

INFORME FINAL

OPERACIONES DE CAMPO

PROYECTO MAGNETOTELURICA TUMACO, NARIÑO

ARIANA LTDA.

DIRECTOR

Geólogo: Leonardo Díaz

EQUIPO DE TRABAJO

Operadores MT: Gerald Miranda, Nathalia Rodríguez

Tecnólogos: Ricardo Rodríguez, Rodrigo Díaz, Víctor Rodríguez, Samuel Alarcón

Bogotá, 2009

CONTENIDO

Listado de figuras.....	5
OPERACIONES DE CAMPO MAGNETOTELÚRICA	6
METODOLOGÍA	6
ADQUISICIÓN DE DATOS	6
EQUIPO UTILIZADO	6
ESTACIONES DE CAMPO.....	10
ACTIVIDADES	14
Interacción con autoridades.....	14
Capacitaciones HSE.....	14
Operación en campo	14
Tendido del cable	15
Toma de datos	15
Levantamiento de Equipo.....	15
Control de calidad	16
Consideraciones ambientales.....	16
PROCESAMIENTO	18
DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO	18
MAGNETOTELÚRICA (MT).....	18
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	18
PARÁMETROS.....	19
VALORES DE LA RESISTIVIDAD	19
PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN	19
MT – FUENTES DE CAMPO	20
CÁLCULO DE LA RESISTIVIDAD Y LA FASE.....	20

CARACTERÍSTICAS DE INVESTIGACIONES – MT.....	20
MT - ADQUISICIÓN.....	21
MT – ESTÁTICAS.....	21
MT - PROCESO.....	22
MODELO ROUGHNESS – MT.....	22
PROBLEMA DIRECTO – PROBLEMA INVERSO.....	22
ALGORITMO.....	24
PROCESAMIENTO DE DATOS.....	24
Sistema Zonge.....	24
Inversión 2D de Datos MT.....	27
Referencias.....	28
INFORME FINAL DE INTERPRETACIÓN MAGNETOTELÚRICA TUMACO, NARIÑO.....	29
INTRODUCCIÓN.....	29
METODOLOGÍA.....	29
LOCALIZACIÓN.....	30
CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS.....	31
CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE TRABAJO.....	31
CONSIDERACIONES GEOMORFOLÓGICAS Y DE SENSORES REMOTOS.....	32
ESTRATIGRAFÍA.....	33
GRUPO DIABÁSICO.....	33
ROCAS VOLCANO SEDIMENTARIAS.....	33
formación CAYAPAS.....	33
formación VICHE.....	33
formación SAN AGUSTÍN – CHAGUI.....	34
formación GUAPI.....	34
GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	36
INTERPRETACIÓN PERFILES MAGNETOTELÚRICOS.....	37

LINEA L-4	37
LINEA L-5	43
PROGRAMA DE INDUCCIÓN Y ENTRENAMIENTO EN SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE.....	48
INTRODUCCIÓN	48
OBJETIVOS	48
OBJETIVO GENERAL	48
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	48
IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DE CAPACITACIÓN	48
Inducción General.....	49
Capacitaciones Específicas	52
METODOLOGÍA	52
RECURSOS	53
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....	53
RESPONSABLES	53
COSTOS	53
ESQUEMA PLAN DE DESPLAZAMIENTOS EN CAMPO	55
PLAN DE ACTIVIDADES HSE – 2009	56
Metodología.....	56
Cronograma Fase I	56
AUDITORIAS DE SEGUIMIENTO EN HSE	58
IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS Y CIERRE DE ESTAS	58
AUDITORIAS DE SEGUIMIENTO EN HSE	59
IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS Y CIERRE DE ESTAS	59
AUDITORIAS DE SEGUIMIENTO EN HSE	60
IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS Y CIERRE DE ESTAS	60

LISTADO DE FIGURAS

Fig. 1.	Localización área de trabajo.....	6
Fig. 2.	Estaciones de campo.	12
Fig. 3.	Montaje MT. Disposición de electrodos cada 200 m.....	12
Fig. 4.	Receptor GDP – 32	13
Fig. 5.	Senderos dentro de las fincas de Corpoica.....	14
Fig. 6.	Estación central. Ubicación del equipo receptor y de las bobinas.....	15
Fig. 7.	Registros eléctricos visualizados con MTEdit v2.....	16
Fig. 8.	Plantaciones de Palma africana (Elaeis guineensis), Corpoica.....	17
Fig. 10.	Deflexión del campo magnético de la tierra por el viento solar	20
Fig. 11.	Diseño general para la adquisición de información magnetotelúrica.....	21
Fig. 12.	Modelo Roughness	22
Fig. 13.	Contornos magnetotelúricos línea L-4.....	25
Fig. 14.	Contornos magnetotelúricos línea L-5.....	26
Fig. 15.	Localización área de trabajo	30
Fig. 19.	Mapa geológico generalizado.....	36
Fig. 21.	L-4. Valores de la resistividad en rangos de colores.....	38
Fig. 22.	L-4. Interpretación estructural.....	39
Fig. 23.	L-4. Interpretación geológica final con contornos de resistividades.....	41
Fig. 25.	L-5. Contorno de resistividades.....	43
Fig. 26.	L-5. Valores de resistividad	44
Fig. 27.	Interpretación estructural línea L-5.....	46
	47

OPERACIONES DE CAMPO MAGNETOTELÚRICA

METODOLOGÍA

ADQUISICIÓN DE DATOS

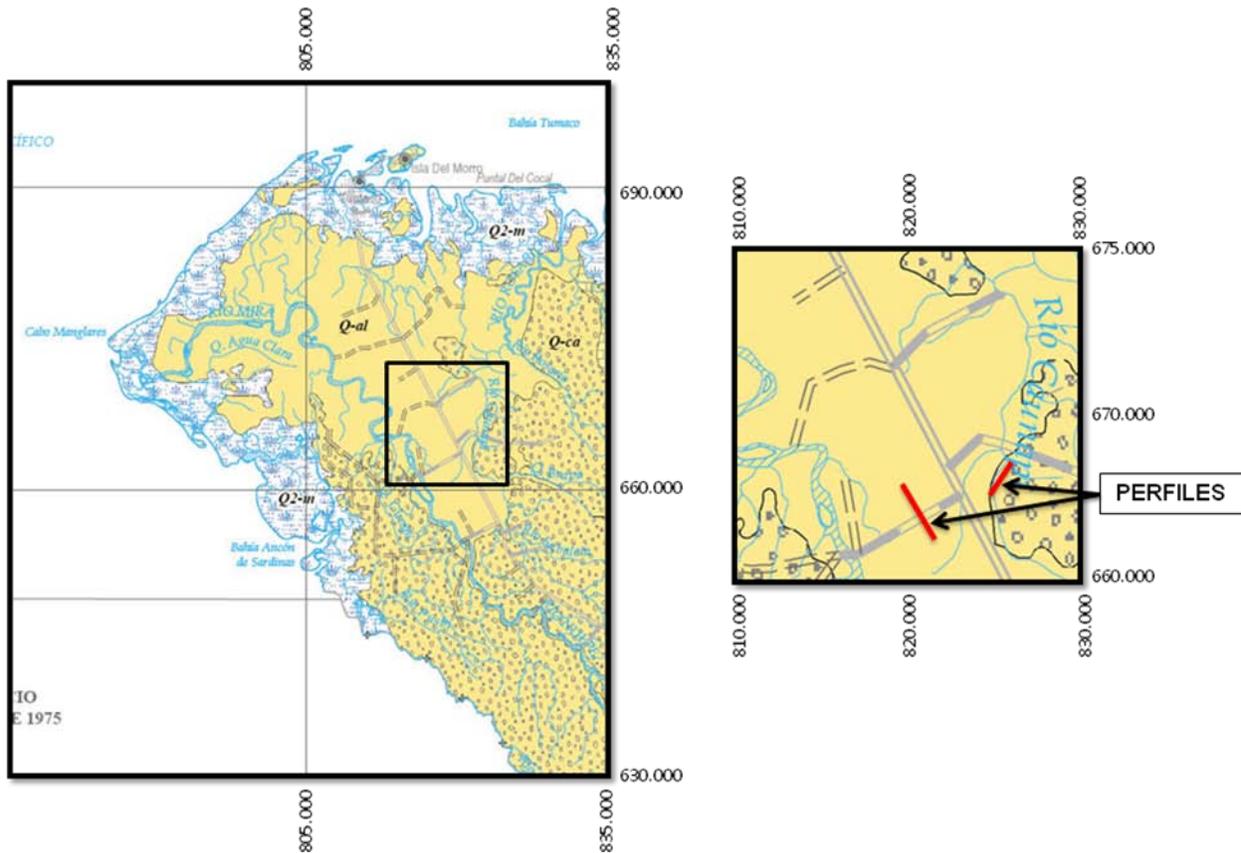


Fig. 1. Localización área de trabajo

La adquisición de datos en campo se efectuó en Abril de 2009. Se realizo MT sobre dos perfiles dentro de las fincas de Corpoica en la localidad de Tangareal (Municipio de Tumaco), Nariño (Fig. 1).

EQUIPO UTILIZADO

Equipo Modelo GDP-32 de ZONGE.

SISTEMA GDP- 32 II ZONGE

El sistema Marca Zonge Magnetotelluric System tiene los siguientes componentes:

- Receptor GDP-32 II con ocho canales
- Sensor magnético MT ANT/4
- Sensor magnético MT ANT/6
 - Acondicionador de señales SC-8

Receptor GDP-32

El receptor GDP-32II corresponde a un instrumento multicanal de Zonge Engineering's de cuarta generación destinado a la adquisición de datos electromagnéticos de campo natural y de fuente controlada que tiene las siguientes características más relevantes:

- Rango de Frecuencias: 0.015625 a 8KHz, 0.0007Hz a 8KHz para MT.
- Número de canales: 8
- Software : C++ y montaje.
- Rango de Temperatura: -40° a +45°C (-40° a +115°F)
- Rango de Humedad: 5% a 100%
- Sensores internos de temperatura y humedad.
- Base de tiempo: Oscilador de cristal; procesamiento $<5 \times 10^{-10}$ por 24 hora.
- Impedancia entrada: 10 Mohm a DC
- Rango Dinámico: 190 db.
- Señal Mínima detectable: 0.03 μ V
- Señal Máxima de voltaje: +/- 32V
- Ajuste SP offset: +/- 2.25 V en pasos de 69 μ V (automático)
- Ganancia automática rango 1/8 a 65,536
- Precisión de Fase : +/- 0.1 miliradianes (0.006 grados)
- Filtros: Four-pole Bessel anti-alias filter (controlado por software) puntos cuádruples, especificados por el usuario (50/150/250/ 450 Hz, 50/150/60/180 Hz, 60/180/300/540 Hz, etc.) Filtro telúrico digital.
- Convertidor Análogo a Digital. Resolución: 16 bits +/- 1/2 LSB
 - Conversión: 17 μ sec
 - Auto calibración Continua
 - Un A/D por canal.

Software de adquisición:

Extended Broadband Time Series Data Recording: Desarrollado para grabar mediciones magnetotelúricas de banda ancha, este programa es capaz de grabado continuo de hasta 5 canales análogos estándar con muestreo a 32 K muestras/seg. (ancho de banda de 8 KHz con 2x obremuestreo).

Mejoras usadas

- 66 MHz o 133 MHz 586 como procesador
- Keyboard expandida
- Pantalla gráfica 1/2-VGA
- Puerta Ethernet

Sensor Magnético ANT/4

El sensor magnético ANT/4, especialmente diseñado para estudios de MT y AMT es del tipo feedback con núcleos de mu-metal con las siguientes especificaciones.

- Rango de Frecuencia: 0.0005 to 1000 Hz
- Sensibilidad: 100 milivolt/ gamma (100 mV/nT)
- Nivel de Ruido:
 - 100 microgamma (100 fT) por raíz cuadrada_Hz a 1 Hz
 - 20 microgamma (20 fT) por raíz cuadrada_Hz nominal > 1 Hz .

Sensor Magnético ANT/6

- Rango de Frecuencia: 0.1 a 10.000 Hz
- Sensibilidad: 250 milivolt/ gamma (250 mV/nT)
- Nivel de Ruido:
 - 200 microgamma (200 fT) por raíz cuadrada_Hz a 1 Hz
 - 1 microgamma (1 fT) por raíz cuadrada_Hz nominal > 200 Hz

Receptor MT-1

Tiene las siguientes especificaciones técnicas:

- Rango de Frecuencia 0.0001 HZ a 25000 Hz
- Resolución: 0.1% en amplitud, 0.2 grados en fase

- Adquisición: 10 canales, ruido 0.2 microvolt/ $\sqrt{\text{Hz}}$
- Filtros de paso alto (0.001 y 0.01 y 0.1 a 1.0 Hz)
- Filtros Notch 50/60 Hz, 150/180 Hz
- Tres estados de ganancia 0-70 dB, 32 posiciones
- Series de Tiempo 0.0001 Hz a 512 Hz
- Muestro simultaneo de señales
- Control de calibración y funciones vía PC portable
- Unidad de Adquisición y Proceso: Procesador interno, dos interfaces RS232
- Convertidores Análogo - Digital 16 bit A/D, Multiplexor de 32 canales
- Interfase Analógica: 20 amplificadores de muestreo
- Interfase Digital: 110 líneas paralelas de entrada salida, 10 timers programables
- 16 bits
- Tarjeta de Circuitos: 14 tarjetas tipo Eurocard
- Consumo de energía (5 watts)
- Fuente de Poder: Baterías internas 12 volts 10 a 24 horas grabación
- Portable: 51x43x22 cm, Peso 9.1 kilos.
- Visualización de Series de Tiempo y Parámetros Espectrales en tiempo real
- Sistema operado por computador portátil
- Programa fuente de adquisición disponible al operador
-

Sensor Magnético BF/4

El sensor magnético BF/4 especialmente diseñado para estudios de MT y AMT, tiene las siguientes especificaciones:

- Rango de Frecuencia: 0.0005 a 1000 Hz
- Sensibilidad: 100 milivolt/ gamma (100 mV/nT)
- Nivel de Ruido:
 - 100 microgamma (100 fT) por raíz cuadrada_Hz a 1 Hz
 - 20 microgamma (20 fT) por raíz cuadrada_Hz nominal > 1 Hz .

Sensor Magnético BF/6

- Rango de Frecuencia: 0.1 a 10.000 Hz

- Sensibilidad: 250 milivolt/ gamma (250 mV/nT)
- Nivel de Ruido:
 - 200 microgamma (200 fT) por raíz cuadrada_Hz a 1 Hz
 - 1 microgamma (1 fT) por raíz cuadrada_Hz nominal > 200 Hz.

ESTACIONES DE CAMPO

La toma de datos se realizó en línea cada 200 m, para un total de 37 puntos distribuidos en dos perfiles. (Tabla No 1, Fig. 2).

Estación	Origen	Norte	Este
121	3 Oeste	478066	692189
122	3 Oeste	487255	663008
123	3 Oeste	487714	662715
124	3 Oeste	487420	663104
125	3 Oeste	487687	663212
126	3 Oeste	487685	663209
127	3 Oeste	487497	663142
128	3 Oeste	487318	663047
129	3 Oeste	487139	662958
130	3 Oeste	486192	664480
131	3 Oeste	486056	661135
132	3 Oeste	485964	661312
133	3 Oeste	485877	661494
134	3 Oeste	485783	661670
135	3 Oeste	485691	661852
136	3 Oeste	485601	662024
137	3 Oeste	485455	661947
138	3 Oeste	485516	662198
139	3 Oeste	485420	662379

Estación	Origen	Norte	Este
140	3 Oeste	485331	662561
141	3 Oeste	485245	662734
142	3 Oeste	485231	662758
143	3 Oeste	484996	663740
144	3 Oeste	485816	661614
145	3 Oeste	486277	661856
146	3 Oeste	485147	662939
147	3 Oeste	486265	661842
148	3 Oeste	486085	661755
149	3 Oeste	485909	661659
150	3 Oeste	485728	661565
151	3 Oeste	485553	661472
152	3 Oeste	485379	661372
153	3 Oeste	485059	663096
154	3 Oeste	484968	663269
155	3 Oeste	484875	663440
156	3 Oeste	484776	663613
157	3 Oeste	484679	663790
158	3 Oeste	484582	663933

Tabla 1. Estaciones de campo.

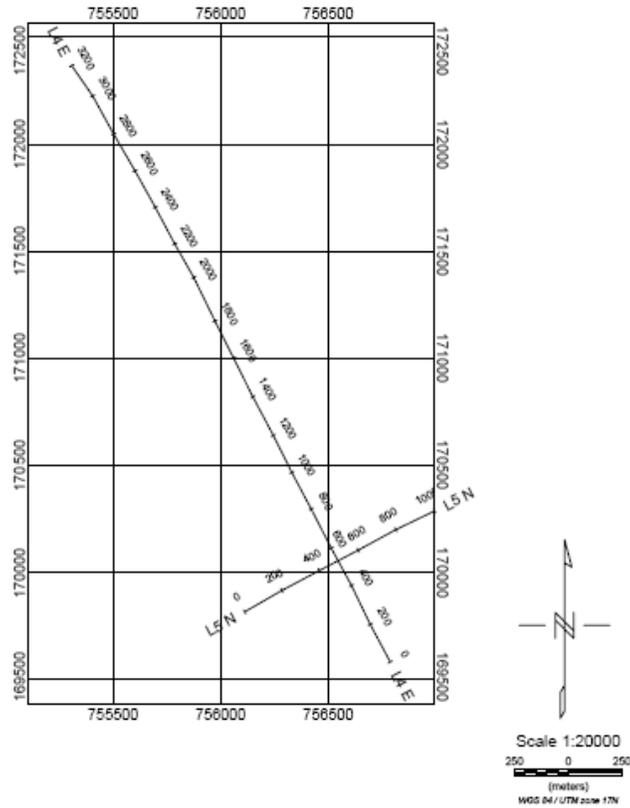


Fig. 2. Estaciones de campo.

La adquisición de la información eléctrica y magnética se efectuó en direcciones y en nomenclatura EMAP (Fig. 3), cubriendo las frecuencias descritas en la tabla 2.

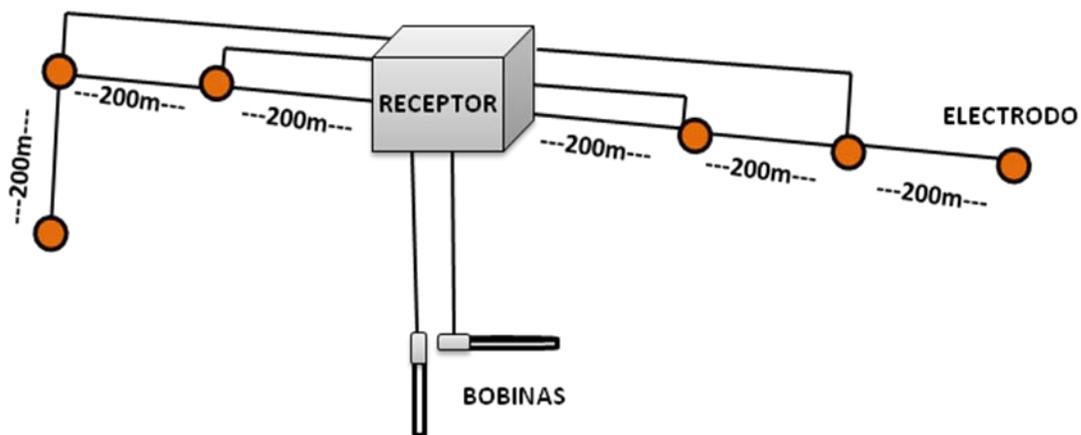


Fig. 3. Montaje MT. Disposición de electrodos cada 200 m.

Banda	Ancho de banda (Hz)	Repeticiones
1	384 8192	5
2	48 - 1024	5
3	3 - 64	5
4	0.0938 - 4	2

Tabla2. Bandas de medición en equipo ZONGE



Fig. 4. Receptor GDP – 32

ACTIVIDADES

INTERACCIÓN CON AUTORIDADES

Preliminarmente, se efectuaron reuniones con las autoridades civiles, de policía y militares del área con el fin de dar a conocer el tipo de trabajo que íbamos a realizar y garantizar la seguridad del proyecto.

CAPACITACIONES HSE

Antes de iniciar operaciones en campo, se impartió a los ayudantes la información necesaria acerca de seguridad industrial (uso adecuado de elementos de seguridad, actividades que no se deben realizar en campo y cuidado personal), además de las normas y precauciones para el cuidado de medio ambiente, así mismo se les dio la dotación pertinente para realizar el trabajo en campo.

OPERACIÓN EN CAMPO

Se realiza toda la operación con el equipo portátil, el cuál, es transportado por personal de campo en arneses preparados para tal fin, por los senderos habilitados dentro de las fincas de Corpoica (Fig. 5).



Fig. 5. Senderos dentro de las fincas de Corpoica.

El Equipo de trabajo fue de 9 personas conformado de la siguiente manera:

- Un Geólogo
- Dos Operadores Geofísicos
- 6 Ayudantes

Como equipamiento de apoyo se contó con:

- 2 Camperos.
- Dos computadores portátiles, Impresora, Sistema de Respaldo.

TENDIDO DEL CABLE

A lo largo de los perfiles, los ayudantes de campo se encargaron del tendido del cable y de ubicar los electrodos cada 200 m, según las indicaciones previas de los operadores geofísicos y el geólogo. Este procedimiento se realizó, siempre teniendo en cuenta las recomendaciones dadas previamente acerca de la seguridad industrial y el cuidado del medio ambiente.

TOMA DE DATOS

Se estableció una estación central, donde se ubicó el equipo receptor y las bobinas (Fig 6). Desde este punto los operadores geofísicos realizaron el monitoreo de cada montaje (Fig. 3). Cada montaje requiere de 4 horas aproximadamente, de las cuales 2 aproximadamente corresponden a la toma de datos.



Fig. 6. Estación central. Ubicación del equipo receptor y de las bobinas.

LEVANTAMIENTO DE EQUIPO

Al finalizar el registro de datos, se procede a recoger el cable, los electrodos, las bobinas y el equipo receptor, para dirigirnos al siguiente punto donde se realiza un nuevo montaje para toma de datos.

Durante toda la operación de campo se trabajó considerando todas las medidas de seguridad necesarias y preocupación por el medio ambiente tal y como se planeo desde un principio realizando capacitaciones y charlas relacionadas que incentivaron y realzaron los aspectos pertinentes a la seguridad en campo y al respeto y cuidado del ambiente.

CONTROL DE CALIDAD

Se realizó diariamente control de calidad de los datos adquiridos, con el fin de detectar cualquier anomalía de estos y proceder a repetirlos de ser necesario, cabe anotar que durante el presente trabajo no fue necesario repetir ningún punto.

El procedimiento de control de calidad se realizó con el software *MTEdit v2.00*, el cual permite visualizar registros eléctricos (fig. 7). Este procedimiento se realizó diariamente al final de cada jornada de trabajo para verificar la existencia y la calidad de los datos tomados.

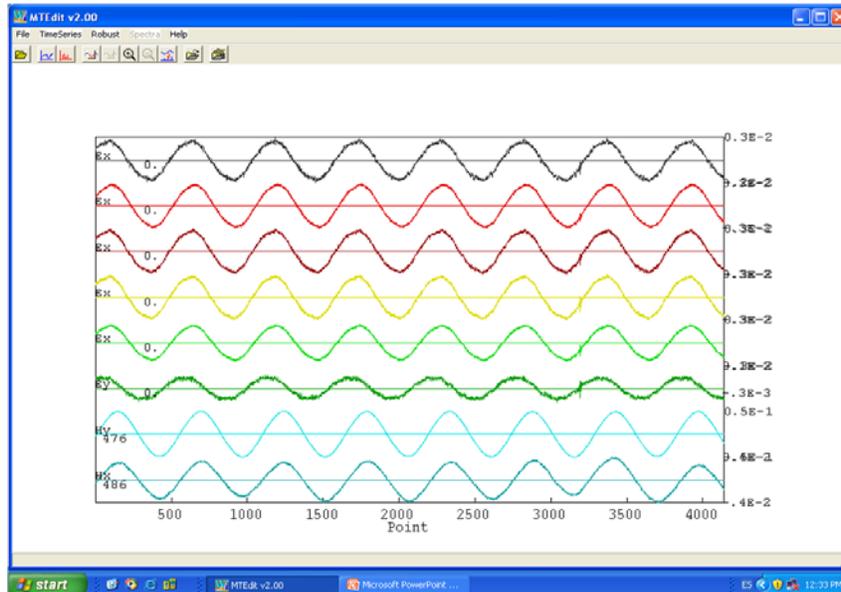


Fig. 7. Registros eléctricos visualizados con MTEdit v2.

CONSIDERACIONES AMBIENTALES

El área de estudio se concentró en las fincas de Corpoica, ubicadas en la localidad de Tangareal (Tumaco). Los perfiles se realizaron por senderos de acceso a plantaciones de Palma africana (*Elaeis guineensis*), razón por la cual no hubo impacto sobre los cultivos existentes (Fig. 8). De igual forma la metodología desarrollada ni el equipo generan intervención significativa sobre la composición ecológica.



Fig. 8. *Plantaciones de Palma africana (Elaeis guineensis), Corpoica.*

PROCESAMIENTO

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

MAGNETOTELÚRICA (MT)

- Medida pasiva en superficie de las variaciones del campo eléctrico natural y del campo magnético de la tierra en el dominio de la frecuencia.
- Se determina el tensor de impedancia en la superficie y se calcula la resistencia aparente y la fase en función de la frecuencia.
- Rango de frecuencia: 10kHz - 0.001 Hz.
- Se infiere la estructura geológica, a partir de los cambios de resistividad en el subsuelo.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La relación entre el campo magnético y eléctrico se establece mediante las ecuaciones de Maxwell.

En MT se considera que el campo magnético se comporta como una onda plana y el medio es más conductor que el producto de la constante dieléctrica por la frecuencia (Aproximación cuasiestática - Se considera como una onda de baja frecuencia).

- Ecuación de Helmholtz. $\nabla^2 \mathbf{E} + (\omega\mu\epsilon - i\sigma\omega)\mathbf{E} = 0$
 $d^2 \mathbf{E}_x / dz^2 + k^2 \mathbf{E}_x = 0$
- Aproximación cuasiestática. $\sigma \gg \epsilon\omega$
Impedancia. $\mathbf{Z} = \mathbf{E}_x / \mathbf{H}_y = \mu\omega / k$
- Fase. $\rho_a = (1/\mu\omega) | \mathbf{E}_x / \mathbf{H}_y |^2$
- Resistividad Aparente. $\delta = (2/\mu\omega\sigma)^{1/2}$
- Profundidad de Investigación. $\approx 0.5(\rho T)^{1/2}$ (km)

$$\omega = 2\pi f \quad \mu = \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

PARÁMETROS

$$[\log(\rho_1), \log(\rho_2), \dots, \log(\rho_{n_r+1}), \ln(d_{11}), \dots, \ln(d_{1n_c}), \dots, \ln(d_{n_r1}), \dots, \ln(d_{n_r n_c})],$$

ρ_i : Resistividad eléctrica en la capa i.

d_{ij} :Profundidad de la base columna j en la capa

VALORES DE LA RESISTIVIDAD

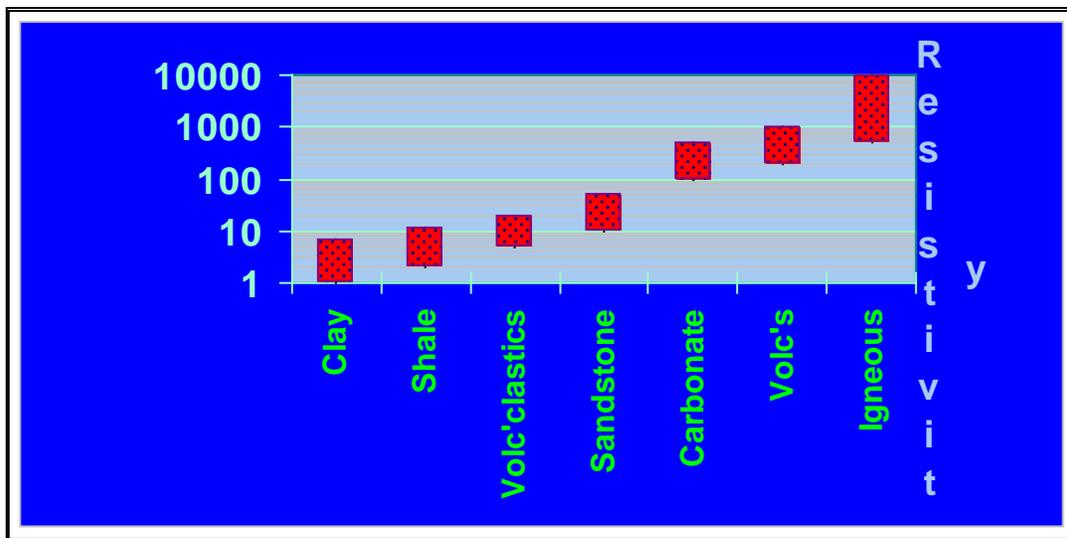


Fig. 9. Valores aproximados de resistividad para las diferentes litologías

PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN

- La profundidad de investigación depende de la frecuencia y de la resistividad bajo la superficie.

- Baja frecuencia : penetración profunda.
- Alta frecuencia : penetración superficial.
- “La profundidad piel”, es una estimación aproximada de la profundidad de investigación en función de la frecuencia y de la resistividad.

MT – FUENTES DE CAMPO

- **Altas frecuencias (>1 Hz)**
 - Descargas eléctricas de la atmósfera.
- **Bajas frecuencias (<1 Hz) : Micropulsaciones.**
 - Interacción de vientos solares con el campo magnético de la tierra.
- **Variaciones y ciclos horarios, diurnos y anuales.**



Fig. 10. Deflexión del campo magnético de la tierra por el viento solar

CÁLCULO DE LA RESISTIVIDAD Y LA FASE

- Se mide el tensor de impedancia en la superficie.
- Se calcula los valores de la resistividad (r_{xy} , r_{yx}) para pares ortogonales de sensores de E y de H en direcciones horizontales.
- Se calcula la fase en función de la frecuencia.

CARACTERÍSTICAS DE INVESTIGACIONES – MT

- **Detalle:** Espaciado entre perfiles = 0.5 km.

- **Reconocimiento:** Espaciado entre perfiles = 1.0 –5.0 km.
- **Rendimiento adquisición:** 5-10 estaciones/día.

MT - ADQUISICIÓN

- Cinco parámetros en cada estación.
 - E_x E_y H_x H_y H_z
- Dos a cinco estaciones simultáneamente.
- Sincronización entre estaciones - GPS.
- 24-horas de registro/disposición/recolección.
- Control de calidad de la información: Pre-proceso en campo.

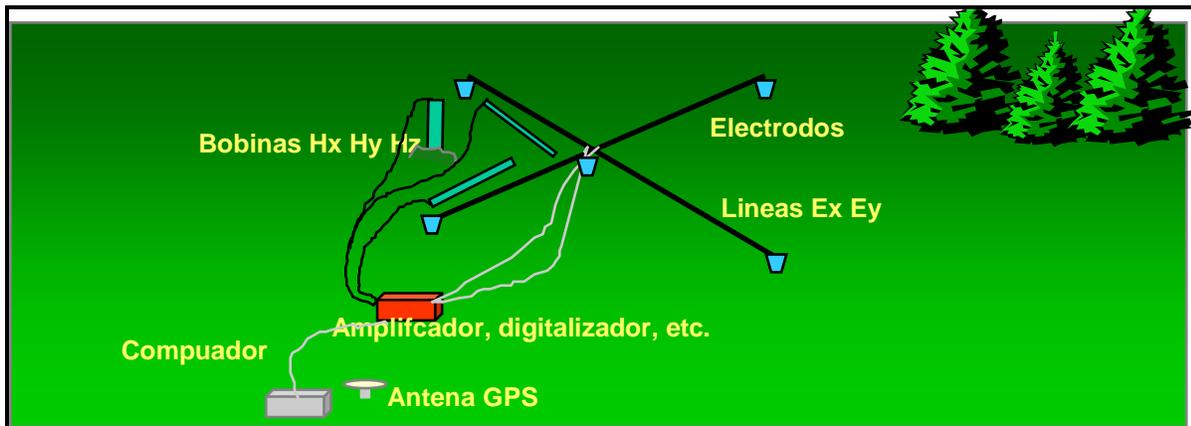


Fig. 11. Diseño general para la adquisición de información magnetotelúrica

MT – ESTÁTICAS

- **Distorsiones del campo eléctrico** cerca a la superficie.
 - Variación de la resistividad en la superficie.
- **Cambio en los datos a causa de la “Estática”**
 - Cambios de los datos a lo largo de la curva en todas o en algunas frecuencias.
- **La mejor corrección: TDEM.**
 - Adquisición de datos TDEM en el centro de la estación. Interpretar para puntos cerca de la superficie.

- Incorporar los datos TDEM en la curva de MT.

MT - PROCESO

- **Control de Referencia – Remota.**
 - Chequeo de la coherencia entre las series de tiempo de las estaciones.
- **Edición de los datos en el dominio del tiempo y de la frecuencia.**
- **Proceso de filtrado** para remover el ruido aleatorio y el proveniente de otras fuentes. Mejorar la calidad de la información.

MODELO ROUGHNESS – MT

PROBLEMA DIRECTO – PROBLEMA INVERSO

$$R = \|\mathbf{S}\mathbf{m}\|^2$$

S: Matriz que corresponde a un operador de primera derivada en diferencias finitas.

m: Parámetros del modelo.

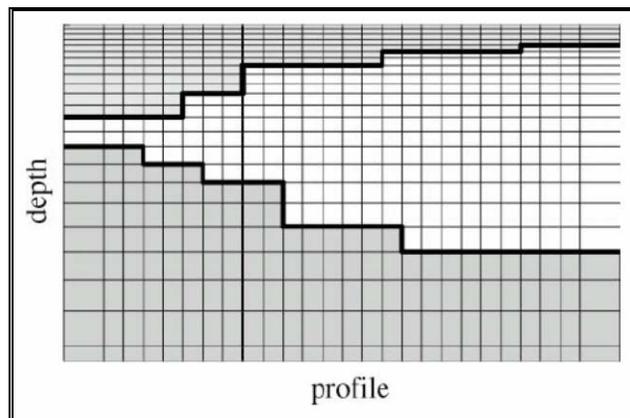


Fig. 12. Modelo Roughness

El modelo consta de varias capas con una resistividad uniforme pero que pueden variar en espesor lateralmente en un semi-espacio. Cada unidad de resistividad está subdividida en una grilla.

Modelo

$$\mathbf{S} = \begin{pmatrix} \mathbf{S}_{rho} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{S}_{dep} \end{pmatrix} \quad \mathbf{S}_{rho} = \begin{pmatrix} c & -c & 0 & 0 & \dots \\ 0 & c & -c & 0 & \dots \\ & & \dots & & \\ & & & c & -c \end{pmatrix} \quad \mathbf{S}_{dep} = \begin{pmatrix} \mathbf{S}_1 & \mathbf{0} & \dots \\ \mathbf{0} & \mathbf{S}_2 & \mathbf{0} & \dots \\ & \dots & & \\ & \dots & \mathbf{0} & \mathbf{S}_{nr} \end{pmatrix}$$

C: Constante que controla el peso relativo entre las capas y el contraste de resistividad. Actúa solamente sobre los parámetros de la resistividad

Si: Diferencias entre los parámetros de las profundidades del modelo entre columnas adyacentes lateralmente en la capa i.

Actúa solo sobre los parámetros de profundidad.

Se minimiza el modelo y se ajusta a los datos, encontrando un punto estacionario de la función:

$$\mathbf{U} = \|\mathbf{S}\mathbf{m}\|^2 + \mu^{-1}[\|\mathbf{W}(\mathbf{d} - \mathbf{F}[\mathbf{m}])\|^2 - \chi_*^2]$$

Linealización: Se expande la función en una serie de Taylor y se trunca en los dos primeros términos

$$\mathbf{F}[\mathbf{m}_i + \Delta\mathbf{m}] = \mathbf{F}[\mathbf{m}_i] + \mathbf{J}_i \Delta\mathbf{m}$$

F[mi]: Solución al problema directo

d : Datos de campo.

Ji : Matriz Jacobiana : Multiplicadores de Lagrange.

W: Matriz diagonal de enteros proporcional a los errores.

m : Nivel deseado de ajuste para el modelo.

ALGORITMO

Ecuación de Recurrencia

$$\mathbf{m}_{i+1} = [\mu(\mathbf{S}^T \mathbf{S}) + (\mathbf{WJ}_i)^T (\mathbf{WJ}_i)]^{-1} (\mathbf{WJ}_i)^T \mathbf{W} \hat{\mathbf{d}}_i$$

$$\hat{\mathbf{d}}_i = \mathbf{d} - \mathbf{F}[\mathbf{m}_i] + \mathbf{J}_i \mathbf{m}_i$$

Constable et al. (1987)

PROCESAMIENTO DE DATOS

SISTEMA ZONGE

La información de terreno corresponde a series de tiempo que son procesadas con software de Zonge (SW-MTEDIT), utilizando criterios de coherencia entre las señales eléctricas y magnéticas, y de continuidad de las curvas de resistividad aparente y de fase, para cada estación. También se originan los efectos de estática mediante la aplicación de funciones polinomiales a la resistividad en altas frecuencias de cada perfil.

Los datos de terreno son procesados con el propósito de determinar resistividades eléctricas en función de la profundidad para lo cual se considera el análisis de los campos eléctricos y magnéticos a diferentes frecuencias. Los datos procesados son luego modelados mediante un sistema de inversión bidimensional que da como resultado una sección de resistividad a lo largo del perfil.

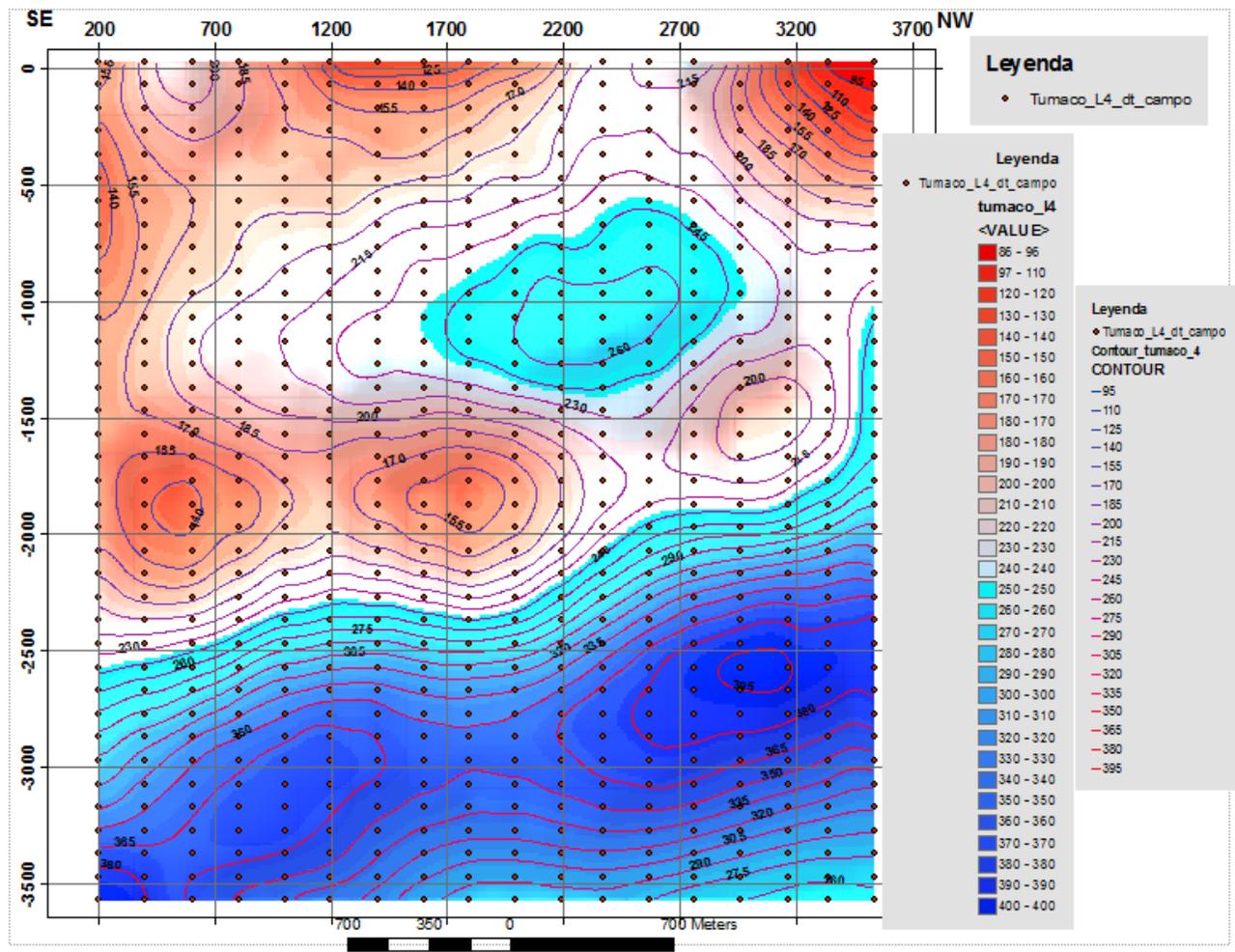


Fig. 13. Contornos magnetotélúricos línea L-4

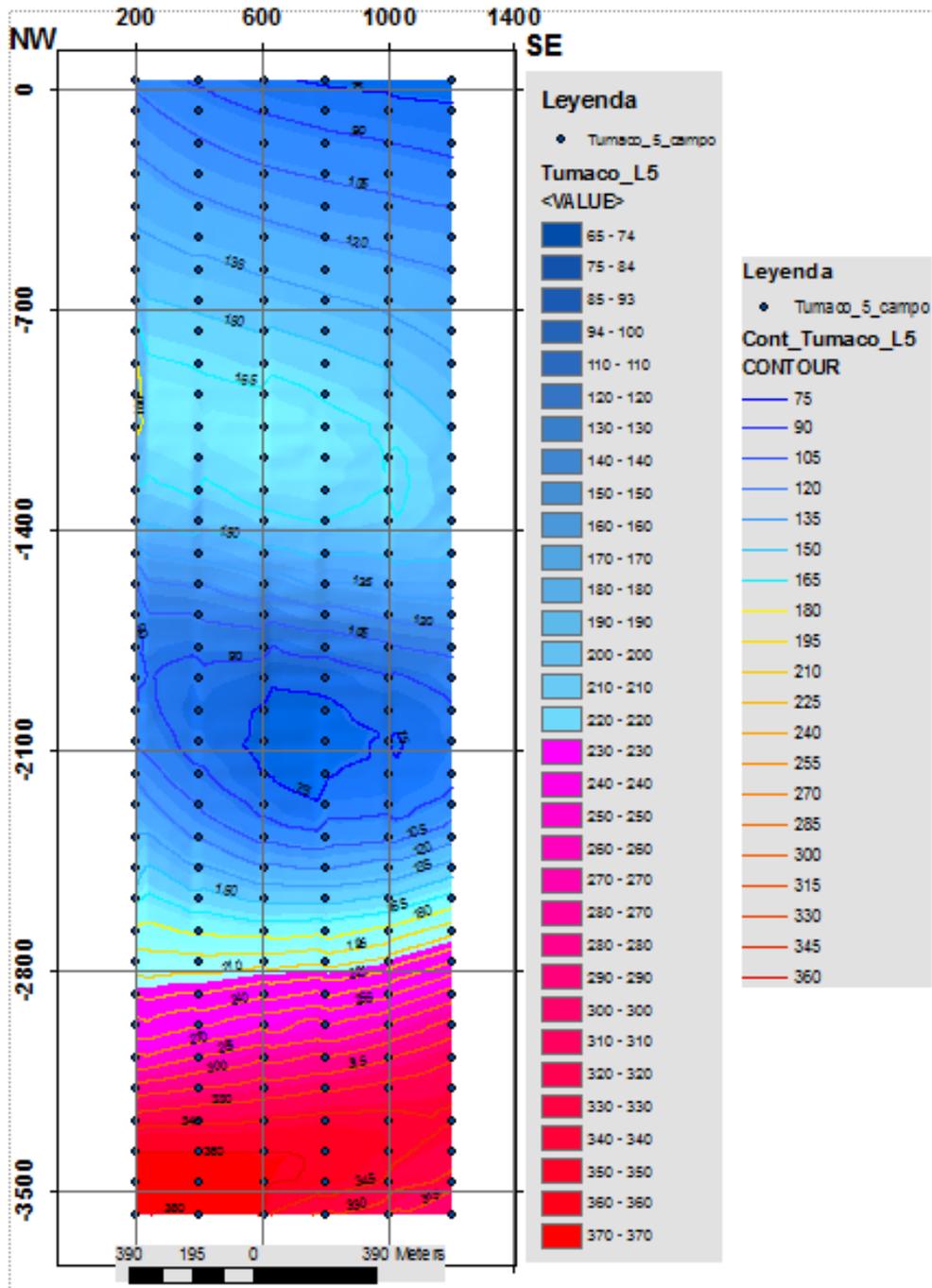


Fig. 14. Contornos magnetotéluricos línea L-5

INVERSIÓN 2D DE DATOS MT

En este trabajo se usará el programa SW-SCS2D smooth model inversion routine desarrollado por ZONGE.

Como complemento para el proceso de interpretación de los datos mediante modelado por inversión se usará el sistema basado en la técnica de regularización de Tikhonov e incluido en el software WinGlink (Versión 2.1.02) de proceso y modelamiento de datos de AMT y MT.

Los resultados de la inversión de los perfiles son exportados del programa a archivos de formato XYZ, que son tomados con el software Oasis-Geosoft para su representación en sección de resistividad en función de la profundidad. Los resultados serán interpretados desde una perspectiva geológica, incorporando todas las inferencias y restricciones impuestas por la geología. En caso de ser necesario, el geofísico Jefe de Proyecto estará dispuesto a trabajar en las dependencias del cliente con el fin de usar la información geológica y permitir la colaboración del o los geólogos del proyecto.

Manipulación de datos y análisis: edición de datos; transformación de Bostick; rotación del tensor de impedancias; interpolación de datos; selección de sitios y frecuencias; definición de modos TE y TM; corrección y análisis de estática Inversión RRI: Programa de inversión rápida en dos dimensiones desarrollado a partir del algoritmo de Smith & Booker (1991). Este módulo incluye la selección de datos para la inversión, elección de parámetros y el manejo gráfico y digital de las soluciones del proceso de inversión.

Inversión RM2D: Programa de inversión en dos dimensiones desarrollado a partir de algoritmo de Mackie (1992). Este módulo incluye la selección de datos para la inversión, elección de parámetros y el manejo gráfico y digital de las soluciones del proceso de inversión.

Modelación directa PW2D: Programa de modelación directa en dos dimensiones desarrollado a partir de algoritmo por elementos finitos de Wannamaker et al. (1987) y Wannamaker (1989). Este módulo incluye la selección de frecuencias; construcción del modelo; manejo gráfico y digital de las soluciones del proceso de modelación.

REFERENCIAS

Mackie R., 1992, Magnetotelluric inversion for minimum structure: *Geophysics*, 53, 1565-1576.

Smith, J.T., and Booker, J.R. 1991, Rapid inversion of two and three-dimensional magnetotelluric data, *J. of Geophys. Res.*, 96, 3905-3922.

Wannamaker, P.E., Stodt, J. A. and Rijo, L., 1987, A Stable Finite-Element Solution for Two-Dimensional Magnetotelluric Modeling: *Geophys. J. Roy. Astr. Soc.*, 88, 277-296.

Wannamaker, P.E., 1989, PW2D's User Documenttation-Finite Element Program for Solution of Magnetotelluric Responses and Sensivities for Two-Dimensional Earth Resistivity Structure: University of Utah Research Institute, ESL-89043-TR.

INFORME FINAL DE INTERPRETACIÓN MAGNETOTELÚRICA TUMACO, NARIÑO

INTRODUCCIÓN

En el presente informe se entregan los resultados del estudio magnetotelúrico realizado en el Municipio de Tumaco, Departamento de Nariño y el modelo geológico obtenido a partir de los datos adquiridos y procesados de dos líneas, una de 3.2 km y otra de 0.5 km. Localizadas en la localidad de Tangareal aproximadamente a 31 km al SE de Tumaco.

METODOLOGÍA

Para lograr la estructuración del presente trabajo se integraron e interpretaron los datos magnetotelúricos adquiridos en campo con las observaciones geológicas y algunos trabajos existentes de la región.

El trabajo se realizó en tres fases,

1º Fase de oficina - compilación y análisis de la información existente disponible.

2º Fase de campo – adquisición de datos de magnetotelúrica.

3º Fase de integración de datos – integración de los datos adquiridos en campo y los datos procesados, para obtener la interpretación que presentamos en este informe.

LOCALIZACIÓN

Los dos perfiles realizados se ubicaron en las fincas de Corpoica en la localidad de Tangareal, a 31 Km de Tumaco, Nariño (fig. 15).

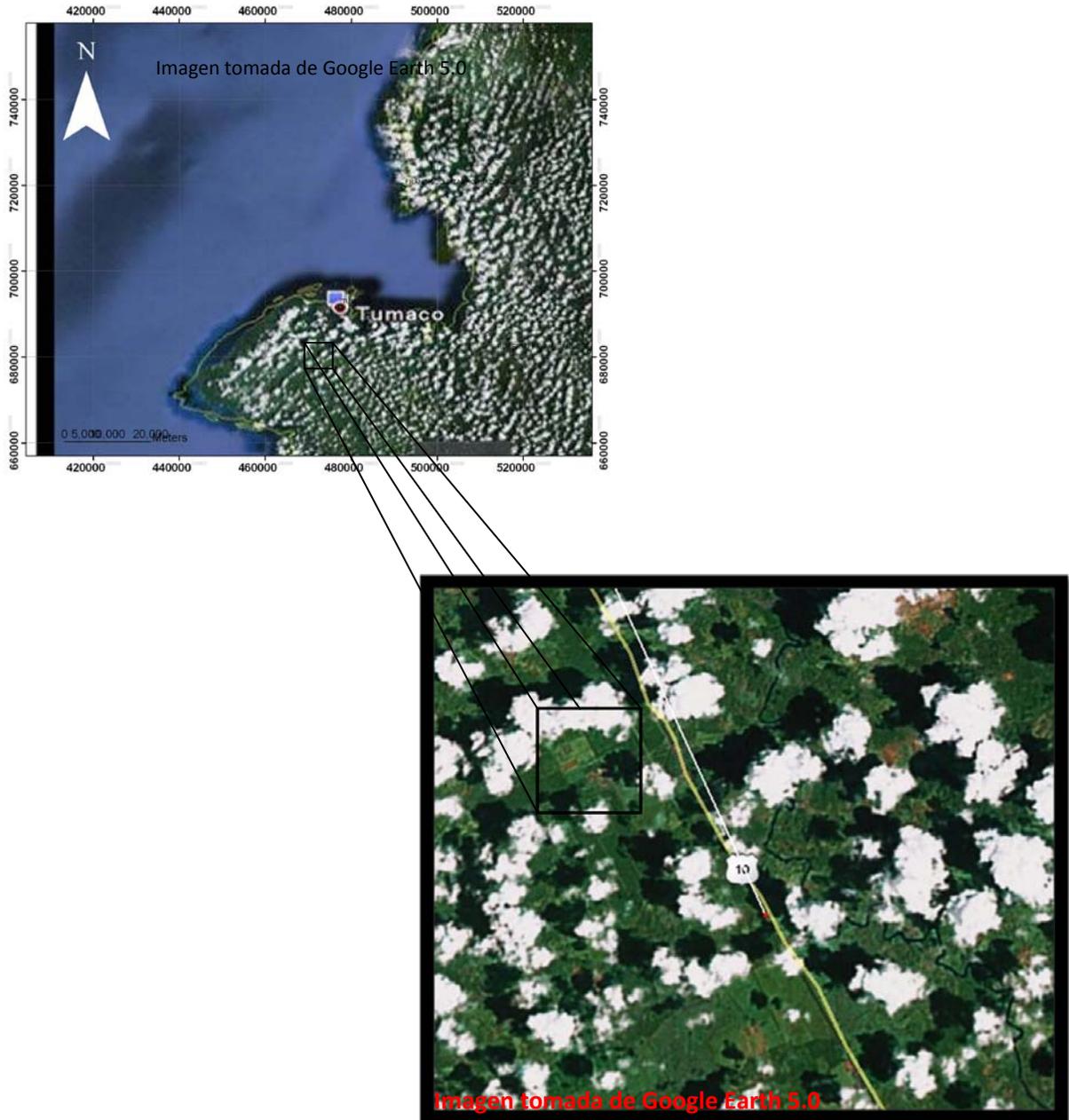


Fig. 15. Localización área de trabajo

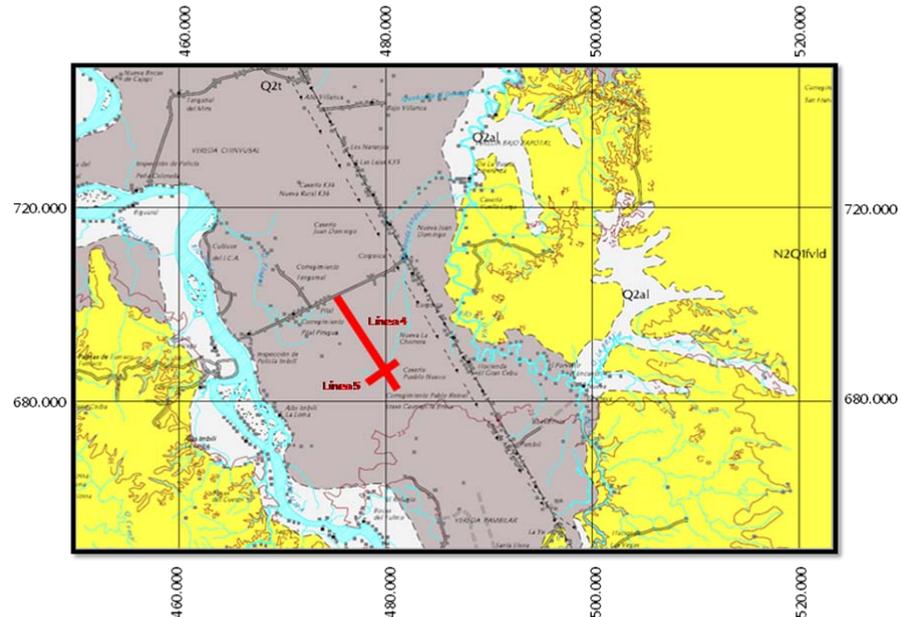


Fig. 16. Mapa geológico y de localización.

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

El departamento del Nariño está ubicado en el suroccidente de Colombia, limita al norte con el Cauca, al sur con Ecuador, al oriente con el Putumayo y al occidente con el Océano Pacífico, La zona de Tumaco está ubicada en el extremo sur occidental del Departamento de Nariño, en la Llanura del Pacífico.

El Departamento de Nariño tiene tres regiones fisiográficas: La llanura pacífica, la región andina y la vertiente amazónica. La llanura del Pacífico se caracteriza por altas temperaturas, abundantes lluvias y exuberante vegetación; se subdivide en el andén aluvial o zona de mangle y la llanura del bosque húmedo, que se extiende hasta las estribaciones de la cordillera Occidental.

La región andina, el rasgo más sobresaliente del departamento, al penetrar la cordillera de los Andes forma el Nudo de los Pastos, de donde se desprenden dos ramales: la cordillera Occidental, con los volcanes (Chiles, Cumbal y Azufral), y una profunda depresión denominada Hoz de Minamá; y la cordillera Centro - Oriental que presenta el altiplano de Túquerres - Ipiales, el Valle de Atriz y los volcanes Galeras y Doña Juana .

La vertiente amazónica u oriental presenta terrenos abruptos poco aprovechables y está cubierta por bosques húmedos, en ella se encuentra la Laguna de la Cocha.

CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE TRABAJO

La región de Tumaco hace parte de la Llanura del Pacífico y se caracteriza por altas temperaturas, abundantes lluvias y exuberante vegetación. Esta a 2 metros sobre el nivel del mar y tiene una temperatura promedio de

28°C. Su economía se basa en la pesca y en los cultivos de Palma Africana (*Elaeis guineensis*) (Fig. 17) y la comercialización del aceite crudo de palma.



Fig. 17. Cultivo de Palma Africana (*Elaeis guineensis*).

CONSIDERACIONES GEOMORFOLÓGICAS Y DE SENSORES REMOTOS.

Durante la etapa preliminar de oficina se llevo a cabo la interpretación de sensores remotos, la información obtenida se integró a los datos recolectados en la fase de campo y a la información cartográfica preexistente, con la consiguiente generación del mapa geológico integrado.

Para la interpretación se utilizó imágenes satelitales LANSAT ETM en tres bandas (RGB 453) unas asociadas a espaciomapas (producto IGAC) a escala 1:100.000, correspondiente a las planchas IGAC.

ESTRATIGRAFÍA

El área del proyecto se encuentra ubicada en la cuenca del Cauca y posee unidades geológicas que van del Cretáceo al reciente.

GRUPO DIABÁSICO

AUTOR: El Grupo Diabásico (en el sentido de NELSON, 1959) (= Serie de Faldequera de HUBACH & ALVARADO, 1934) y el Grupo de Dagua, en el sentido de NELSON (1959) (= formaciones Espinal y Dagua de HUBACH, 1957b).

SECCIÓN TIPO: El Grupo Diabásico esta representado en la Cordillera Occidental y en el flanco W de la Cordillera Central.

LITOLOGÍA: Constituido principalmente por materiales volcánicos, principalmente de tipo diabásico; los sedimentos forman intercalaciones, por lo general relativamente débiles (NELSON, 1959) dentro del conjunto diabásico. El contacto superior es discordante con las Formaciones de Terciario.

EDAD: Cretácico.

ROCAS VOLCANO SEDIMENTARIAS

AUTOR: Geólogos del Petróleo

LITOLOGÍA: Compuesto principalmente por rocas sedimentarias marinas, grauwacas, areniscas, calizas, lutitas y chert. Intercalaciones de rocas vulcanitas básicas, localmente cataclisadas. Intercalaciones de rocas volcánicas submarinas de composición intermedia a básica, principalmente diabasas y andesitas.

EDAD: Eoceno Superior.

FORMACIÓN CAYAPAS

AUTOR: Geólogos del Petróleo

LITOLOGÍA: Constituida principalmente por conglomerados polimícticos y areniscas conglomeráticas, localmente algunas intercalaciones de limolitas y lodolitas, tiene un espesor promedio de 1000 mts.

EDAD: Oligoceno Superior – Mioceno Inferior

FORMACIÓN VICHE

AUTOR: Geólogos del Petróleo

SECCIÓN TIPO: Zona de Rio Verde (Ecuador)

LITOLOGÍA: Esta formada por arcillolita parda, a veces limolítica, con nódulos y bancos lenticulares de calizas y algunos bancos arenosos. La microfauna es abundante y visible a la lupa en el campo. Localmente se presentan arcillolitas gris verdosas y gris azuladas fosilíferas y en parte tobáceas.

EDAD: Mioceno Temprano – Mioceno medio

FORMACIÓN SAN AGUSTÍN – CHAGUI

AUTOR: Geólogos del IEPC

SECCIÓN TIPO: Zona de Rio Santiago (Ecuador)

LITOLOGÍA: Consta de conglomerados en la parte basal de 40m de espesor, con contenido de guijarros de tipo volcánicos, seguidos de unos 35m de sedimentos arenosos y limosos de aspecto masivo con lamelibranquios, gasterópodos y escafópodos. Las areniscas son generalmente grano decreciente, feldespáticas - líticas pobremente clasificadas con abundante contenido de cuarzo angular (Evans y Whittaker, 1982). La Formación está interpretada yaciendo discordante sobre la Fm Viche

EDAD: Mioceno medio Mioceno Superior

FORMACIÓN GUAPI

AUTOR: Desconocido. Primera publicación: VAN DER HAMMEN (Th.), 1958. – Estratigrafía del Terciario y Maestrichtiano continentales y Tectogénesis de los Andes Colombianos. Bol. Geol., Serv. Geol. Nal., vol. 6, nº 1-3, p. 115, Bogotá.

LITOLOGÍA: De ella solo indica que la facies es muy semejante a la de la Formación Naya sobre la que se apoya discordante. RADELLI (1967, p. 338) añade que contiene tobas resedimentadas. De esta formación no se conocen ni su espesor ni ningún otro dato.

EDAD: Se le atribuye una edad del Plioceno, pero probablemente sin bases paleontológicas. VAN DER HAMMEN (1958, pl. 1) la ha correlacionado con las Formaciones Popayán y Zarzal del Valle del Cauca.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA TUMACO

ERA	PERIODO	SERIE	FORMACION	LITOLOGIA	ESPESOR m.	BATIMETRIA					RESISTIVIDAD Ohm
						C-A	C-F	L	PL	LL-A	
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO									
		PLEISTOCENO									
	NEÓGENO	PLIOCENO	GUAPI		800						120-135
		MIOCENO	SANAGUSTIN CHAGUI		1000						180-250
			VICHE		700						25-50
		OLIGOCENO	CAYAPAS		1000						300-350
	PALEOGENO	EOCENO	ROCAS VOLCANO SEDIMENTARIAS		750						380-430
		PALEOCENO									
	MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR	GP. DIABASICO GP. DAGUA		1500					200-300

Fig. 18. Columna estratigráfica generalizada con intervalos de resistividades medidas y estimadas para el área de trabajo.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

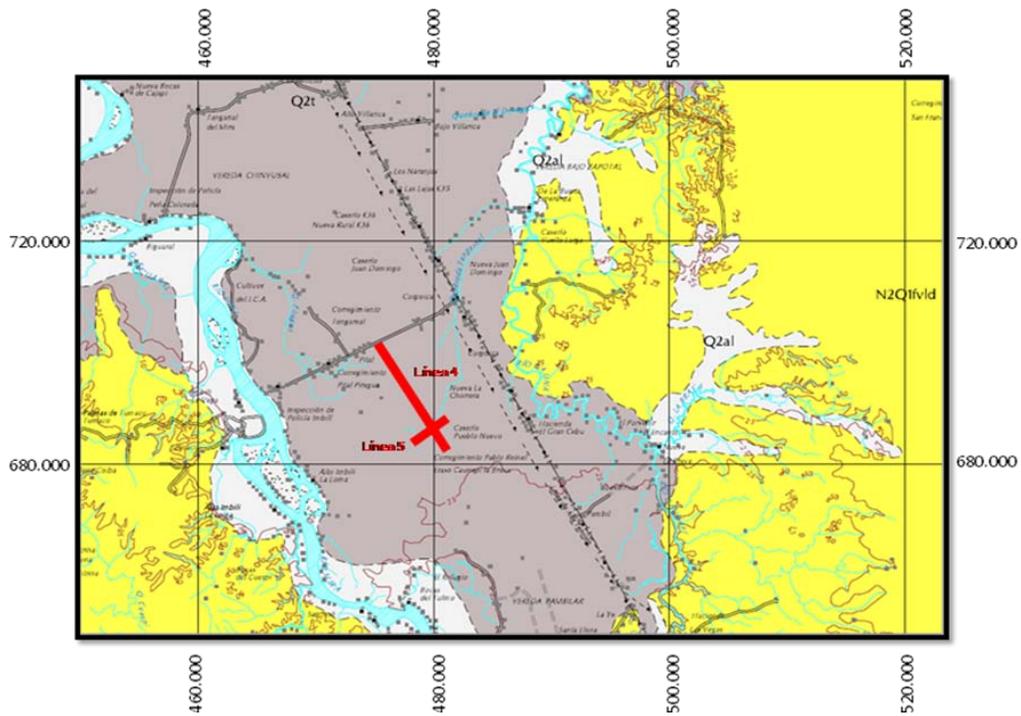
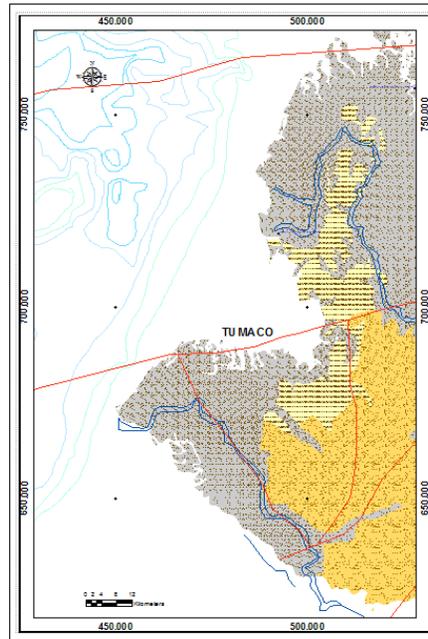


Fig. 19. Mapa geológico generalizado.

INTERPRETACIÓN PERFILES MAGNETOTELÚRICOS

En la interpretación de los perfiles magnetotelúricos de Tumaco Nariño se tuvieron en cuenta los cambios y anomalías en los valores de resistividades, en las siguientes imágenes muestran los procesos de interpretación, a partir de los cuales se obtuvieron el modelo estructural y los espesores y profundidades de las diferentes formaciones.

LINEA L-4

En la Fig. 20 se tiene un perfil inicial de la línea L-4 en donde se pueden ver las variaciones de resistividades cada 50 ohm en una gama de colores que van de azul (para el menor valor) a rojo (para los valores mayores).

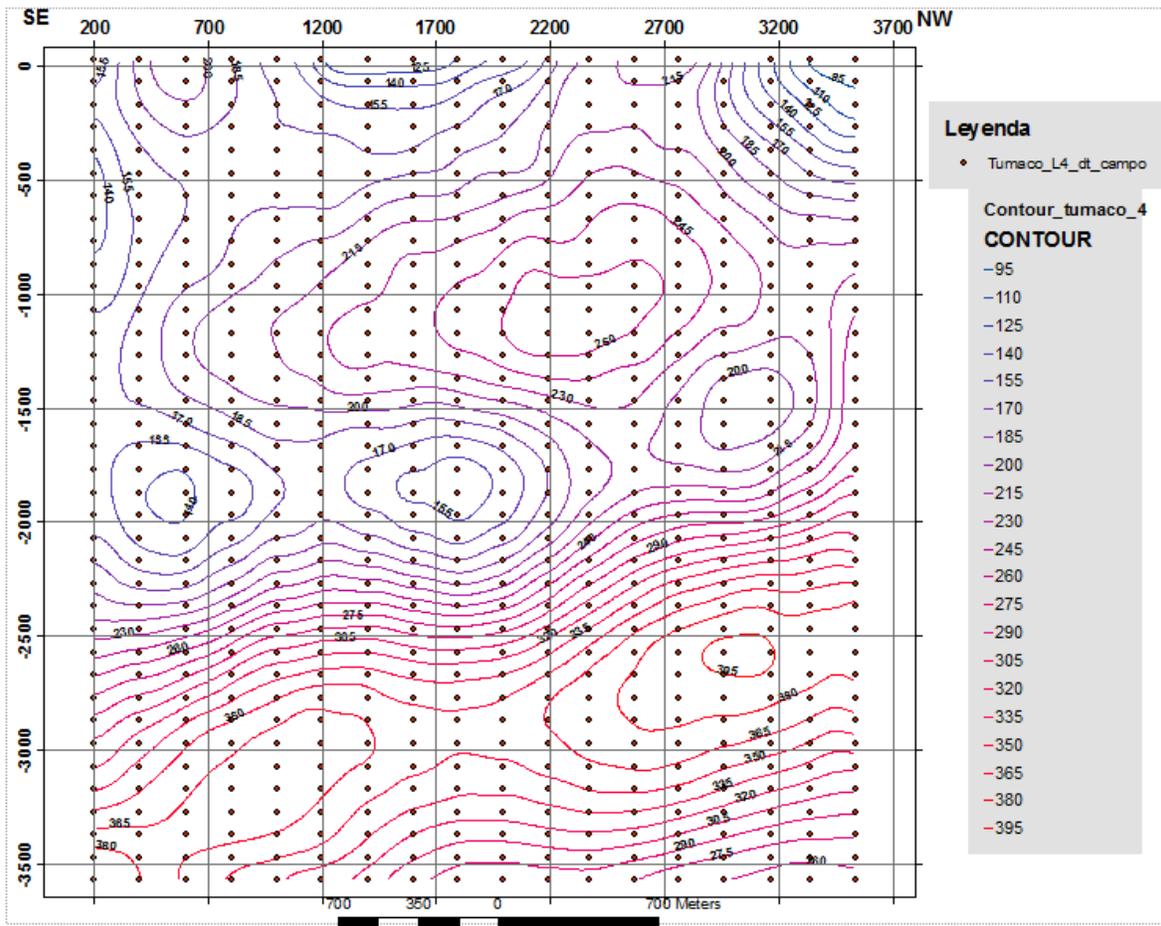


Fig. 20. L-4. Contorno de resistividades

Las variaciones de resistividad representadas por los diferentes colores de la gama azul – rojo, permiten identificar las principales estructural y cambios litológicos.

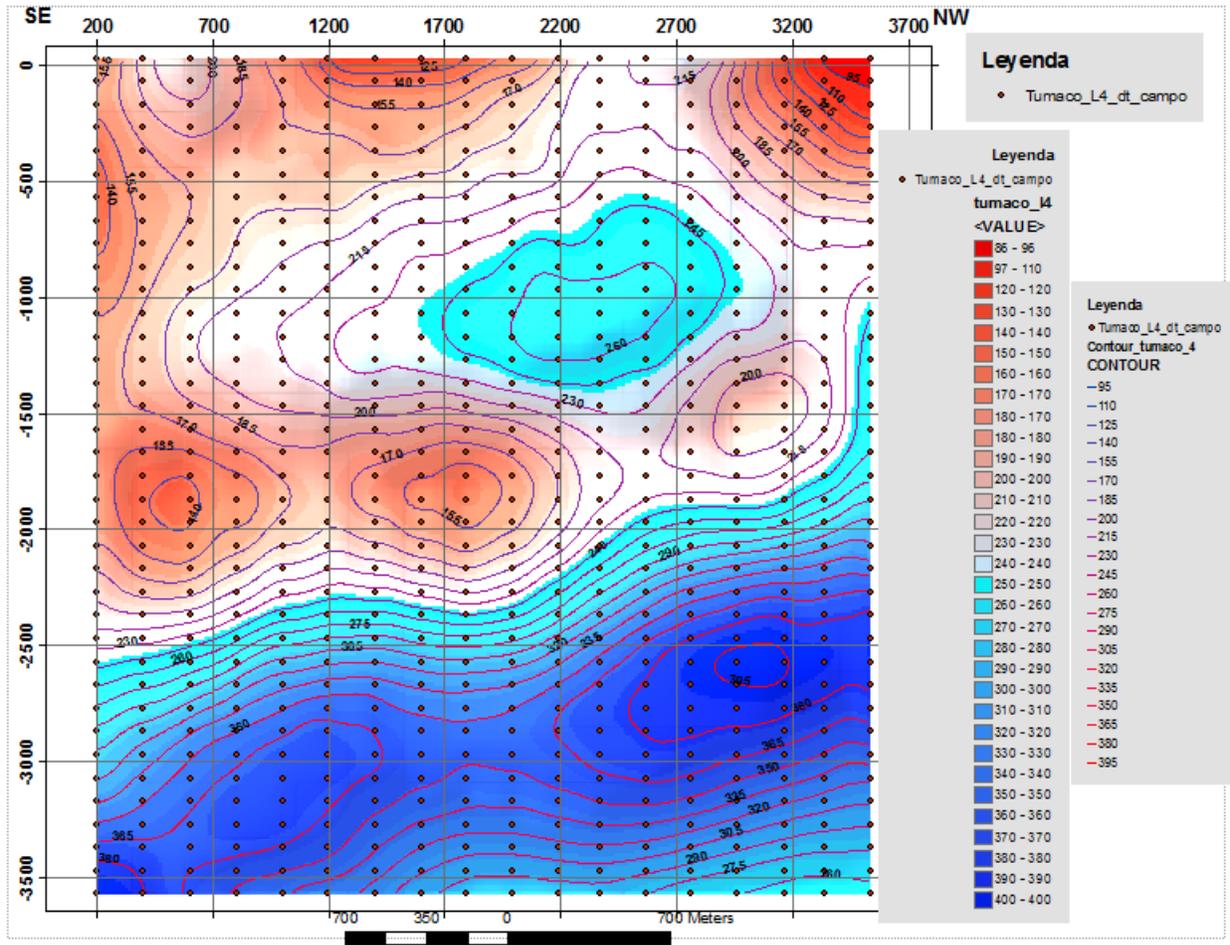


Fig. 21. L-4. Valores de la resistividad en rangos de colores.

En la fig. 22 se muestran las fallas SW – NE identificadas en la línea L-4, como se puede ver estas fallas se extienden desde superficie hasta la base del perfil, involucrando todas las unidades. Por su geometría se interpretan como fallas lístricas normales y con base en lo observado en el mapa geológico regional estas nos marcan el sentido de migración de la línea de costa, lo que implicaría que las unidades depositadas en estos periodos son sintectónicas.

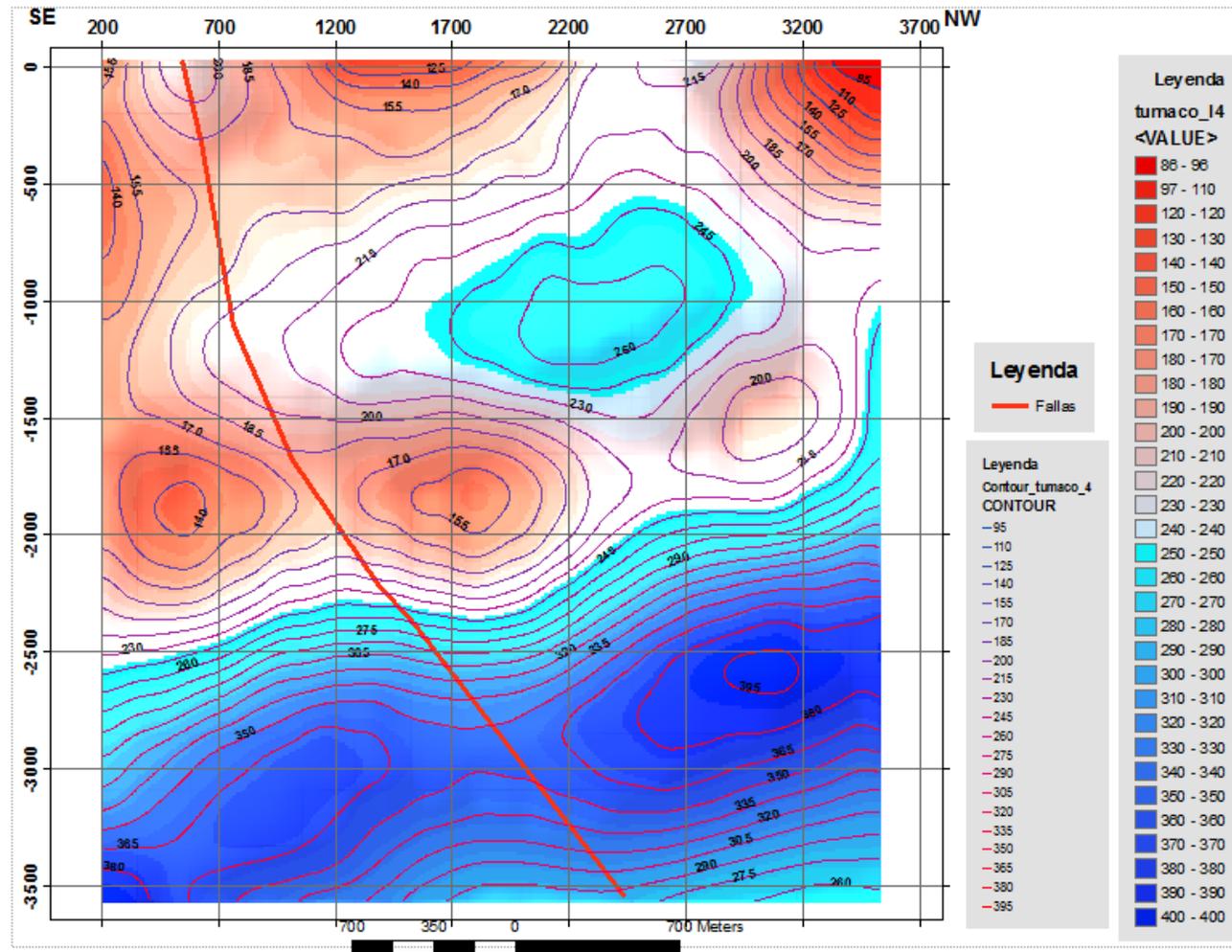


Fig. 22. L-4. Interpretación estructural.

Con base en los cambios de resistividades tanto en la componente vertical como en la lateral y en la sucesión estratigráfica conocida del área se plantea la siguiente subdivisión de electrofacies. Ver Tabla N°3 y fig. 23 y 24.

INTERVALO DE RESIST. (Ohm/m)	ESPESOR (m)	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	OBSERVACIONES	
115-135	400-800	GUAPI		TQg
180-250	800-1000	SAN AGUSTIN - CHAGUI		Tmsch
25-50	500-700	VICHE		Tmv
300-350	600-700	CAYAPAS		Tog
380-430	500-750	ROCAS VOLCANO SEDIMENTARIAS		Tevs
250-300	>1000	GRUPO DIABÁSICO (DAGUA)		K

Tabla N° 1 Valores de resistividades y espesores de las diferentes formaciones.

En los perfiles de las fig. 9 y 10 se muestra la interpretación estructural y estratigráfica obtenida para la línea L-4, a partir de los cambios y anomalías en los valores de resistividad se identificaron una serie de fallas lístricas normales, las cuales desplazan los diferentes estratos. Igualmente se logro determinar los contactos de las formaciones Grupo Diabásico (K), Rocas Volcano sedimentarias (Tevs), Formación Cayapas (Tog), Formación Viche (Tme), Formación San Agustín Chagui (Tmsch) y Formación Guapi (TQg).

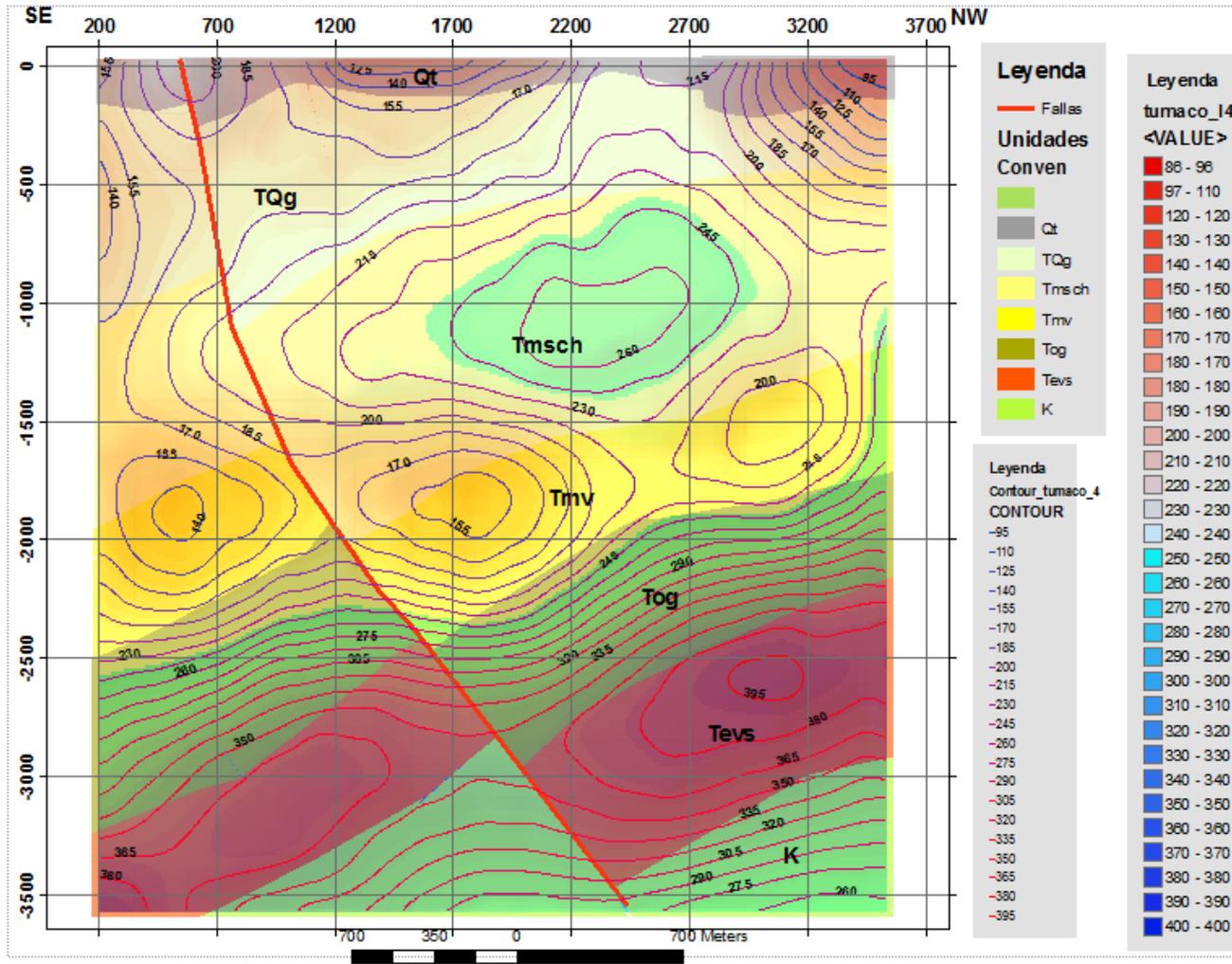


Fig. 23. L-4. Interpretación geológica final con contornos de resistividades.

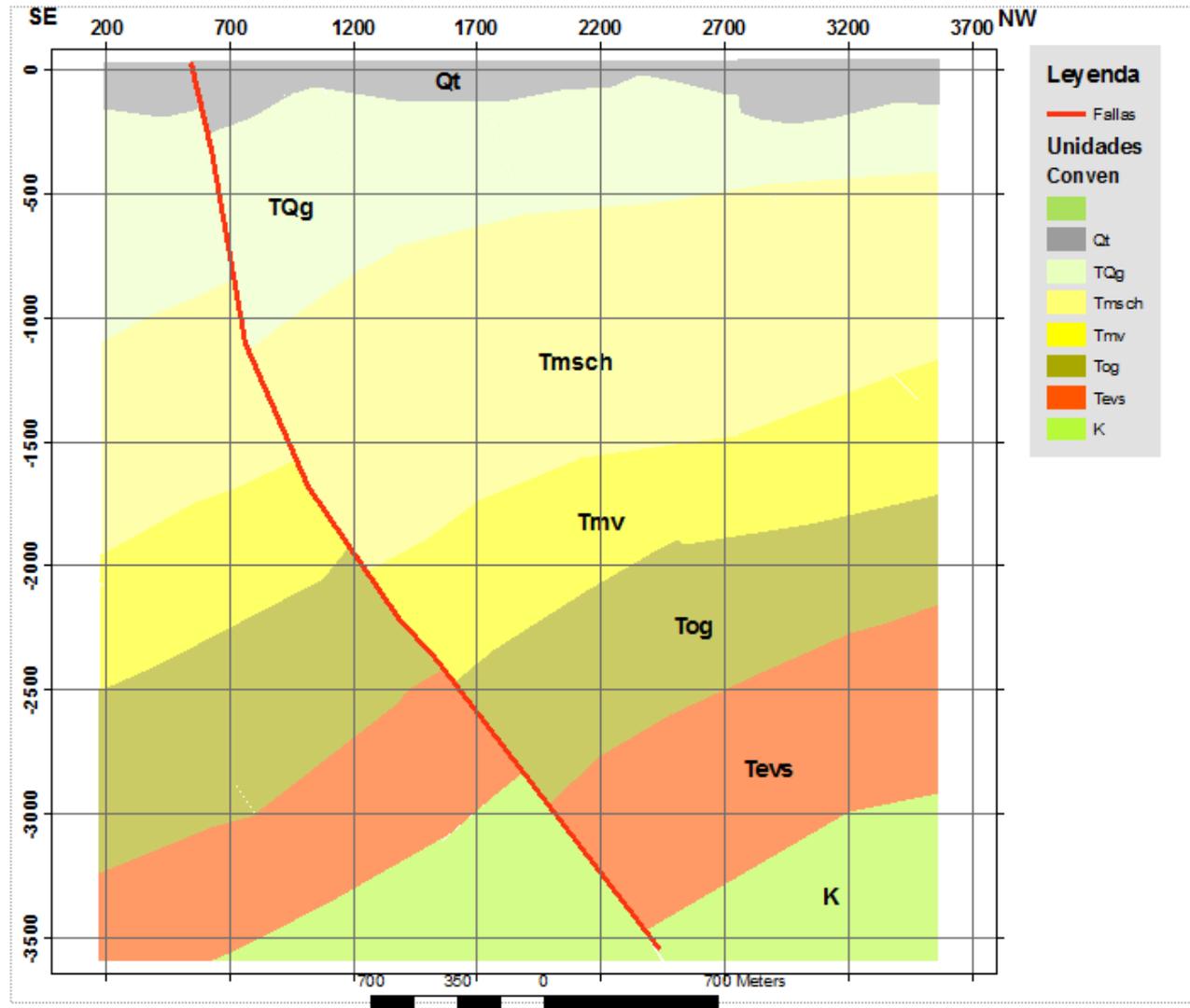


Fig. 24. L-4. Interpretación geológica final.

LÍNEA L-5

Para la interpretación del perfil magnetotélico L-5 se siguió la misma metodología empleada en el L-4, inicialmente se trabajaron los datos de resistividad cada 50 ohm, donde se muestran los principales cambios de resistividad con los cuales se identifican los contactos estratigráficos y las estructuras que se encuentran en el área.

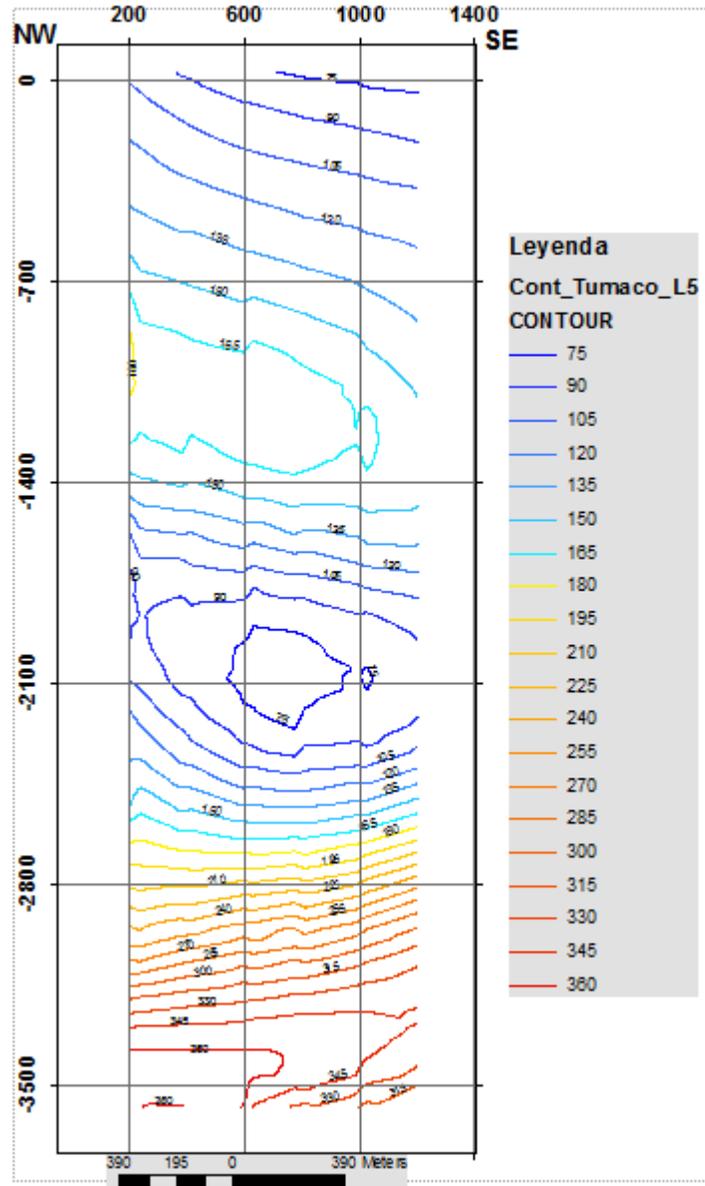


Fig. 25. L-5. Contorno de resistividades.

En la fig. 26 se muestra de forma detallada tanto los contornos de resistividad cada 50 ohm como los valores intermedios de estos, con lo que tenemos mayor certeza en la interpretación

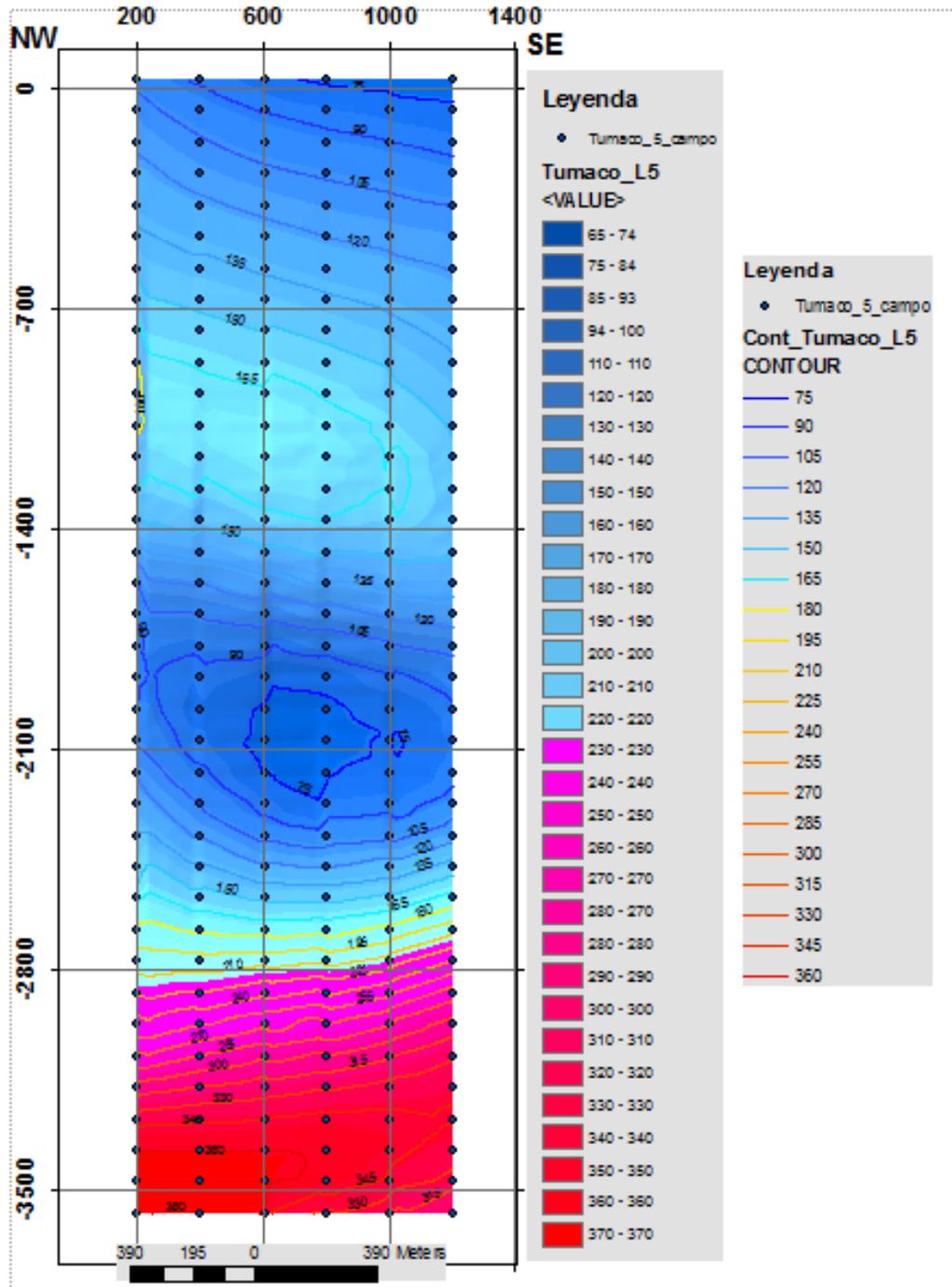


Fig. 26. L-5. Valores de resistividad

INTERVALO DE RESIST. (Ohm/m)	ESPESOR (m)	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	OBSERVACIONES	
120-135	700-800	GUAPI		TQg
190-215	600-700	SAN AGUSTIN - CHAGUI		Tmsch
25-50	550-700	VICHE		Tmv
315-335	400-1000	CAYAPAS		Tog
400-410	450-500	ROCAS VOLCANO SEDIMENTARIAS		Tevs
175-200	>200	GRUPO DIABÁSICO (DAGUA)		K

Tabla Nº 4 Valores de resistividades y espesores de las diferentes formaciones, para la línea L-5

En las fig. 27 y 28 se presenta la interpretación final estructural y estratigráfica del área del perfil L-5, en este se identificaron dos fallas principales paralelas en los topes de las Formaciones Cayapas (Tog) y San Agustín -Chagui (Tmsch),

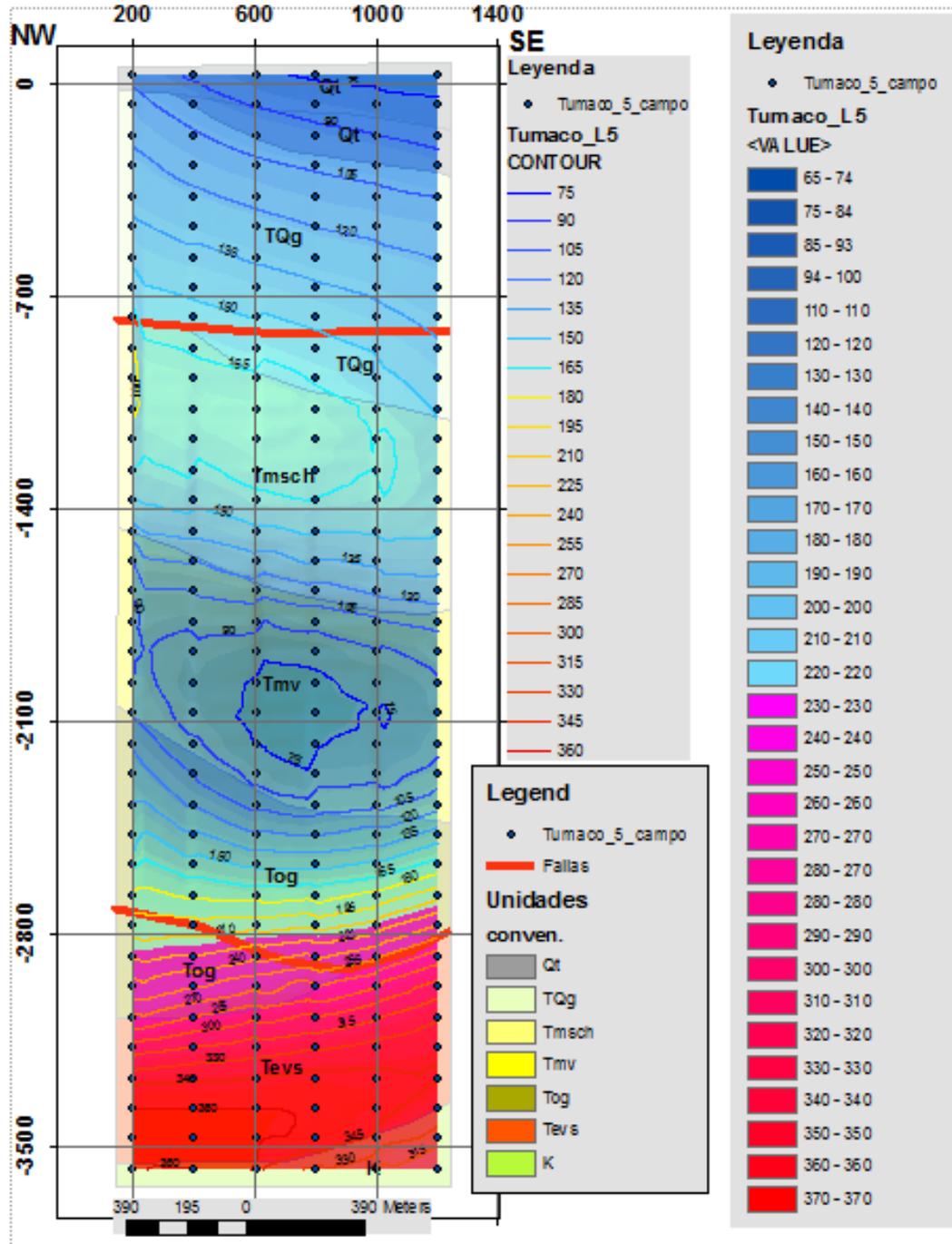


Fig. 27. Interpretación estructural línea L-5

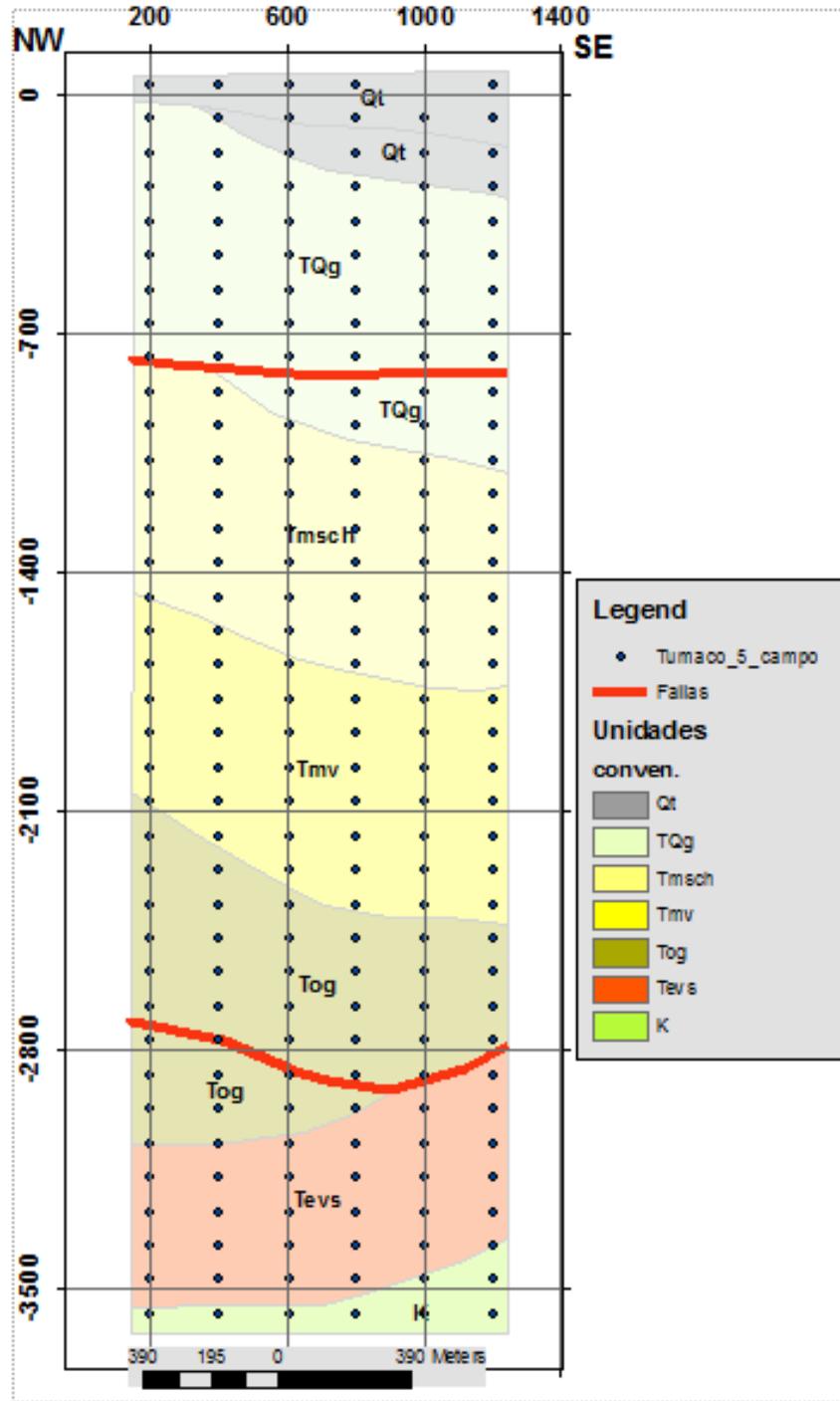


Fig. 28. Interpretación geológica final de la línea L-5

La fig. 28 es la interpretación final del perfil L-5, en donde se identificaron los contactos de las formaciones Grupo Diabásico (K), Rocas Volcano sedimentarias (Tevs), Formación Cayapas (Tog), Formación Viche (Tme), Formación San Agustín Chagui (Tmsch) y Formación Guapi (TQg).

PROGRAMA DE INDUCCIÓN Y ENTRENAMIENTO EN SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE

INTRODUCCIÓN

Para ARIANA LTDA GEÓLOGOS CONSULTORES, la formación y capacitación integral de su personal es un aspecto fundamental que garantiza no sólo que su gestión se dé en un ambiente seguro y de respeto por el entorno, sino que es un mecanismo que permite afianzar el sentido de pertenencia de sus colaboradores hacia la empresa y por esta vía a consolidar el sentimiento de compromiso con su razón de ser.

Por lo anterior se ha diseñado este Programa de Inducción, que aborda temas identificados como prioritarios, acordes con las necesidades de la empresa.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Educar y sensibilizar a los colaboradores en lo relacionado con la Salud Ocupacional y el Medio Ambiente, de manera que adopten un comportamiento seguro y de respeto hacia el medio ambiente, tanto en el área de trabajo como de residencia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Dar a conocer a los colaboradores los aspectos más importantes sobre la empresa.

Difundir y velar por la aplicación de los Programas y Políticas en Salud Ocupacional y Medio Ambiente.

Dar cumplimiento a la legislación vigente en materia de capacitación y divulgación del Programa de Salud Ocupacional y Medio Ambiente.

Dar a conocer a los trabajadores especificidades relevantes de Salud Ocupacional y Medio Ambiente, de la empresa contratante y del proyecto.

IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DE CAPACITACIÓN

De acuerdo a los requerimientos legales y a las especificidades del trabajo desarrollado por ARIANA LTDA, se identificaron y estructuraron como temas prioritarios de capacitación los siguientes:

INDUCCIÓN GENERAL

PROGRAMA	TIEMPO (min)	TEMA	CONTENIDOS BÁSICOS
Inducción ARIANA	90	Inducción dictada por el personal de de Ariana	
Inducción Empresarial	20	Generalidades sobre ARIANA LTDA	Razón de ser. Misión . Visión Objetivos Corporativos
Salud Ocupacional	35	Política Programa de salud ocupacional	1. Difusión política SO 2. Legislación en Salud ocupacional Contenido Programa de SO de ARIANA LTDA * Panorama de Riesgos (ergonómico, físico, Biológico, orden público, naturales) * Accidente de

			<p>Trabajo y enfermedad Profesional</p> <p>(incluye cartilla)</p> <ul style="list-style-type: none"> * Comité Paritario * Brigadas de Emergencia * Plan de Emergencia * Normas de Seguridad Industrial (incluye cartilla) * Primeros Auxilios *Cronograma de actividades <p>3. Obligaciones trabajadores frente empresa contratante en Materia de Salud Ocupacional</p>
Medio Ambiente	35	Programa de Medio Ambiente	<p>1. Difusión política</p> <p>2. Legislación en Medio Ambiente</p> <p>3. Contenido Programa de Medio Ambiente de ARIANA LTDA</p>

			<p>4. Organización responsabilidades</p> <p>5. Marco teórico del Programa de Medio Ambiente</p> <p>6. Plan de Manejo Ambiental</p> <p>PROGRAMA DE INDUCCIÓN Y ENTRENAMIENTO</p> <p>del proyecto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracterización ambiental área • Principales impactos <p>Medidas de Manejo.</p> <p>7. Obligaciones trabajadores frente empresa contratante en Materia de Medio Ambiente.</p>
--	--	--	---

CAPACITACIONES ESPECÍFICAS

FECHA	TEMA	DESCRIPCION
Martes 07-04-09	Inducción ARIANA	Inducción dictada por el personal de de Ariana
Martes 07-04-09	Cuidado de EPP	Elementos de protección personal, su estado actual y como deben permanecer.
Martes 07-04-09	Plan de Emergencia	Como reaccionar en una emergencia según el plan de Ariana
Martes 07-04-09	Normas de Seguridad Industrial	Normas de seguridad industrial Ariana y aplicación en el trabajo de campo.
Miércoles 08-04-09	Evaluación	Evaluación de los temas vistos hasta el momento, observar claridad en los temas y aplicación de ellos en la vida diaria.

METODOLOGÍA

Las capacitaciones se harán mediante seminarios- taller, en los cuales se motivará la participación activa de los asistentes y el análisis de las temáticas con ejemplos cotidianos, buscando una mayor asimilación, comprensión y puesta en práctica de los mismos.

RECURSOS

Las capacitaciones serán realizadas por el personal de ARIANA LTDA, asesores de la ARP y en los proyectos se buscará el apoyo de personal de la empresa contratante para la presentación de los programas y temas que deben ser de estricto cumplimiento por parte de ARIANA LTDA y sus colaboradores.

ARIANA LTDA hará las presentaciones con video beam, alquilado en la zona. De cada curso de entregará copia impresa de la temática abordada en la presentación y en algunos temas (especificados en los cuadros anteriores) se entregarán cartillas o folletos.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Par el personal de planta de ARIANA LTDA, la capacitación general y específica se realizará una vez al año. El personal temporal recibirá la inducción general al momento de su vinculación a la empresa, cuya intensidad está estimada en 4 horas. La inducción específica del personal temporal se realizará después de su vinculación, según programación.

RESPONSABLES

El adecuado y oportuno cumplimiento de este Programa es responsabilidad del Gerente General de ARIANAN LTDA.

COSTOS

Este programa no implica costos de personal, ya que será ejecutado por personal de ARIANA LTDA, de la empresa contratante y de la ARP- SURATEP.

Los costos de inducción se derivan de la reproducción de material de las presentaciones, cartillas, folletos, alquiler equipos y refrigerios a los asistentes. Estas actividades se presentarán según necesidad.

Debido a que la población de trabajadores de ARIANA LTDA depende del proyecto y las necesidades de contratación que se deriven del mismo, se estima un costo global de \$800.000 anuales, con un 10% para imprevistos. En total los costos estimados para la ejecución de este programa son de \$880.000 anuales.

ESQUEMA PLAN DE DESPLAZAMIENTOS EN CAMPO

Descripción	Tiempo Aprox (min.)	Actividad					Observaciones
							
Reunión – punto de encuentro – inicio de operaciones	15			*			
Capacitación - HSE	20				*		El primer día tiene una duración de 1 hora y media
Revisión EPP	5				*		Realizada Por Coord. Campo
Firma de Registro	10	*					Cada persona que sale a las zonas
Transporte Zona	30		*				Vehículos
Reconocimiento del área	15				*		Trabajo de 200 m con 2 electrodos por punto. Total de 20 puntos. Queda en la mitad de la línea al frente del punto distanciado 200 m.
Equipo de transmisión tendido del cableado.	30	*					
Equipo de transmisión – recolección de datos	60			*			
Equipo de transmisión recoger el cableado	30	*					
1 equipo de recepción lleva 2 antenas para las diferentes componentes	60	*		*			Va variando se mueve todo el tiempo. Distanciado 200m y rastreen durante los 60 min las frecuencias estipuladas para el registro. Por punto. Total 20 puntos.
Almuerzo	60			*			Suministrado en el punto de trabajo
Transporte Base Ariana	30		*				Vehículos
Retroalimentación Coordinador	10	*					Se hablara también de las reuniones semanales de HSE

Convenciones		
Descripción		S
Operación		
Transporte		
Espera		
Inspección		
Almacenamiento		

PLAN DE ACTIVIDADES HSE – 2009

METODOLOGÍA

En las mañanas el coordinador de campo realizará una inspección visual de los EPP de cada uno de los trabajadores y coordinara su salida segura a campo.

Se realizaran charlas motivacionales hacia la seguridad en el trabajo al finalizar la jornada, las cuales serán coordinadas y estarán bajo la responsabilidad del Coordinador de HSE en campo, deberá quedar firmado el registro de capacitación, tendrán una duración de 15 a 20 minutos y se hará una corta discusión del tema al finalizar la charla.

CRONOGRAMA FASE I

FECHA	TEMA	DESCRIPCION
Martes 07-04-09	Inducción ARIANA	Inducción dictada por el personal de de Ariana
Martes 07-04-09	Cuidado de EPP	Elementos de protección personal, su estado actual y como deben permanecer.
Martes 07-04-09	Plan de Emergencia	Como reaccionar en una emergencia según el plan de Ariana
Martes 07-04-09	Normas de Seguridad Industrial	Normas de seguridad industrial Ariana y aplicación en el trabajo de campo.

Miércoles 08-04-09	Evaluación	Evaluación de los temas vistos hasta el momento, observar claridad en los temas y aplicación de ellos en la vida diaria.

De cada una de los temas se tienen los documentos para apoyar la charla, estos quedaran anexados a los registros de capacitación.

AUDITORIAS DE SEGUIMIENTO EN HSE

IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS Y CIERRE DE ESTAS

- Fecha de inicio de la auditoría: Viernes 10-04-09
- Lugar o proceso auditado: Utilización de los Elementos de Protección Personal.
- Responsable del proceso: Coordinador de Campo en HSE.
- Temas auditados: utilización de botas de seguridad, casco, bloqueador solar, overol y demás elementos de protección personal, en el área de campo.
- Duración de la auditoría: 35 minutos.
- Resultados de la auditoría: Todos utilizaban adecuadamente los Elementos de Protección Personal, sin embargo se por las condiciones climáticas se recomendó utilizar con mayor frecuencia el bloqueador solar.
- Acción correctiva a tomar: por las condiciones climáticas se recomendó utilizar con mayor frecuencia el bloqueador solar.
- Lugar de aplicación de la acción correctiva: Área de Campo.
- Responsable de tomar la medida correctiva: Coordinador de Campo en HSE.
- Plazo estimado para implementar la medida correctiva: De Inmediato.
- Acciones preventivas a tomar: revisar todos los días al inicio de trabajo de campo que el personal utilice los Elementos de Protección Personal.
- Lugar de aplicación de la acción preventiva: Sitio de salida para iniciar el trabajo de campo y Área de Campo.
- Responsable de tomar la medida preventiva: Coordinador de Campo en HSE.
- Plazo estimado para implementar la medida preventiva: De inmediato.
- Observaciones:
- Firma del auditor
- Fecha del informe: Lunes 13-04-09

Con la anterior información, la gerencia poseerá herramientas para sostener y mejorar el sistema HSE.

AUDITORIAS DE SEGUIMIENTO EN HSE

IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS Y CIERRE DE ESTAS

Una vez realizadas las auditorías, los encargados de estas deben presentar un informe a la gerencia, a más tardar un día hábil siguiente a la terminación de las mismas, en donde se indiquen los siguientes datos:

- Fecha de inicio de la auditoría: Viernes 10-04-09
- Lugar o proceso auditado: seguridad industrial aplicación en el trabajo de campo.
- Responsable del proceso: Coordinador de Campo en HSE.
- Temas auditados: Ergonómico – Levantamiento de cargas, manejo de machete.
- Duración de la auditoría: 35 minutos.
- Resultados de la auditoría: Todo el personal respondió de forma acertada en cuanto a la aplicación de los temas de seguridad industrial e higiene postural, los cuales habían sido profundizado en capacitaciones específicas en días anteriores.
- Acción correctiva a tomar: Recordar el auto cuidado para que se haga más segura la operación de campo, no extralimitarse en el levantamiento y transporte de carga.
- Lugar de aplicación de la acción correctiva: Área de Campo.
- Responsable de tomar la medida correctiva: Coordinador de Campo en HSE.
- Plazo estimado para implementar la medida correctiva: De Inmediato.
- Acciones preventivas a tomar: Recordar el auto cuidado para que se haga más segura la operación de campo, no extralimitarse en el levantamiento y transporte de carga.
- Lugar de aplicación de la acción preventiva: Área de Campo.
- Responsable de tomar la medida preventiva: Coordinador de Campo en HSE.
- Plazo estimado para implementar la medida preventiva: De inmediato.
- Observaciones:
- Firma del auditor
- Fecha del informe: Lunes 13-04-09

Con la anterior información, la gerencia poseerá herramientas para sostener y mejorar el sistema HSE.

AUDITORIAS DE SEGUIMIENTO EN HSE

IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS Y CIERRE DE ESTAS

Una vez realizadas las auditorías, los encargados de estas deben presentar un informe a la gerencia, a más tardar un día hábil siguiente a la terminación de las mismas, en donde se indiquen los siguientes datos:

- Fecha de inicio de la auditoría: Viernes 10-04-09
- Lugar o proceso auditado: El programa de Salud Ocupacional.
- Responsable del proceso: Coordinador de Campo en HSE.
- Temas auditados: Medicina Preventiva y del Trabajo, Higiene Industrial.
- Duración de la auditoría: 35 minutos.
- Resultados de la auditoría: se revisaron los factores de riesgo que se encontraban en la zona, donde se encontró que se estaban minimizando, haciendo el trabajo más efectivo ya que hasta el momento no se ha presentado ningún accidente de trabajo.
- Acción correctiva a tomar: revisar a diario los factores que colocan en riesgo la operación y minimizarlos.
- Lugar de aplicación de la acción correctiva: Área de Campo.
- Responsable de tomar la medida correctiva: Coordinador de Campo en HSE.
- Plazo estimado para implementar la medida correctiva: De Inmediato.
- Acciones preventivas a tomar: revisar a diario los factores que colocan en riesgo la operación y minimizarlos.
- Lugar de aplicación de la acción preventiva: Área de Campo.
- Responsable de tomar la medida preventiva: Coordinador de Campo en HSE.
- Plazo estimado para implementar la medida preventiva: De inmediato.
- Observaciones:
- Firma del auditor
- Fecha del informe: Lunes 13-04-09

Con la anterior información, la gerencia poseerá herramientas para sostener y mejorar el sistema HSE.