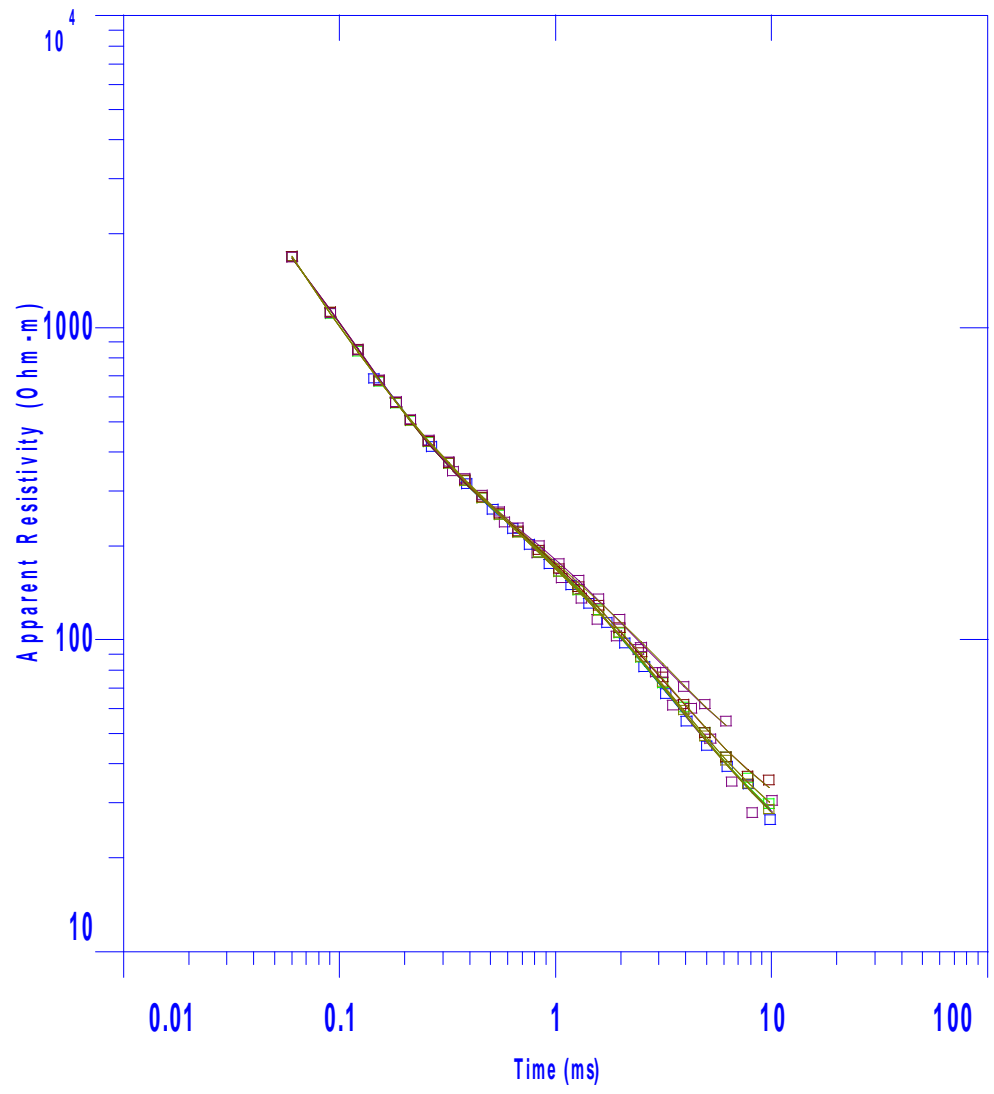


GEODATOS

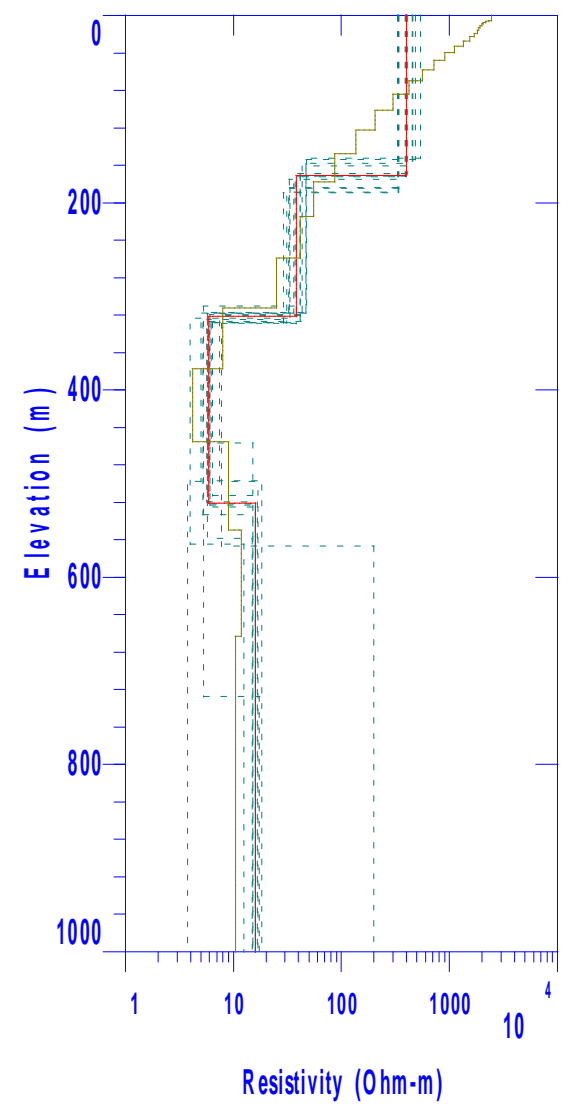




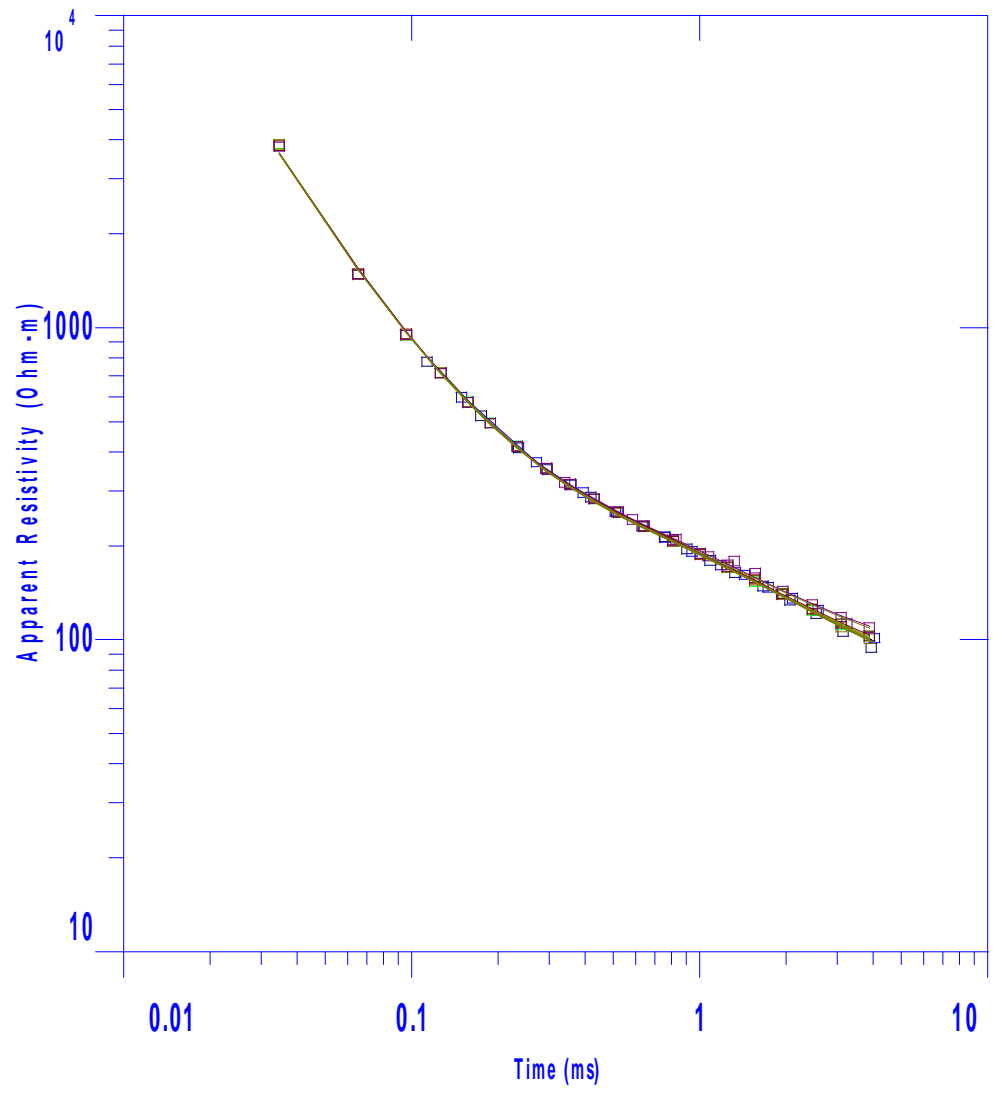
23



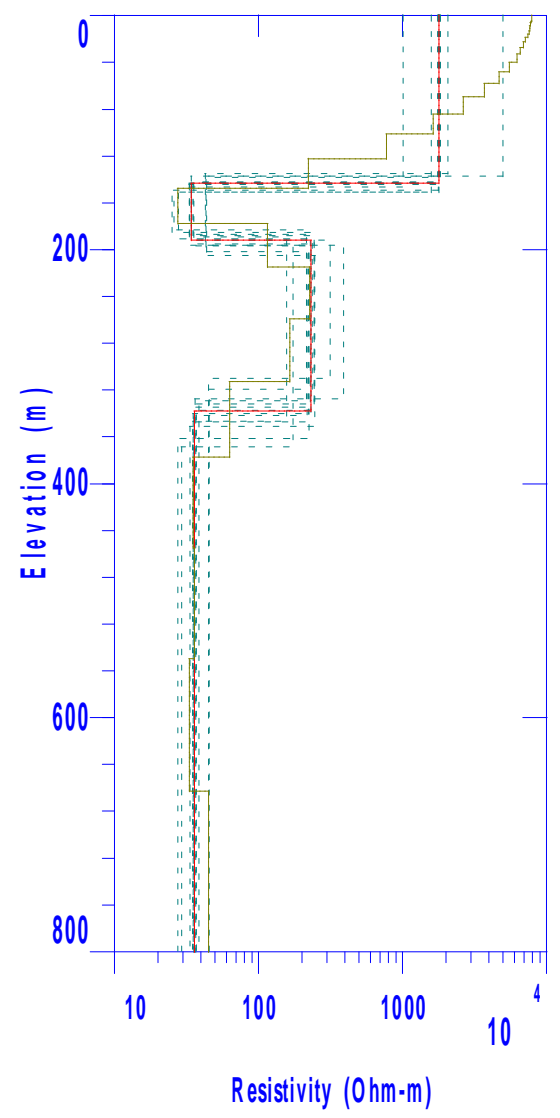
GEODATOS



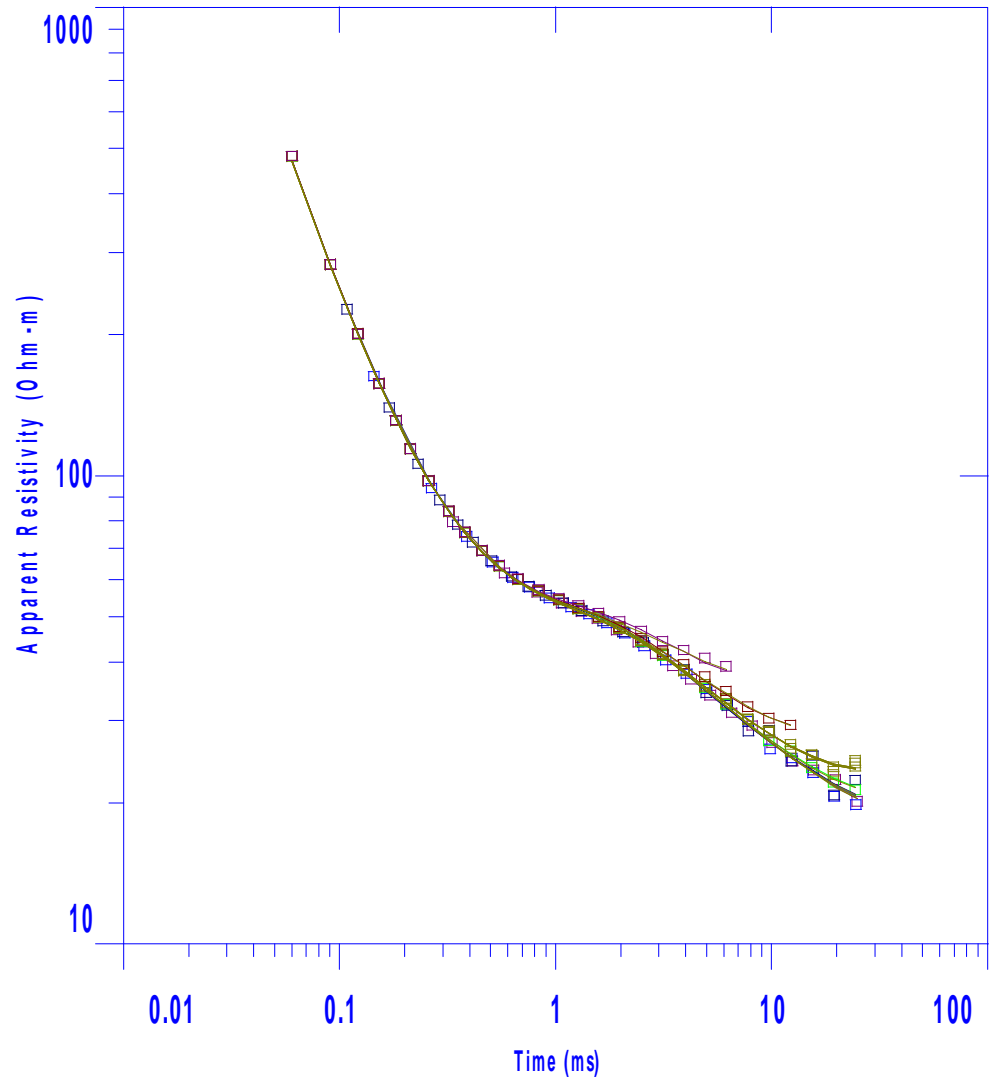
24



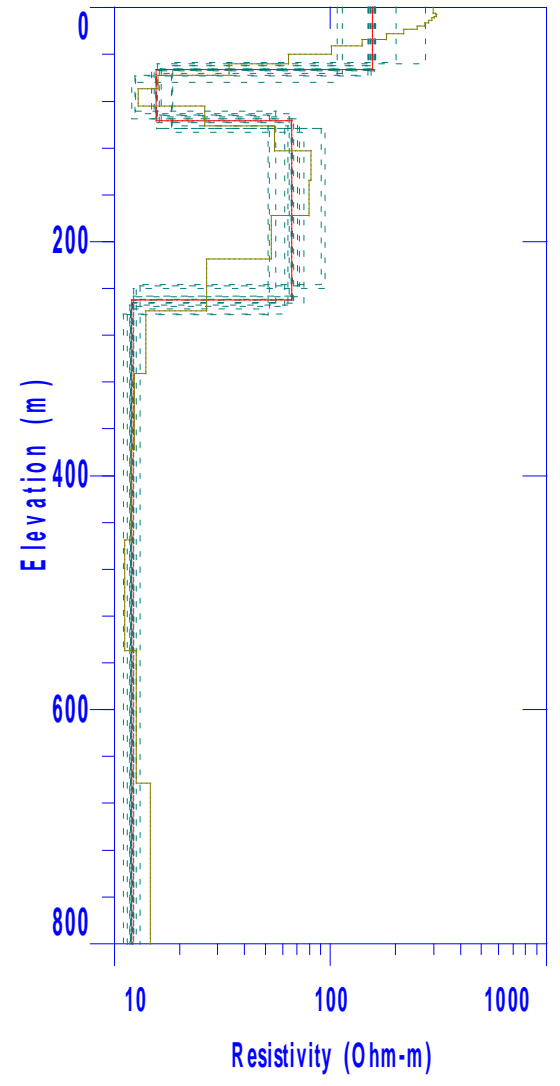
GEODATOS



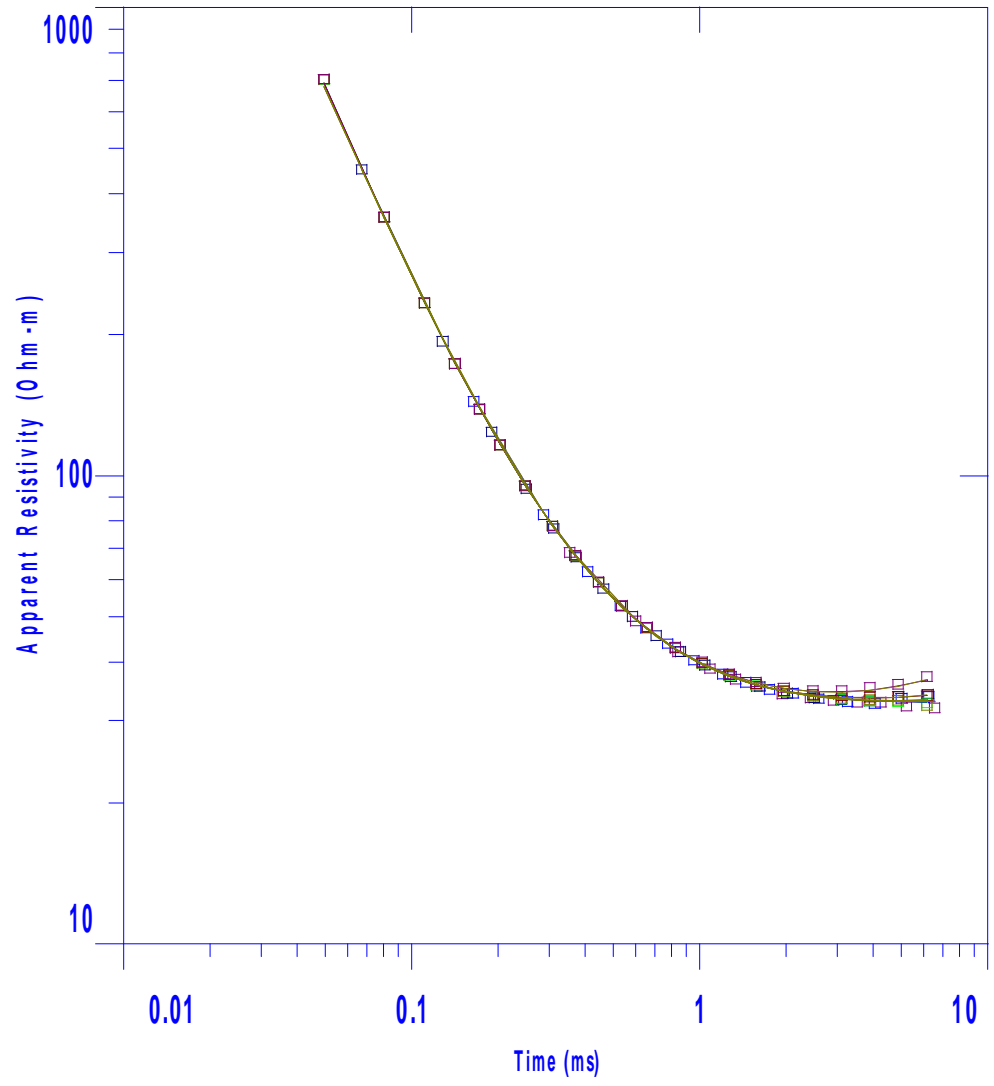
25



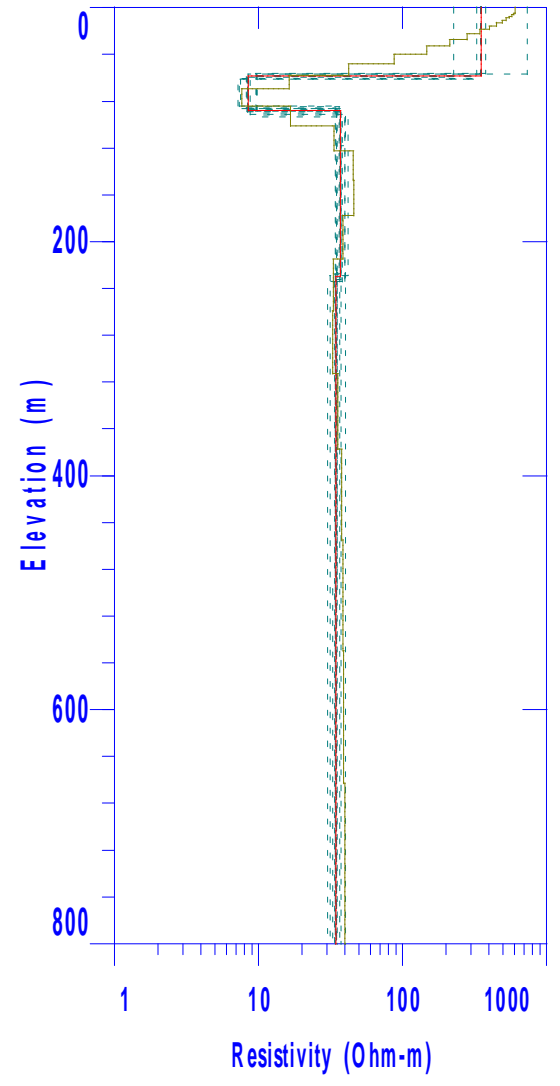
GEODATOS



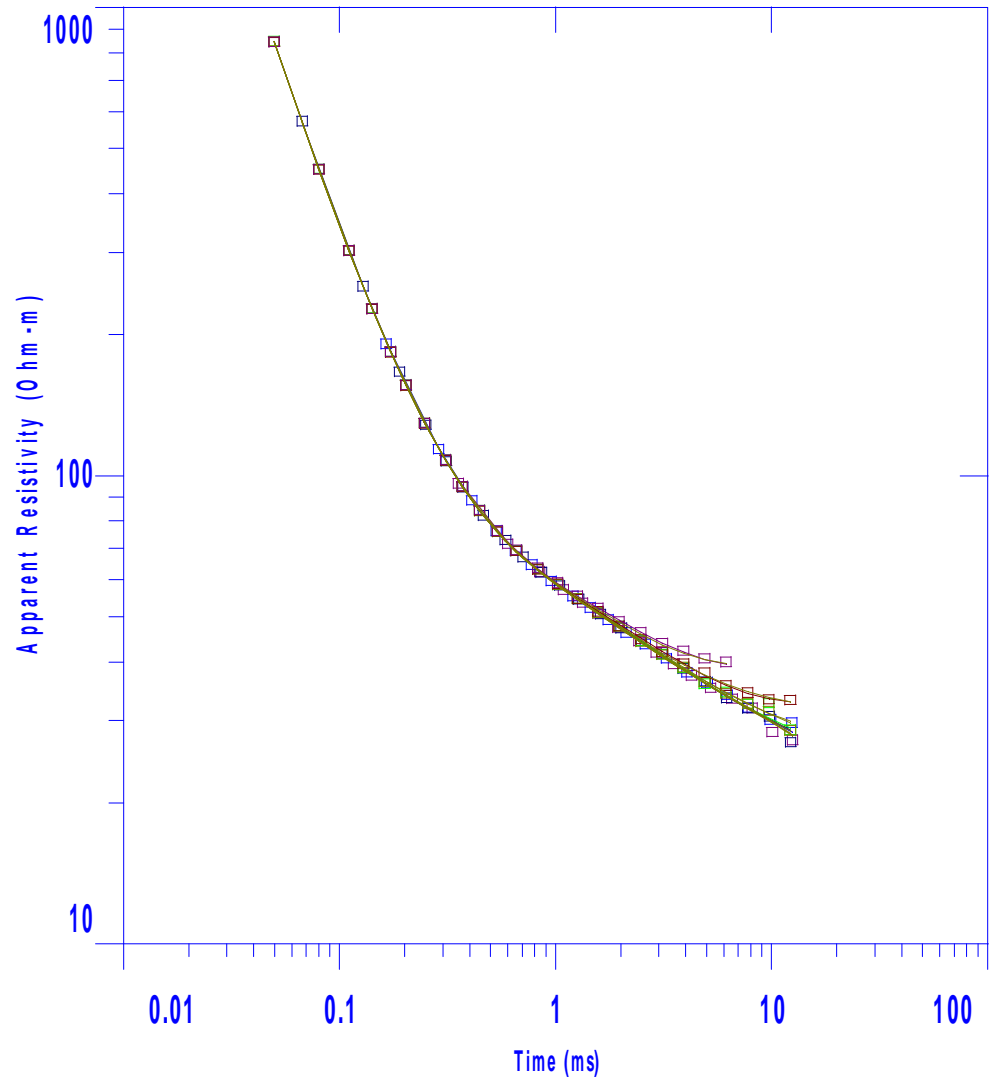
26



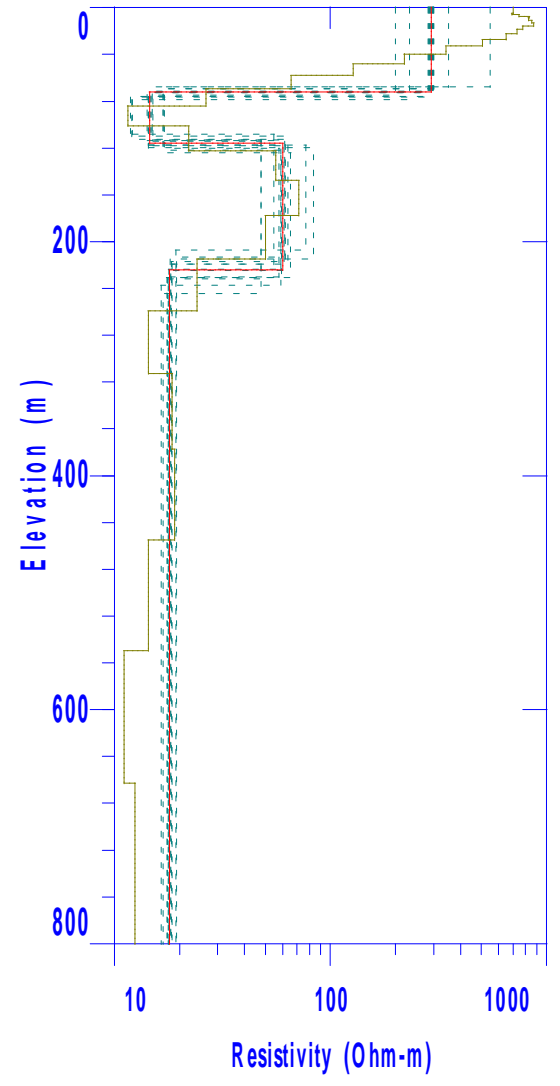
GEODATOS



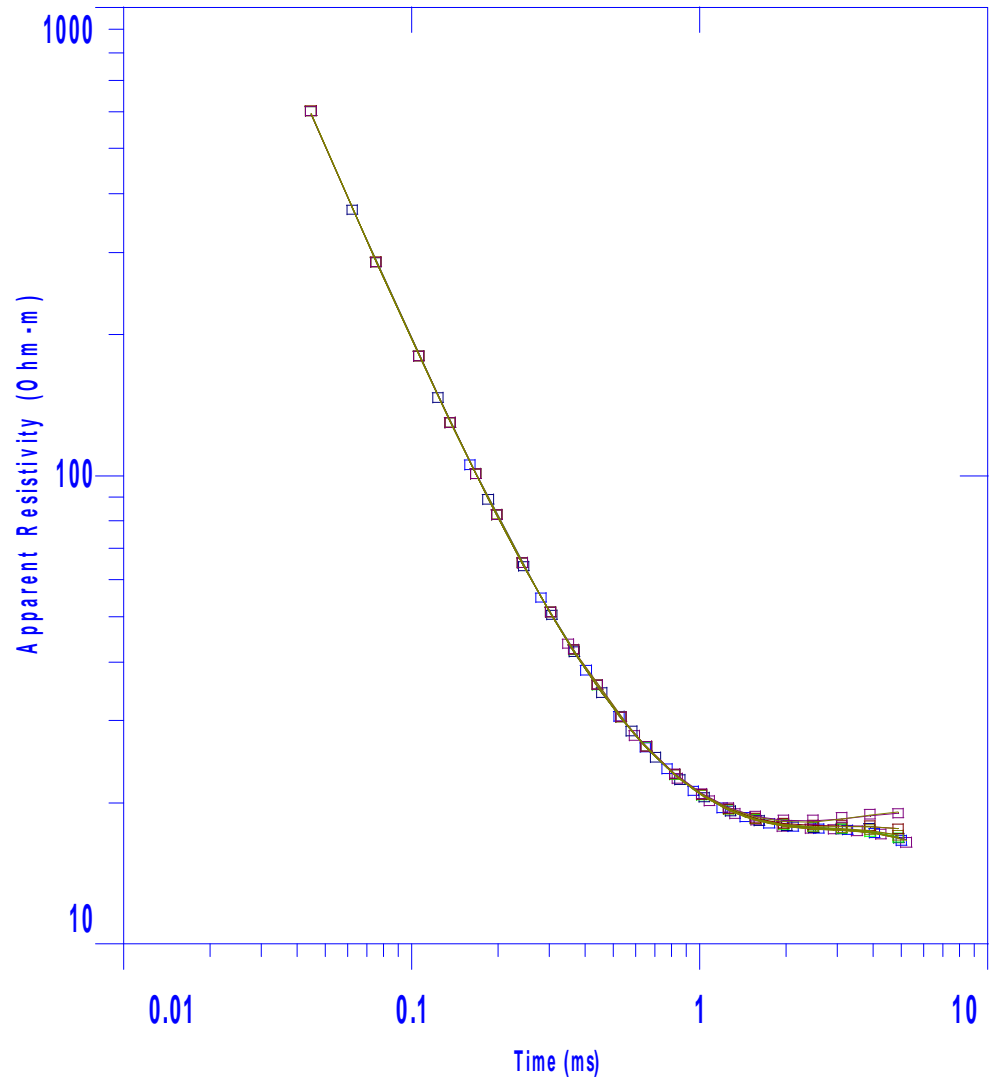
27



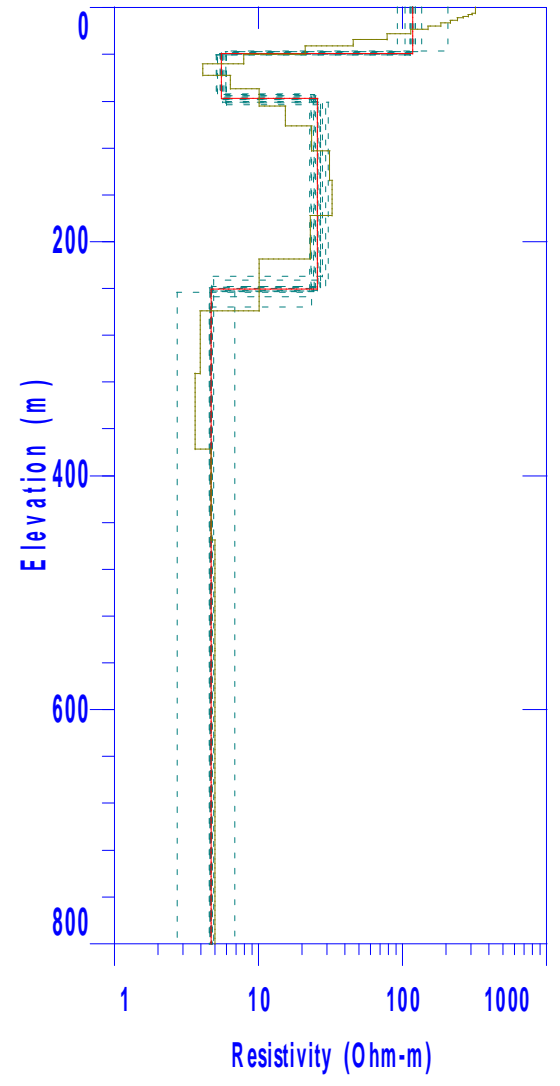
GEODATOS



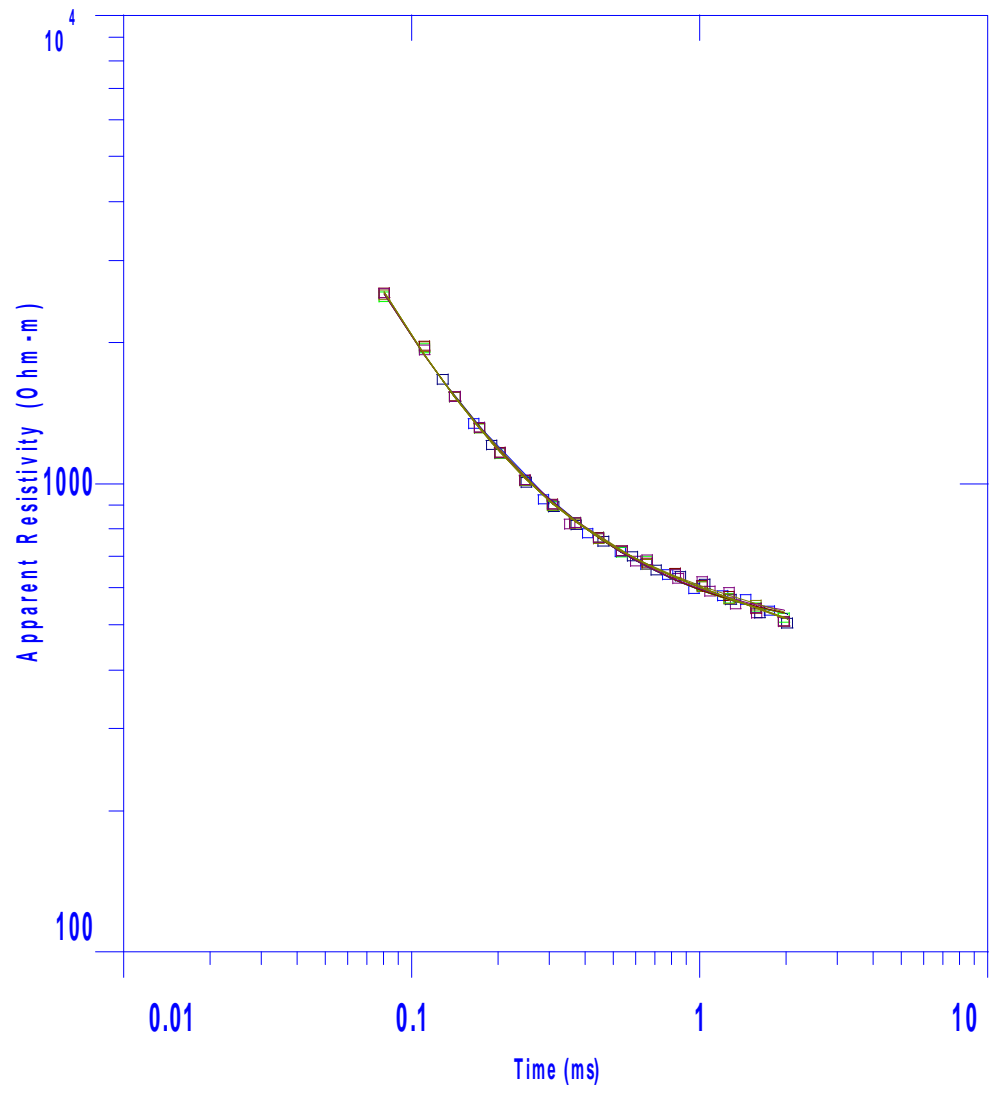
28



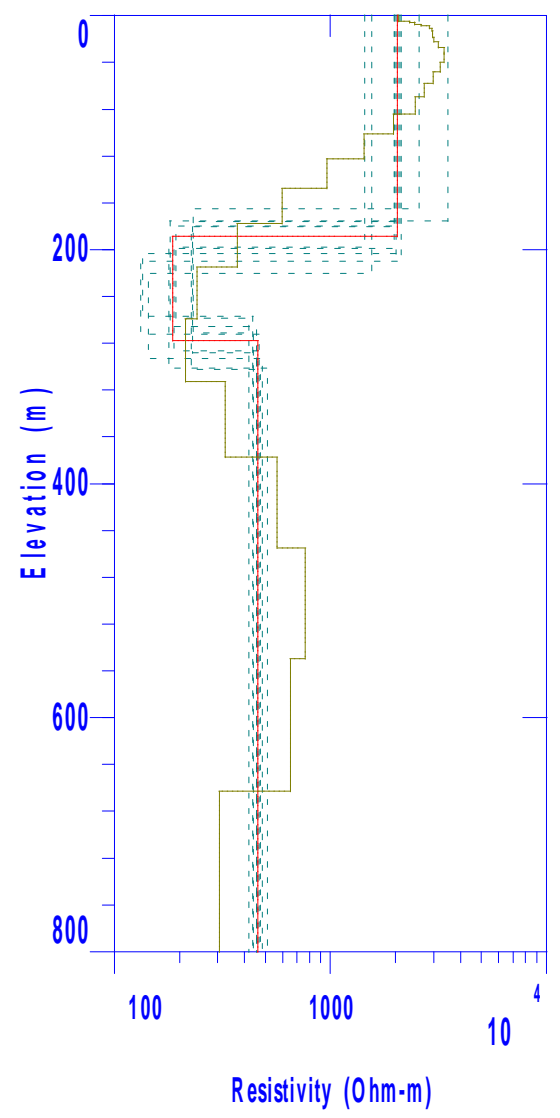
GEODATOS



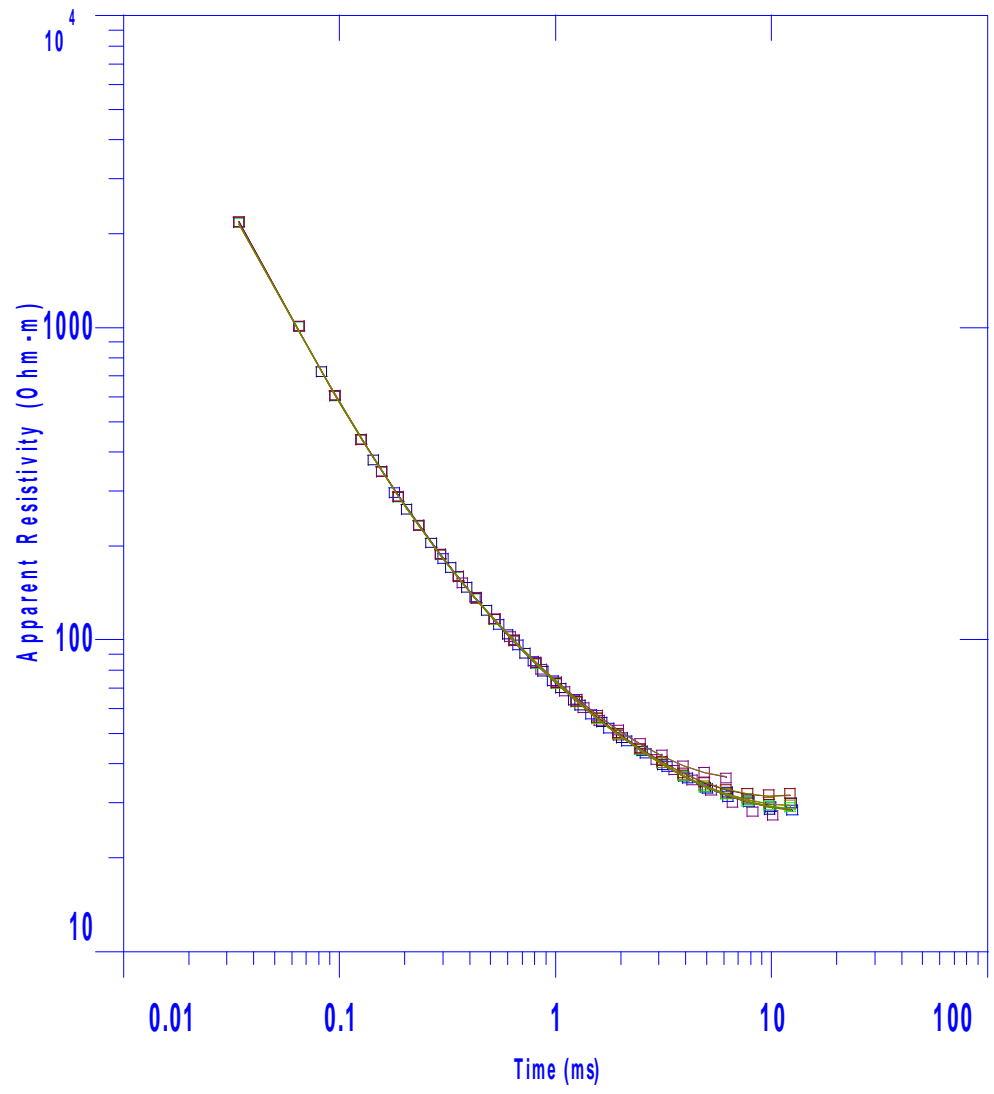
29



GEODATOS



30



GEODATOS

