



## **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

### **Modelo Geológico del Yacimiento “Viche Congüime 3” para la determinación de su valor económico**

#### **TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del título de:

#### **INGENIERO GEÓLOGO**

Presentada por:

**JOSÉ ANTONIO CIRES MORÁN**

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año 2009

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a la empresa Ecometals Limited, ya que sin el soporte de la misma hubiese sido imposible el desarrollo de esta tesis.

Al Ingeniero Jorge Calle, mi eterna gratitud por su aporte en este trabajo y por haber destinado parte de su tiempo para visitar el yacimiento Viche Congüime 3 en el suroriente ecuatoriano.

Un reconocimiento especial a mi gran amigo Edgar Gordillo, por su gran contribución con el desarrollo de esta tesis y el haber sido un excelente mentor y maestro durante mis primeros pasos dentro del campo de la exploración minera.

A mis amigos de la empresa que de una u otra forma me ayudaron a la culminación de este trabajo: Fabián Toledo, Ángel Chávez, Ángel Cueva, Pablo Escudero, Paúl Becerra, Xavier Toledo y Richard Banda.

# DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María Auxiliadora

A mis padres, Leonor y Freddy

A mis hermanos, Karyna y Freddy

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Gastón Proaño  
Subdecano de la FICT  
PRESIDENTE

---

Ing. Jorge Calle  
Profesor Principal  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Fernando Morante  
Profesor Principal  
VOCAL

---

Ing. Enrique Luna  
Profesor Principal  
VOCAL



## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

José Antonio Cires Morán

## RESUMEN

El Yacimiento “Viche Congüime 3” ha sido explorado y estudiado por muchas compañías mineras desde la década de 1970, teniendo muchos resultados positivos tanto en geoquímica de sedimentos y rocas, así como también en perforación diamantina.

Al haber sido explorada por muchas ocasiones, con distintos métodos y objetivos, se ha producido mucha información de campo: mapas litológicos, de alteración, mineralización, estructuras; es necesario recopilar toda esta información, digitalizarla cuando sea necesario y combinar todo lo posible dentro de una misma simbología y leyenda, posteriormente combinando toda dentro de un Sistema de Información Geográfico, para que sea útil en la definición de un programa de perforación, modelamiento y posterior valor económico del yacimiento.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL .....	II
ABREVIATURAS .....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivo y Justificación .....	1
1.2. Marco teórico .....	1
1.3. Historia del Proyecto.....	4
1.4. Ubicación y delimitación del área de estudio.....	9
Capítulo 2. GENERALIDADES .....	12
2.1. Localización Geográfica .....	12
2.2. Clima y Fisiografía .....	12
2.3. Flora y Fauna.....	14
2.4. Accesibilidad.....	16
2.5. Geografía Humana .....	18

Capítulo 3. GEOLOGÍA REGIONAL .....	20
3.1. Geología de la Cordillera del Cóndor.....	20
3.2. Formaciones geológicas.....	24
3.2.1. Formación Santiago .....	24
3.2.2. Formación Chapiza .....	24
3.2.3. Formación Misahuallí .....	25
3.2.4. Formación Suárez .....	26
3.2.5. Formación Hollín .....	27
3.2.6. Formación Napo.....	27
3.2.7. Formación Tena (Pangui).....	29
3.2.8. Batolito de Zamora .....	29
3.3. Geología estructural .....	30
3.4. Tectónica .....	31
Capítulo 4. PROSPECCIÓN REGIONAL.....	33
4.1. Geoquímica de sedimentos activos y pesados.....	33
4.2. Muestreo de afloramientos naturales o artificiales.....	36
4.3. Identificación de ambientes favorables a la ocurrencia de minerales	37
4.4. Ubicación de estructuras principales .....	37
4.5. Definición de prospectos y su potencialidad .....	39
Capítulo 5. GEOLOGÍA LOCAL .....	41
5.1. Unidades Litológicas.....	41
5.1.1. Ambiente sedimentario .....	42
5.1.2. Ambiente volcánico .....	45
5.1.3. Ambiente intrusivo .....	46
5.2. Estructuras .....	48
Capítulo 6. EXPLORACIÓN PRELIMINAR .....	49
6.1. Mapeo superficial.....	49
6.1.1. Caracterización de sub-unidades litológicas.....	50
6.1.2. Determinación de alteraciones .....	50

6.1.3.	Definición de mineralizaciones .....	51
6.2.	Muestreo superficial.....	52
6.2.1.	Calicatas y trincheras .....	52
6.2.2.	Muestreo sistemático de suelos.....	54
6.3.	Señalización de aureolas de alteración y mineralización.....	57
Capítulo 7.	EXPLORACIÓN DETALLADA .....	60
7.1.	Muestreo de suelo profundo – Auger.....	60
7.2.	MMI (Metal Mobile Ion) .....	64
7.3.	Exploración geofísica.....	67
7.3.1.	Polarización Inducida .....	70
7.3.2.	Magnetometría .....	86
7.4.	Perforación con recuperación de testigo .....	91
7.4.1.	Mapeo de testigos de perforación.....	98
7.4.2.	Registro de información de subsuelo.....	142
7.5.	Reservas probables.....	154
Capítulo 8.	MODELAMIENTO DEL DEPÓSITO .....	157
8.1.	Geología económica del depósito.....	157
8.2.	Categorización de reservas .....	159
8.3.	Modelo 3D integrado .....	161
Capítulo 9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	167
9.1.	Conclusiones .....	167
9.2.	Recomendaciones .....	168
BIBLIOGRAFÍA.....		169

## ABREVIATURAS

Fm	Formación
m.a	Millones de años
msg	Milisegundos
HP	Horse power (caballos de potencia)
nT	Nano Teslas
K	Potasio
Ar	Argón
Au	Oro
Cu	Cobre
Sb	Antimonio
As	Arsénico
Zn	Zinc
Pb	Plomo
ppm	Partes por millón
ppb	Partes por billón
km	Kilómetros
m	Metros
cm	Centímetros
mm	Milímetros
g	Gramos
t	Toneladas
g/t	Gramos por Tonelada
m <sup>3</sup>	Metros Cúbicos
mt	Millones de tonelada
Kw	Kilovatios
Kohm	Kilo-ohmios
Ma	Cargabilidad
ρa	Resistividad
UTM	Universa Transversa de Mercator

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Uno de los primeros mapas publicados en dominio público por la empresa Valerie Gold Resources acerca del trabajo realizado sobre el yacimiento Víche Congüime 3 en el año 2000.....	6
Figura 1.2. Ubicación del Área de Estudio dentro de la provincia de Zamora Chinchipe en la República del Ecuador. ....	9
Figura 1.3. Ubicación del Área de Estudio dentro de la provincia de Zamora Chinchipe en la República del Ecuador. ....	10
Figura 1.4. Vías de acceso al Área de Estudio – Imagen Landsat 7. ....	11
Figura 2.1. Mapa fisiográfico regional del Área de Estudio.....	13
Figura 2.2. Vías de acceso y poblados cercanos al Área de Estudio. ....	17
Figura 3.1. Geología simplificada de la República del Ecuador.....	22
Figura 3.2. Geología regional .....	23
Figura 5.1. Geología regional .....	43
Figura 6.1. Mapa de trincheras – Resultados de Au.....	53
Figura 6.2. Muestreo sistemático de suelos – Anomalías de Oro.....	55
Figura 6.3. Muestreo sistemático de suelos – Anomalías de Cobre. ....	56
Figura 6.4. Mapa de aureolas de alteración.....	58
Figura 6.5. Mapa de aureolas de mineralización. ....	59
Figura 7.1. Muestreo de suelos Auger – Valores de oro.....	63
Figura 7.2. Modelo hipotético de la liberación de iones de cuerpos mineralizados en profundidad.....	65
Figura 7.3. Comparación de resultados hipotéticos entre métodos convencionales y por MMI. ....	66
Figura 7.4. Plan de líneas de Geofísica – IP.....	73
Figura 7.5. Línea 1 – Levantamiento por IP.....	74
Figura 7.6. Línea 2 – Levantamiento por IP.....	75
Figura 7.7. Línea 3 – Levantamiento por IP.....	75

Figura 7.8. Línea 4 – Levantamiento por IP.....	76
Figura 7.9. Línea 5 – Levantamiento por IP.....	76
Figura 7.10. Línea 6 – Levantamiento por IP.....	77
Figura 7.11. Línea 7 – Levantamiento por IP.....	77
Figura 7.12. Línea 8 – Levantamiento por IP.....	78
Figura 7.13. Línea 9 – Levantamiento por IP.....	78
Figura 7.14. Línea 10 – Levantamiento por IP.....	79
Figura 7.15. Línea 11 – Levantamiento por IP.....	79
Figura 7.16. IP – Curvas de Cargabilidad – Nivel 2 – Aprox 75 metros.....	80
Figura 7.17. IP – Curvas de Cargabilidad – Nivel 4 – Aprox 150 metros.....	81
Figura 7.18. IP – Curvas de Cargabilidad – Nivel 6 – Aprox 300 metros.....	82
Figura 7.19. IP – Curvas de Resistividad – Nivel 2 – Aprox 75 metros.....	83
Figura 7.20. IP – Curvas de Resistividad – Nivel 4 – Aprox 150 metros.....	84
Figura 7.21. IP – Curvas de Resistividad – Nivel 6 – Aprox 300 metros.....	85
Figura 7.22. Plan de líneas de Geofísica – Magnetometría Terrestre. ....	89
Figura 7.23. Magnetometría Terrestre – Campo Magnético Total. ....	90
Figura 7.24. Diagrama mostrando todos los procesos involucrados en la preparación de los testigos de perforación a diamantina, hasta la entrega final de resultados.....	92
Figura 7.25. Mapa de perforaciones con resultados de Oro.....	97
Figura 7.26. Secciones para perfiles litológicos.....	144
Figura 7.27. Sección DSB-14 – Perfil Litológico .....	146
Figura 7.28. Sección DSB-10 – Perfil Litológico .....	147
Figura 7.29. Sección DSB-5-16 – Perfil Litológico .....	148
Figura 7.30. Sección DSB-12 – Perfil Litológico .....	149
Figura 7.31. Sección DSB-7-3 – Perfil Litológico .....	150
Figura 7.32. Sección DSB-1-2 – Perfil Litológico .....	151
Figura 7.33. Secciones para cálculo de reservas probables.....	155
Figura 7.34. Vista 3D del cuerpo generado para el cálculo. ....	156



Figura 8.1. Secuencia desde exploración mineral a desarrollo y abandono de mina.....	158
Figura 8.2. Reservas inferidas para el yacimiento y posible extensión del tren mineralizado interpretado a partir de respuestas geofísicas.....	160
Figura 8.3. Posible tajo abierto del sector mineralizado Suroeste a partir de reservas inferidas. ....	160
Figura 8.4. Modelo de elevación del terreno usado, se observan vías de acceso y campamento base. ....	161
Figura 8.5. Vista de las 3 plantas de cargabilidad en relación a las perforaciones, la correlatividad se encuentra en las zonas de mediana cargabilidad, tonalidades de verde amarillo.....	162
Figura 8.6. Vista de las 3 plantas de resistividad.....	162
Figura 8.7. Pozos de perforación con resultados de oro.....	163
Figura 8.8. Pozos de perforación con cuerpo generado de reservas probables. ....	163
Figura 8.9. Conglomerados sobreyaciendo a basalto andecítico. ....	164
Figura 8.10. Pórfido dacítico y diques.....	164
Figura 8.11. Pórfido dacítico, diques y cuerpo intrusivo. ....	165
Figura 8.12. Alteración Propilítica. ....	165
Figura 8.13. Alteración Sericítica. ....	166
Figura 8.14. Intervalos mineralizados en rojo con valores y azules mineralizados sin valores.....	166

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1.1. Vista panorámica del área del Proyecto desde Pachicutza.	7
Fotografía 1.2. Sector Suroeste del área del Proyecto visto desde Pachicutza. ....	7
Fotografía 1.3. Área Sur del área de estudio, visto desde el poblado Los Geranios. ....	8
Fotografía 1.4. Campamento base del proyecto Viche Congüime 3.....	8
Fotografía 2.1. Insectos similares al grillo, nombre desconocido. Imagen captada dentro del área de estudio. ....	14
Fotografía 2.2. Insecto palo del orden de los fásmidos. Foto tomada dentro del área de estudio. ....	15
Fotografía 2.3. Vegetación típica de la zona.....	15
Fotografía 2.4. Vía de acceso desde Pachicutza al proyecto. ....	16
Fotografía 2.5. Niños de las Escuela Pachicutza (comunidad Shuar) junto a técnicos de Ecometals en el Campamento base. ....	19
Fotografía 2.6. Comunidad “Los Geranios”, agasajo navideño por parte de Ecometals. ....	19
Fotografía 5.1. Afloramiento de caliza. ....	44
Fotografía 5.2. Toma macroscópica del afloramiento de caliza.....	44
Fotografía 5.3. Afloramiento de roca andesita altamente silicificada con presencia de escasas vetillas de cuarzo.....	45
Fotografía 5.4. Pórfido diorítico con numerosas vetillas de cuarzo.....	46
Fotografía 5.5. Pórfido dacítico con vetillas de cuarzo de considerable espesor. ....	47
Fotografía 5.6. Pórfido dacítico en contacto con un cuerpo andesítico, afloramiento sumamente fracturado. ....	47
Fotografía 6.1. Labor de exploración superficial. ....	49

Fotografía 7.1. Cilindro helicoidal en el extremo del Auger, descargando la muestra tomada.....	61
Fotografía 7.2. Preparación del Auger.....	62
Fotografía 7.3. En plena operación para tomar muestras mediante el método Auger.....	62
Fotografía 7.4. Generador de electricidad usado durante el trabajo de polarización inducida.....	68
Fotografía 7.5. Instrumentos usados durante la última campaña de Polarización Inducida y Magnetometría.....	69
Fotografía 7.6. Magnetómetro móvil GSM-19.....	87
Fotografía 7.7. Consola del GSM-19 con sensor y cable.....	88
Fotografía 7.8. Máquina de perforación Boart Longyear 38.....	94
Fotografía 7.9. Broca usada para la perforación diamantina.....	95
Fotografía 7.10. Tubería de perforación NQ y HQ.....	95
Fotografía 7.11. Patio en el campamento base donde se conservan los testigos de perforación del proyecto.....	99
Fotografía 7.12. DSB-02. Intervalo entre los 218 a 228 metros de profundidad. Se observan numerosas vetillas.....	101
Fotografía 7.13. DSB-16 a los 66 metros.....	123
Fotografía 7.14. DSB-16 a los 87 metros.....	124
Fotografía 7.15. DSB-16 a los 107 metros.....	124
Fotografía 7.16. DSB-16 a los 122 metros.....	125
Fotografía 7.17. DSB-16 a los 131 metros.....	125
Fotografía 7.18. DSB-16 a los 169 metros.....	126
Fotografía 7.19. DSB-16 a los 171 metros.....	127
Fotografía 7.20. DSB-16 a los 177 metros.....	128
Fotografía 7.21. DSB-16 a los 193 metros.....	129
Fotografía 7.22. DSB-16 a los 195 metros.....	130
Fotografía 7.23. DSB-16 a los 207 metros.....	131
Fotografía 7.24. DSB-16 a los 211 metros.....	132

Fotografía 7.25. DSB-16 a los 220 metros.....	133
Fotografía 7.26. DSB-17 a los 42 metros.....	135
Fotografía 7.27. DSB-17 a los 61 metros.....	136
Fotografía 7.28. DSB-17 a los 66 metros.....	136
Fotografía 7.29. DSB-17 a los 80 metros.....	137
Fotografía 7.30. DSB-17 a los 86 metros.....	137
Fotografía 7.31. DSB-17 a los 94 metros.....	138
Fotografía 7.32. DSB-17 a los 102 metros.....	138
Fotografía 7.33. DSB-17 a los 145 metros.....	139
Fotografía 7.34. DSB-17 a los 172 metros.....	140
Fotografía 7.35. DSB-17 a los 194 metros.....	140
Fotografía 7.36. DSB-17 a los 200 metros.....	141
Fotografía 7.37. Sala de registro geológico de los testigos de pozos de perforación diamantina. ....	143

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 7.1. Detalle de los sondeos realizados en el proyecto. ....	93
Tabla 7.2. Intervalos con ensayos significativos. ....	96
Tabla 7.3. Reservas probables del proyecto Viche Congüime 3. ....	156

## **Capítulo 1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Objetivo y Justificación**

El presente trabajo tiene como objetivo definir un modelo geológico-minero para el yacimiento Viche Congüime 3, atravesando todos los procesos de prospección y exploración preliminares y a detalle; luego con todos estos resultados determinar el valor económico del mismo.

La necesidad de definir más reservas para dicho yacimiento y la posible continuidad de trenes de mineralización, conllevan a revisar todos los estudios realizados hasta la fecha, el obtener los mejores y más relevantes resultados de los estudios llevados actualmente y la optimización y sistematización de recursos para estudios posteriores.

### **1.2. Marco teórico**

En este acápite se tratarán ciertos conceptos generales útiles para entender los procesos de exploración y evaluación de un yacimiento mineral, técnicas para evaluarlos y su valorización económica.

### **Definición de yacimiento mineral**

El término yacimiento mineral presenta diversas acepciones a través del tiempo: Bateman (1951) define yacimiento mineral como “acumulaciones o concentraciones de elementos que están presentes en la corteza terrestre solo de forma diseminada”, a esta definición muy geológica, se le ha incorporado el concepto económico de “explotación con beneficio económico”. Así Smirnov en 1976 establece que “yacimiento mineral es un sector de la corteza terrestre en el que, a raíz de procesos geológicos, se produjo la acumulación de una sustancia mineral, que puede ser utilizada industrialmente, dadas su cantidad, calidad y condiciones del yacimiento, para su explotación comercial”. En síntesis, un yacimiento mineral es “un cuerpo geológico constituido por mineralización económicamente explotable”.

### **Objetivos y consideraciones de la exploración**

El primer objetivo de la exploración es el localizar una anomalía geológica con propiedades de un depósito mineral, así como también la reducción del área de investigación. La norma elemental en todo proceso de exploración minera consiste en aplicar métodos capaces de abarcar grandes zonas, descartando áreas no favorables con métodos rápidos y muy económicos, para llegar

gradualmente a sitios favorables en donde se realizan estudios con métodos más costosos y precisos. Un programa de exploración puede ser muy exitoso cuando se logra un aumento en las perspectivas de un lugar, y se anticipa a la decisión final en una o dos etapas, con el consiguiente ahorro de tiempo y dinero.

Dentro del estudio de yacimientos se pueden distinguir dos etapas. La primera es la exploración en sí, que tiene como meta la localización de anomalías causadas por ocurrencias de mineralización. Una segunda etapa es la evaluación, cuyo fin es definir y cuantificar la anomalía.

### **Métodos de evaluación de reservas**

Existen diversos métodos que se utilizan en la evaluación de un yacimiento mineral, algunos se usan en la etapa de exploración regional y otros más locales, generalmente la única diferencia es la escala de trabajo y costos operativos.

Los métodos usados para la evaluación del yacimiento Viche Congüime 3 serán explicados en el desarrollo de esta tesis, con una breve introducción teórica y el análisis de la información obtenida en laboratorio o campo.



### **1.3. Historia del Proyecto**

Entre 1994 y 1998, TVX realizó diversos estudios en las áreas de El Hito y Santa Bárbara, empezando con un muestro regional de suelos con una malla orientada hacia el Noreste y con espaciamiento entre líneas de 250m. y de muestras en línea de 50 m.

En 1997 y 1998 los trabajos consistieron en muestreos de sedimentos fluviales y sedimentos pesados a lo largo de los drenajes, tanto primarios como de segundo y de tercer orden, al interior del área. De igual manera se ejecutaron muestreos de afloramientos y canaletas dentro de los cuerpos alterados y/o mineralizados.

TVX también llevó a cabo un programa de muestreo geoquímico de suelos en dos mallas (50 X 50 metros) a detalle sobre un área de 1.000 X 1.500 metros que involucraron los sectores Sur y Norte de Santa Bárbara.

La exploración llevada a cabo por TVX en dicho sector consistió en el levantamiento de 29.250 metros a lo largo de 14 líneas por IP (Polarización Inducida), 5.100 metros de muestreos de afloramientos y canaletas, muestreo geoquímico de suelos y mapeo. El método

geofísico IP definió, por cargabilidad y resistividad, 2 anomalías importantes que fueron probadas con perforación diamantina, 17 pozos, totalizando 4.296 metros.

Nueve pozos diamantinos fueron perforados en la parte Noreste del sector para comprobar el potencial de oro-cobre indicado por la coincidencia de las anomalías geoquímicas y de IP. Dos de estos pozos interceptaron espesores significativos de mineralización de oro.

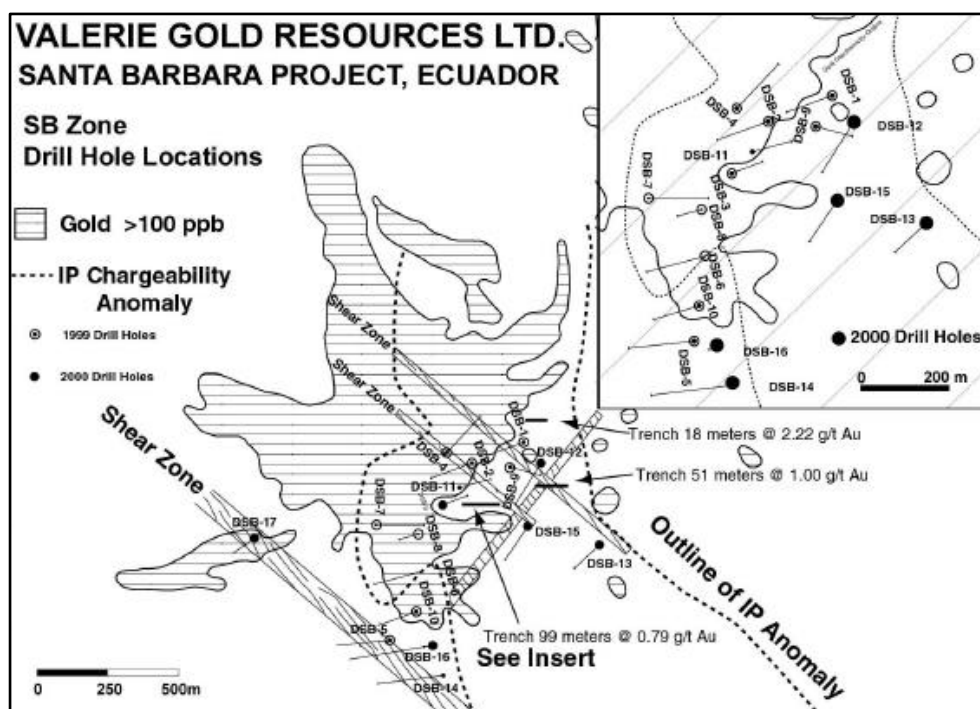
Ocho pozos diamantinos fueron perforados en la parte Suroeste del Sector para comprobar el potencial de oro-cobre indicado por la coincidencia de las anomalías geoquímicas y de IP. Cuatro pozos interceptaron intervalos significativos de mineralización de oro.

En el año 2000, TVX abandonó todos los trabajos exploratorios en los sectores de El Hito y Viche Congüime 3 por considerarlos de poca importancia para las expectativas de la Empresa, en dependencia a las cotizaciones vigentes para el oro.

Para el segundo semestre del 2006 la empresa Ecometals Limited retoma los trabajos exploratorios en el yacimiento Santa Bárbara, y

realiza el levantamiento geofísico por IP y magnetometría de 24.200 metros, a lo largo de 11 líneas.

En la actualidad la empresa Ecometals Limited lleva a cabo trabajos de exploración y se espera ampliar la actual malla de geofísica para definir nuevos blancos de perforación.



**Figura 1.1.** Uno de los primeros mapas publicados en dominio público por la empresa Valerie Gold Resources acerca del trabajo realizado sobre el yacimiento Viche Conguime 3 en el año 2000.



**Fotografía 1.1.** Vista panorámica del área del Proyecto desde Pachicutza.



**Fotografía 1.2.** Sector Suroeste del área del Proyecto visto desde Pachicutza.



**Fotografía 1.3.** Área Sur del área de estudio, visto desde el poblado Los Geranios.



**Fotografía 1.4.** Campamento base del proyecto Viche Congüime 3.

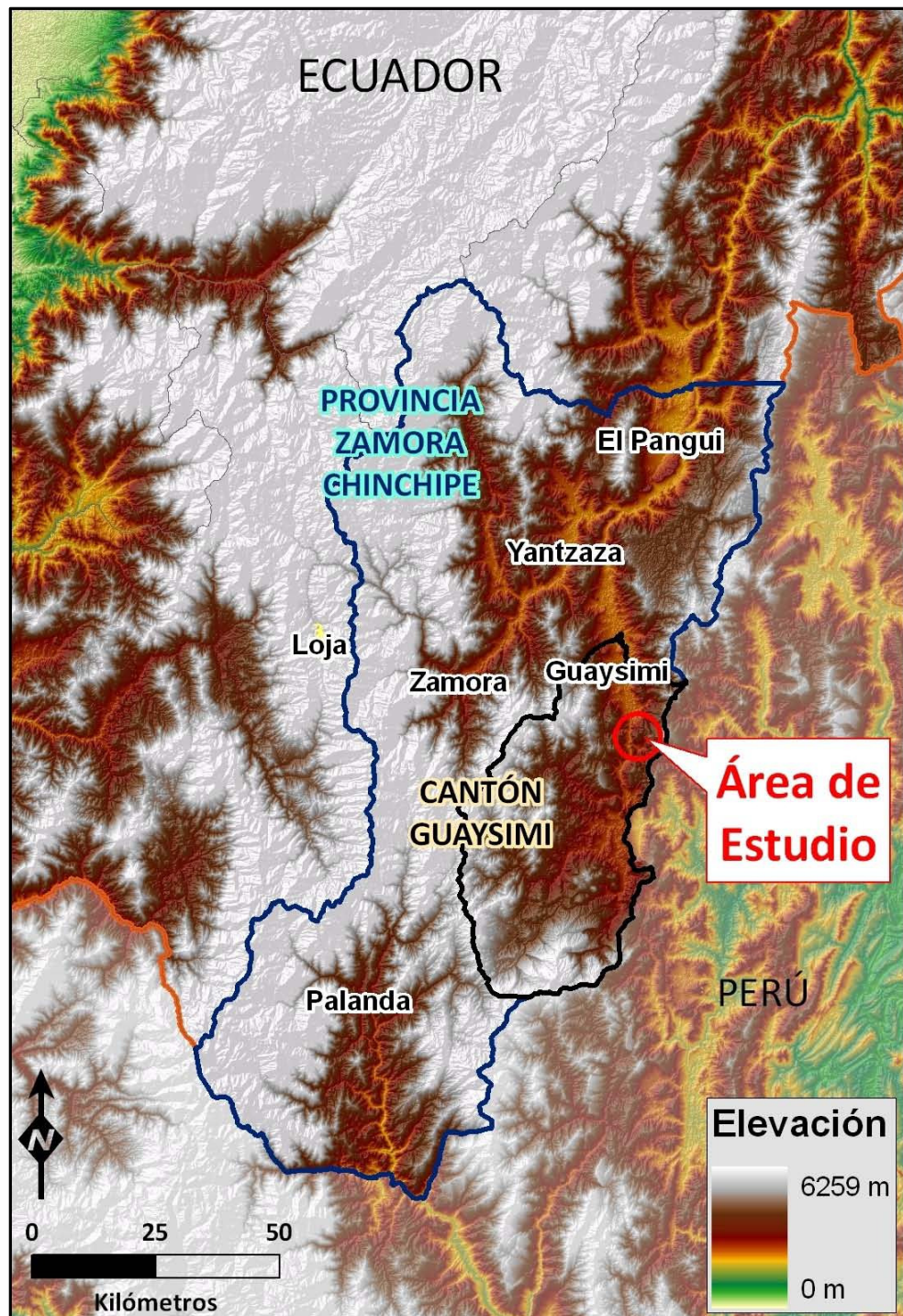
#### 1.4. Ubicación y delimitación del área de estudio

El área de estudio se encuentra dentro de una geomorfología de llanura acolinada, intersecada por el sistema fluvial de la quebrada Pachicutza, afluente derecho del Río Nangaritzza, el cual discurre sobre una falla regional que separa el bloque levantado de la cordillera de Nanguipa, al oeste, donde se emplazan los depósitos minerales del tren mineralizado de Nambija y, la Cordillera del Cóndor, al Este, bloque hundido en el cual se encuentran ubicados los proyectos, en proceso de investigación, de Ecometals Limited.



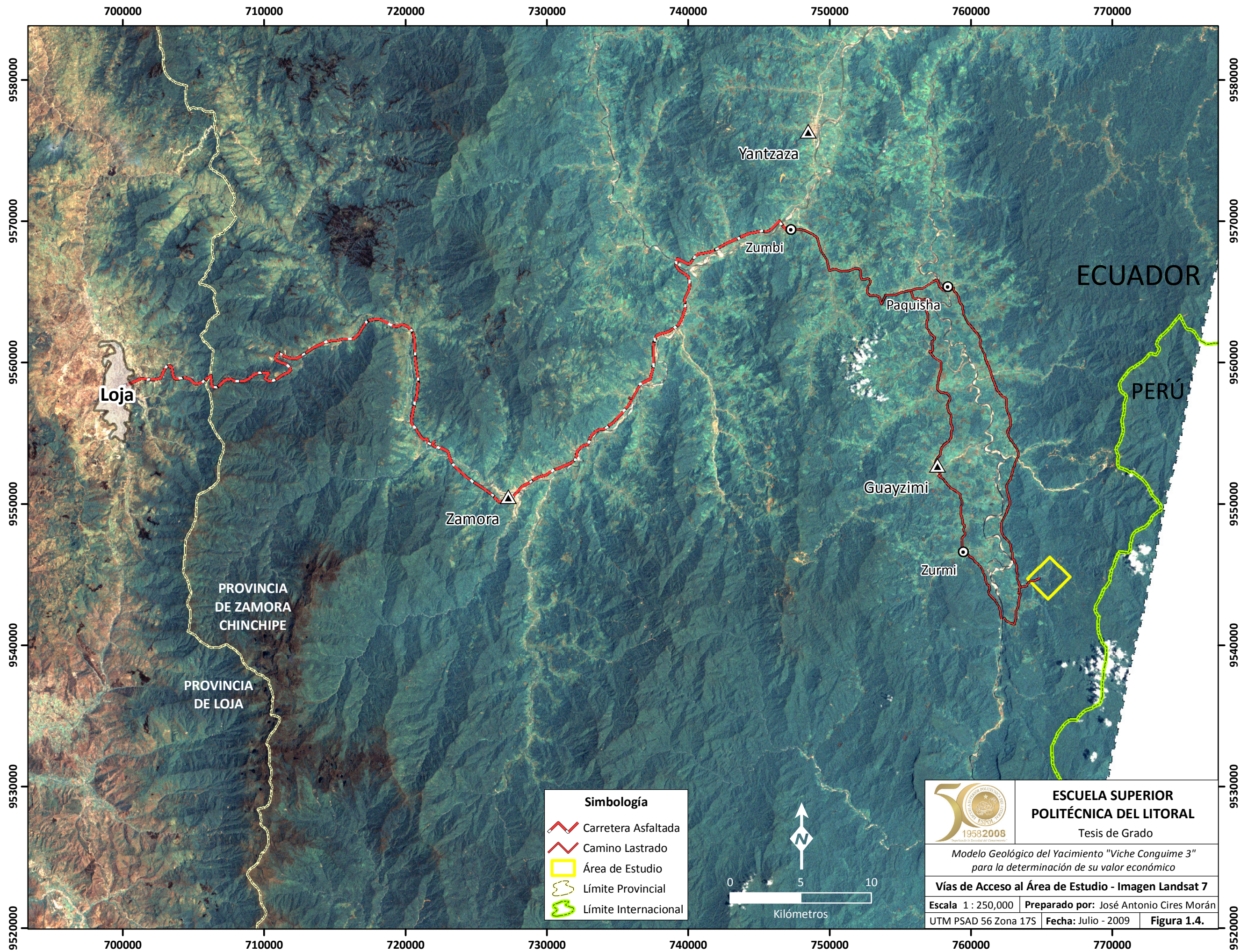
**Figura 1.2.** Ubicación del Área de Estudio dentro de la provincia de Zamora Chinchipe en la República del Ecuador.







**Figura 1.3.** Ubicación del Área de Estudio dentro de la provincia de Zamora Chinchipe en la República del Ecuador.






**Simbología**

-  Carretera Asfaltada
-  Camino Lastrado
-  Área de Estudio
-  Límite Provincial
-  Límite Internacional

Kilómetros

	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> Tesis de Grado	
	<i>Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3" para la determinación de su valor económico</i>	
<b>Vías de Acceso al Área de Estudio - Imagen Landsat 7</b>		
Escala 1 : 250,000	Preparado por: José Antonio Cires Morán	
UTM PSAD 56 Zona 17S	Fecha: Julio - 2009	<b>Figura 1.4.</b>



## **Capítulo 2. GENERALIDADES**

### **2.1. Localización Geográfica**

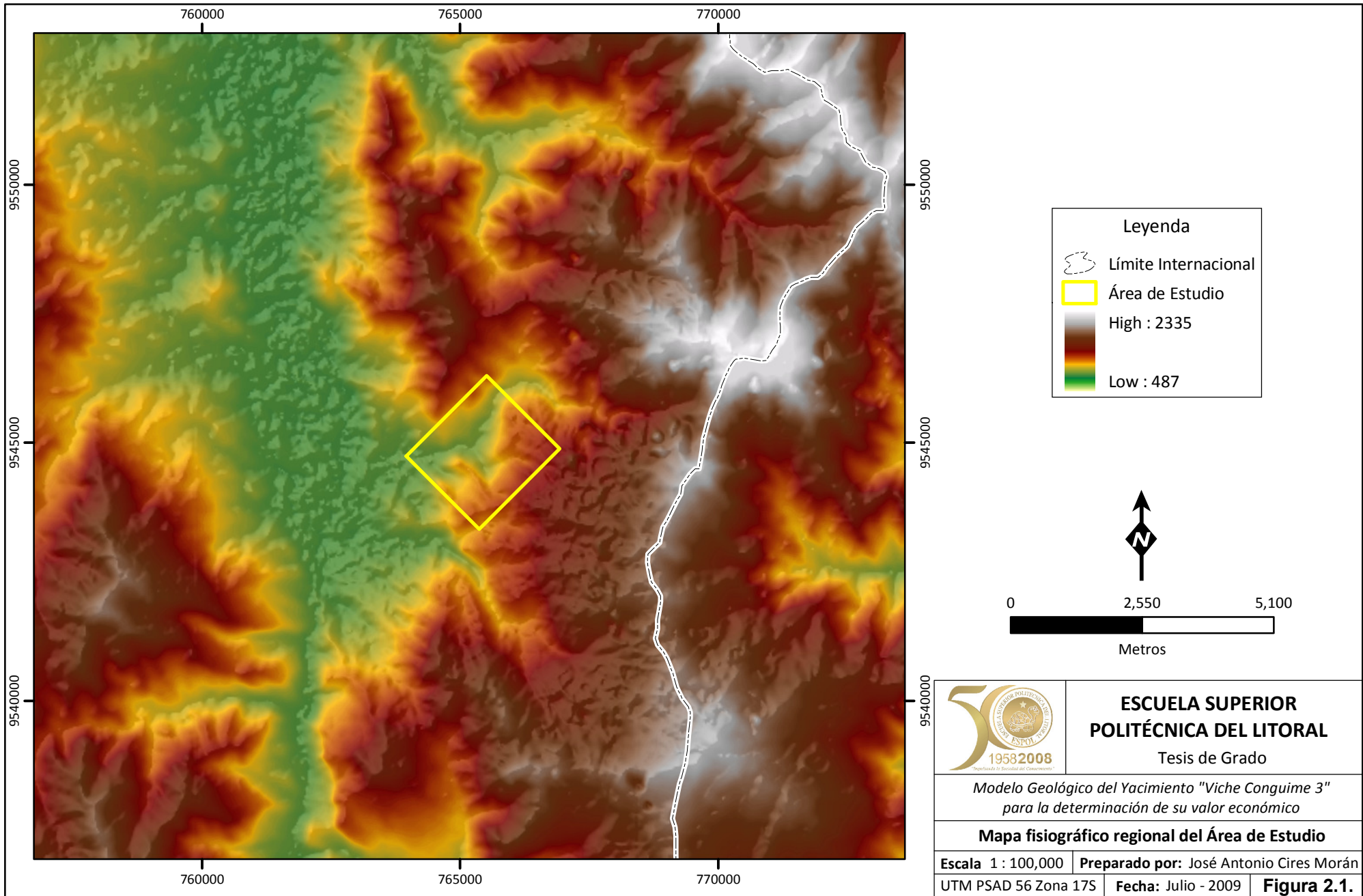
El Yacimiento está localizado en la Región Oriental, Provincia de Zamora Chinchipe, Cantón Nangaritza, sobre el flanco Oeste de la Cordillera del Cóndor, a 420 kilómetros al Sur de Quito.

### **2.2. Clima y Fisiografía**

La región tiene un clima tropical y la zona está cubierta por una densa vegetación. Las temperaturas oscilan entre los 18 a 30 grados centígrados. Con un nivel de lluvia aproximadamente de 5.000 mm/año y con una humedad promedio de 90%.

La fisiografía se caracteriza por el valle del Río Nangaritza que forma una gran llanura hacia el oeste del área de estudio. Los flancos de la Cordillera del Cóndor se caracterizan por tener pendientes suaves a muy abruptas, en promedio existe una pendiente del 29%.

La elevación varía desde los 487 hasta los 2335 metros sobre el nivel del mar.



### 2.3. Flora y Fauna

El área de estudio se encuentra ubicada en la Cordillera del Cóndor, la cual ha sido descrita como uno de los sectores más ricos en especies de flora en relación al área que ocupa, y también como una zona de alta riqueza de especies de fauna.

Existen una diversidad de plantas tales como: ceibo, guayacán, entre otros. Además alberga más del 35% de las especies de aves existentes en Ecuador y tiene un alto grado de endemismo en especies de anfibios y aves. Las características de la Cordillera del Cóndor permiten que esta sea un refugio de varias especies. Estudios recientes registran una lista de más de 600 especies, entre estas se incluyen al menos 14 especies globalmente en peligro de extinción.



**Fotografía 2.1.** Insectos similares al grillo, nombre desconocido. Imagen captada dentro del área de estudio.





**Fotografía 2.2.** Insecto palo del orden de los fásmidos. Foto tomada dentro del área de estudio.



**Fotografía 2.3.** Vegetación típica de la zona.

## 2.4. Accesibilidad

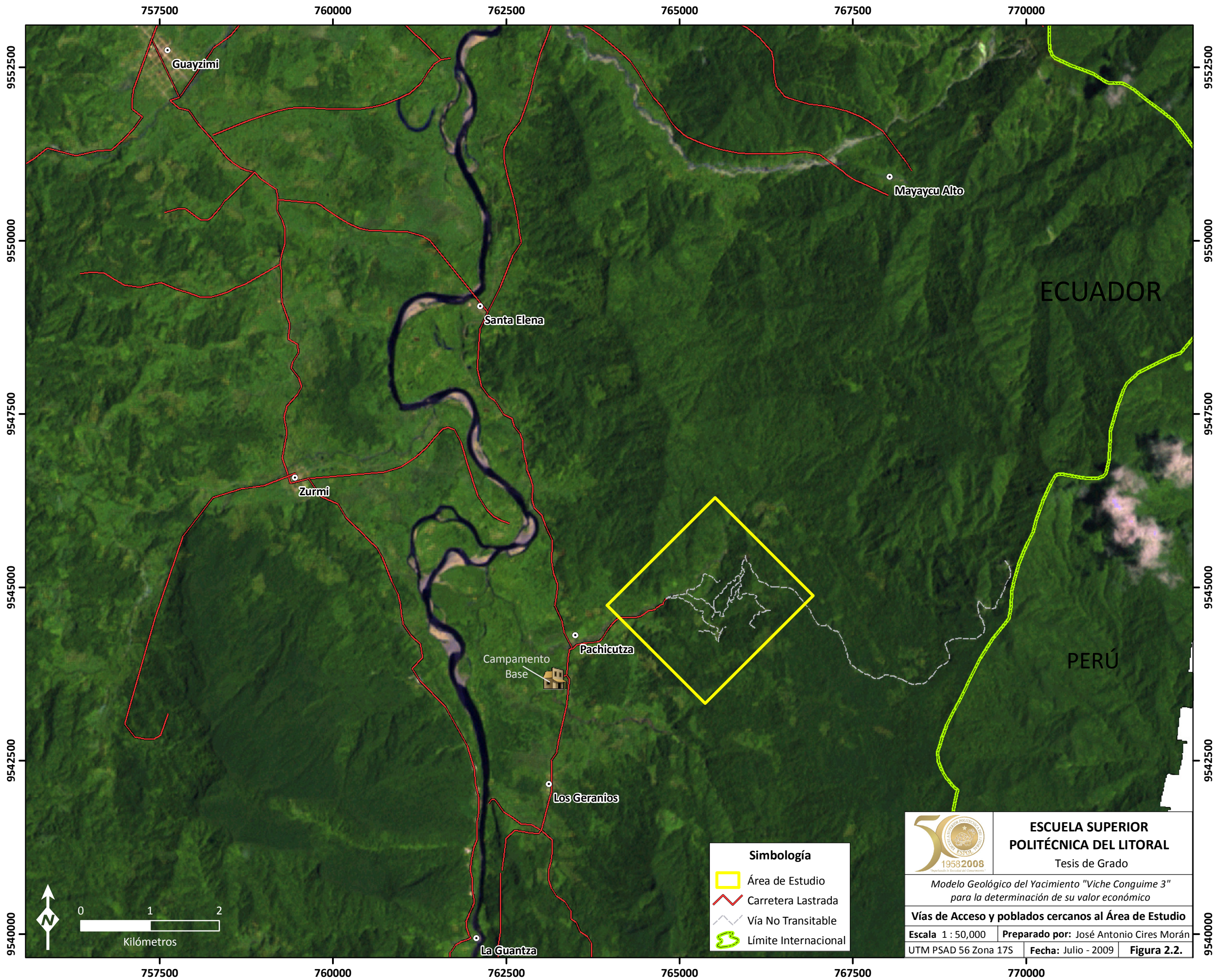
El acceso al área de estudio se realiza desde la ciudad de Loja, a la cual se puede llegar vía aérea o terrestre desde cualquiera de las ciudades principales del Ecuador. Desde la ciudad de Loja se accede vía terrestre, con un tiempo de viaje de aproximadamente 4 horas. Existe carretera asfaltada de primer orden hasta el poblado de Zumbi y luego se accede a través de camino lastrado hasta el poblado Pachicutza.

El Campamento base se encuentra a 500 metros de Pachicutza. Desde el Campamento base se tiene acceso a todas las quebradas y caminos secundarios que cubren el área de trabajo.



**Fotografía 2.4.** Vía de acceso desde Pachicutza al proyecto.





**Simbología**

- Área de Estudio
- Carretera Lastrada
- Vía No Transitada
- Límite Internacional



**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**

Tesis de Grado

*Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3"  
para la determinación de su valor económico*

**Vías de Acceso y poblados cercanos al Área de Estudio**

<b>Escala</b> 1 : 50,000 UTM PSAD 56 Zona 17S	<b>Preparado por:</b> José Antonio Cires Morán Fecha: Julio - 2009	<b>Figura 2.2.</b>
--	---	--------------------



## 2.5. Geografía Humana

En el entorno del área del proyecto se encuentran asentados dos grupos humanos bien marcados y organizados en comunidades independientes. El grupo predominante está constituido por la población autóctona Shuar la cual se concentra en los denominados Centros Shuar (Santa Elena y Pachicutza), éstos tienen su propia organización administrativa, teniendo su representación en el síndico o jefe del Centro que a su vez depende del Presidente de la Federación Nankish, con sede en Shaimi; la otra comunidad, identificada como Colonos, ubicados en el recinto Los Geranios, son de raza mestiza a indígena, principalmente procedente del grupo étnico Saraguro, ellos responden al sistema administrativo regular, vigente en el país.

Actualmente dichas poblaciones tienen un total de 1.000 habitantes, con los cuales la Empresa mantiene diversos acercamientos de cooperación, desarrollo sostenible y apoyo a la salud y educación.



**Fotografía 2.5.** Niños de las Escuela Pachicutza (comunidad Shuar) junto a técnicos de Ecometals en el Campamento base.



**Fotografía 2.6.** Comunidad “Los Geranios”, agasajo navideño por parte de Ecometals.



## Capítulo 3. GEOLOGÍA REGIONAL

### 3.1. Geología de la Cordillera del Cóndor

El área de la cordillera del Cóndor se ubica en el borde oeste del Cratón Amazónico de edad Proterozoica. Sobre esta plataforma se depositaron, durante el Paleozoico, sedimentos pelíticos (formaciones Pumbuiza y Macuma), que hoy en día se presentan como pizarras, esquistos micáceos, filitas y cuarcitas. Durante el Triásico superior a Jurásico inferior (225 a 200 m.a.) un evento volcánico de rift da origen a las formaciones Isimanchi y Santiago; estas unidades son intruídas por el batolito de Zamora que tiene una edad de 220 m.a. en su porción Norte y 144 m.a. en el Sur.

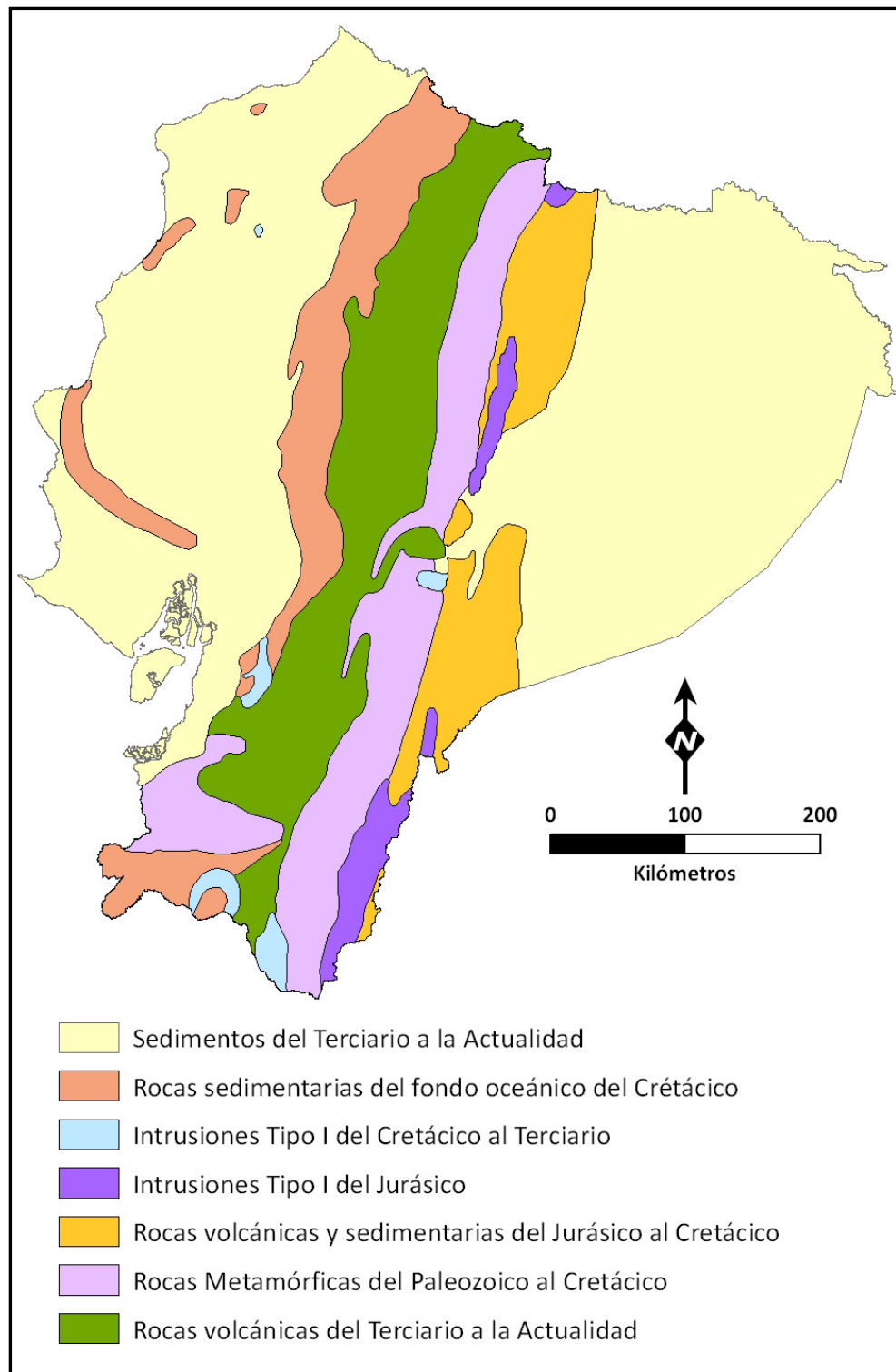
Asociado a las etapas más tardías de esta intrusión, se desarrolla el volcanismo de Misahuallí (150 m.a.), con rocas volcánicas de flujo, brechas y rocas volcanoclásticas andesíticas y dacíticas, plegadas con manteo al Oeste. En la parte superior de esta secuencia se depositan conglomerados finos y grauvacas como etapa final del volcanismo. Estas rocas volcánicas afloran en casi todo el distrito.

Una transgresión en el Cretácico Inferior formó una cuenca donde se depositaron las areniscas cuarcíferas blancas de la formación Hollín

(105 a 115 m.a.); sobre éstas se dispone una unidad de lutitas marinas y calizas negras fosilíferas de la formación Napo (105 m.a.); sobreyace a las rocas calcáreas, la formación Tena (75 m.a.) formada por capas rojas. Las rocas de estas formaciones afloran en parte del área Viche Congüime 3.

Toda esta secuencia de rocas pre-terciarias ha sido intruída por stocks de rocas dioríticas a granodioríticas de grano medio, que presentan, relacionado a estructuras regionales, cierto grado de esquistocidad dinámica. Dentro de este complejo también se observan cuerpos de pórfidos dacíticos afectados por alteración hidrotermal y con mineralización disseminada y en stockwork. Localmente, se emplazan domos de riolita subverticales y pequeños cuerpos de brechas freáticas finas.

La actividad hidrotermal está relacionada a estos últimos cuerpos intrusivos y la mineralización es principalmente de sulfuros de Cu, Pb y Zn con Au-Ag asociados; ésta se presenta como flujos de soluciones silico – carbonatadas, silíceas a profundidad y carbonatadas cerca de la superficie, soluciones con las cuales se encuentra asociada la mineralización.



**Figura 3.1.** Geología simplificada de la República del Ecuador.

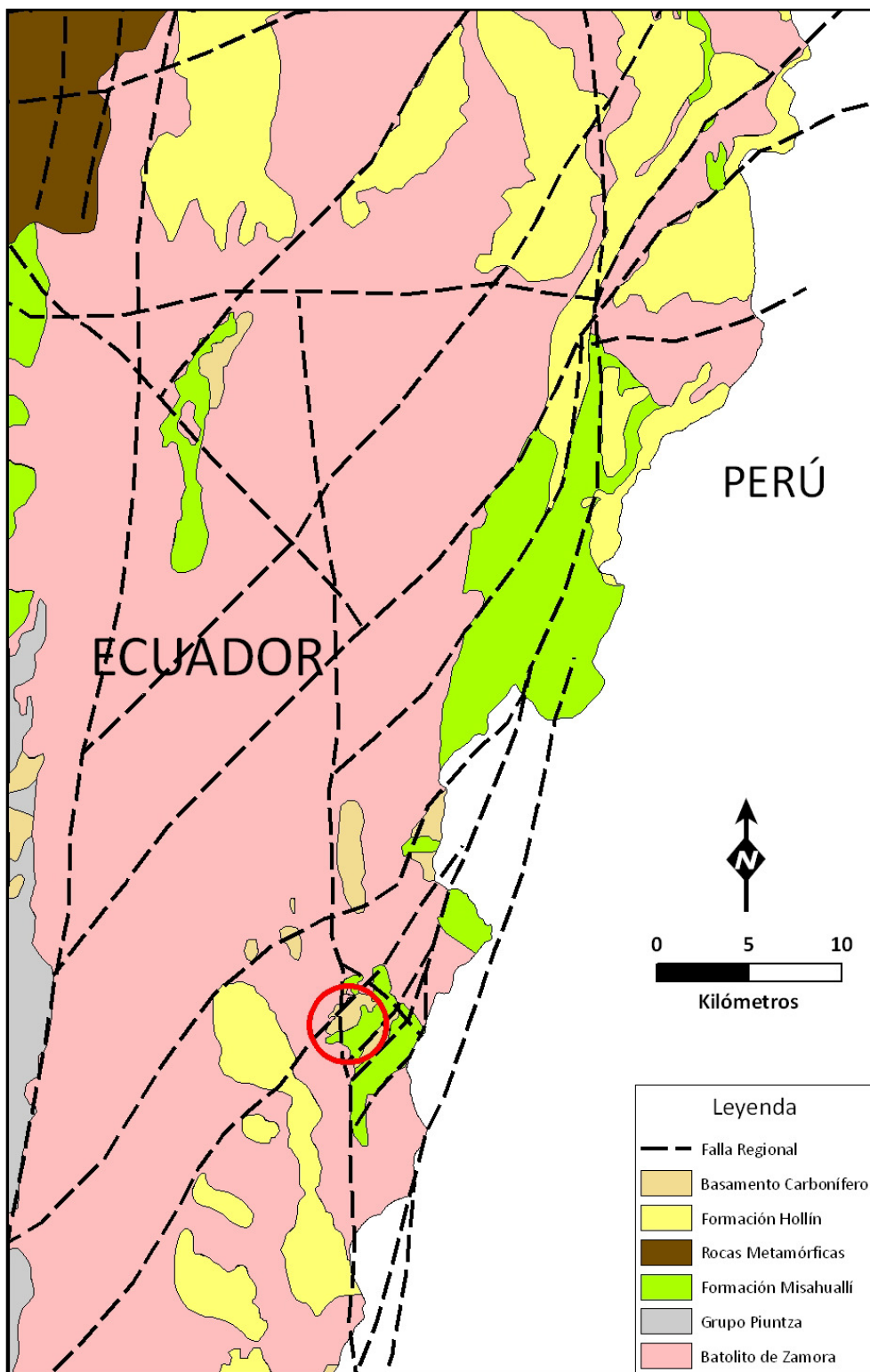


Figura 3.2. Geología regional

## **3.2. Formaciones geológicas**

### **3.2.1. Formación Santiago**

Consiste de calizas marinas, lutitas, areniscas y rocas volcánicas. Forma gran parte de la Cordillera Cutucú y su localidad tipo fue definida en el sector de Santiago, al Este de Méndez, Morona Santiago. Evidencias paleontológicas indican una edad del Liásico. Se extiende hacia el Sur en territorio del Perú, pero está ausente hacia el Norte. Comprende una secuencia no metamorfizada de calizas silíceas grises, areniscas calcáreas (turbidíticas en partes) y pizarras negras. Gradúa lateralmente hacia el Oeste de la Unidad Chapiza (Aspden & Litherland, 1992), estos autores consideran que al menos la base de la unidad Chapiza puede ser el equivalente lateral del tope de la Formación Santiago.

### **3.2.2. Formación Chapiza**

Comprende una sucesión de sedimentos continentales clásticos, no metamorfizados, de bajo buzamiento, sobreyacidos por la Unidad Misahuallí. Forma parte de la

Cordillera Cutucú donde sobreyace a la Formación Santiago. En dicha cordillera aflora como pizarras y areniscas, grises y rosadas, con finos horizontes de anhidrita, dolomita y yeso. Hay fuerte evidencia de que al menos parte de la secuencia es equivalente a la Formación Santiago. En las dos unidades hay canales turbidíticos de 10 a 20 metros de profundidad y 100 metros de ancho que contienen material pobremente sorteado rico en volcanoclastos. La localidad tipo se localiza entre los ríos Chapiza y Yapi y a lo largo del río Chapiza, unos 28 kilómetros al NNO del pueblo de Yapi.

### **3.2.3. Formación Misahuallí**

Incluye todas las rocas volcánicas de origen continental del cinturón subandino. Sobreyace a la Formación Santiago y está debajo de la Formación Hollín. La localidad tipo se considera un afloramiento a lo largo del Río Misahuallí, 10 km al Este de Tena en el sistema del alto Napo. Comprende basaltos y traquitas verdes a grises, tobas y brechas tobáceas violetas a rosadas, lutitas rojas, areniscas y conglomerados. Se han reportado estructuras en almohadilla de basaltos al Este del Río Nangaritza. Estos autores sugieren que la unidad

representa las secuencias volcánicas de un arco magmático continental que se acuña hacia el Este dentro de la cuenca Oriente y pasa lateralmente hacia el Occidente, a través de la falla Cosanga dentro de la Unidad Upano de la Cordillera Real. La edad de la Unidad Misahuallí no está bien definida. Hall y Calle, 1982, citan una edad de 132 m.a., Litherland et al., 1994, reportan rocas que son cortadas por el granito de Abitagua ( $162 \pm 3.3$  m.a.) y lavas y diques que dan edades K-Ar de  $230 \pm 14$  m.a. y  $143 \pm 7$  m.a..

#### **3.2.4. Formación Suárez**

Se ubica en el Jurásico tardío. Está constituida por conglomerados a la base luego por tobas de finas a gruesas y en el nivel superior un ambiente calco-alcalino aglomerático. El primer nivel, el conglomerático se halla fuertemente silicificado y con poco oro. Se piensa que sobreyace a la formación Misahuallí, algunos autores la toman como parte de Este, sin embargo para los efectos de este estudio se la considera como otra formación ya que carece de vulcanitas, que son características de la Formación Misahuallí.

### **3.2.5. Formación Hollín**

Aflora a lo largo del Río Hollín que desemboca en el Misahuallí, 8 km al Este de Tena. Es una arenisca de grano medio a grueso, maciza o con estratificación cruzada, con intercalaciones escasas de lutitas arenosas, localmente micáceas o carbonatadas. Son relativamente comunes las impregnaciones de asfalto. Es parte de los reservorios principales de petróleo del Oriente. Acompaña generalmente a la Formación Napo suprayacente. En el flanco Este de la Sierra Cutucú descansa en discordancia angular sobre la Formación Chapiza, en el Oeste de la misma sierra yace sobre la Formación Santiago y en varios ríos aparece encima de la Formación Misahuallí. Alcanza hasta 200 m de espesor. Estudios palinológicos señalan la base de edad Aptiana y la mayoría de la formación data del Albiano. Una serie de lavas y piroclastos que comprende esencialmente la parte inferior de la formación podrían ser del Cretácico inferior.

### **3.2.6. Formación Napo**

Aflora a lo largo del Alto Napo al Oeste y Este de Puerto Napo. Forma el cauce y las pendientes del río desde arriba del Río



Anzú hasta 10 km aguas abajo del pueblo de Napo. Serie variable de calizas fosilíferas, grises a negras, entremezcladas con areniscas calcáreas y lutitas negras. Muchos componentes son bituminosos por lo que varios autores la consideran la roca madre del petróleo. Forma el domo del Napo y los flancos del anticlinal de Cutucú. Sigue hacia el Este en profundidad y se encuentra en todas las perforaciones. Descansa concordantemente sobre la Formación Hollín y está cubierta por las capas rojas de la Tena con ligera discordancia erosional. Esquistos calcáreos bituminosos correlacionados con la Napo se conocen en la margen oriental de la Cordillera Real. Se ha subdividido en 3 litologías: Napo Inferior (areniscas y lutitas con calizas subordinadas), Napo medio (caliza principal, maciza, gris, fosilífera, de espesor constante entre 70 y 90 m) y Napo superior (lutitas verde grises hasta negras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas). Debido a la rica fauna de foraminíferos y ostrácodos se ha podido determinar una edad que va del Albiano al Santoniano.

### **3.2.7. Formación Tena (Pangui)**

Formación post Napo que alcanza una potencia de más de 1000 m en la parte central y disminuye hasta 270 m hacia los bordes. La localidad tipo corresponde a afloramientos en los alrededores de Tena. Sus capas rojas constituyen la cubierta normal y ubicua de la Formación Napo en todo el Oriente. Forma una capa casi continua desde la frontera con Colombia hasta la correspondiente con el Perú. La litología principal corresponde a arcillas abigarradas pardo rojizas. La coloración roja se acentúa en la superficie. Las arcillas son margosas a arenosas y varían desde macizas a laminadas. El contacto Napo-Tena es aparentemente concordante y se señala por un brusco cambio de facies que corresponde a un hiato erosional. Fósiles generalmente escasos indican una edad Satoniana o Campaniana para las capas superiores. El conjunto de fauna y flora indica una sedimentación de agua dulce a salobre, con breves ingresos marinos.

### **3.2.8. Batolito de Zamora**

Incluye el batolito Río Mayo de Baldock (1982) y extensiones mayores descubiertas al Norte y al Este. Es un batolito

elongado (~200 km de largo por ~50 km de ancho), segmentado en 3 por las fallas La Canela y Nangaritz. Forma la parte Sur de la Unidad Granitoides Zamora. La litología está dominada por granodioritas de hornblenda-biotita y dioritas. Granitos verdaderos son raros. Rocas porfíricas y subvolcánicas son comunes en el área de Guaysimi. Varias dataciones K-Ar caen en un rango de 152-180 m.a. (Kennerley, 1980) y otras Rb-Sr dan edades variables (Litherland et al., 1994). La edad es incierta pero por la frecuencia dada por las dataciones probablemente está entre 170 y 190 m.a.. Valores más recientes que caen en el campo del Cretácico sugieren reinicios de las dataciones por causas tectónicas.

### **3.3. Geología estructural**

Regionalmente el sector se encuentra controlado por la falla Nangaritz, sobre la cual discurre el río que le da el nombre. Esta falla genera un sistema subsidiario de fallas secundarias paralelas a la estructura principal, incluyéndose una amplia zona de cizalla con la cual se encuentra relacionada una de las zonas de interés del área. De menor importancia y más bien asociadas con las unidades

litológicas se tienen fallas de tendencia NNE y algunas EW de manifestación esporádica y de baja incidencia.

### **3.4. Tectónica**

A lo largo de todo el cinturón de los Andes el cambio geológico direccional más fuerte se da en la parte central y Norte, que coincide hacia el océano con la Cordillera de Carnegie y hacia el continente con el lineamiento Amazónico. La dirección Noroeste de los Andes centrales está reemplazada por la dirección del Norte de los Andes en sentido NNE, este rasgo es denominado como la zona Amotape o deflexión de Huancabamba. Adicionalmente a esto, el Norte de los Andes se caracteriza por el afloramiento de rocas ígneas básicas a lo largo de la costa. Estudios gravimétricos sustentan que la corteza de los Andes fue oceánica y tomó la forma de un terreno alóctono oceánico acrecionado en el Cretácico tardío o en el Terciario temprano. A este evento le siguió un proceso de subducción "normal" acompañado por un magmatismo caracterizado por los Andes peruanos desde el Cretácico.

Este terreno oceánico, también conocido como Piñón del Norte de los Andes está deformado hacia el Este en contacto con un

basamento metamórfico que resulta en la dirección NNE de la Cordillera Central de Colombia y la Cordillera Real de Ecuador; y asimismo deformado hacia el Sur en contacto discordante Este-Oeste con el macizo de Amotape del Norte de Perú y Sur de Ecuador. En Colombia y en Ecuador estas rocas han sido interpretadas de distintas formas como terrenos desconocidos.

La Cordillera del Cóndor está seccionada por numerosas zonas de falla, principalmente con dirección N, NNO y NNE, las cuales tienen una alta complejidad, identificándose fallas normales, inversas y de cabalgamiento. La actual distribución de unidades está controlada por estas estructuras. La historia del movimiento de estas estructuras es pobremente conocida.

## **Capítulo 4. PROSPECCIÓN REGIONAL**

### **4.1. Geoquímica de sedimentos activos y pesados**

Es la primera fase en la investigación de minerales y consiste en la recolección de los sedimentos transportados por los diferentes drenajes, los cuales permiten identificar los elementos metálicos y no metálicos procedentes de la degradación de las rocas primarias.

El muestreo, en la etapa de reconocimiento, tiene un carácter estratégico, es decir que las muestras son colectadas solamente en las confluencias de los drenajes, esto con la finalidad de identificar la procedencia de los aportes y la tendencia de la posible distribución mineral. Con esta exploración preliminar se definen los ambientes de favorabilidad, tanto en ambientes con potencial generador como los ambientes más aptos para la reconcentración de sedimentos portadores.

En una segunda etapa de prospección geoquímica se procede a realizar un muestreo más sistemático, con recolección de muestras a intervalos regulares, en dependencia a la densidad y distribución de los drenajes y a la mayor o menor movilidad del elemento a

investigarse. En el caso del oro, debido a su gran movilidad, es conveniente trabajar con espacios cortos 50, 100 y hasta 200 m., en dependencia del tamaño de la cuenca investigada.

En cada sitio de muestreo se estila tomar dos tipos de muestra:

**Sedimento activo:** Comúnmente llamado sedimento fluvial, es la fracción con mayor movilidad, contiene el oro más fino y representa un origen más distante; se toma ya sea en la zona de mayor sedimentación, es decir donde el flujo se hace más suave, en sectores de meandro o parte externa de curvatura cuando se trata de drenajes primarios con caudal importante y, tomar la muestra en el sitio correspondiente, según la densidad de muestreo, en las dos márgenes y centro del cauce y hacer un compósito, cuando el drenaje es menor y la profundidad lo permite.

Usualmente, la muestra (200 a 400 g) es tomada a una profundidad, al interior del sedimento, de 30 a 40 cm., y es tamizada usando un cernidero plástico o de otra constitución que no sea metálica, de malla 80 a 120. En ocasiones es preferible tomar la fracción fina, gris verde, de la separación por bateado.

**Sedimento pesado o concentrado de batea:** Corresponde a la fracción de mayor peso específico y por ende a los metales. Por su misma característica, esta fracción, ha tenido menor transporte que la anterior y, por consiguiente, se interpreta como la aureola de dispersión próxima del elemento metálico investigado. Es la fracción gris negra que queda al fondo de la batea al final del proceso de concentración. Sobre esta fracción es recomendable realizar conteo y determinación de forma y tamaño de grano del oro existente, a fin de definir distancia estimada de transporte y afluencia mineral en relación a su distribución areal y concentración. Este, dentro de los métodos de prospección es uno de los más importantes y confiables, dado que, para estos ambientes su respuesta es bastante certera.

El proyecto Viche Congüime 3 efectivamente fue reconocido inicialmente mediante este método de prospección regional. No se tiene archivo alguno sobre este muestro realizado en 1994 por la compañía TVX, por lo tanto no se incluye ninguna información al respecto.



#### **4.2. Muestreo de afloramientos naturales o artificiales**

Una vez identificadas las aureolas de dispersión, el método de aproximación hacia la definición del depósito es la toma de muestras en rocas, a fin de establecer las portadoras y hacer el discrimen de las estériles. Este es el método más adecuado para delinear la geometría de un depósito puesto que toma información directa.

Este muestreo puede hacerse en afloramientos naturales o artificiales: como artificiales se entiende a los destapes mediante calicatas, trincheras, galerías, entre otros. La muestra puede ser tomada en canal continuo o en chips regularmente espaciados de acuerdo a una malla definida en dependencia del grado de precisión requerida.

En el área de estudio se tomaron inicialmente muestras de este tipo, de afloramientos en quebradas, y fueron analizadas únicamente como referencia, ya que no fueron levantadas correctamente, razón por la cual no se puede hacer ningún tratamiento espacialmente distribuido.

#### **4.3. Identificación de ambientes favorables a la ocurrencia de minerales**

Aquí resulta necesario marcar diferencias de ambientes en relación al tipo de mineral buscado; así por ejemplo, es distinto el ambiente para oro primario con el de depósitos tipo placer; mientras el primero está directamente relacionado con los eventos formacionales de las rocas o eventos mineralizantes asociado con ascensos de fluidos magmáticos; los segundos, son el producto de meteorización y erosión de las rocas primarias, transporte mecánico (por gravedad), físico (en suspensión, ya sea en medio aéreo o acuoso), químico (en solución) y su redepositación en niveles más bajos, con pendientes suaves y frecuentemente asociados con ambientes reductores, tales como acumulaciones de material orgánico, niveles carbonáceos o calcáreos.

#### **4.4. Ubicación de estructuras principales**

La principal estructura de control indica una orientación NS, sobre ella discurre el río Nangaritzza, y tiene un carácter regional. Esta falla disloca el substrato, generando un graven al Oeste y una zona levantada al Este; en esta unidad se ubica el área de investigación del Proyecto.

Al interior del área se tiene un sistema subsidiario de fallas subparalelas con tendencia NS, al interior de un callejón estructural de rumbo NNO con el cual aparentemente se encontrarían asociadas las unidades portadoras de la mineralización. Como de menor importancia dentro del aspecto minero pero con significación en cuanto a distribución litológica, pues controla el emplazamiento de los pórfidos en los intrusivos del Batolito Zamora, se encuentra un sistema de fallas NEE.

Como resultante de esta intersección de estructuras el área se comporta, litológicamente como un conjunto de bloques dislocados, ascendentes y descendentes y, en ocasiones, con desplazamientos laterales o corrimientos de rumbo.

Como de interés para esta investigación debe mencionarse una zona de cizalla coincidente con el lineamiento NNO, ubicado al extremo SO del área. En esta zona, de 200 m. de longitud por 40 m. de ancho se da una coincidencia tanto de anomalías geoquímicas como geofísicas y algunos de los sondajes exploratorios, en la fase preliminar, han arrojado resultados interesantes que justifican el seguir con una exploración mas sistemática y detallada.

#### **4.5. Definición de prospectos y su potencialidad**

Se considera prioritario, antes de encarar este ítem, el definir y caracterizar los diferentes tipos de reservas a estimarse de acuerdo al nivel de desarrollo de la investigación:

Las primeras reservas a establecer que se encuentran asociadas con la prospección geoquímica, reconocidas mundialmente, son las reservas geológicas, las mismas que están asociadas con aureolas de distribución superficial, relacionadas con las anomalías resultantes de la investigación geoquímica de sedimentos, tanto fluviales como de minerales pesados; son conocidas también como reservas especulativas, por cuanto sus contornos no están bien definidos ni delineados, dada la dispersión de los minerales transportados y redepositados y la escasa definición del espesor de la unidad litológica o estructural afectada por la mineralización.

En la definición y categorización de reservas se reconocen tres categorías que, según las diferentes escuelas toman nombres diferentes, pero responden a la misma significación: la forma más corriente es de considerarlas como probadas, probables y posibles, en dependencia de su nivel de confiabilidad; también se las conoce

como positivas, probables A y probables B y, la más usada en la actualidad las clasifica en medidas, medibles e inferidas.

Las reservas de menor grado de confiabilidad se refieren a cualquier tipo de muestreo en función lineal, por ejemplo una trinchera o sondaje; la siguiente categoría corresponde a una información que genere un plano y la de mayor nivel de confiabilidad está identificada con toda aquella información que brinde una respuesta volumétrica.

En la etapa de producción también son consideradas las reservas minables las mismas que difieren en que solamente consideran como reservas reales las que puedan ser extraídas y enviadas a la planta de procesamiento, esto depende de las condiciones del depósito, precio en el mercado y condiciones físico mecánicas y tecnología disponible. Así, una reserva puede cambiar de minable a no minable o viceversa en cualquier momento y en dependencia de varios de estos factores. En este trabajo no son consideradas y solamente se incluyen a nivel informativo.

## Capítulo 5. GEOLOGÍA LOCAL

### 5.1. Unidades Litológicas

Litológicamente, este proyecto corresponde a un ambiente de rocas volcánicas, del Jurásico, de composición andesítica, andesíticas basálticas y, en menor cantidad, basaltos, alternando con brechas y todo este conjunto sobrepuesto a un complejo intrusivo diorítico a granodiorítico con un cierto contenido más o menos monzonítico.

En ciertos sectores afloran rocas sedimentarias, tales como conglomerados, lutitas y calizas, éstas últimas toman cierta importancia al tener indicios de mineralización y su posible continuidad en profundidad y por ende la oportunidad de funcionar como una trampa para acumulación de fluidos mineralizantes. La alteración predominante es la skarnificación de los volcánicos y la silicificación generalizada. En forma dispersa también se tiene sericita, clorita – epidota y, en menor cantidad carbonatos.

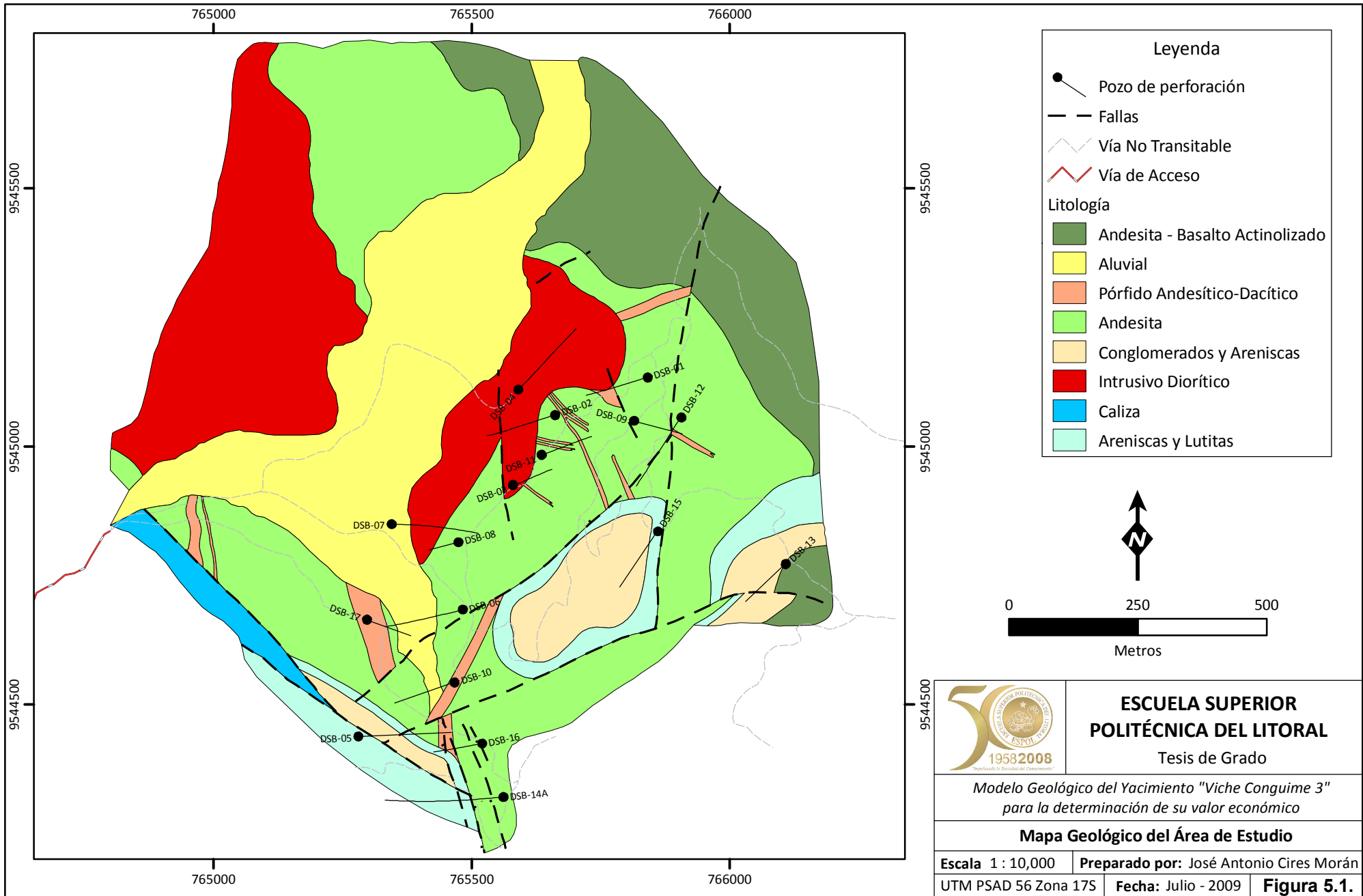
La principal mineralización del depósito Viche Congüime 3 está asociada con una zona de cizalla y tiene una clara correspondencia con las andesitas alteradas por una franca skarnificación.

En términos generales, el área consiste en una secuencia de rocas volcánicas, andesitas y basaltos, cubiertas por una secuencia sedimentaria de conglomerados, areniscas de grano fino y calizas. Esta secuencia estratigráfica está intruída por distintos pórfidos y diques de composición intermedia probablemente de edad Terciaria.

#### **5.1.1. Ambiente sedimentario**

Las secuencias sedimentarias del proyecto afloran por toda el área de estudio. Se hallan calizas, conglomerados, areniscas, lutitas, limos y arcillas. De todas estas secuencias la única que tiene cierto interés económico es la de las calizas, mientras que el resto no son de interés alguno.

Existe un afloramiento importante de caliza como se muestra en la figura 3.2., así mismo dos pozos de perforación diamantina atravesaron cuerpos de caliza en profundidad, sin embargo no tuvieron ningún resultado significativo. El emplazamiento del cuerpo de caliza es poco conocido, pero queda aun la incógnita de si este pudiese estar mineralizado en profundidad, lo cual sería un objetivo exploratorio.



**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**

Tesis de Grado

*Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3"  
para la determinación de su valor económico*

**Mapa Geológico del Área de Estudio**

**Escala 1 : 10,000** | **Preparado por:** José Antonio Cires Morán

**UTM PSAD 56 Zona 17S** | **Fecha:** Julio - 2009 | **Figura 5.1.**





**Fotografía 5.1.** Afloramiento de caliza.



**Fotografía 5.2.** Toma macroscópica del afloramiento de caliza.

### 5.1.2. Ambiente volcánico

Este ambiente está constituido básicamente por andesitas y basaltos que afloran en superficie de manera irregular sin definición geométrica. En superficie cuerpos de andesita y basalto con tendencia NNO han sido intruídos por diques porfídicos, y en gran parte del área esta es la causa principal de la mineralización que ocurre en las andesitas.

Hacia el Norte del área la mineralización ocurre en el contacto de los volcánicos con el pórfido diorítico.



**Fotografía 5.3.** Afloramiento de roca andesita altamente silicificada con presencia de escasas vetillas de cuarzo.



### 5.1.3. Ambiente intrusivo

El ambiente intrusivo del área está constituido por pórfidos dacíticos y pórfidos dioríticos, a manera de diques intruyendo a las rocas volcánicas y a veces a las rocas sedimentarias. Estas intrusiones son la principal causa de la mineralización y por ende de vital importancia en el aspecto económico del yacimiento.



**Fotografía 5.4.** Pórfido diorítico con numerosas vetillas de cuarzo.



**Fotografía 5.5.** Pórfido dacítico con vetillas de cuarzo de considerable espesor.



**Fotografía 5.6.** Pórfido dacítico en contacto con un cuerpo andesítico, afloramiento sumamente fracturado.

## 5.2. Estructuras

Existe un sistema secundario de fallas sub-paralelas con tendencia NS, al interior de un tren estructural de rumbo NNO. Está asociado con las unidades portadoras de la mineralización. Controlando el emplazamiento de los pórfidos en los intrusivos del Batolito Zamora, se encuentra un sistema de fallas NEE.

Además existe una zona de cizalla coincidente con el lineamiento NNW, ubicado al extremo SW del área. En esta zona, de 200 m. de longitud por 40 m. de ancho se da una coincidencia tanto de anomalías geoquímicas como geofísicas y algunos de los sondajes exploratorios.



## Capítulo 6. EXPLORACIÓN PRELIMINAR

### 6.1. Mapeo superficial

El mapeo superficial se ha realizado de manera sistemática a través de vías de acceso, afloramientos naturales, y trincheras realizadas con taladro mecánico o con pico y palo. Se han usado diversas metodologías para el mapeo, siendo la más innovadora el uso de una computadora de bolsillo con GPS incorporado que permite “mapear mientras se camina”, lo que redundará en un considerable ahorro de tiempo y esfuerzo de volcar la información al computador.



**Fotografía 6.1.** Labor de exploración superficial.

### **6.1.1. Caracterización de sub-unidades litológicas**

La caracterización de sub-unidades litológicas consiste en describir a detalle las macro-unidades para tener un mejor entendimiento de la relación entre la litología y los resultados obtenidos. Este trabajo suele ser tedioso y muchas veces se piensa que los resultados obtenidos de esta no son de considerable apoyo. La mencionada caracterización suele ser más un apoyo científico en el momento de definir teorías sobre el origen del yacimiento.

### **6.1.2. Determinación de alteraciones**

Las alteraciones en el depósito Viche Congüime 3 son de extrema complejidad y están ligadas a intrusivos porfíricos. La alteración principal consiste en biotización de los feldspatos potásicos, reemplazados por escapolita, clorita, sílice y epidota. Además se cree que la alteración observada en el yacimiento se superpone a una temprana alteración actinolítica.

### **6.1.3. Definición de mineralizaciones**

La mineralización principal es la de oro-cobre, en menor cantidad de esfalerita; y se encuentra en los pórfidos y en las zonas cercanas o al borde de los volcánicos. Se desarrolla dentro de una zona de alteración potásica. Dicha mineralización de oro y cobre está directamente relacionada con los stockworks con vetillas de cuarzo, los cuales están sumamente desarrollados en las rocas porfíricas y en las rocas volcánicas.

Los principales minerales metálicos son pirita, calcopirita y esfalerita, siendo esta última la de menor proporción. Económicamente hablando los resultados hasta la fecha exponen que el oro es la principal mineralización en el proyecto.

Existe otra asociación de la mineralización de oro y cobre diseminada con eventos metasomáticos tempranos, este evento se considera especialmente para la zona Noreste del yacimiento.



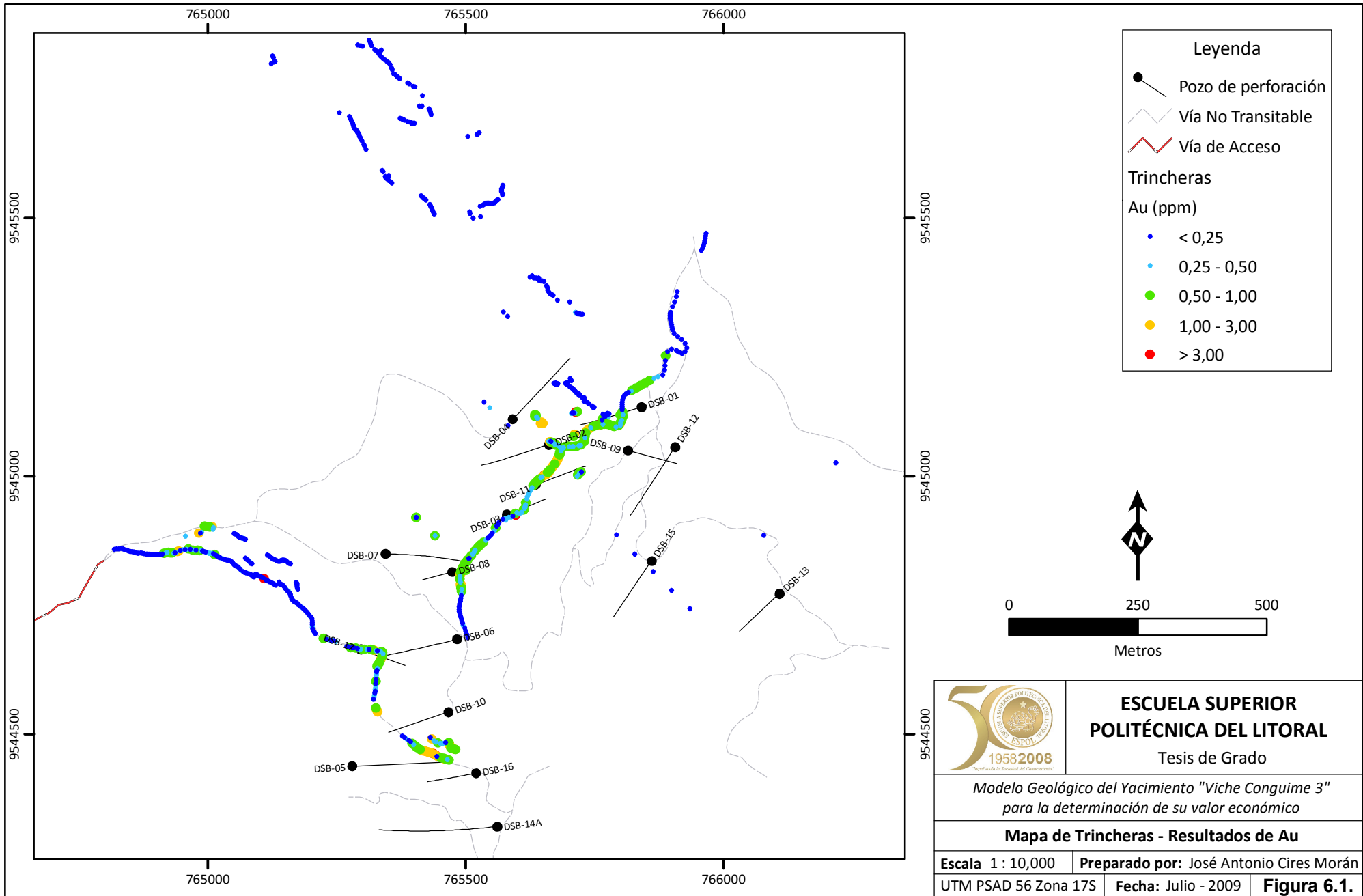
## **6.2. Muestreo superficial**

El muestreo superficial se realiza por distintos métodos, en el presente estudio se analizarán los procedimientos y resultados, tanto de calicatas y trincheras, como del muestreo de suelos.

### **6.2.1. Calicatas y trincheras**

En el proyecto Viche Congüime 3 se realizó un extensivo programa de trincheras, cubriendo la mayor parte del área. Dada la densidad de vegetación en la zona, para el correcto muestreo de trincheras se procedió a utilizar explosivos para abrir al mismo tiempo vías de accesibilidad. El muestreo fue realizado en intervalos iguales de 2 metros, en el caso de muestras tomadas de rocas conocidas como estériles se tomaron muestras cada 10 metros con el objeto de verificar efectivamente que dicha roca no tenía ningún valor económico.

En la figura 6.1. se observan claramente dos anomalías halladas luego del muestreo, se puede apreciar que los valores mayores a 0,5 ppm Au delimitan dos zonas anómalas, que luego fueron probadas mediante perforación diamantina.



**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
Tesis de Grado

*Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3"  
para la determinación de su valor económico*

**Mapa de Trincheras - Resultados de Au**

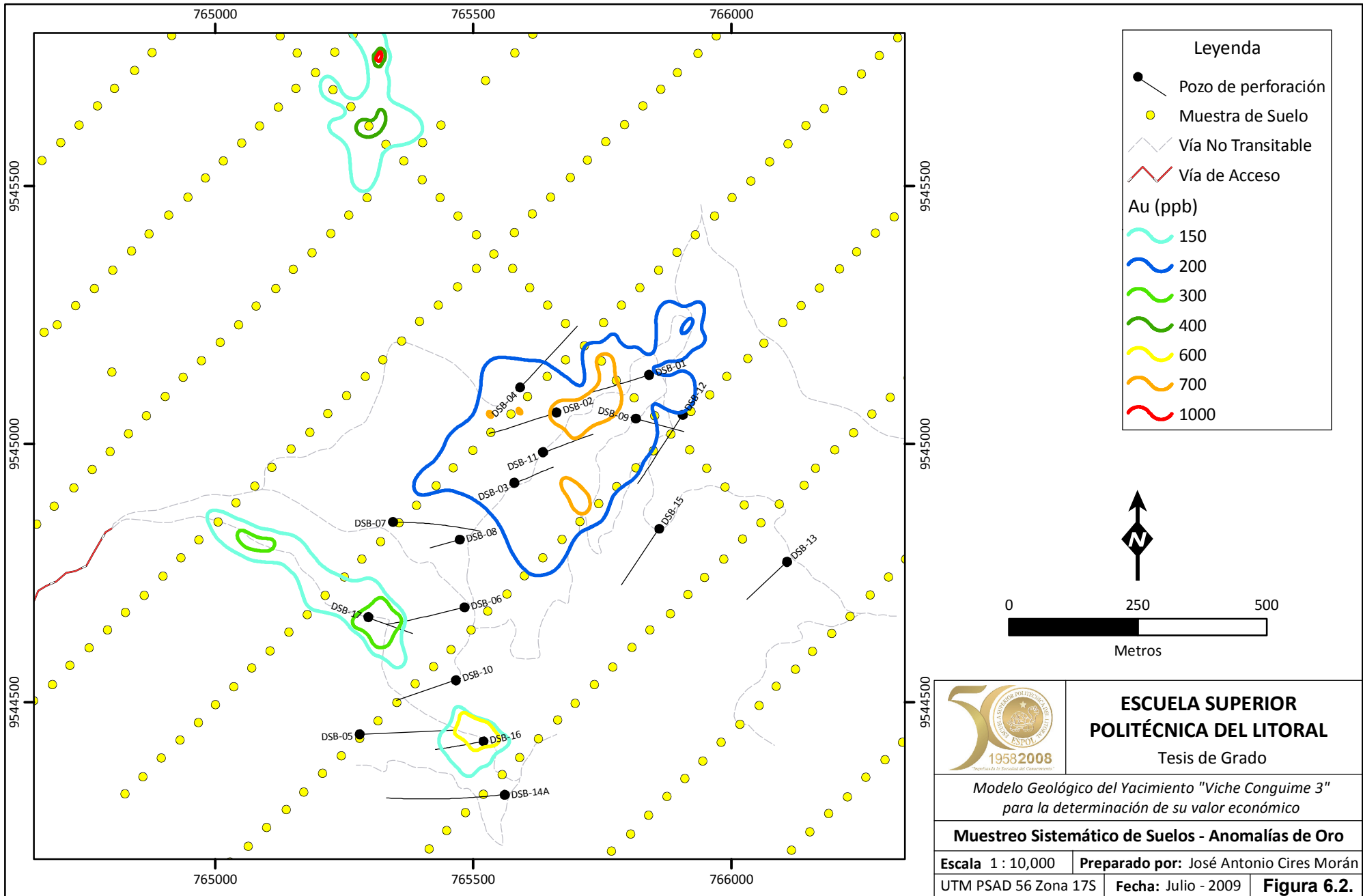
Escala 1 : 10,000 | Preparado por: José Antonio Cires Morán  
UTM PSAD 56 Zona 17S | Fecha: Julio - 2009 | **Figura 6.1.**

### **6.2.2. Muestreo sistemático de suelos**

El muestreo de suelos se realizó a nivel regional incluyendo el prospecto “El Hito” ubicado a 2 km. hacia el Este del proyecto Viche Congüime 3.

Los resultados de este muestreo se observan en la figura 6.2. y figura 6.3. En la figura 6.2. se nota claramente una anomalía hacia el sector Noreste del proyecto, la anomalía es sobre los 200 ppb. A diferencia del muestro por trincheras, el muestreo de suelos maneja valores anómicos más bajos, en el orden de las partes por billón para valores de oro.

Cabe recalcar que debido a la geomorfología del área del proyecto, las zonas anómicas tienden a estar sujetas a errores en este tipo de muestreo y se debe tener mucho cuidado al usar este tipo de información. Para este estudio se dan los resultados del muestreo de suelos a manera informativa, sin embargo, no fueron considerados para el modelamiento o cálculo de reservas.





**Legenda**

- Pozo de perforación
- Muestra de Suelo
- Vía No Transitable
- Vía de Acceso

**Au (ppb)**

- 150
- 200
- 300
- 400
- 600
- 700
- 1000

  
 0                      250                      500  
  
 Metros



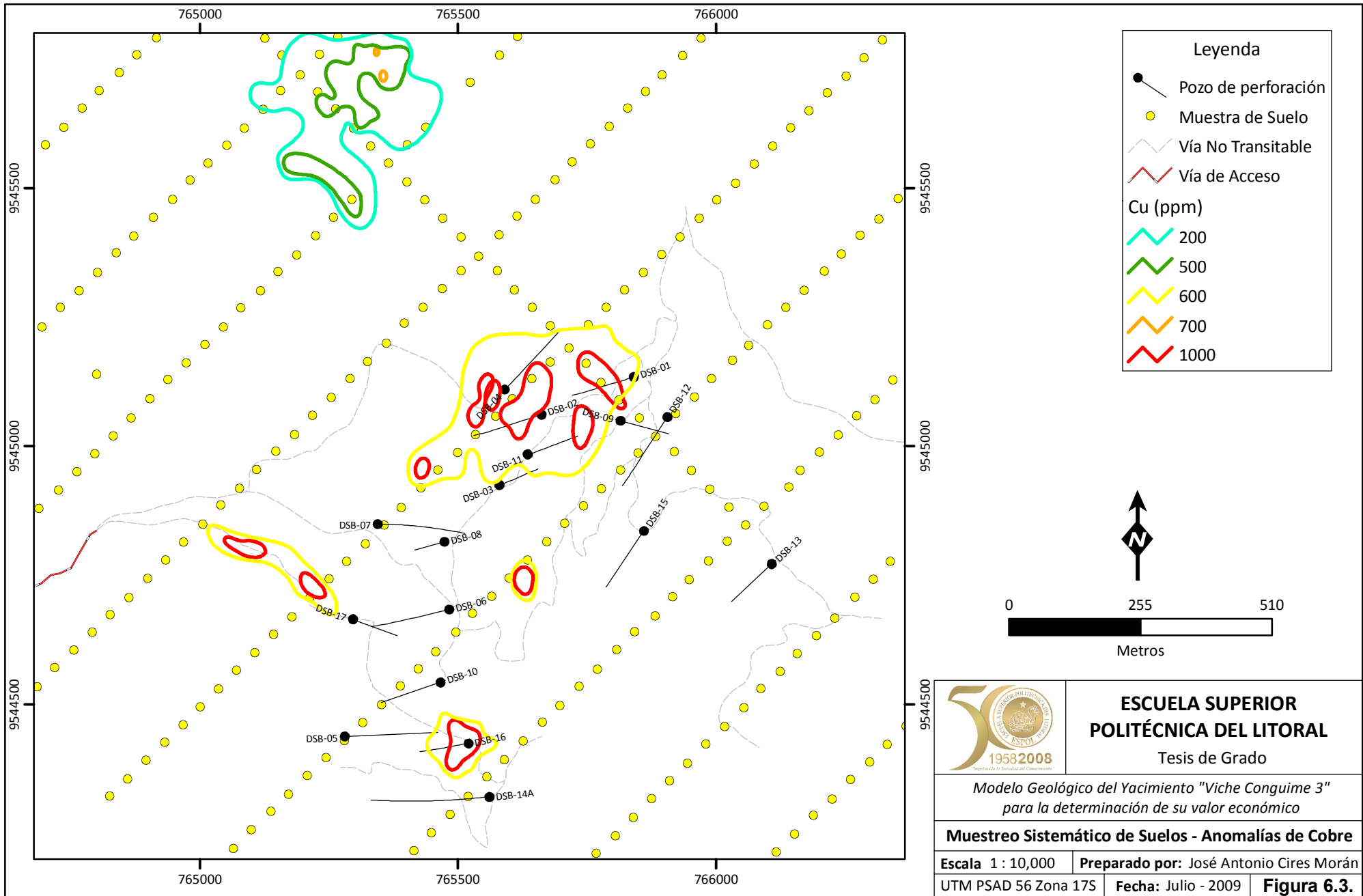
**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
Tesis de Grado

*Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3"  
para la determinación de su valor económico*

**Muestreo Sistemático de Suelos - Anomalías de Oro**

Escala 1 : 10,000      Preparado por: José Antonio Cires Morán

UTM PSAD 56 Zona 17S      Fecha: Julio - 2009      **Figura 6.2.**



**Legenda**

- Pozo de perforación
- Muestra de Suelo
- Vía No Transitable
- Vía de Acceso

**Cu (ppm)**

- 200
- 500
- 600
- 700
- 1000

0 255 510

Metros



**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
Tesis de Grado

*Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3"  
para la determinación de su valor económico*

**Muestreo Sistemático de Suelos - Anomalías de Cobre**

Escala 1 : 10,000 | Preparado por: José Antonio Cires Morán

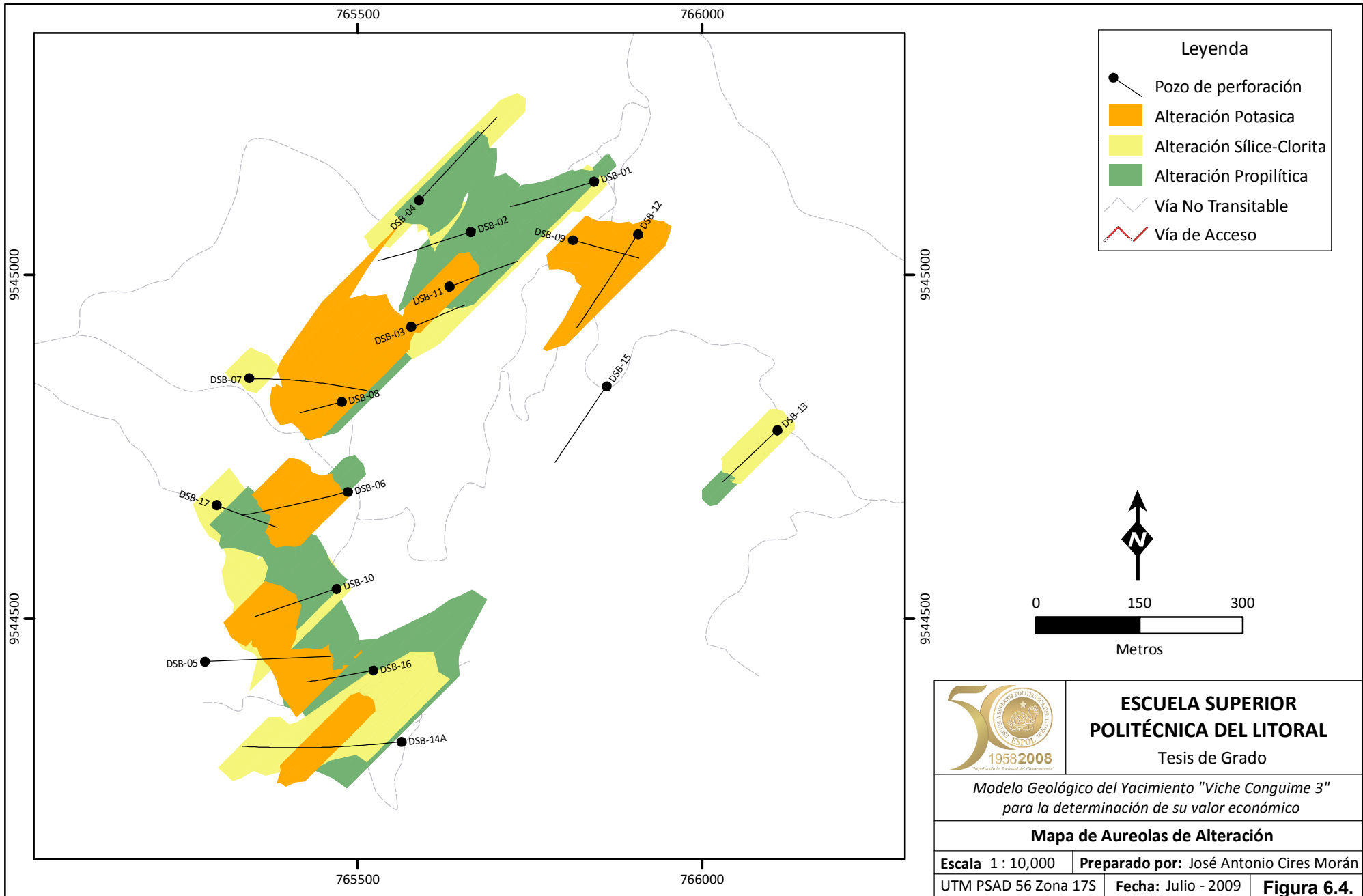
UTM PSAD 56 Zona 17S | Fecha: Julio - 2009 | **Figura 6.3.**

### **6.3. Señalización de aureolas de alteración y mineralización**

Dada la complejidad del yacimiento para poder definir halos de alteración y mineralización mediante mapeo de superficie, se ha decidido obtener un mapa de la información recabada por los pozos de perforación a diamantina.

El registro geológico de cada pozo ha sido interpolado mediante secciones y se han generado varios cuerpos en 3D, los mapas presentados en esta sección son la proyección en planta de dichos cuerpos interpretados.





**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**

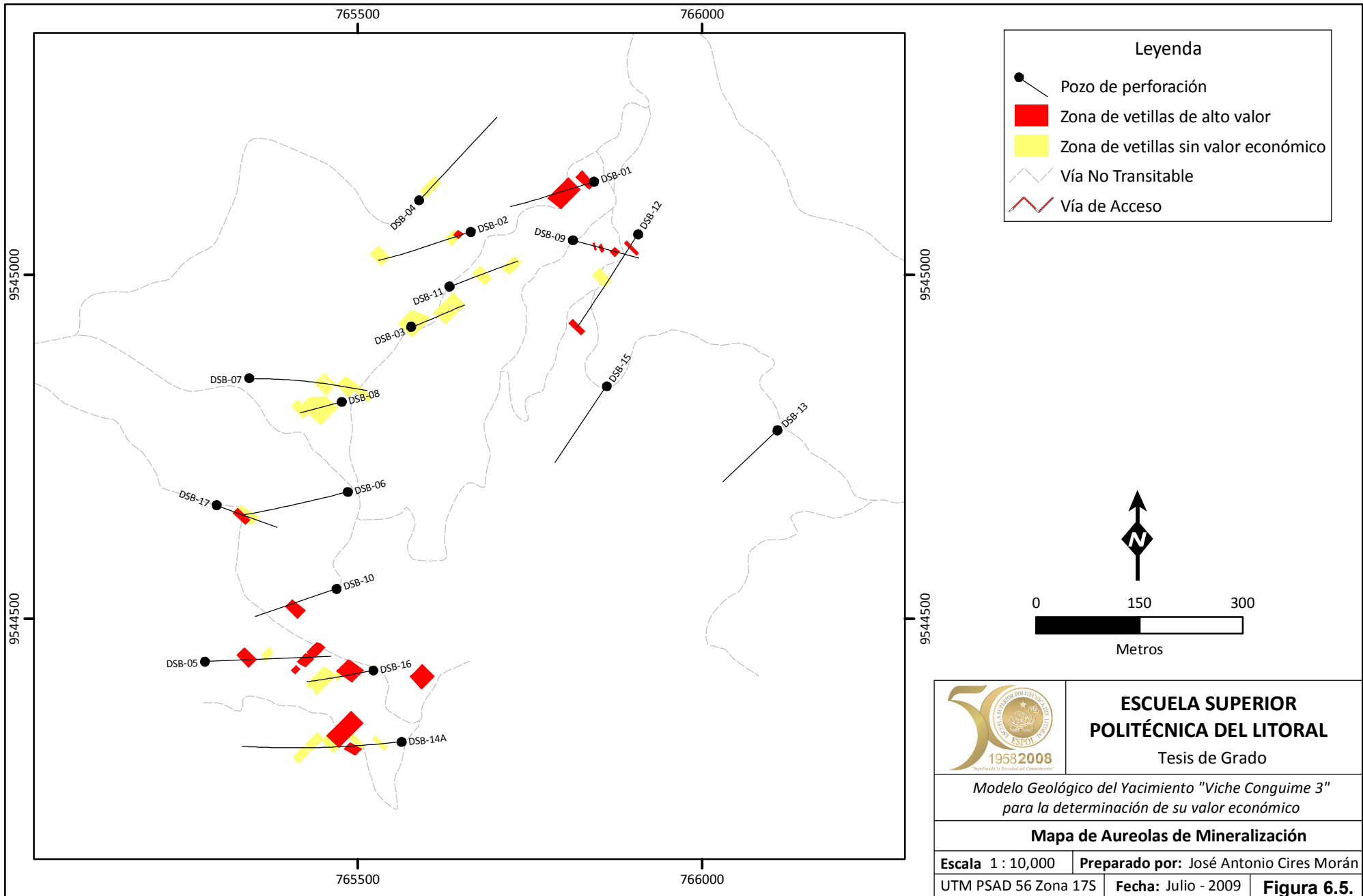
Tesis de Grado

*Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3"  
para la determinación de su valor económico*






**Mapa de Aureolas de Alteración**


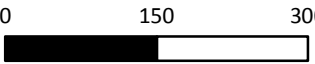
ESCALA 1 : 10,000 | Preparado por: José Antonio Cires Morán

UTM PSAD 56 Zona 17S | Fecha: Julio - 2009 | **Figura 6.4.**



**Leyenda**

-  Pozo de perforación
-  Zona de vetillas de alto valor
-  Zona de vetillas sin valor económico
-  Vía No Transitable
-  Vía de Acceso

  
  
 0      150      300  
 Metros



**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
Tesis de Grado

*Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3"  
para la determinación de su valor económico*

**Mapa de Aureolas de Mineralización**

**Escala 1 : 10,000**      **Preparado por:** José Antonio Cires Morán

UTM PSAD 56 Zona 17S      **Fecha:** Julio - 2009      **Figura 6.5.**

## Capítulo 7. EXPLORACIÓN DETALLADA

### 7.1. Muestreo de suelo profundo – Auger

Este tipo de muestreo se usa para profundidades de suelo que sean más difíciles de alcanzar mediante calicatas. Al lograr la mayor profundidad del suelo, también se tiene la certeza de que la muestra es representativa del área, es decir que no haya sufrido transportación de otro lugar.

Generalmente las reglas para el método de muestreo Auger son las siguientes:

- Perforar hasta llegar bajo la cubierta vegetal (si existiere)
- Muestrear el primer metro bajo esta cubierta vegetal
- Perforar el resto del pozo manteniendo el material perforado en la bandeja de madera
- Al llegar al fondo del pozo tomar una muestra del último metro perforado

En el área de estudio se han realizado dos campañas de este tipo. La primera tuvo lugar en el año 1997 por la empresa Valerie Gold, lamentablemente no existen datos de la misma. La segunda fue realizada en el 2007 por Ecometals Limited.

El muestreo se realizó sobre toda el área de estudio buscando nuevas anomalías o la continuación de las ya existentes. Se muestrearon las líneas cumbres del área únicamente, para según estos resultados continuar el muestreo hacia las partes más bajas. Cabe recalcar que una razón muy importante por la que se decidió muestrear solamente las líneas cumbres, es que de esta manera se evita muestrear material removido que a su vez provoca errores interpretativos.



**Fotografía 7.1.** Cilindro helicoidal en el extremo del Auger, descargando la muestra tomada.

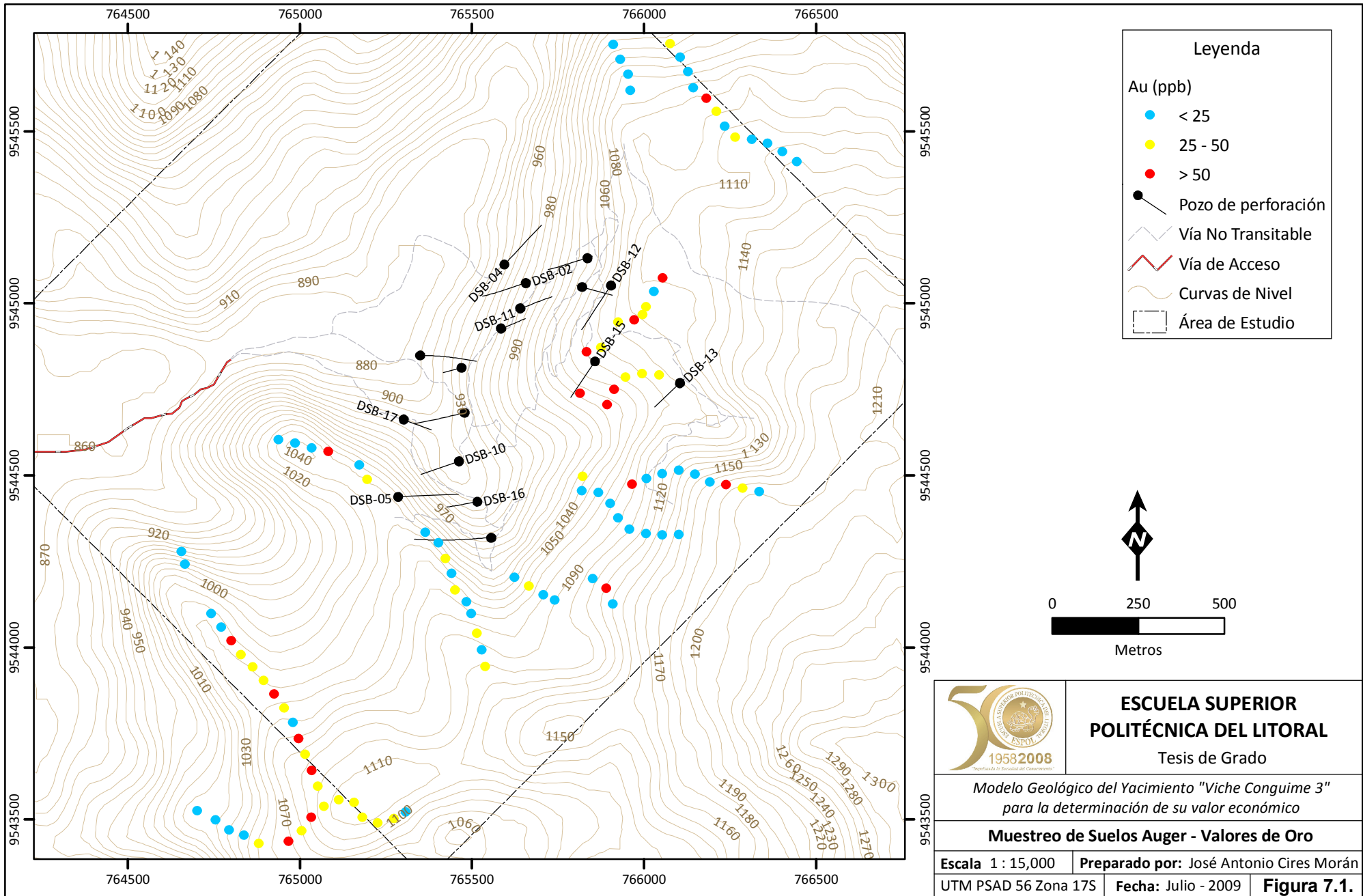


**Fotografía 7.2.** Preparación del Auger.



**Fotografía 7.3.** En plena operación para tomar muestras mediante el método Auger.





**Leyenda**

Au (ppb)

- < 25
- 25 - 50
- > 50
- Pozo de perforación
- Vía No Transitable
- Vía de Acceso
- Curvas de Nivel
- Área de Estudio



**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**

Tesis de Grado

*Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3"  
para la determinación de su valor económico*

**Muestreo de Suelos Auger - Valores de Oro**

Escala 1 : 15,000    Preparado por: José Antonio Cires Morán

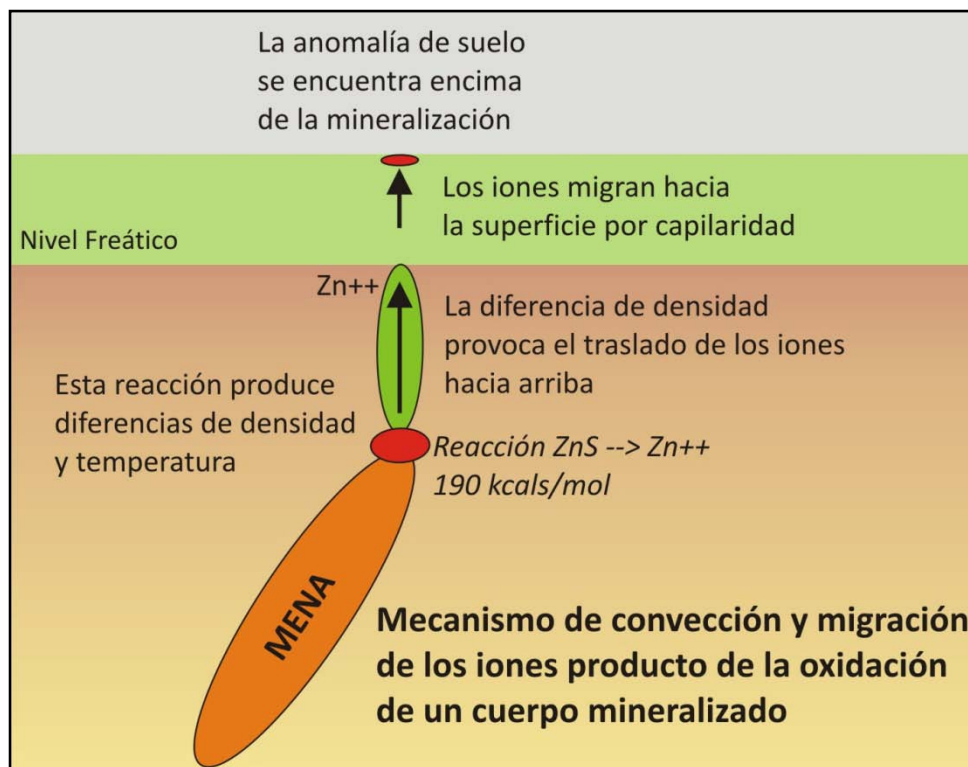
UTM PSAD 56 Zona 17S    Fecha: Julio - 2009    **Figura 7.1.**



## 7.2. MMI (Metal Mobile Ion)

El método geoquímico MMI (Metal Mobile Ion) por sus siglas en inglés, se refiere a los Iones Metálicos Móviles, este término es usado para describir aquellos iones que se han transportado por la zona de meteorización y que son debilitados o absorbidos por las partículas de suelo en superficie. En la actualidad este método ha sido probado en diversos estudios y se ha confirmado que estos iones metálicos móviles se pueden transportar desde cuerpos mineralizados muy profundos.

Por medio de investigaciones en depósitos minerales conocidos se conoce que estos iones metálicos móviles se acumulan en el suelo sobreyaciendo al cuerpo mineralizado, esto indica que estos metales han sido producto de la oxidación de la fuente mineralizada. Se cree que la capilaridad en particular es un proceso muy importante en ambientes cercanos a la superficie (por encima del nivel freático), ya que esta es responsable de mantener las anomalías detectables. La figura 7.2. muestra un modelo hipotético por el cual los iones móviles son liberados de cuerpos mineralizados a través de mecanismos de convección, migran verticalmente y se acumulan en el suelo.

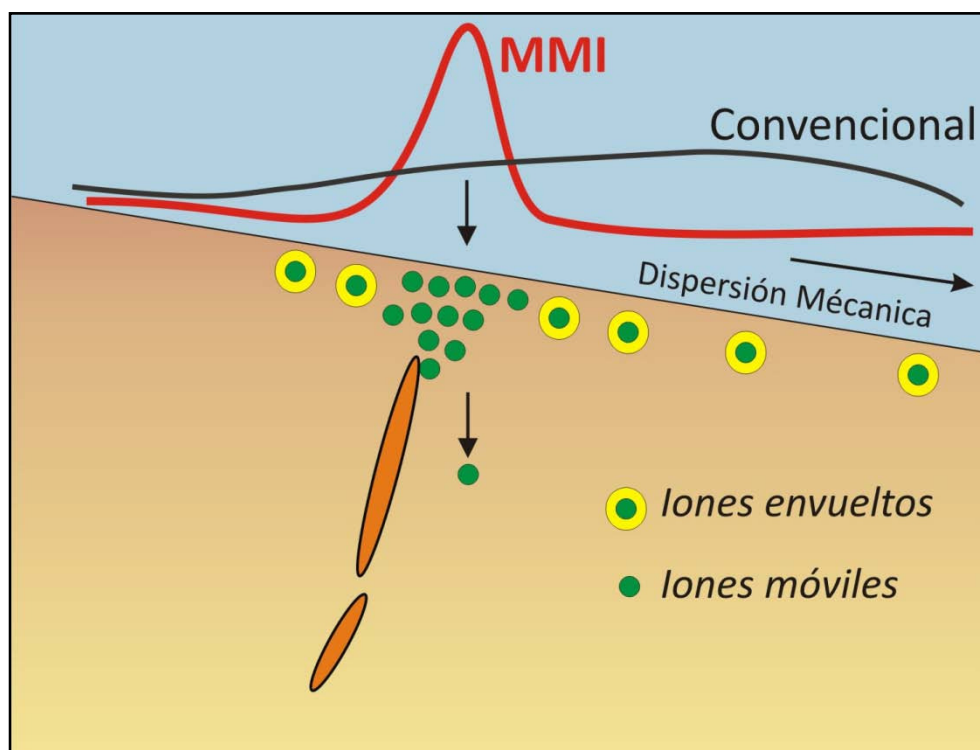


**Figura 7.2.** Modelo hipotético de la liberación de iones de cuerpos mineralizados en profundidad.

A medida que los iones alcanzan la superficie se van adhiriendo débilmente a las partículas de suelo. Estos son los iones que luego son medidos por el método MMI para encontrar cuerpos mineralizados en profundidad.

Los iones adheridos débilmente tienen concentraciones extremadamente bajas. Ya que estos iones han alcanzado la superficie “recientemente”, proveen una señal precisa directamente encima del cuerpo mineralizado.

Una vez que los iones metálicos móviles han alcanzado la superficie tienen un tiempo de vida limitado como “iones móviles”. En superficie los iones se ven afectados por la erosión y están sujetos al desgaste provocado por los procesos de formación de suelo (se pueden volver parte del suelo). La figura 7.3. muestra este proceso. Se observa que los iones “envueltos” en suelo se desplazan lateralmente lejos de la zona mineralizada, sin embargo, los “iones móviles” al tener un tiempo de vida limitado, no se desplazan lejos de la fuente mineralizada.



**Figura 7.3.** Comparación de resultados hipotéticos entre métodos convencionales y por MMI.

De esta forma midiendo los valores de los iones metálicos móviles del suelo se pueden definir anomalías geoquímicas que, en algunos casos, son la respuesta directa de un cuerpo mineralizado en profundidad. Este cuerpo mineralizado es el que emite los iones hacia la superficie, por ejemplo un depósito con metales base Cu, Pb, Zn emitirá iones de Cu, Pb y Zn.

### **7.3. Exploración geofísica**

Los trabajos geofísicos fueron realizados en dos épocas distintas y por empresas distintas.

La primera campaña fue realizada por la empresa GeoDatos contratada por TVX Valerie Gold S.A., entre Junio y Julio del año 1999. El trabajo se efectuó a lo largo de perfiles replanteados en terreno con un estacado de referencia cada 100 m.

La segunda campaña la realizó la compañía peruana Geofísica Consultores a petición de Ecometals Limited, entre noviembre del 2006 y enero del 2007. El tamaño de la malla geofísica, el espaciamiento de las líneas y el intervalo de las lecturas fueron

diseñados por Ecometals, con el fin de poder mapear las características geofísicas. El trabajo se lo realizó a través de líneas replanteadas con estación total, con un espaciamiento de 200 m. entre cada línea y lecturas cada 50 m., totalizando 22 km. de levantamiento. En este capítulo se hará referencia únicamente a las especificaciones técnicas usadas por Geofísica Consultores y así mismo se mostrarán los resultados finales de ambas campañas.



**Fotografía 7.4.** Generador de electricidad usado durante el trabajo de polarización inducida.





**Fotografía 7.5.** Instrumentos usados durante la última campaña de Polarización Inducida y Magnetometría.



### 7.3.1. Polarización Inducida

En el levantamiento de Polarización Inducida se tomaron en cuenta el control estructural y los aspectos litológicos del área, con el fin de poder ajustar los parámetros más adecuados al área de estudio. Estos parámetros se mantuvieron constantes en todo el levantamiento. En el área Viche Congüime 3, se han determinado contrastes bien definidos tanto de Resistividad ( $\rho_a$ ) como de Cargabilidad (Ma). Los límites de las anomalías están definidos en las secciones de inversión de polarización inducida que a su vez pueden correlacionarse con la geología.

*La disposición utilizada fue la siguiente:*

- Medición en Dominio de tiempo
- Intervalo entre las líneas: 200 m
- Configuración Polo-Dipolo
- Extensión del dipolo: 100 m
- Factor de separación (n) lecturas de n1 a n6
- Salida de energía 8.8 Kw
- Salida de corriente 3- 5 amperios
- Resistencia de contacto 0.5-2.0 Kohm
- Ciclo operativo 2.0 segundos

- Ventana de medición: 10 ventanas de 160 milisegundos
- Retraso 240 msg

*Instrumentos:*

- Receptor IP-IRIS ELREC-PRO
- Transmisor IP GDD de 7.2 Kw.
- Motor generador Honda 18 HP
- Electrodo de corriente varillas metálicas
- Electrodo de potencial (Vasos porosos con solución de sulfato de cobre  $\text{SO}_2\text{Cu}_5\text{H}_2\text{O}$ )

**Descripción de las líneas geofísicas**

Los datos de campo de las líneas geofísicas están determinados en pseudo secciones de resistividad aparente (Pa) y de cargabilidad aparente (Ma).

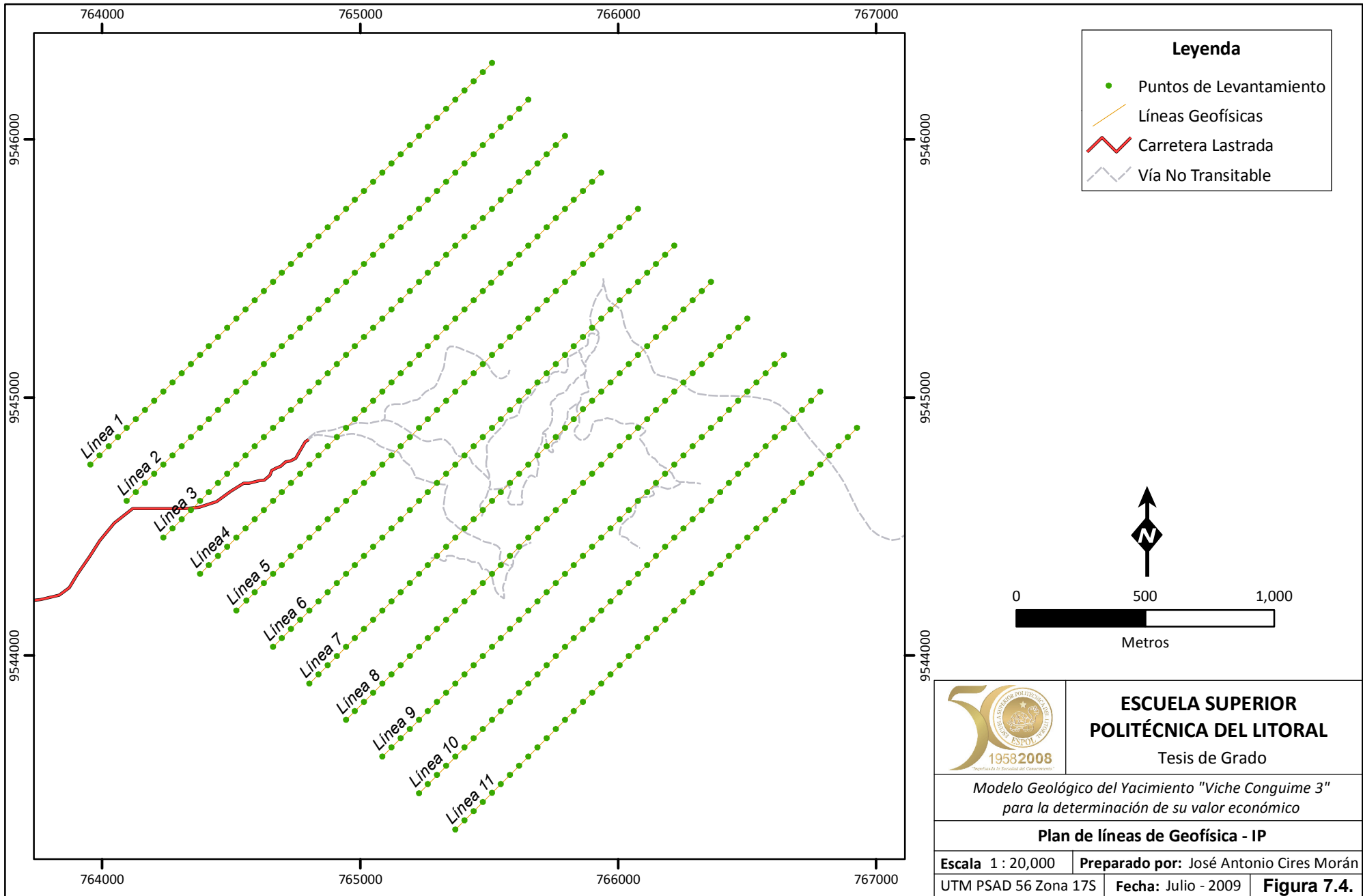
Los resultados de las líneas geofísicas se muestran en secciones de inversión 2D de resistividad y cargabilidad, que están relacionadas con la profundidad.

Las secciones de inversión de resistividad y cargabilidad han sido calculadas mediante un proceso de inversión, aplicando el Software DCIP-2D desarrollado por la “University of British Columbia UBC” (Canadá), cuyo objetivo es de localizar materiales altamente polarizables a lo largo de secciones 2D, esto mejora la correlación geofísica-geológica, permitiendo optimizar la selección de objetivos en la etapa de perforación.

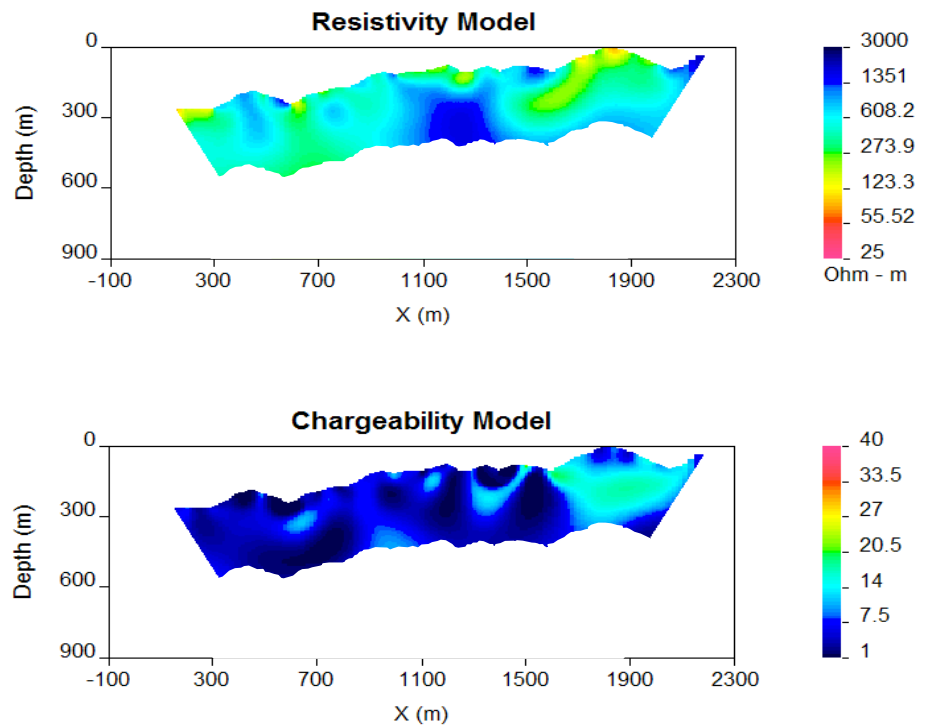
### **Malla generada para el levantamiento geofísico por IP**

Para obtener la mayor cantidad de información de la exploración por métodos geofísicos se generaron secciones perpendiculares a las principales estructuras mineralizantes.

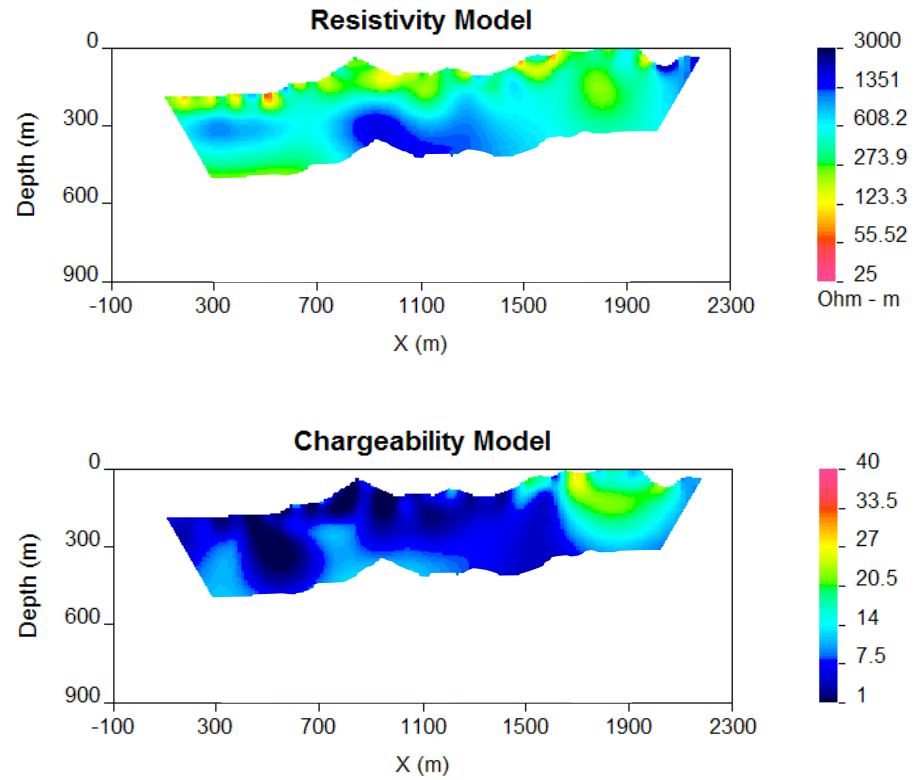
De este modo se espera obtener la mayor cantidad de información relacionadas a zonas donde se pueden concentrar mayores cantidades de sulfuros, que podrían estar asociados a altos valores de oro; también interpretando los resultados de resistividad se pueden definir mejor ciertos contactos litológicos. A continuación se presenta un mapa con el plan general y la ubicación de las secciones.



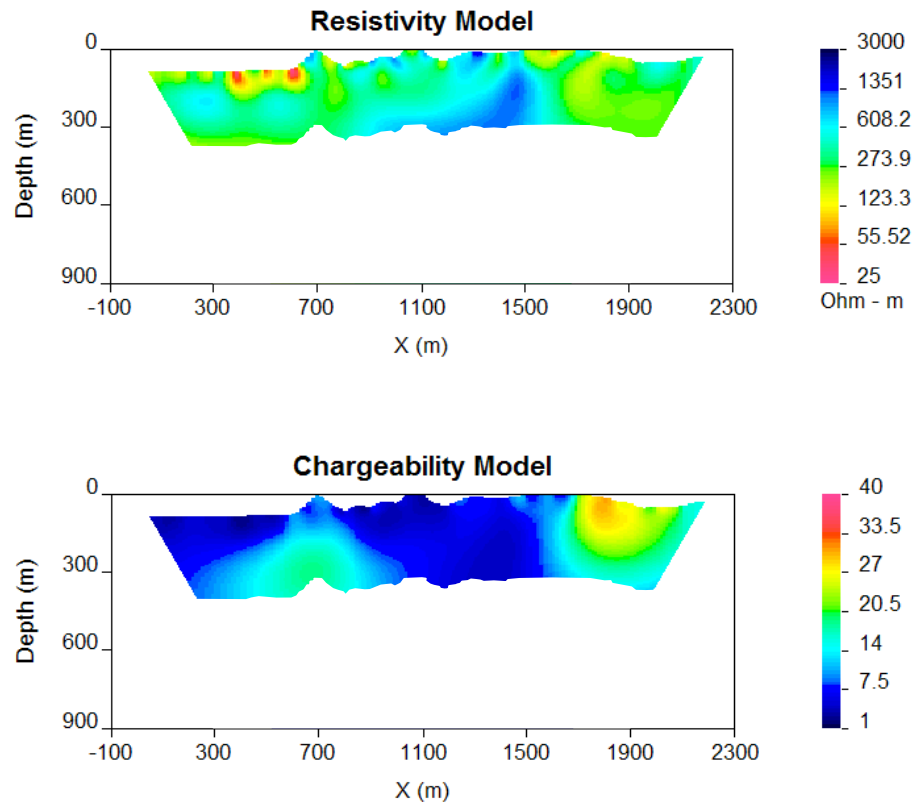
**Secciones mostrando los resultados de IP (resistividad y cargabilidad)**



**Figura 7.5.** Línea 1 – Levantamiento por IP.

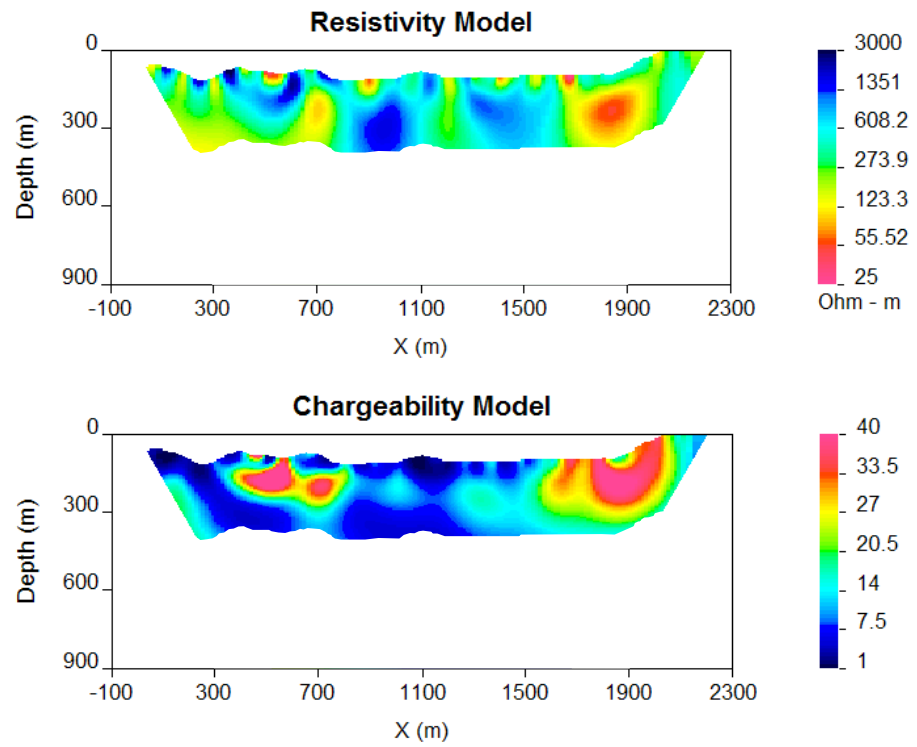


**Figura 7.6.** Línea 2 – Levantamiento por IP.

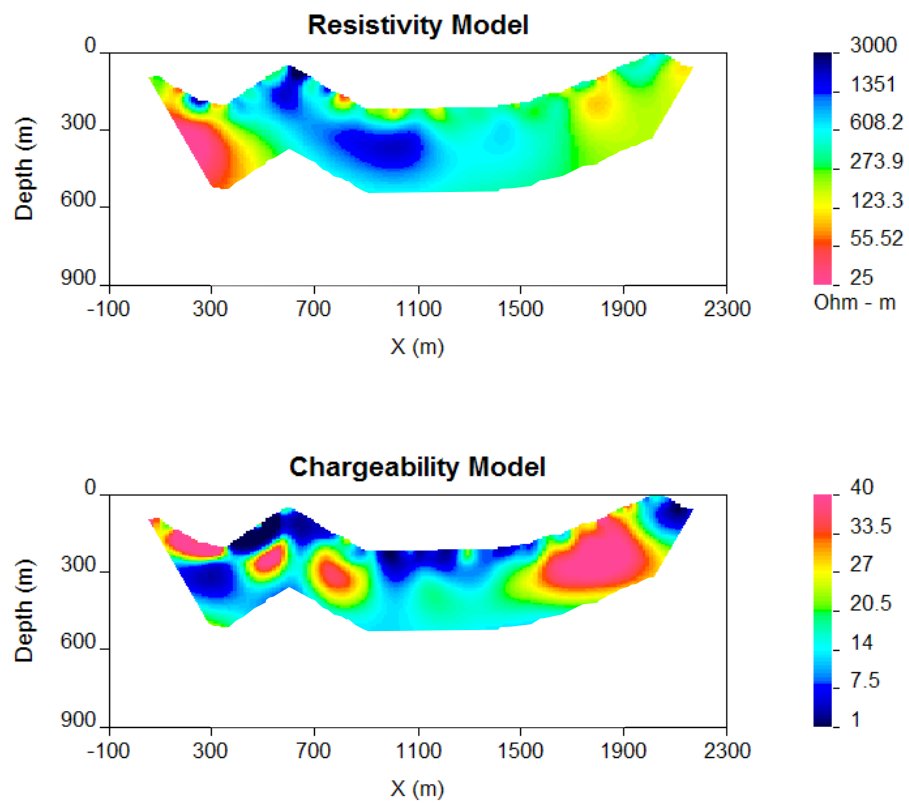


**Figura 7.7.** Línea 3 – Levantamiento por IP.

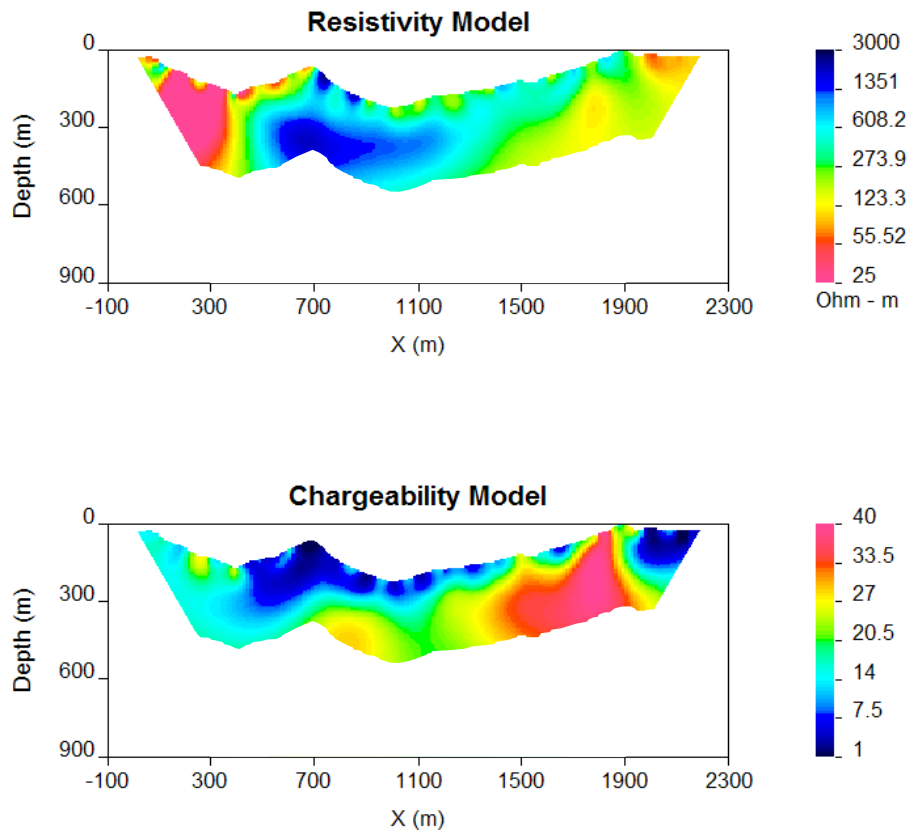




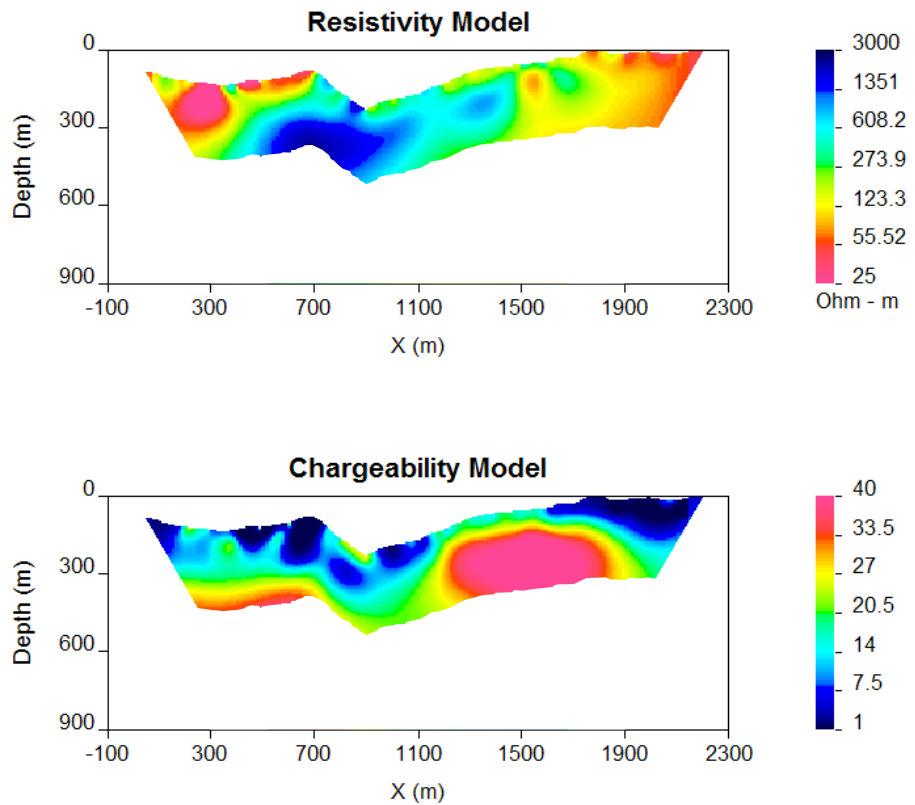
**Figura 7.8.** Línea 4 – Levantamiento por IP.



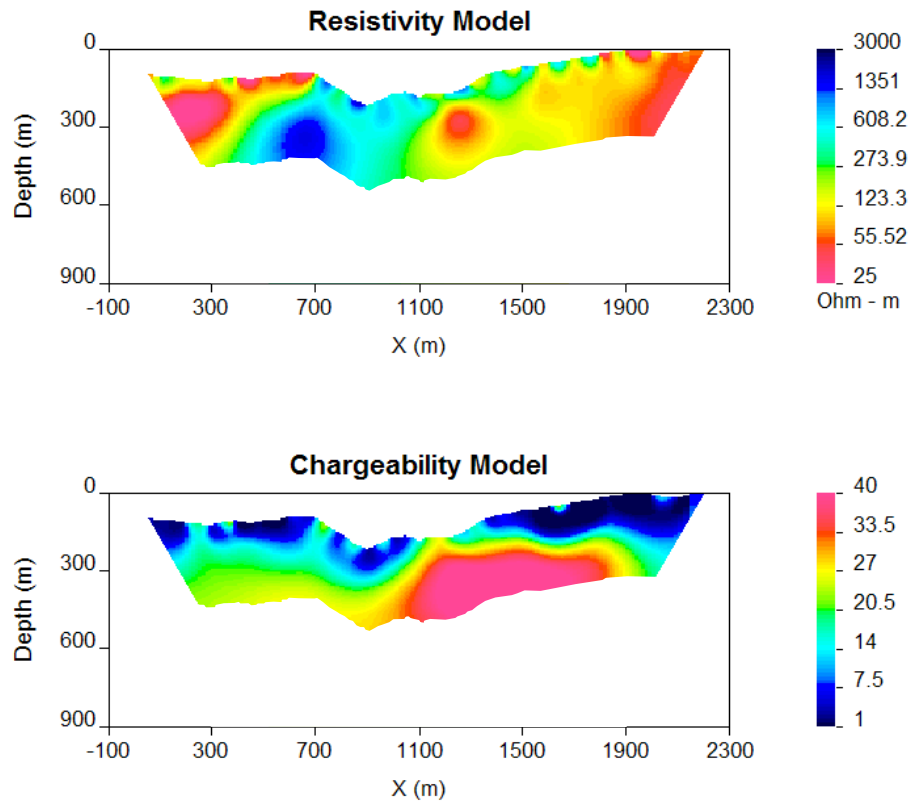
**Figura 7.9.** Línea 5 – Levantamiento por IP.



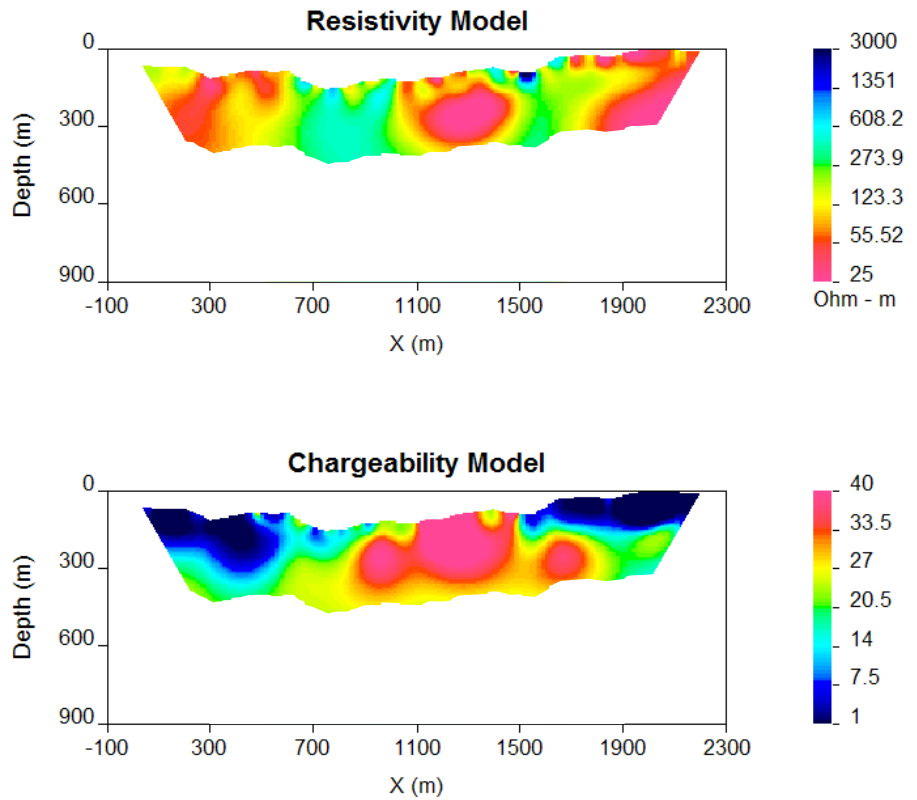
**Figura 7.10.** Línea 6 – Levantamiento por IP.



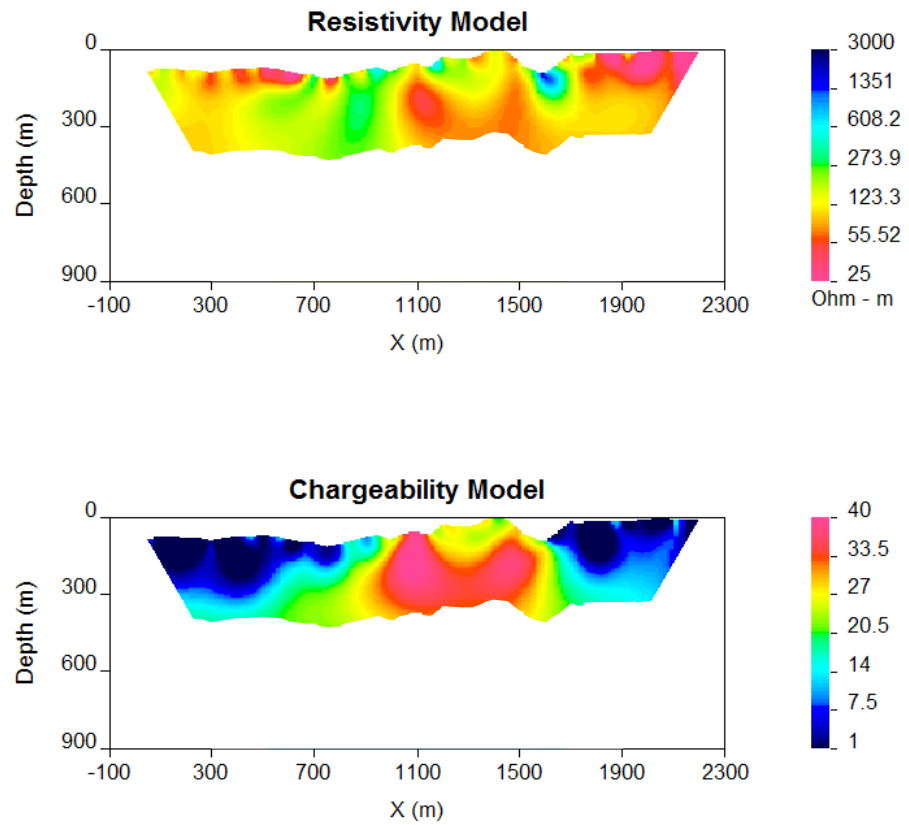
**Figura 7.11.** Línea 7 – Levantamiento por IP.



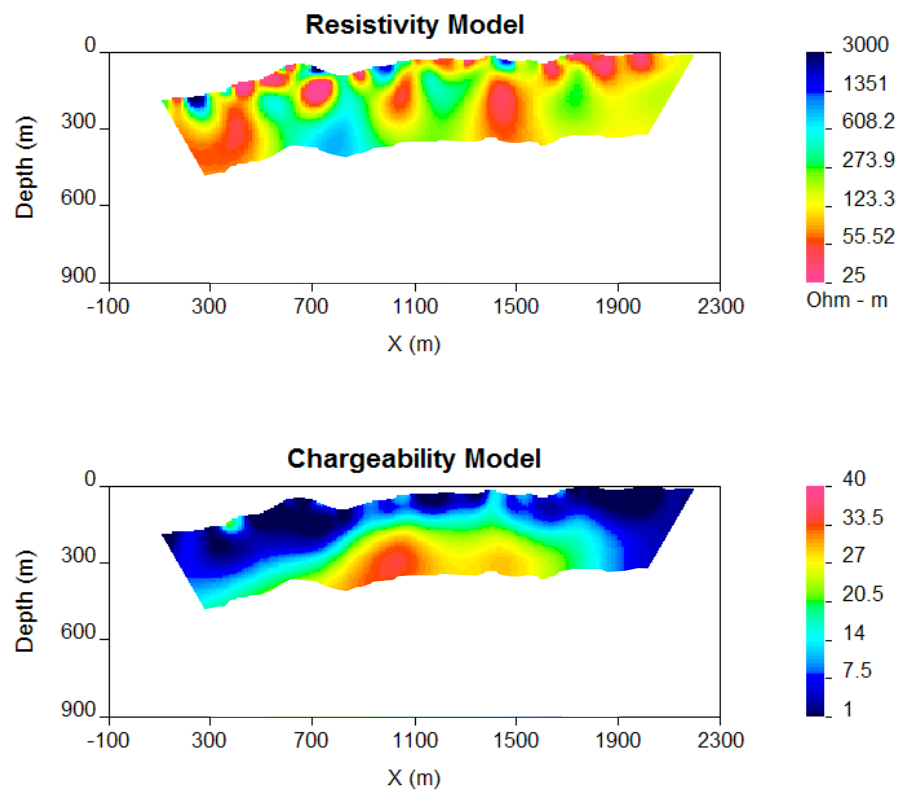
**Figura 7.12.** Línea 8 – Levantamiento por IP.



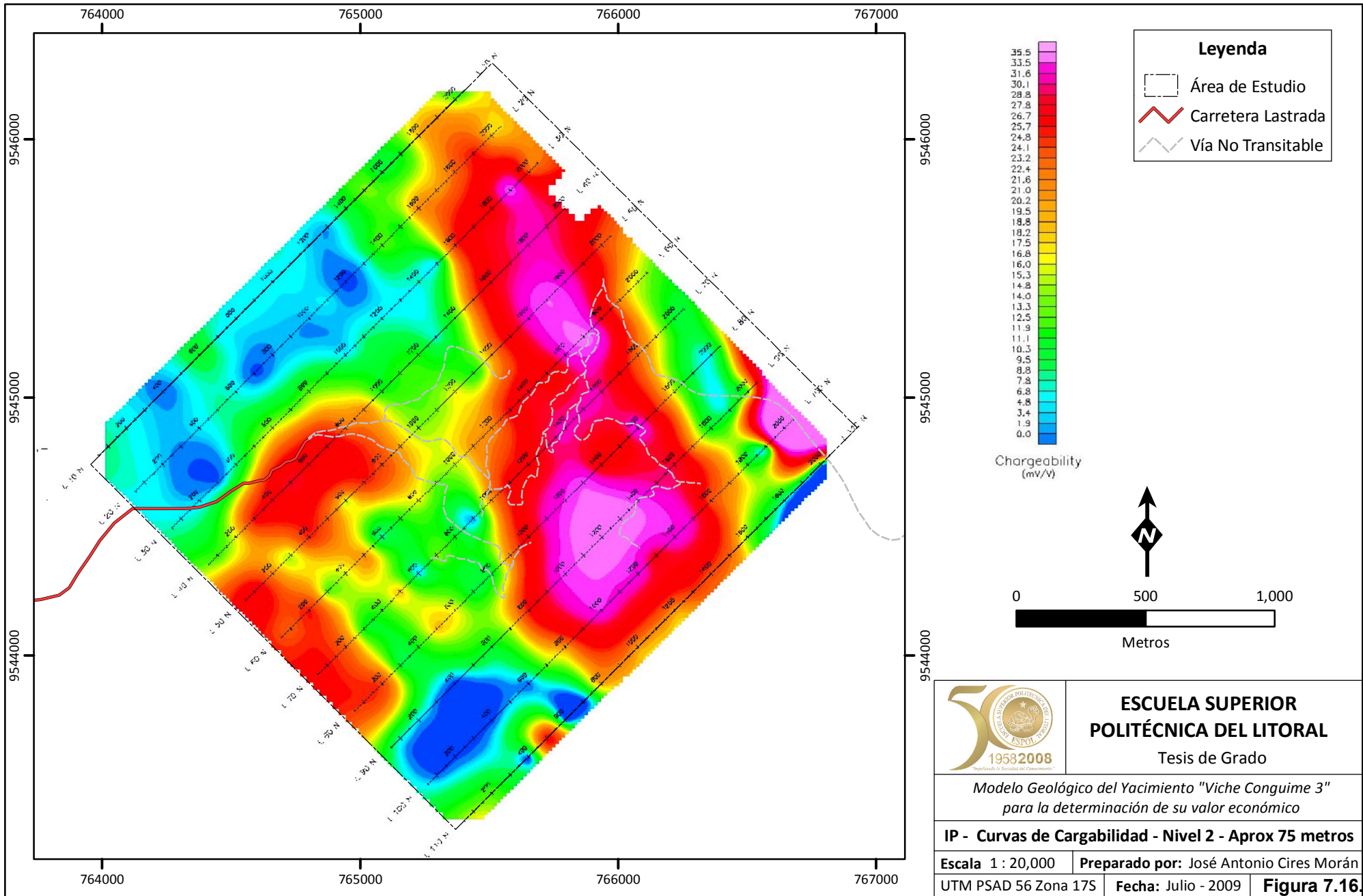
**Figura 7.13.** Línea 9 – Levantamiento por IP.



**Figura 7.14.** Línea 10 – Levantamiento por IP.

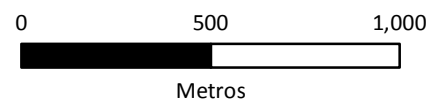
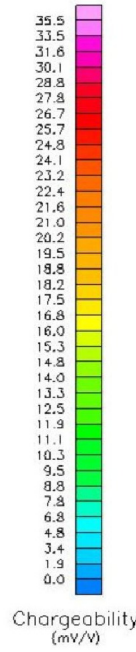


**Figura 7.15.** Línea 11 – Levantamiento por IP.



**Legenda**

- Área de Estudio
- Carretera Lastrada
- Vía No Transitabile



**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**

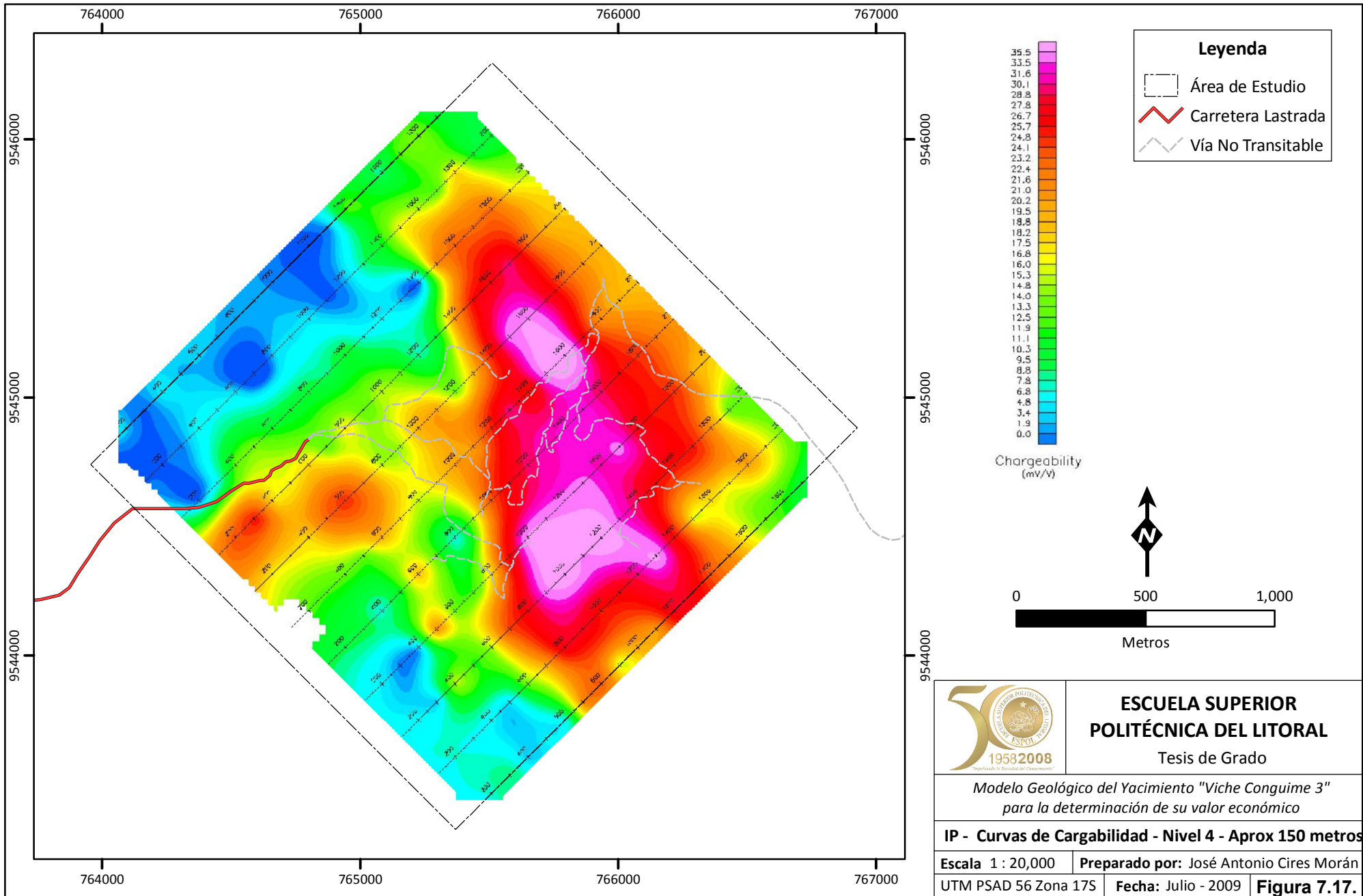
Tesis de Grado

*Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3"  
para la determinación de su valor económico*

**IP - Curvas de Cargabilidad - Nivel 2 - Aprox 75 metros**

Escala 1 : 20,000    Preparado por: José Antonio Cires Morán

UTM PSAD 56 Zona 17S    Fecha: Julio - 2009    **Figura 7.16.**



**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**

Tesis de Grado

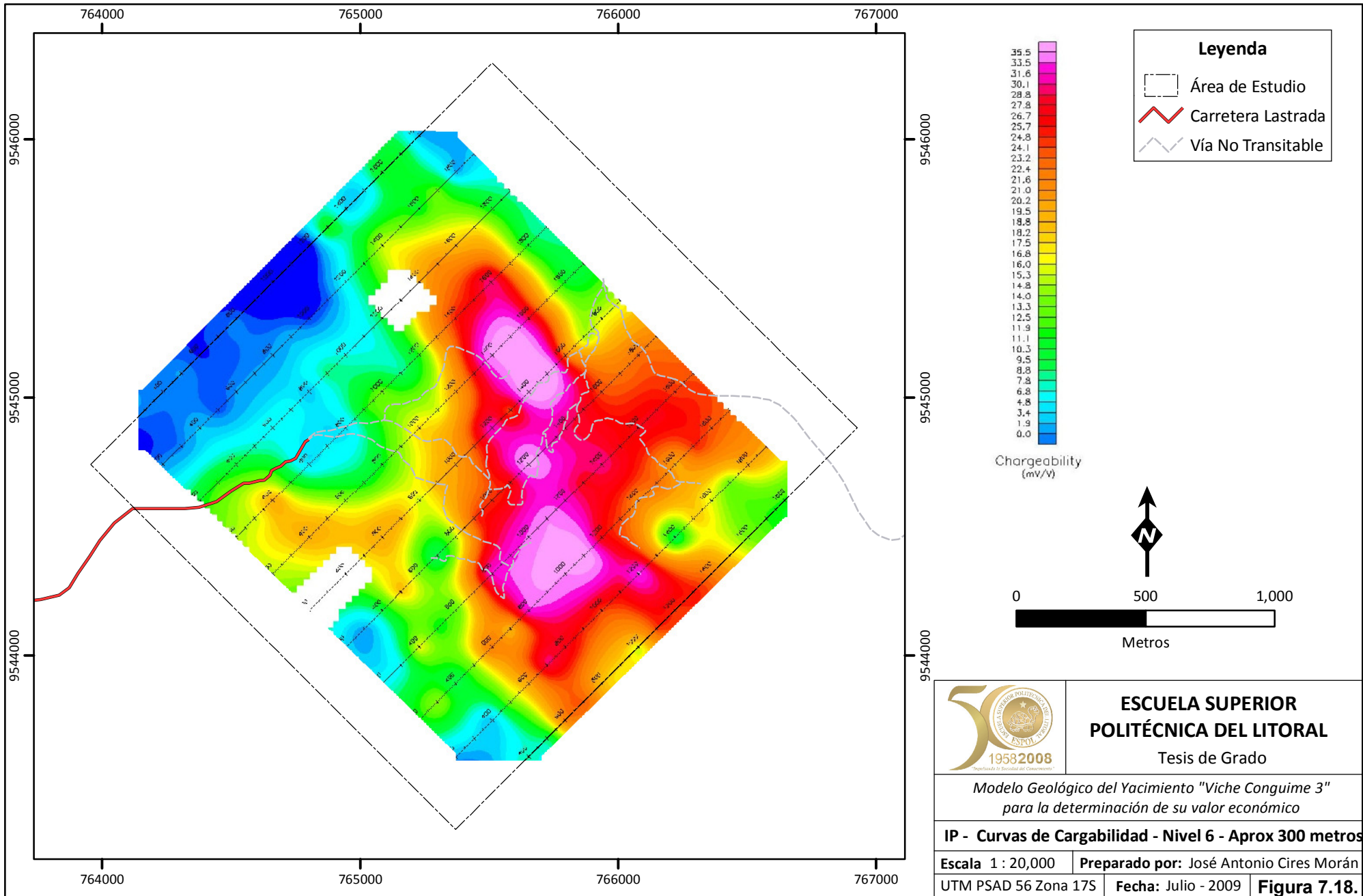
*Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3"  
para la determinación de su valor económico*

**IP - Curvas de Cargabilidad - Nivel 4 - Aprox 150 metros**

Escala 1 : 20,000 | Preparado por: José Antonio Cires Morán

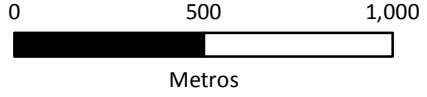
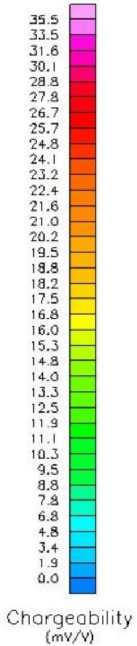
UTM PSAD 56 Zona 17S | Fecha: Julio - 2009 | **Figura 7.17.**





**Leyenda**

- Área de Estudio
- Carretera Lastrada
- Vía No Transitabile



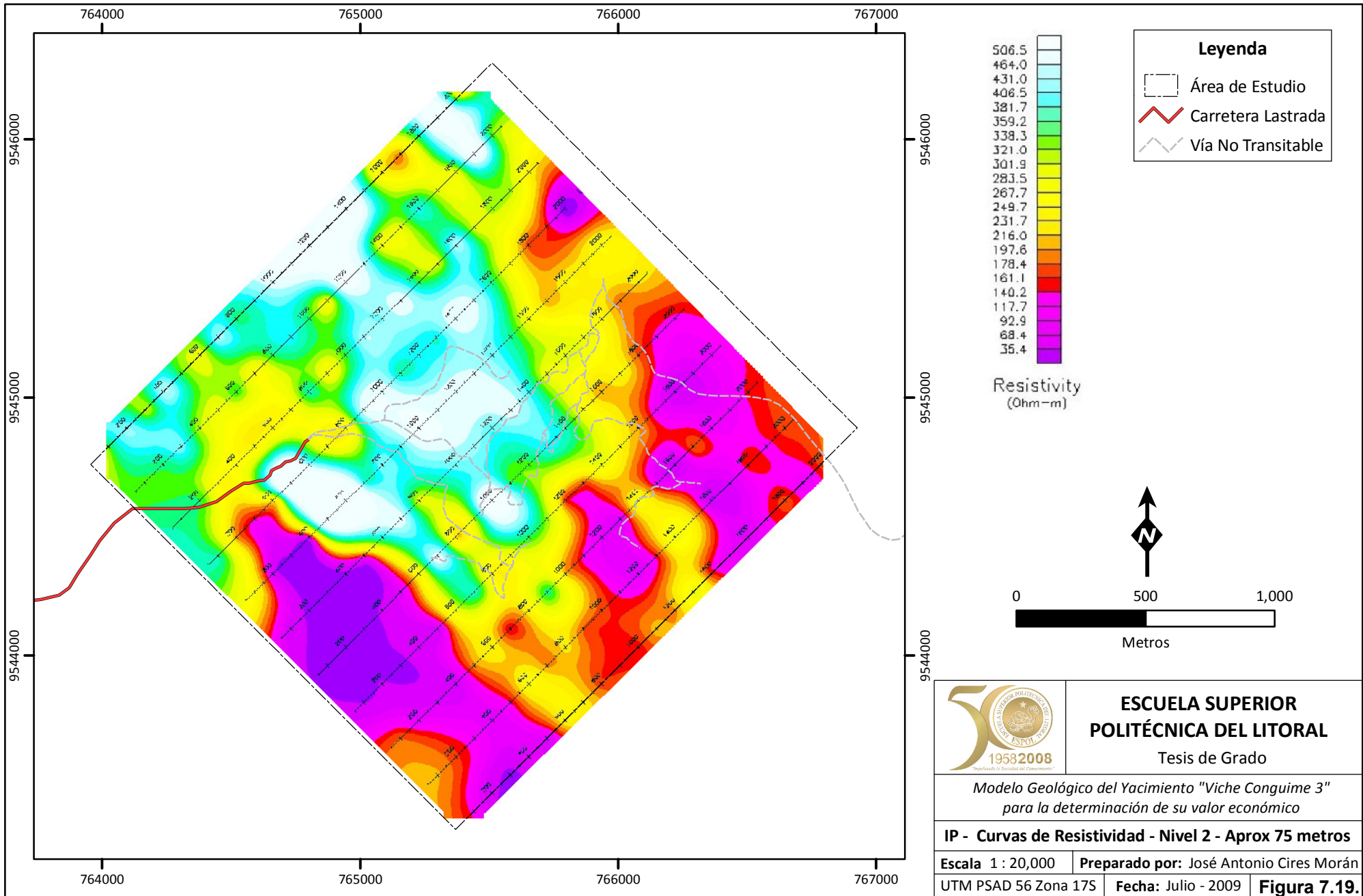
**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
Tesis de Grado

*Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3"  
para la determinación de su valor económico*

**IP - Curvas de Cargabilidad - Nivel 6 - Aprox 300 metros**

Escala 1 : 20,000 | Preparado por: José Antonio Cires Morán

UTM PSAD 56 Zona 17S | Fecha: Julio - 2009 | **Figura 7.18.**



**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**

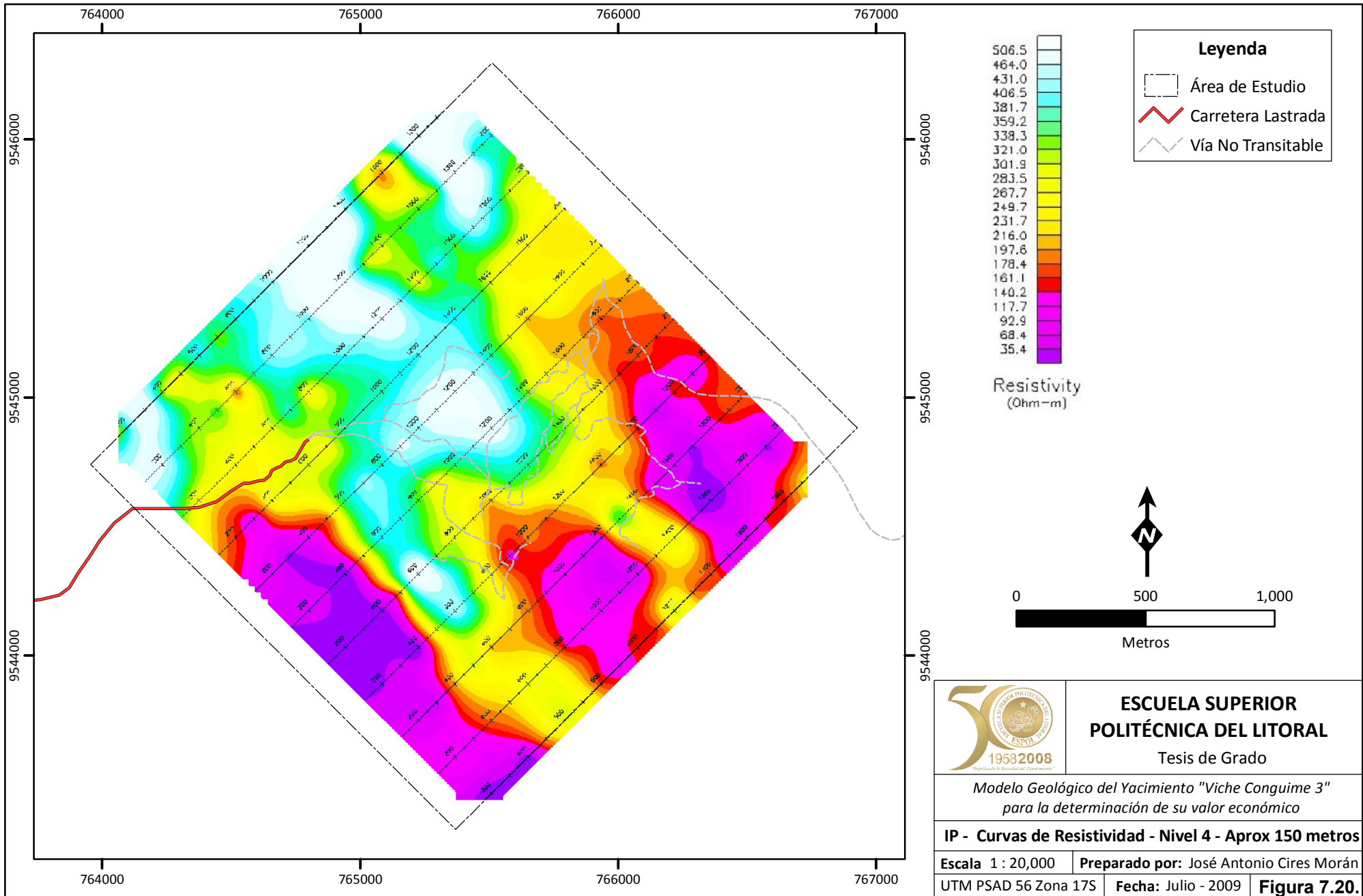
Tesis de Grado

*Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3"  
para la determinación de su valor económico*

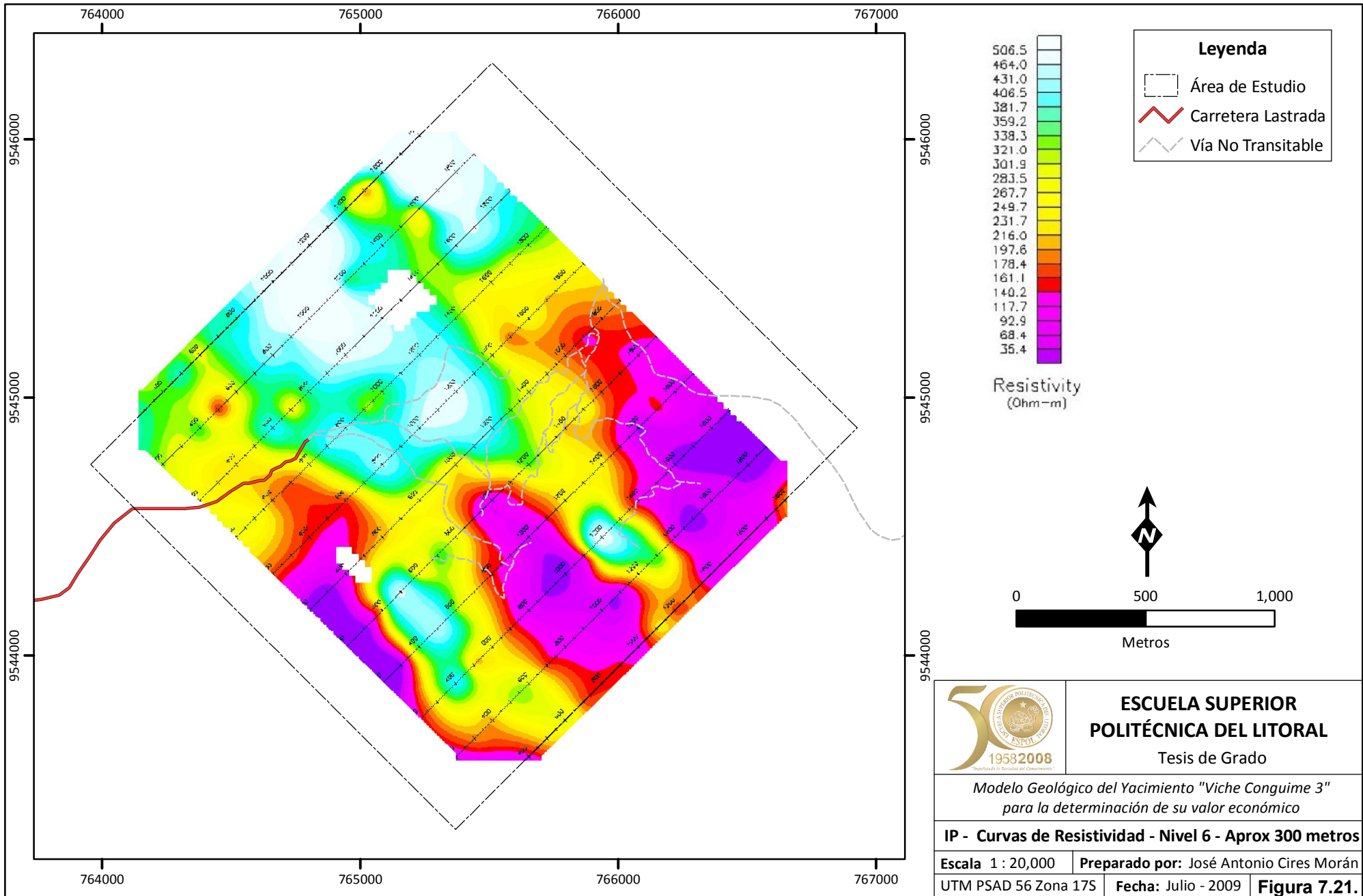
**IP - Curvas de Resistividad - Nivel 2 - Aprox 75 metros**

Escala 1 : 20,000 | Preparado por: José Antonio Cires Morán

UTM PSAD 56 Zona 17S | Fecha: Julio - 2009 | **Figura 7.19.**







### 7.3.2. Magnetometría

En el área de Viche Congüime 3, la inclinación y declinación magnética es de  $15.71^\circ$  y  $-1.24^\circ$ , y el *background* magnético es de 28310 nT. Las lecturas magnéticas de campo total fueron corregidas para variaciones diurnas ( $T_{corr} = T_{móvil} - T_{base} + T_{datum}$ ) y referidas todas a un punto de base para luego ser presentadas en el mapa de perfiles magnéticos y en el mapa de contornos de campo total. El levantamiento magnético se realizó con tres magnetómetros portátiles que utilizan sensores de precisión protónica, lo cual permite obtener lecturas rápidas con alta precisión absoluta de 0.2 nT. El reloj interno de ambas unidades fue sincronizado cada día, antes de realizar el trabajo de campo. La sincronización fue nominalmente de un milisegundo. La unidad de estación base se mantuvo en una posición fija de baja gradiente magnética. En dicha base se registra la variación diurna cada 10 segundos del campo magnético.

*La disposición utilizada fue la siguiente:*

- Medición de la intensidad del campo total (nT)
- Lecturas del magnetómetro de base cada 10 segundos
- Lecturas del magnetómetro móvil cada 10 metros a lo

largo de las líneas geofísicas

- Los intervalos entre las líneas, fueron cada 200 metros
- La sincronización de los magnetómetros Base-Móvil 0.2 segundos

*Instrumentos:*

- Magnetómetro de Base *GEM Systems*, modelo GSM-19
- Magnetómetros Móviles *GEM Systems*, modelo GSM-19



**Fotografía 7.6.** Magnetómetro móvil GSM-19.



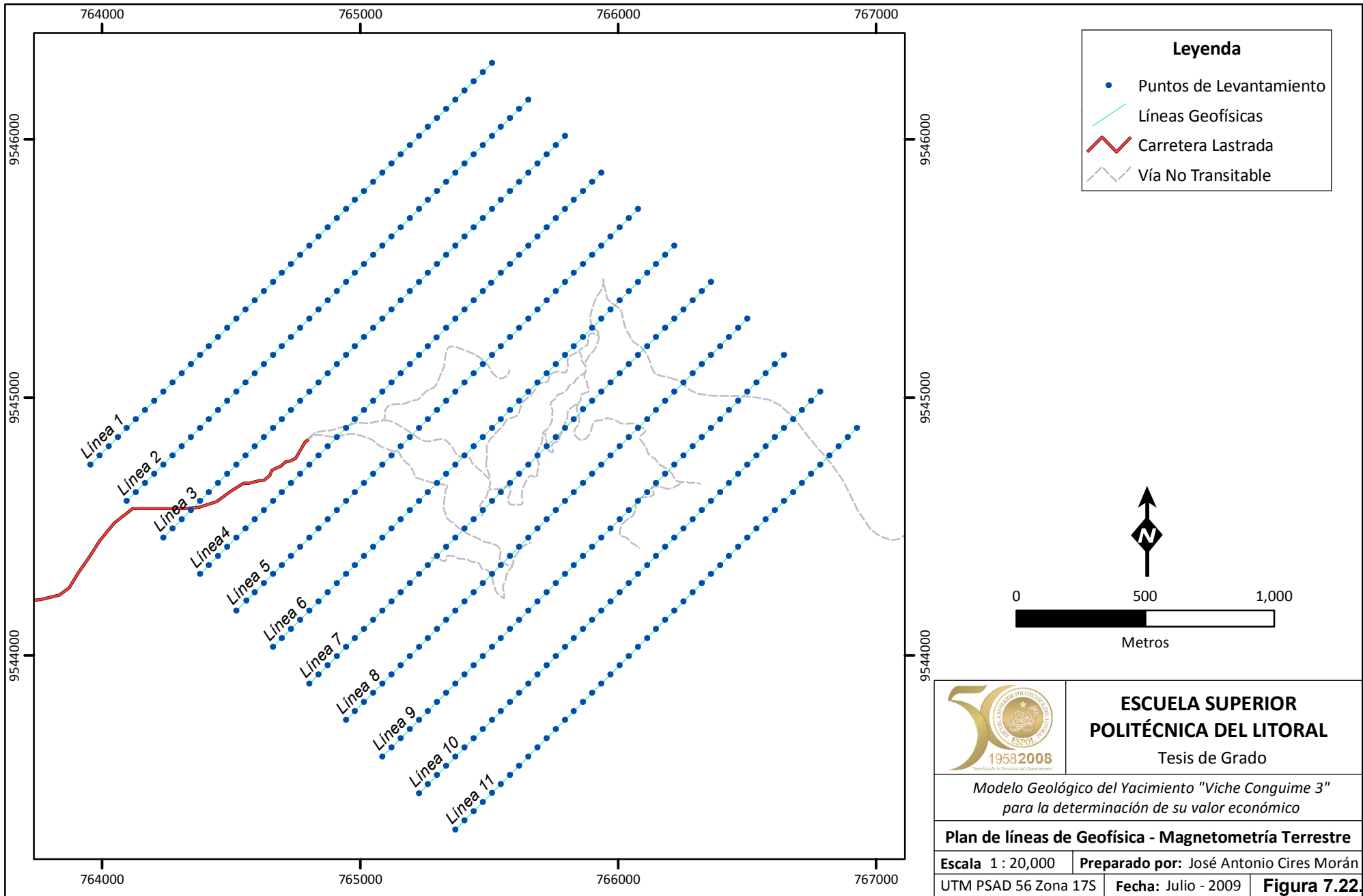


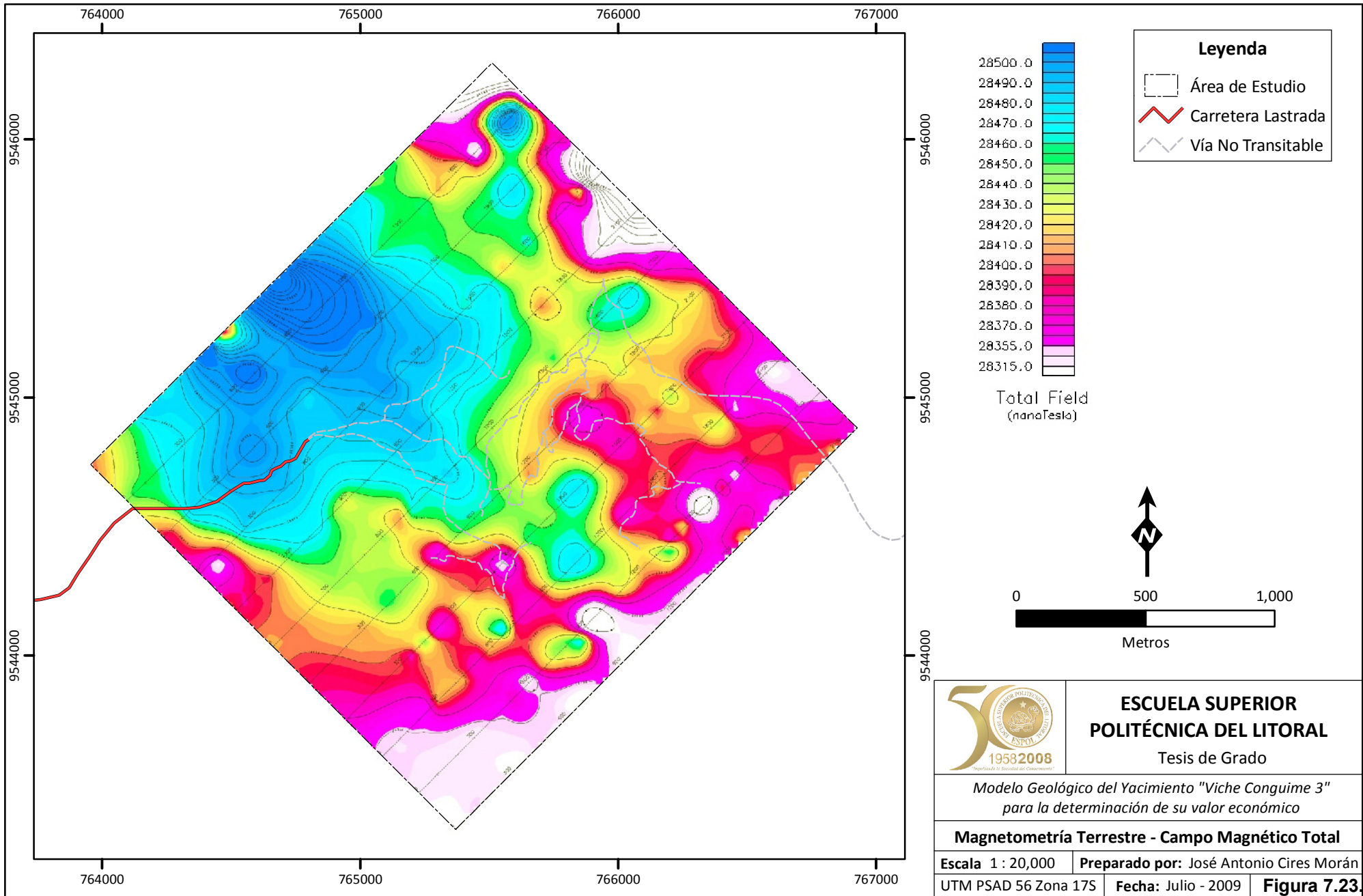
**Fotografía 7.7.** Consola del GSM-19 con sensor y cable.

### **Malla generada para el levantamiento magnético terrestre**




La malla generada para la magnetometría terrestre se genera a partir de los mismos puntos usados para el levantamiento por IP, por consideraciones ambientales y de logística, para prevenir la innecesaria apertura de trochas y gastos extras.

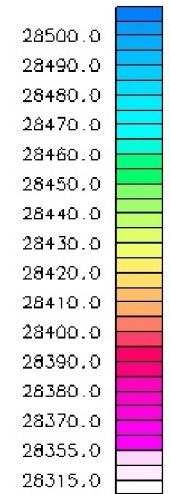
A continuación se presenta la malla usada y el campo magnético total para el área de estudio.



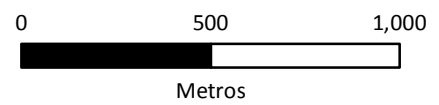


**Leyenda**

-  Área de Estudio
-  Carretera Lastrada
-  Vía No Transitabile



Total Field  
(nanaTesla)



**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**

Tesis de Grado

*Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3"  
para la determinación de su valor económico*

**Magnetometría Terrestre - Campo Magnético Total**

Escala 1 : 20,000

Preparado por: José Antonio Cires Morán

UTM PSAD 56 Zona 17S

Fecha: Julio - 2009

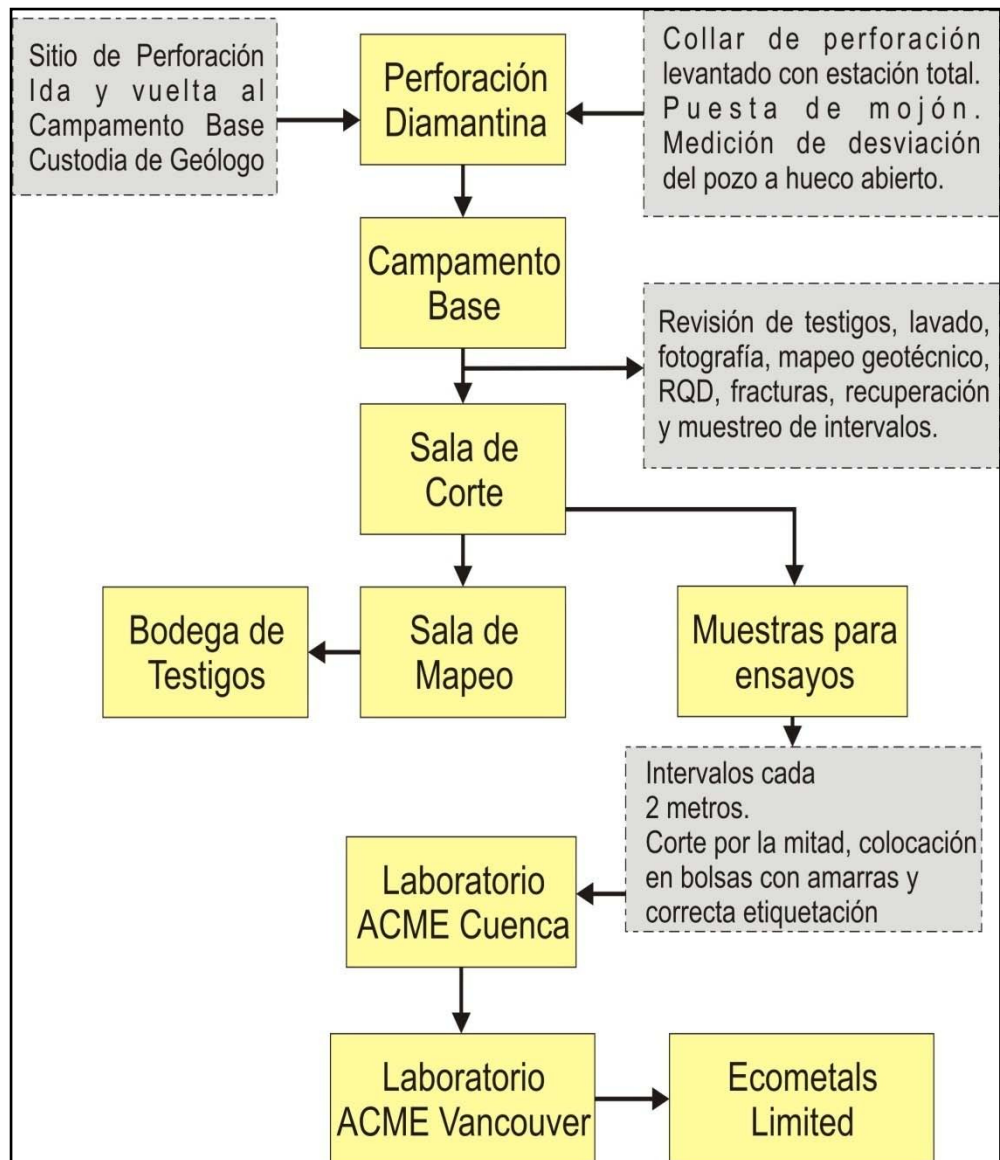
**Figura 7.23.**

#### **7.4. Perforación con recuperación de testigo**

La perforación con recuperación de testigo constituye el método más eficaz y reconocido por la industria minera para el cálculo de reservas. Para el caso de depósitos con características como el del presente estudio, es común el uso de perforación a diamantina, ya que mediante este método se logra recuperar la mayoría o el total de la roca.

Existen diversos protocolos que se deben seguir para el buen tratamiento de la muestra. Los testigos de perforación tienen un altísimo costo para las empresas de exploración minera y además constituyen la única evidencia de cómo realmente se encuentra emplazado el depósito mineral, la buena conservación de los testigos para posteriores estudios es de vital importancia, ya que la mayoría de veces cada geólogo interpreta según sus conocimientos y experiencia, en especial durante los primeros pozos perforados.

De manera resumida se muestra a continuación un diagrama con todas las etapas que involucran la manipulación del testigo.



**Figura 7.24.** Diagrama mostrando todos los procesos involucrados en la preparación de los testigos de perforación a diamantina, hasta la entrega final de resultados.

### Programa de perforación

En el Yacimiento Viche Congüime 3 se llevó a cabo un programa de perforación a diamantina, totalizando 4,296.13 m. en 17 pozos. El detalle de los sondajes se los muestra en la tabla 7.1, las coordenadas de los pozos han sido omitidas a propósito.

Sondaje	Elevación	Longitud	Rumbo	Buzamiento
DSB-01	1022.33	290.77	250	-62
DSB-02	973.05	303.87	250	-60
DSB-03	943.27	183.90	70	-60
DSB-04	912.65	295.95	45	-55
DSB-05	933.66	288.85	264	-50
DSB-06	913.01	291.68	255	-55
DSB-07	880.96	294.73	90	-55
DSB-08	931.23	139.29	255	-60
DSB-09	1022.39	166.73	105	-50
DSB-10	915.32	267.31	251	-60
DSB-11	956.95	181.97	68.9	-51.73
DSB-12	1056.61	261.21	212.5	-49.65
DSB-12A	1056.61	21.95	212.5	-60
DSB-13	1096.91	200.25	226.6	-53
DSB-14	948.36	84.43	263.3	-50.25
DSB-14A	948.36	358.77	263.3	-50.25
DSB-15	1076.63	215.45	213.9	-49.1
DSB-16	935.22	249.02	257.85	-64.2
DSB-17	914.00	200.00	109.85	-59.57

**Tabla 7.1.** Detalle de los sondajes realizados en el proyecto.





**Fotografía 7.8.** Máquina de perforación Boart Longyear 38.



**Fotografía 7.9.** Broca usada para la perforación diamantina.

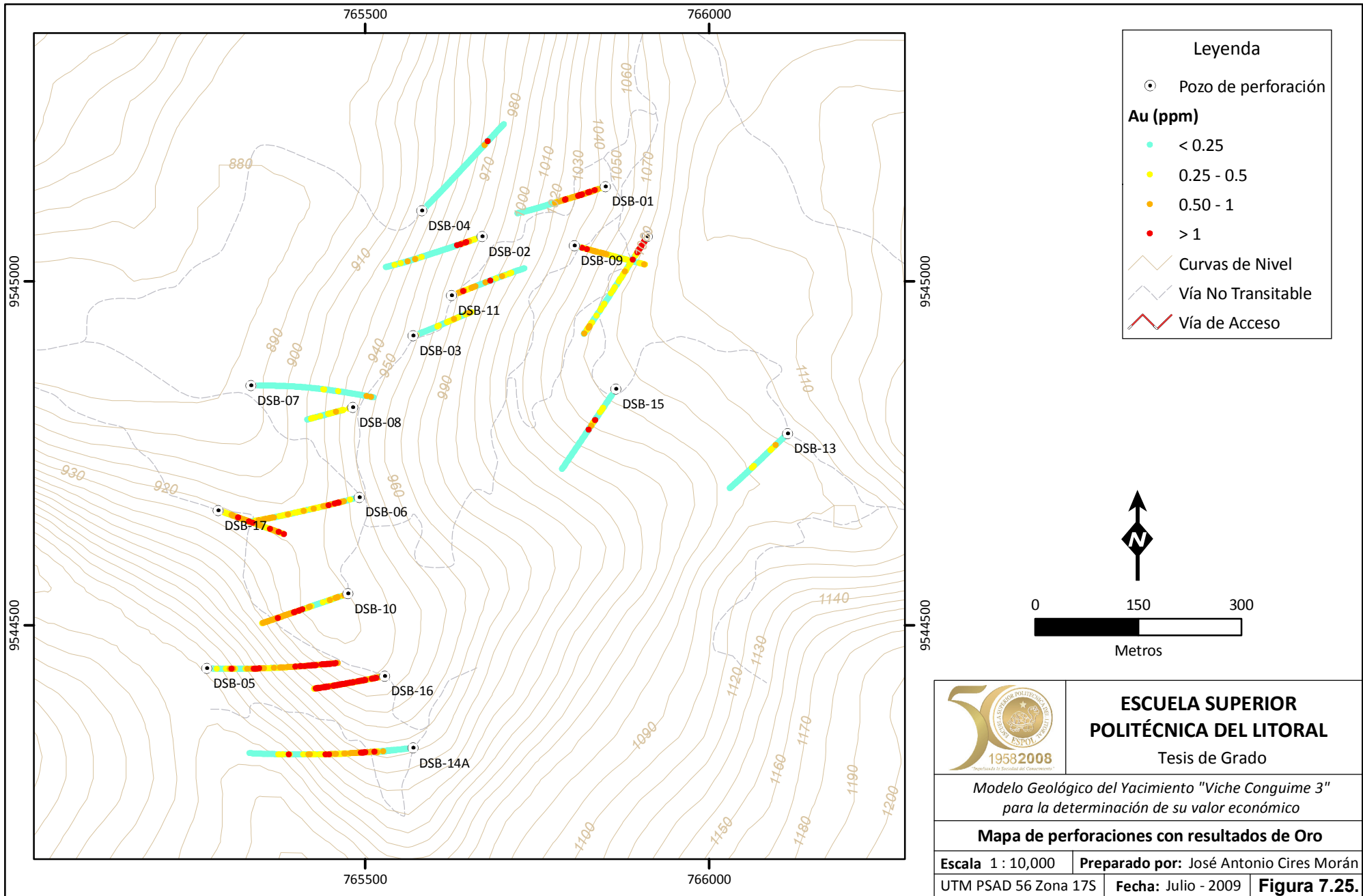


**Fotografía 7.10.** Tubería de perforación NQ y HQ.



Sondaje	Desde	Hasta	Intervalo	Au (ppm)	Cu (%)
DSB-01	0	290.8	290.8	0.34	0.11
<i>incluye</i>	45	149	104	0.73	0.21
DSB-02	0	303.9	303.9	0.2	0.09
<i>incluye</i>	22	70	48	0.54	0.18
<i>incluye</i>	46	70	24	0.75	0.23
DSB-03	0	183.9	183.9	0.18	0.11
<i>incluye</i>	74	94	20	0.18	0.13
<i>incluye</i>	108	180	72	0.26	0.14
DSB-04	0	292	292	0.05	0.05
DSB-05	0	288.7	288.7	0.71	0.08
<i>incluye</i>	0	190	190	0.95	0.1
<i>incluye</i>	18	88	70	1.5	0.14
<i>incluye</i>	50	70	20	2.32	0.17
DSB-06	0	291.7	291.7	0.34	0.07
<i>incluye</i>	46	98	52	0.62	0.11
<i>incluye</i>	46	66	20	0.8	0.15
DSB-07	0	294.7	294.7	0.06	0.04
DSB-08	0	139.3	139.3	0.25	0.1
DSB-09	0	166.7	166.7	0.4	0.1
<i>incluye</i>	16	76	60	0.65	0.12
<i>incluye</i>	28	52	24	0.79	0.13
DSB-10	0	267.31	267.31	0.42	0.08
<i>incluye</i>	150	256	106	0.64	0.12
<i>incluye</i>	150	218	68	0.69	0.12
DSB-11	6.1	192	185.9	0.24	0.07
<i>incluye</i>	16	50	34	0.53	0.11
DSB-12	0	261.21	261.21	0.43	0.1
<i>incluye</i>	0	20	20	1.59	0.21
DSB-13	8.2	200.2	192	0.08	0.02
<i>incluye</i>	40	60	20	0.26	0.03
DSB-14A	40	358.7	318.7	0.36	0.07
<i>incluye</i>	46	92	46	0.96	0.11
DSB-15	12.8	215	202.2	0.13	0.02
<i>incluye</i>	82	110	28	0.43	0.08
DSB-16	4.58	249.02	244.44	0.97	0.11
<i>incluye</i>	28	244	216	1.05	0.1
DSB-17	0	192	192	0.49	0.07
<i>incluye</i>	32	100	68	0.64	0.08
<i>incluye</i>	78	98	20	0.87	0.08

**Tabla 7.2.** Intervalos con ensayos significativos.



#### **7.4.1. Mapeo de testigos de perforación**

Este es una de los procedimientos más sensibles dentro de la fase interpretativa para el modelamiento geológico. Ningún geólogo tendrá la misma percepción de la litología, alteración y mineralización de una roca, por lo tanto se requiere mucho trabajo, esfuerzo y dinámica de grupo para poder llevar a cabo un correcto estudio que sea útil para la evaluación de un depósito mineral.

El mapeo de testigos de perforación lleva de forma general ciertas etapas evolutivas en cuanto al entendimiento de un depósito. Los primeros pozos perforados son de vital importancia para la clasificación de las unidades litológicas, el lograr definir ciertas unidades, formas de contacto desde un principio y categorizarlos de una manera sistemática y siempre ayudándose de fotos, facilitará de sobremanera el posterior estudio de un yacimiento.

La simplicidad es la clave final para un correcto modelamiento, y es aquí justamente donde se encuentran las mayores diferencias de opiniones entre geólogos, ya que cada cual, de acuerdo a su experiencia y conocimientos tendrá una

perspectiva distinta. Los programas de computadora diseñados para modelar yacimientos y cálculo de reservas no entienden ésta lógica, razón por la cual siempre será necesario el resumir en la menor cantidad de unidades litológicas el estudio de un depósito mineral.

En el yacimiento “Viche Congüime 3” se han perforado 17 pozos, de cada uno se detallará un mapeo simplificado y a la vez fotografías de las rocas ocurrentes.

En un mapeo simplificado o resumido, en un mismo intervalo de roca se trata siempre de resumir las tres características principales: litología, alteración y mineralización.



**Fotografía 7.11.** Patio en el campamento base donde se conservan los testigos de perforación del proyecto.



## **Resumen del mapeo de los pozos perforados en el yacimiento “Viche Congüime 3”**

### **Resumen pozo DSB-01**

**0 – 65 m:** Roca volcánica básica atravesada por un pórfido dacítico. Alta silicificación, stockwork de vetillas de cuarzo. 1 a 2% de sulfuros, pirita y calcopirita.

**65 – 168 m:** Pórfido dacítico altamente silicificado. Alta concentración de sulfuros (2%), principalmente pirita, calcopirita, pirrotina y en menor cantidad molibdenita. Dos fases de vetillas de cuarzo (1 a 2% del volumen del testigo).

**168 – 290,77 m:** Pórfido diorítico con grandes cristales de Hb, sin presencia de vetillas de cuarzo. Sulfuros esporádicos (pirita), vetillas de calcita.

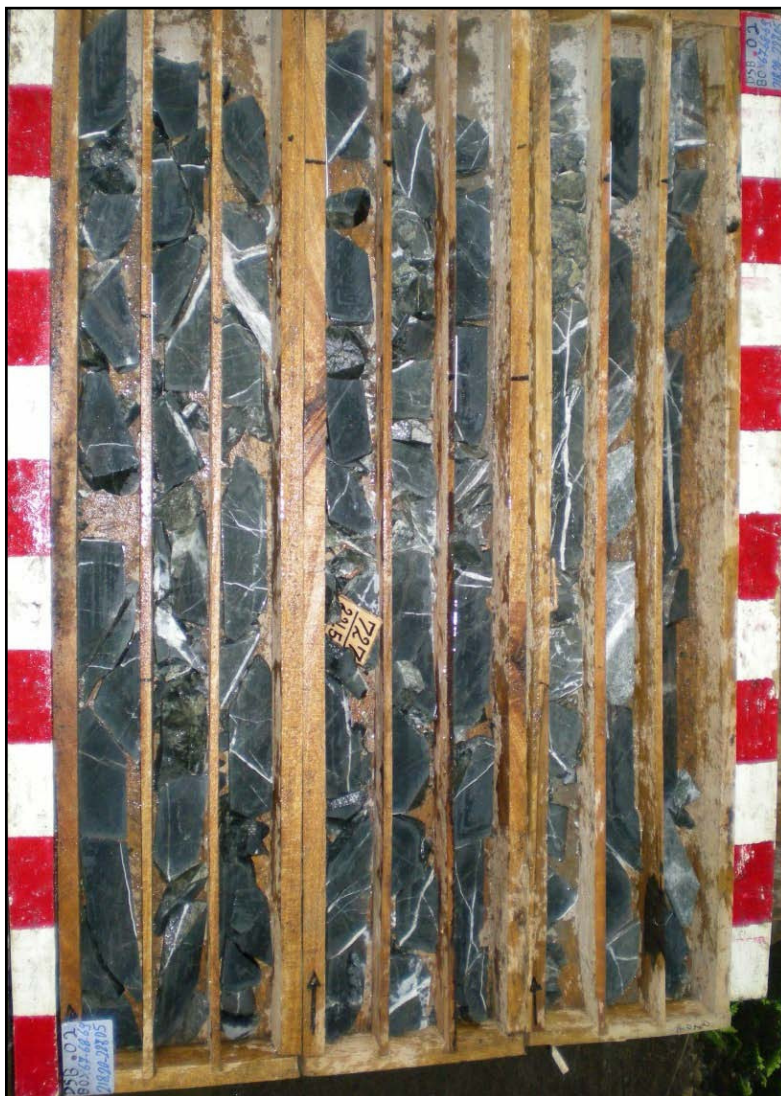
### **Resumen pozo DSB-02**

**0 – 73,6 m:** Roca volcánica básica con pequeñas intercalaciones de un pórfido andesítico brechado. Alta silicificación, alteración clorítica y en menor cantidad actinolítica; mineralización de calcopirita, pirita y pirrotina.

**73,6 – 206 m:** Pórfido diorítico. Cristales de hornblenda alterados a sericita, además se observan granos muy finos de

pirita, calcopirita y pirrotina. Inclusiones escasas de roca volcánica básica.

**206 – 303,87 m:** Roca volcánica básica en contacto con intrusivo mediante falla. Vetillas de cuarzo y calcita. Sulfuros cerca al 1% (pirita > calcopirita)



**Fotografía 7.12.** DSB-02. Intervalo entre los 218 a 228 metros de profundidad. Se observan numerosas vetillas.

### **Resumen pozo DSB-03**

**0 – 72 m:** Pórfido diorítico; cristales de hornblenda alterados a sericita. Sulfuros menores al 1% (pirita >> calcopirita), vetillas de cuarzo menores al 1%.

**72 – 144 m:** Intercalaciones de pórfido diorítico y andesitas. Vetillas de cuarzo menores al 1%, dos pulsos de vetillas presentes, sulfuros (pirita) menores al 1%.

**144 – 183,9 m:** Roca volcánica básica altamente fracturada (zona de falla). Silicificación moderada, clorita. Sulfuros aproximadamente 1% (pirita > calcopirita) en vetillas y diseminado.

### **Resumen pozo DSB-04**

**0 – 210 m:** Pórfido diorítico, cristales de hornblenda alterados a clorita y menor cantidad a biotita. Sulfuros menores al 1%, vetillas de cuarzo menores al 1%.

**210 – 287,4 m:** Pórfido diorítico brechado. Alta silicificación, menos clorita. Vetillas finas de pirita. Sulfuros cercanos al 1% (pirita >> calcopirita).

**287,4 – 295,95 m:** Intercalaciones de diorita y roca volcánica básica. Sulfuros menores al 1%. Vetillas de cuarzo menores al 1%.

### **Resumen pozo DSB-05**

**0 – 39,8 m:** Andesita altamente silicificada. Se detectan al menos tres pulsos de vetillas de cuarzo con sulfuros. Sulfuros entre el 2 y 3% (pirita > calcopirita).

**39,8 – 69 m:** Pórfido gris altamente silicificado. Alteración argílica y clorítica, silicificación. Vetillas de cuarzo y sulfuros. Sulfuros presentes en 2%.

**69 – 101,8 m:** Pórfido gris con alteración clorítica. Pequeñas cantidades de pirita. Vetillas muy angostas de cuarzo.

**101,8 – 234,5 m:** Andesita, a los 181,4 m toma una textura porfídica enmascarada por una alta silicificación y alteración clorita-epidota. Vetillas grises de cuarzo presentes en 1%. Sulfuros mayores al 1% (pirita).

**234,5 – 242,2 m:** Roca volcánica atravesada por una falla. Presenta una fuerte brechación con sílice, hematita, clorita y epidota. Veta de 7 cm. de calcopirita con menores cantidades de pirita, hematita y magnetita.

**242,2 – 288,65 m:** Caliza altamente silicificada y fracturada. Epidota >> calcita. Sulfuros mayores al 1% (pirita >> calcopirita >> esfalerita).

### **Resumen pozo DSB-06**

**0 – 41 m:** Sobrecarga, con algunos bloques de conglomerados.

**41 – 43 m:** Clastos, conglomerado altamente meteorizado. Abundante arcilla.

**43 – 58 m:** Andesita parcialmente brechada. Fuerte silicificación, con cantidades menores de clorita y arcillas. Vetillas muy finas de pirita y esfalerita (pirita >> esfalerita). Vetillas de cuarzo gris (3%) intercaladas o cortadas por vetillas delgadas de cuarzo-calcita, calcita-pirita y pirita.

**58 – 230,7 m:** Roca volcánica básica fuertemente fracturada (zona de falla). Vetillas de cuarzo gris con molibdenita (2% del volumen del testigo) cortadas por vetillas de cuarzo-calcita y cuarzo blanco-K-feldespatos y pirita. Fuerte silicificación y alteración clorítica. Las arcillas se encuentran dentro de las zonas de falla. Se observa biotita en las zonas altamente silicificadas. Se encuentran zonas evidentes de falla o cizallamiento en los siguientes intervalos: de 60 a 74,5 m., de 104 a 110 m., de 118 a 137 m. y de 169,9 a 180 m. El contenido total de sulfuros es menor al 1%, la presencia de calcopirita está directamente relacionada con las vetillas de cuarzo gris.

**230,7 – 272,4 m:** Pórfido verde grisáceo altamente silicificado (pórfido andesítico) con abundante alteración clorítica. Vetillas de cuarzo-calcita, donde la calcita ha sido raramente reemplazada por epidota. Minerales ferrosos completamente reemplazados por clorita. Las vetillas de cuarzo gris tienden a tener una mayor cantidad de calcopirita que pirita, mientras que en los diseminados la pirita tiende a ser más abundante que la calcopirita. El contenido total de sulfuros es del 1%. Las vetillas de cuarzo gris y calcita forman un total del 2 al 5% del volumen del testigo.

#### **Resumen pozo DSB-07**

**0 – 22 m:** Sobrecarga.

**22 – 28 m:** Pórfido diorítico de hornblenda fuertemente oxidado. Recuperación de testigo muy pobre.

**28 – 92 m:** Pórfido Diorítico de hornblenda intruído por pequeños diques andesíticos con magnetita. La alteración principal corresponde a clorita sobre cristales de hornblenda, menor sericita, epidota y biotita. Mineralización de sulfuros muy reducida (<1%) principalmente pirita (diseminada y en vetillas), menor calcopirita, pirrotina y molibdenita. Esporádicas vetillas finas de cuarzo blanco.



**92 – 120,1 m:** Pórfido Diorítico de hornblenda con vetillas de cuarzo y halo de feldespato potásico. Clorita como alteración de máficos. Sulfuros (pirita) menores al 1%.

**120,1 – 172 m:** Pórfido Diorítico de hornblenda cloritizado, vetillas de cuarzo y cuarzo-calcita (<1%). Cúmulos de biotita como reemplazo de la masa fundamental. Sulfuros < 1%, principalmente pirita, ocasional calcopirita y molibdenita. Desde los 166 metros aumenta el porcentaje de sulfuros, la biotitización y la relación calcopirita/pirita.

**172 – 234 m:** Roca volcánica básica, en contacto por intrusión del pórfido diorítico. En el contacto hay un gran desarrollo de pirita, calcopirita, biotita y vetillas de cuarzo. Desde los 172 a los 210 metros el porcentaje de sulfuros es aproximadamente 2% como promedio. Los sulfuros están diseminados, en vetillas de pirita y calcopirita o en vetillas de cuarzo blanco.

**234 – 294,73 m:** Roca volcánica básica intruída por numerosos pequeños diques de composición andesítica, estos diques tienen una compleja asociación de minerales de alteración (clorita, epidota, biotita, feldespato potásico y sílice). El porcentaje de sulfuros de este tramo varía de 0.5% a 2%, siendo la pirita mucho más importante que la calcopirita.

Vetillas de cuarzo blanco y vetillas de cuarzo-calcita son abundantes hasta los 286 m.

### **Resumen pozo DSB-08**

**0 – 48,77 m:** Sobrecarga.

**48,77 – 70 m:** Roca volcánica andesítica muy fracturada, vetillas cuarzo-limonitas y cuarzo pirita. En las fracturas se aprecian dendritas de manganeso. Abundantes vetillas de cuarzo-calcita-pirita-calcopirita cortando a vetillas de cuarzo gris con calcopirita-pirita-molibdenita y cuarzo blanco-pirita. Sulfuros aproximadamente 1 % en vetillas. Vetillas de cuarzo mayores al 5%.

**70 – 77,8 m:** Roca Volcánica andesítica brechada, intensa biotitización de la roca. Alta concentración de vetillas de cuarzo lechozo, cortadas por vetillas de cuarzo blanco. Pocas vetillas de cuarzo-calcita. Sulfuros menores al 1% (pirita>calcopirita). Vetillas de cuarzo mayores al 5%.

**77,8 – 117,85 m:** Volcánico básico cloritizado y silicificado. Vetillas de cuarzo grueso con espesores mayores a 5 mm, con calcopirita>pirita>molibdenita; cortan a finísimas vetillas de cuarzo-pirita-calcopirita. Desde los 108 metros la roca volcánica es cortada por varios pequeños diques andesíticos

con magnetita. Sulfuros aproximadamente del 1% (pirita=calcopirita). Vetillas de cuarzo de 3 a 5 %.

**117,85 – 132,7 m:** Volcánico básico muy fracturado. Vetillas de cuarzo calcita en mayor cantidad que vetillas de cuarzo gris y cuarzo blanco. Intensa silicificación de la roca, sulfuros asociados a silicificación. Arcillas como relleno de fracturas. Sulfuros menores al 1% pirita=calcopirita. Vetillas de cuarzo menores al 3 %.

**132,7 – 139,2 m:** Intrusivo Diorítico (Batolito de Zamora), contacto intrusión. Fenocristales de hornblenda muy argilizados y sericitizados, finas vetillas de calcita.

#### **Resumen pozo DSB-09**

**0 – 10,67 m:** Sobrecarga.

**10,67 – 41 m:** Andesita volcánica brechada con silicificación pervasiva con abundantes intrusiones de pórfido andesítico. Alteración biotítica en rocas volcánicas e intrusivas. Abundante pirita-calcopirita-molibdenita en las zonas de alteración biotítica, especialmente entre 10,67 y 22 m. Total de sulfuros mayor al 1% (pirita>calcopirita>molibdenita). Vetillas de cuarzo menores al 1%.

**41 – 49,2 m:** Zona de falla. Abundante cuarzo y calcita, pequeñas cantidades de pirita y trazas de calcopirita.

**49,2 – 54 m:** Andesita volcánica altamente silicificada. Vetillas de cuarzo-calcita y pequeñas cantidades de pirita (diseminada y en vetillas).

**54 – 63,2 m:** Pórfido dacítico altamente silicificado. Feldespatos potásicos > sericita. Pirita-calcopirita-molibdenita en vetillas y diseminado. Vetillas de cuarzo gris con calcopirita-pirita-molibdenita que son cortados por vetillas muy finas de cuarzo-feldespato potásico.

**63,2 – 69,3 m:** Andesita volcánica brechada, fuerte silicificación (calcedonia) y alteración clorítica. Las vetillas de cuarzo tienen un espesor mayor a 5 mm.

**69,3 – 72,4 m:** Pórfido dacítico altamente silicificado. Presencia de pirita-calcopirita-molibdenita en vetillas y diseminado.

**72,4 – 142 m:** Roca volcánica básica silicificada con alteración biotítica. Vetillas de cuarzo en cantidades menores al 1%. Entre los 72,4 y 89 m. las vetillas de cuarzo son más abundantes (2%). El contenido de sulfuros es del 2% (pirita>calcopirita).

**142 – 166,73 m:** Roca volcánica básica altamente fracturada y brechada con una fuerte alteración biotítica. Alteración clorítica en menor intensidad. Se observa magnetita entre los 151 a 160 m. El total de sulfuros es de aproximadamente 2% (pirita>>calcopirita). Las vetillas de cuarzo alcanzan el 1%.

### **Resumen pozo DSB-10**

**0 – 32 m:** Sobrecarga.

**32 – 66 m:** Pórfido andesítico. Fuerte silicificación y alteración epidota. Los contenidos de pirita y calcopirita son significativos en el tramo inicial de este intervalo. El segundo tramo contiene marcasita, pirrotina y calcopirita. El total de sulfuros es del 2%. Las vetillas de cuarzo menores al 1%.

**66 – 70 m:** Zona de falla. Abundancia de arcillas, cuarzo y cantidades menores de pirita. Las fracturas son paralelas al eje del pozo.

**70 – 100,7 m:** Pórfido andesítico silicificado. Pirrotina y sericita presentes dentro de fenocristales de feldespato. Escasas vetillas de cuarzo y calcita. Porcentaje de sulfuros menor al 1%.

**100,70 – 103,4 m:** Dique andesítico. En el segundo tramo de este intervalo se observa magnetita diseminada y en el primer tramo hematita (hematita después de magnetita).

**103,4 – 110,9 m:** Pórfido andesítico silicificado. Calcita presente en diseminado y vetillas. Pequeñas cantidades de sericita en fenocristales. Porcentaje total de sulfuros menor al 1% (principalmente pirita).

**110,9 – 114,9 m:** Zona de falla (brecha).

**114,9 – 230,3 m:** Roca sedimentaria de grano fino, probablemente caliza o toba silicificada. La roca está altamente silicificada y contiene abundante epidota, especialmente entre los 145 y 210 m. La presencia de epidota se debe quizás a la silicificación de una roca calcárea. Porcentaje total de sulfuros mayor al 2%. Los sulfuros son marcasita y pirita, en menor cantidad calcopirita.

**230,3 – 267,31 m:** Caliza altamente silicificada con intercalaciones de una roca volcánica de grano fino (toba?). Clorita y epidota como alteración. El contenido de sulfuros es mayor al 3% (marcasita>pirita>>calcopirita).



### **Resumen pozo DSB-11**

- 0 – 6,1 m:** No hay recuperación de testigo.
- 6,1 – 13 m:** Pórfido dacítico, argilización pervasiva. Escasas vetillas de cuarzo y trazas de pirita diseminada.
- 13 – 35 m:** Andesita, silicificación pervasiva. Pirita y calcopirita diseminadas. El total de sulfuros es menor al 0,2% (pirita>>calcopirita).
- 35 – 39 m:** Dique diorítico. Vetillas de cuarzo con calcita en los bordes. Diseminados de pirita, pirrotina y calcopirita.
- 39 – 58 m:** Roca volcánica de composición andesítica. Silicificación débil. Vetillas de cuarzo, pirita, calcopirita y pirrotina cortadas por vetillas de calcita y calcita-pirita (pirita>>calcopirita-pirrotina).
- 58 – 163,2 m:** Diorita, silicificación pervasiva. Abundantes fenocristales de hornblenda con inclusiones de pirita, pirrotina y trazas de calcopirita. Stockwork de vetillas de cuarzo-calcita-arcillas. El contenido de sulfuro está entre 0,1 y 0,2% (pirita>>calcopirita). Intrusiones de diques andesíticos muy angostos (< 3 m.). Las vetillas de cuarzo también cortan a los diques andesíticos.

**163,2 – 166,2 m:** Zona de falla, roca muy fracturada. Abundante arcilla.

**166,2 – 181,97 m:** Diorita con fenocristales de hornblenda.

### **Resumen pozo DSB-12**

**0 – 22 m:** Roca volcánica brechada fuertemente fracturada con vetillas de cuarzo. Mala recuperación de testigo.

**22 – 25,7 m:** Roca volcánica brechada. Fuertemente meteorizada. Arcillas en planos de fracturas.

**25,7 – 26,3 m:** Roca volcánica brechada con vetillas de cuarzo de espesor considerable que contienen calcopirita y finos cristales de pirita.

**26,3 – 35,5 m:** Pórfido dacítico brechado con vetillas de cuarzo de mediano espesor que contienen pirita y calcopirita. Feldespatos potásicos alterados a sericita. Porcentaje de sulfuros mayor al 2% (calcopirita>pirita).

**35,5 – 44 m:** Roca volcánica básica cloritizada. Abundantes vetillas de cuarzo que cortan a otras vetillas de cuarzo gris que contienen pirita y calcopirita. Porcentaje de sulfuros menor al 2% (pirita=calcopirita).

**44 – 72 m:** Roca volcánica básica cloritizada y muy fracturada. Existe un incremento en el número de vetillas de calcita. Pirita diseminada y en vetillas finas. Trazas de calcopirita. Porcentaje total de sulfuros 1%. A los 66 m. hay una veta considerable de cuarzo con pirita y esfalerita.

**72 – 101 m:** Roca volcánica básica débilmente silicificada. Cúmulos de magnetita y actinolita. La hematita se encuentra reemplazando a la magnetita. Vetillas de cuarzo-calcita con pequeñas cantidades de pirita. Porcentaje de sulfuros del 1% (pirita>>calcopirita).

**101 – 165 m:** Roca volcánica básica cloritizada con vetillas finas blancas (escapolita ?). Pirita diseminada y en stockwork. Porcentaje de sulfuros mayores al 2%, abundante pirita y trazas de calcopirita.

**165 – 221,6 m:** Roca volcánica básica silicificada con cantidades menores de clorita y biotita. Vetillas de cuarzo gris y cuarzo-calcita, también se identifican vetillas de cuarzo con presencia de pirita y molibdenita. Cantidad de sulfuros mayores al 1% (pirita>>calcopirita>molibdenita).

**221,6 – 230,73 m:** Roca brechada con textura porfídica afanítica, abundante sílice y pequeños cúmulos de calcita.

Vetillas gruesas de pirita y pirita diseminada. Porcentaje de sulfuros mayor al 2% (pirita).

**230,73 – 243 m:** Roca volcánica básica cloritizada cortada por vetillas de cuarzo y cuarzo-calcita y menores cantidades de vetillas de cuarzo-calcopirita. Porcentaje total de sulfuros entre 1 y 2% (pirita>>calcopirita).

**243 – 249,7 m:** Zona de falla. Abundante arcilla y contenido moderado de sílice. Vetillas finas de pirita-calcopirita. Porcentaje de sulfuros del 1% (pirita>>calcopirita).

**249,7 – 258,2 m:** Brecha tectónica con un evidente desarrollo de stockwork masivo de cuarzo con pirita, calcopirita y pirrotina, además se nota una silicificación pervasiva. Porcentaje de sulfuros entre el 1 y 2% (pirita>pirrotina>calcopirita).

**258,2 – 260,1 m:** Pórfido diorítico con alteración argílica pervasiva. Moderada alteración sericítica de fenocristales.

**260,1 – 261,21 m:** Roca volcánica básica silicificada con vetilla de pirita y calcopirita.

### **Resumen pozo DSB-13**

**0 – 8,23 m:** No existe recuperación de testigo.

**8,23 – 12,8 m:** Roca sedimentaria de grano fino.

**12,8 – 58,5 m:** Conglomerado con fragmentos (>3mm.) de andesita, intrusivo afanítico de composición intermedia, caliza y lutita. Minerales máficos oxidados y se evidencia una débil mineralización con pirita y calcopirita.

**58,5 – 105 m:** Andesita silicificada. Los fenocristales se encuentran alterados a clorita y epidota. Vetillas de cuarzo-hematita con presencia de cobre nativo.

**105 – 200,25 m:** Roca volcánica de composición andesítica. Textura laminar. Los fenocristales y las vetillas de calcita se encuentran alterados a clorita y epidota. Pirrotina y pirita diseminada. Contenido de sulfuros menor al 0,1%.

#### **Resumen pozo DSB-14A**

**0 – 3,66 m:** No existe recuperación de testigo.

**3,66 – 6 m:** Andesita silicificada con vetillas milimétricas de cuarzo tipo stockwork, presencia de magnetita, no existe presencia de sulfuros.

**6 – 17 m:** Brecha volcánica con fragmentos de andesita silicificada con matriz de epidota y arcilla. No hay presencia de sulfuros.

**17 – 31 m:** Andesita cloritizada y epidotizada, con vetillas de hematita y cuarzo blanco. No hay presencia de sulfuros.

**31 – 40 m:** Dique andesítico silicificado. Presencia de pirita y magnetita menor al 0,1%.

**40 – 88 m:** Andesita sumamente fracturada con abundantes vetillas de calcita-epidota, leve silicificación y abundante clorita. Esporádicas vetillas de cuarzo-hematita cortadas por vetillas de calcita-epidota. Trazas de molibdenita y vetillas de calcita-cuarzo.

**88 – 135 m:** Andesita volcánica cloritizada, presencia de sílice, magnetita, actinolita, calcopirita, cúmulos pirita. Vetillas escasas de cuarzo-calcopirita. Predominan las vetillas de cuarzo-calcita, calcita-epidota y pirita. Porcentaje de sulfuros es de aproximadamente 1% (pirita>>calcopirita>>marcasita). Vetillas de cuarzo menores al 1%.

**135 – 181 m:** Andesita volcánica con presencia de actinolita, clorita y epidota. Existen zonas con mayores cantidades de actinolita-magnetita y menos sílice. Incremento notable de marcasita y pirita. Las vetillas de calcita y cuarzo-calcita cortan a vetillas de sulfuros (pirita-marcasita). Escasas



vetillas de rodocrosita. Porcentaje total de sulfuros mayor al 1% (pirita>>calcopirita).

**181 – 203 m:** Andesita volcánica con presencia de clorita, epidota y carbonatos. Hay un incremento de pirita mientras que el contenido de magnetita y actinolita se ve disminuido. Trazas de calcopirita y molibdenita. Porcentaje total de sulfuros sobrepasa el 1% (pirita>>>calcopirita>molibdenita).

**203 – 220 m:** Roca intensamente brechada con posible textura porfirítica. Cúmulos de epidota-calcita (rodocrosita). Vetillas muy finas de cuarzo con trazas de calcopirita. Se incrementa la silicificación. La pirita se encuentra diseminada y en vetillas. Porcentaje total de sulfuros del 1% (pirita>>calcopirita).

**220 – 280 m:** Roca de textura de grano fino intensamente silicificada. Cúmulos de epidota y vetillas de calcita-epidota. Remanentes de texturas porfiríticas se observan en algunas zonas. Los sulfuros corresponden a marcasita, pirita (diseminada y en vetillas) y trazas de calcopirita, molibdenita y esfalerita.

**280 – 292 m:** Pórfido dacítico con alteración clorítica pervasiva, débil silicificación y pirita diseminada. Pirita alrededor del 1%.

**292 – 326 m:** Toba dacítica de grano fino. Zonas de brecha presentes esporádicamente. Diseminado de pirita y esfalerita y vetillas de pirita. Vetillas de calcita y en menor cantidad vetillas de cuarzo-calcita. Cúmulo de epidota (posiblemente caliza recristalizada).

**326 – 338 m:** Pórfido dacítico cloritizado. Pirita diseminada y cúmulos de epidota alrededor de vetillas finas de calcita y calcita-cuarzo.

**338 – 358,77 m:** Roca sedimentaria de grano fino (caliza) intensamente silicificada. Vetillas de calcita con bajo contenido de clorita. Porcentaje total de sulfuros menor al 1% (pirita).

#### **Resumen pozo DSB-15**

**0 – 12,8 m:** No existe recuperación de testigo.

**12,8 – 30,2 m:** Roca sedimentaria de grano fino con intercalaciones de conglomerado con intensa alteración argílica.

**30,2 – 50,2 m:** Conglomerado con algunas intercalaciones de brecha sedimentaria argilizada. Silicificación leve.

**50,2 – 92,1 m:** Brecha sedimentaria silicificada cortada por vetillas de calcopirita-molibdenita. Existen áreas intensamente silicificadas con presencia de calcopirita. Porcentaje de sulfuros menor al 0,1% (pirita, calcopirita>molibdenita).

**92,1 – 100,3 m:** Brecha volcánica con intercalaciones de pequeños diques andesíticos. Sulfuros diseminados en cantidades menores al 0,5% (pirita>>calcopirita).

**100,3 – 142 m:** Roca volcánica básica silicificada e intensamente fracturada. Alteración clorítica y abundantes arcillas en zonas de fractura. Se observan vetillas de cuarzo-hematita-calcopirita de considerable espesor en la primera parte de este intervalo, en la segunda parte del intervalo se observan vetillas más finas de cuarzo-pirita. Porcentaje total de sulfuros del 1% (pirita>>calcopirita). La pirita se incrementa con la profundidad.

**142 – 145,2 m:** Pórfido dacítico. Feldespatos reemplazados por clorita y pirita. Alteración argílica moderada. Vetillas finas de pirita y cuarzo-pirita.

**145,2 – 166 m:** Roca volcánica básica brechada y silicificada. Alteración clorítica débil. Vetillas finas de cuarzo-pirita (<0,1 mm.), trazas de calcopirita y pirrotina. Porcentaje de sulfuros menos al 0,5% (pirita>>calcopirita).

**166 – 215,49 m:** Roca volcánica intensamente brechada con matriz calcárea. Abundantes fracturas a lo largo de las vetillas de calcita. Pirita asociada a la calcita. Porcentaje de sulfuros menos del 1% (pirita). Este pozo termina en una zona de falla.

### **Resumen pozo DSB-16**

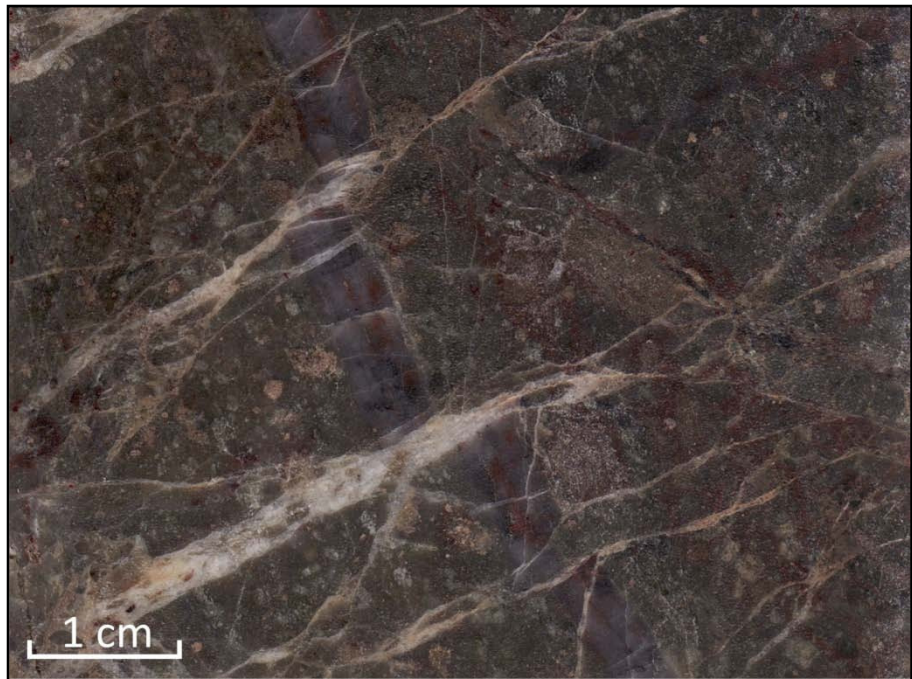
- 0 – 4,58 m:** No existe recuperación de testigo.
- 4,58 – 36 m:** Roca volcánica de composición andesítica muy fracturada (zona de falla). Presentes arcilla, calcita, epidota y una débil silicificación. Vetillas gruesas de cuarzo-limonita. Las vetillas de cuarzo alcanzan un 1% del total del testigo.
- 36 – 130 m:** Roca volcánica de composición andesítica. Alteración clorita-epidota y silicificación. Vetillas de considerable espesor de cuarzo-calcopirita-pirita-molibdenita cortadas por vetillas de calcita y cuarzo-calcita-pirita. Magnetita diseminada. Las vetillas de cuarzo se encuentran fracturadas y deformadas, lo que puede indicar una probable deformación semi-plástica. Las fracturas están rellenas de epidota, calcita y en menor cantidad sílice. El porcentaje total de sulfuros es menor al 1%.
- 130 – 177 m:** Roca volcánica fracturada y deformada. Se observa en ciertos intervalos brechación y una ligera rotación. Sulfuros presentes en vetillas y diseminados. A los 169 m. de profundidad se observan milimétricas pepitas de oro. El porcentaje de sulfuros es mayor al 2% (pirita>>>calcopirita). Las vetillas de cuarzo alcanzan el 0,5 %.

**177 – 189,7 m:** Pórfido andesítico con alteración argílica débil y silicificación. Vetillas angostas de cuarzo-pirita-calcopirita cortadas por vetillas de calcita-epidota. A los 186 m. de profundidad se encuentra una vetilla de 2 cm. de espesor de esfalerita-calcopirita. Porcentaje de sulfuros mayor al 2% (pirita>>calcopirita). El total de vetillas de cuarzo alcanza el 0,5%.

**189,7 – 249,02 m:** Roca volcánica básica con alteración clorita-epidota y silicificación. Cúmulos de flogopita ?. Vetillas gruesas de cuarzo con pirita>calcopirita, además presentes vetillas finas de cuarzo-calcita. Porcentaje total de sulfuros menor al 1%.



**Fotografía 7.13.** DSB-16 a los 66 metros.

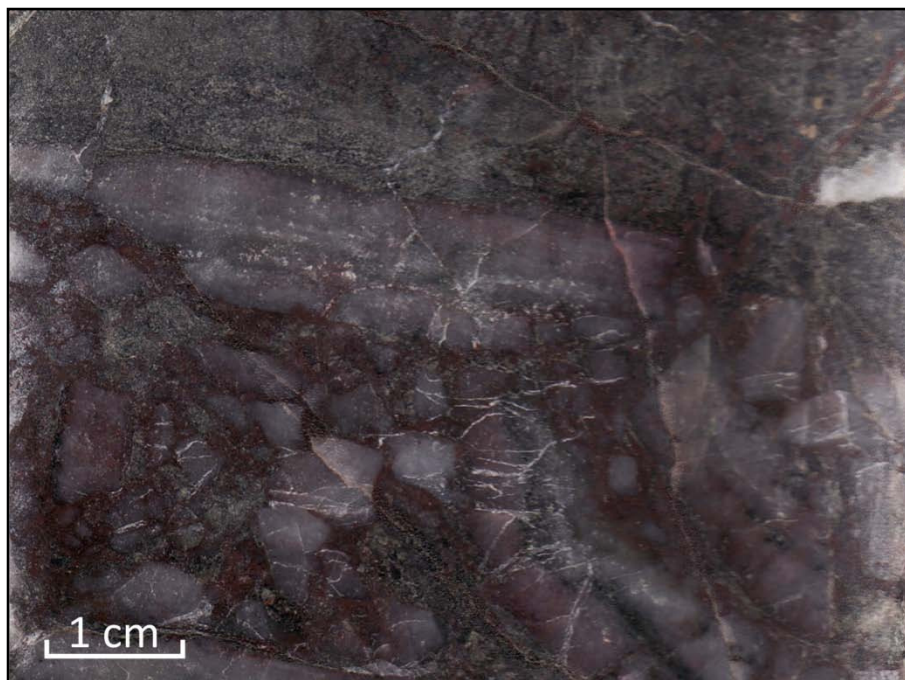


**Fotografía 7.14.** DSB-16 a los 87 metros.

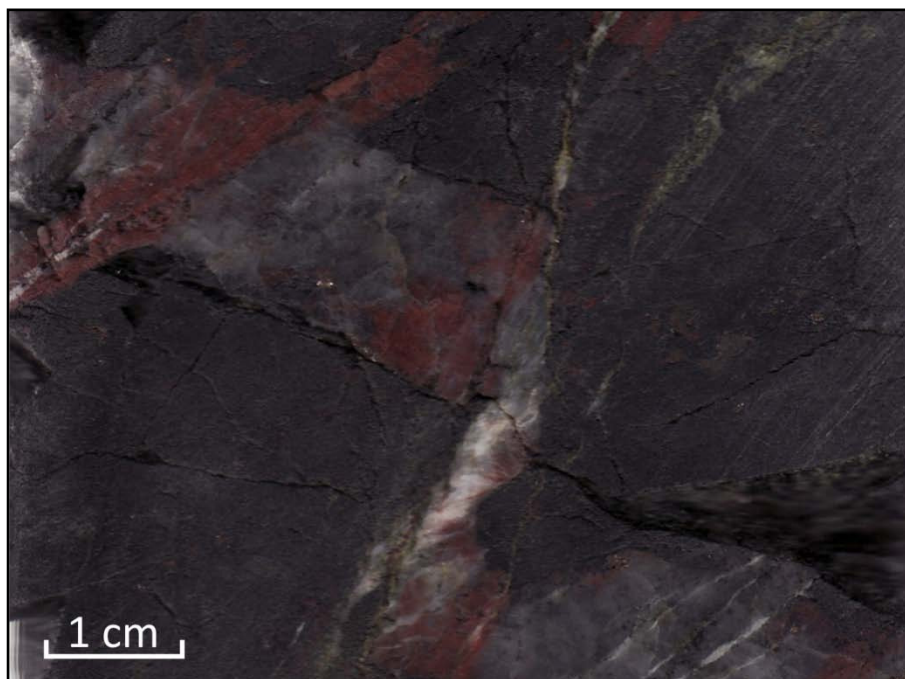


**Fotografía 7.15.** DSB-16 a los 107 metros.

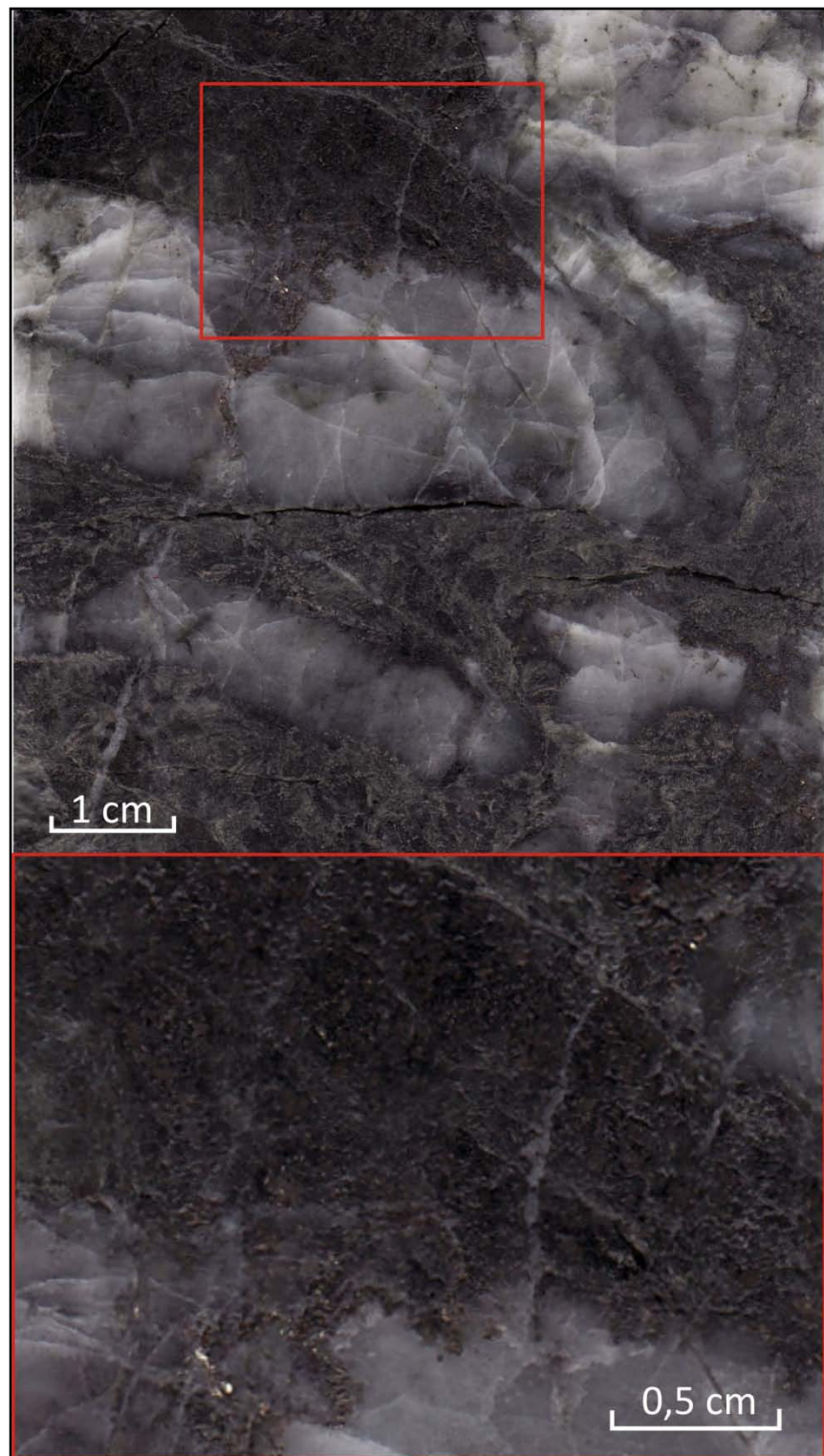




**Fotografía 7.16.** DSB-16 a los 122 metros.



**Fotografía 7.17.** DSB-16 a los 131 metros.

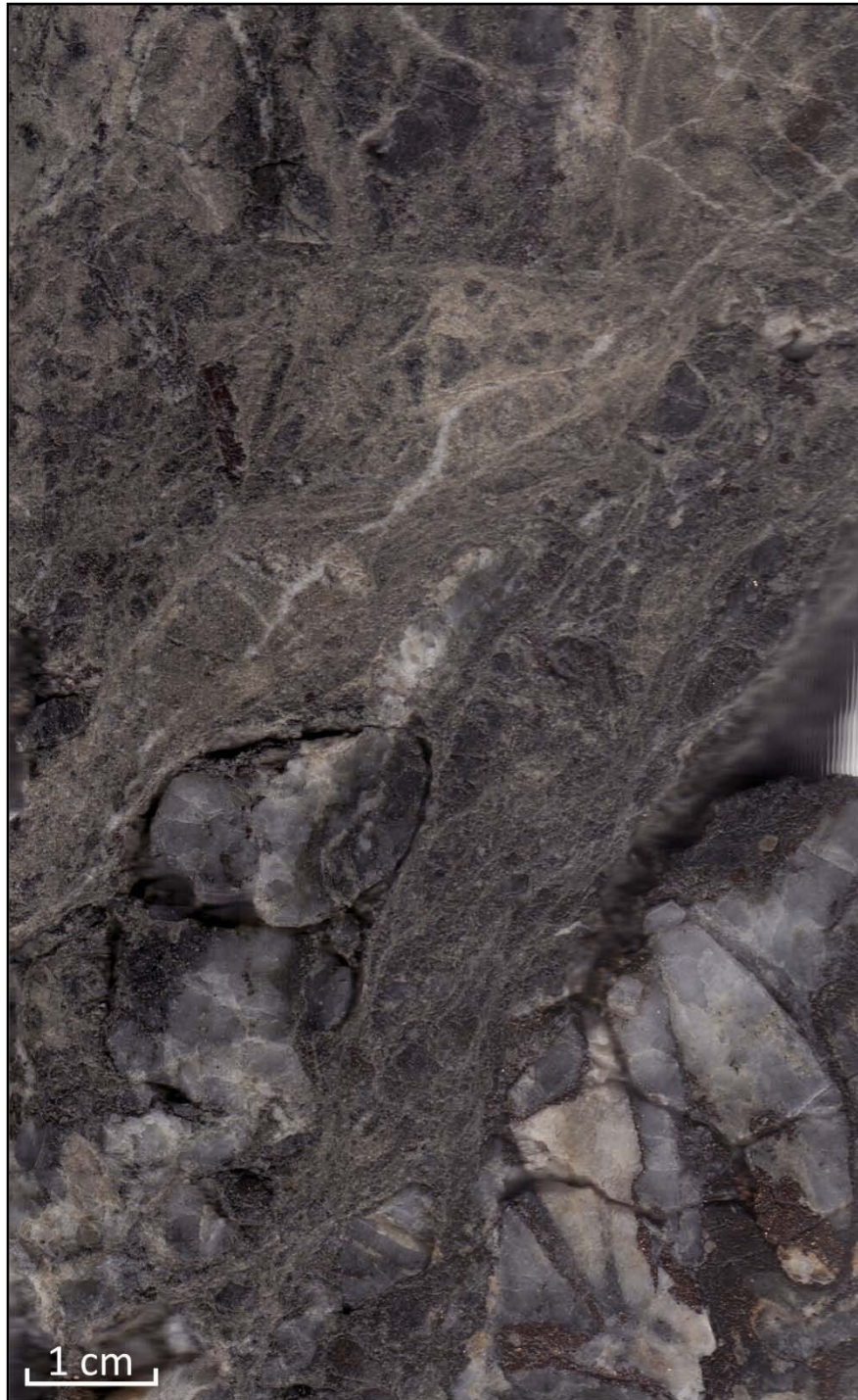


**Fotografía 7.18.** DSB-16 a los 169 metros.

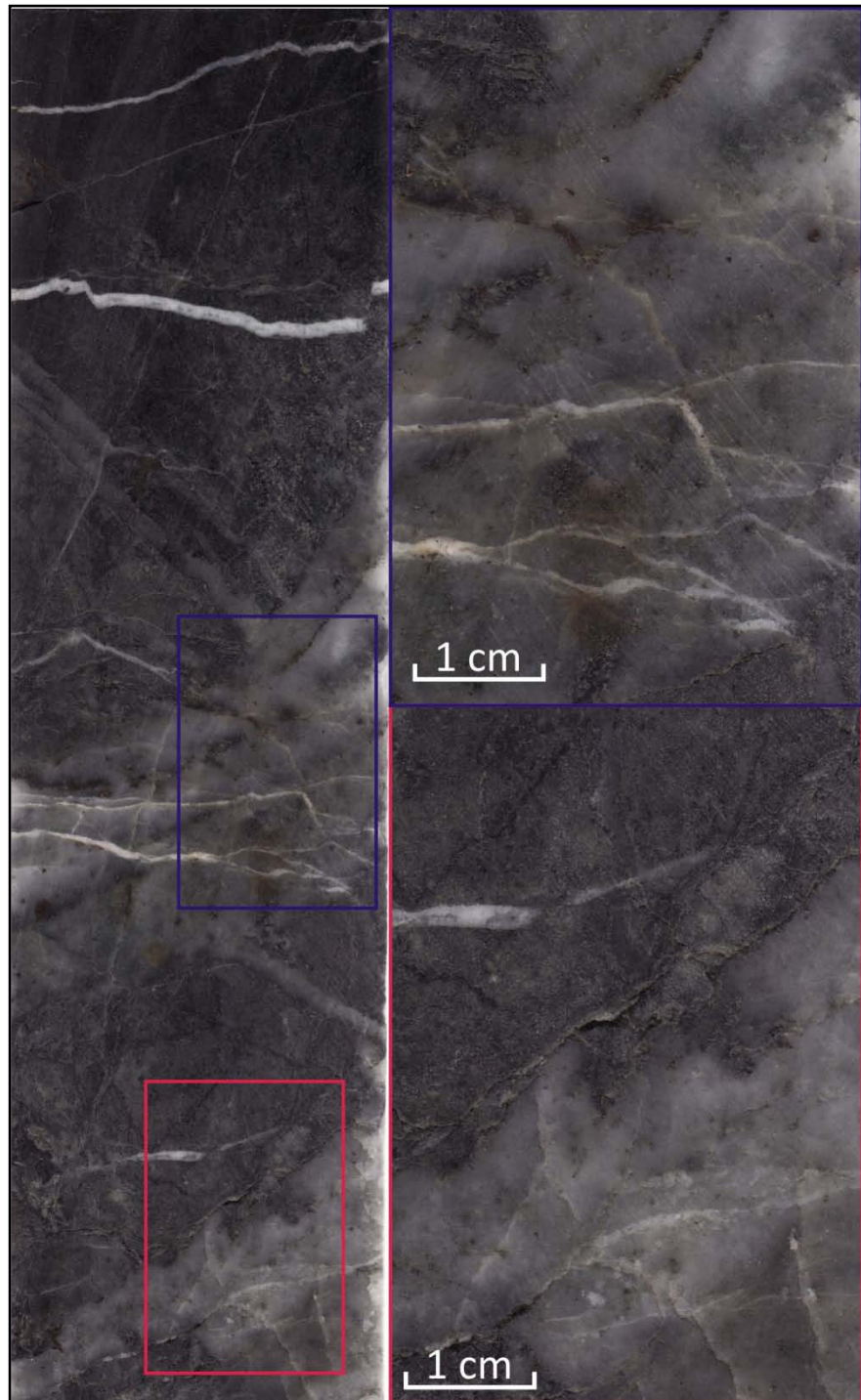


**Fotografía 7.19.** DSB-16 a los 171 metros.

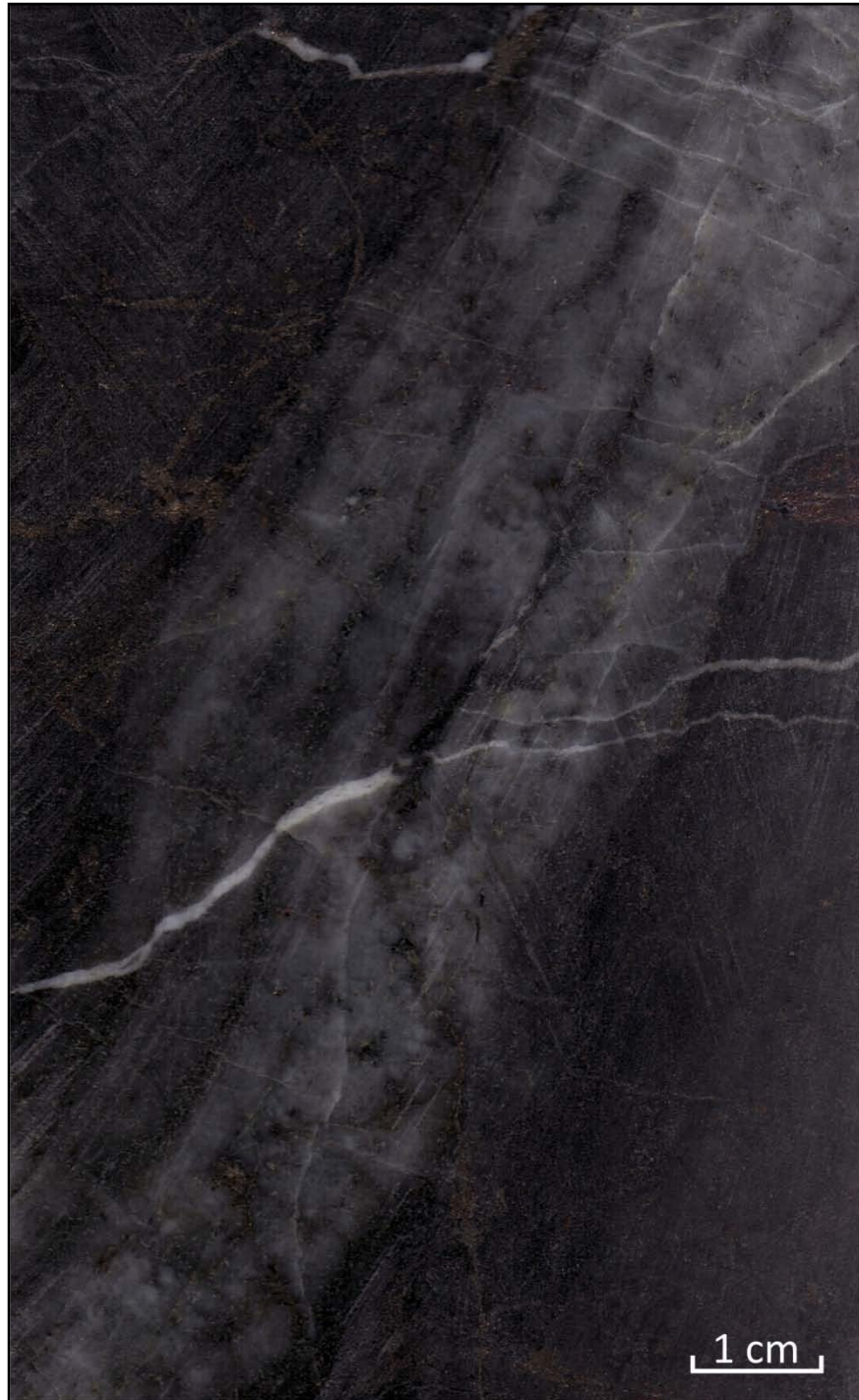




Fotografía 7.20. DSB-16 a los 177 metros.

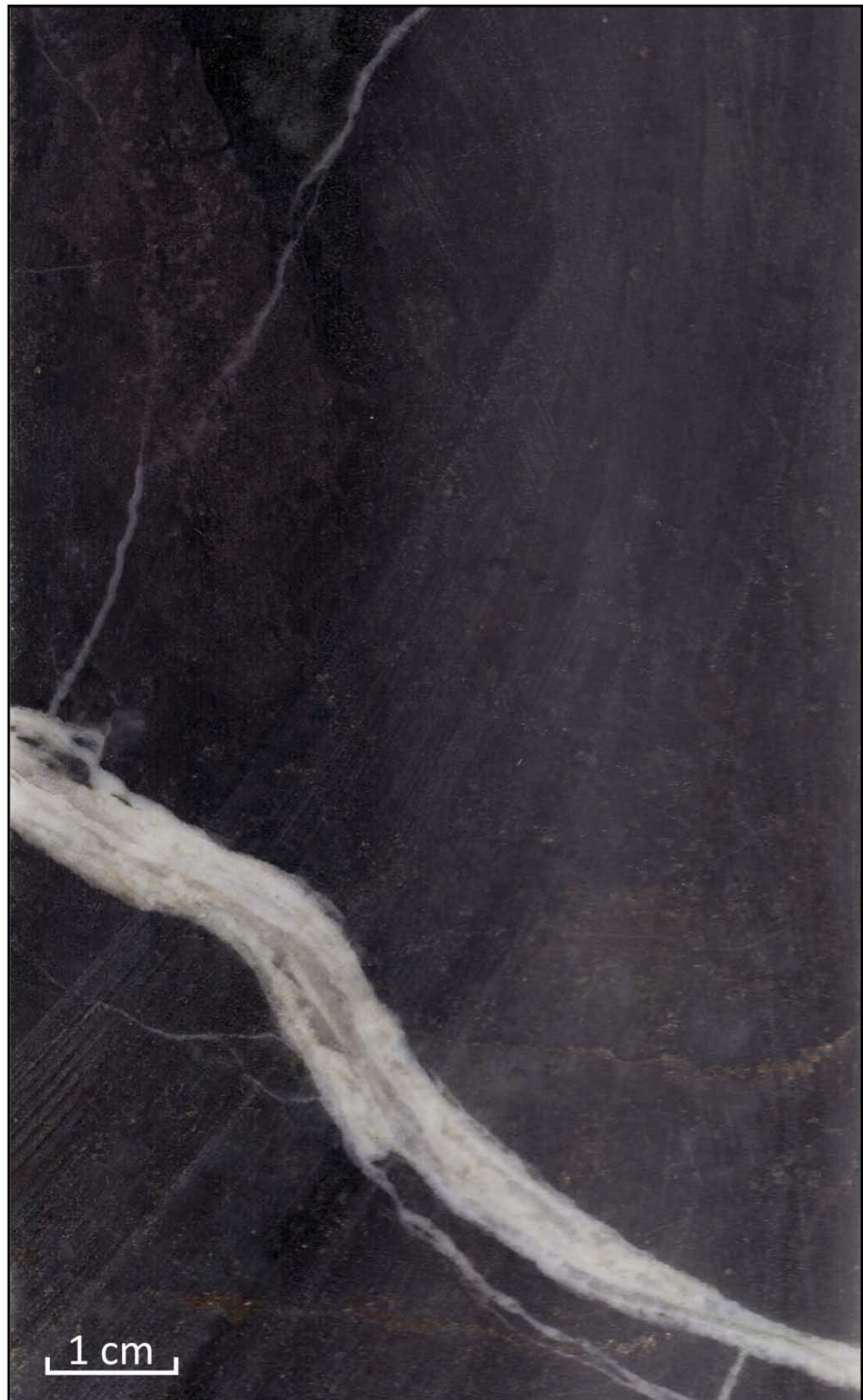


**Fotografía 7.21.** DSB-16 a los 193 metros.



**Fotografía 7.22.** DSB-16 a los 195 metros.





**Fotografía 7.23.** DSB-16 a los 207 metros.





**Fotografía 7.24.** DSB-16 a los 211 metros.



**Fotografía 7.25.** DSB-16 a los 220 metros.

### **Resumen pozo DSB-17**

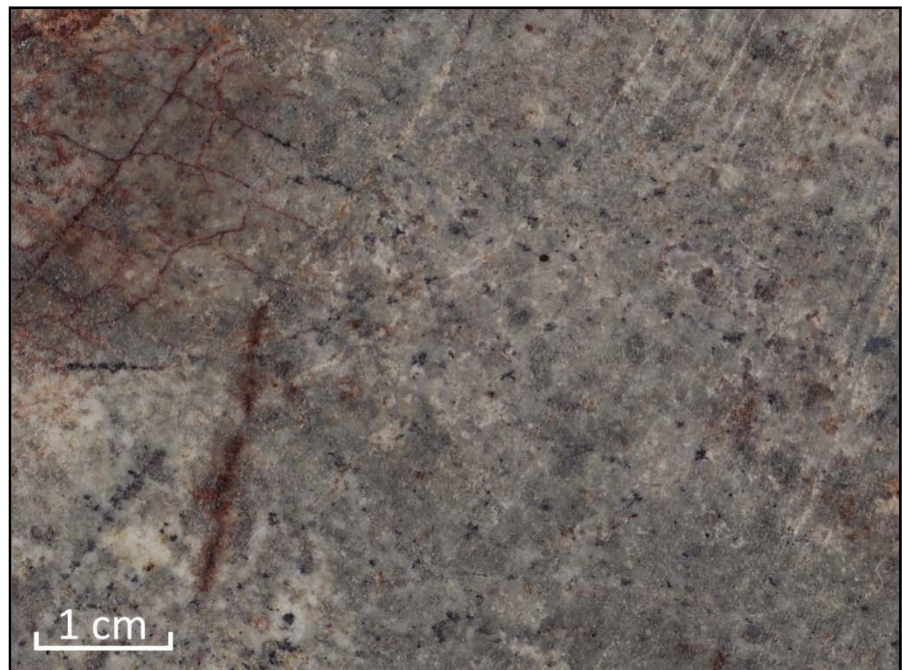
- 0 – 4,56 m:** No existe recuperación de testigo.
- 4,56 – 45 m:** Pórfido dacítico altamente meteorizado. Remanentes de vetillas de sulfuros con limonita y óxidos de manganeso. Magnetita diseminada esporádicamente.
- 45 – 58,2 m:** Pórfido dacítico con alteración clorítica. Vetillas de cuarzo-calcita con epidota en los alrededores. Diseminado de pirita-calcopirita-magnetita. Porcentaje total de sulfuros menores al 0,1%.
- 58,2 – 59,4 m:** Dique de composición dacítica. Magnetita diseminada y trazas de pirita.
- 59,4 – 106 m:** Pórfido dacítico silicificado. Minerales máficos alterados a clorita y epidota rodeando a las vetillas de cuarzo-calcita. Diseminado muy fino de sulfuros (pirita-calcopirita-magnetita). Porcentaje de sulfuros alcanza el 0,2% (pirita>>calcopirita).
- 106 – 140 m:** Zona de falla, pórfido dacítico fuertemente brechado. Abundante arcilla y vetillas de carbonato. Trazas de pirrotina.
- 140 – 157,2 m:** Pórfido dacítico. Alteración clorita-epidota pervasiva. Vetillas muy finas de cuarzo (<0,5 mm.).

Diseminado de pirrotina-pirita-magnetita. Porcentaje de sulfuros menor al 0,2%.

**157,2 – 191,5 m:** Zona de falla. Fragmentos de pórfido dacítico dentro de una masa de arcillas y cuarzo.

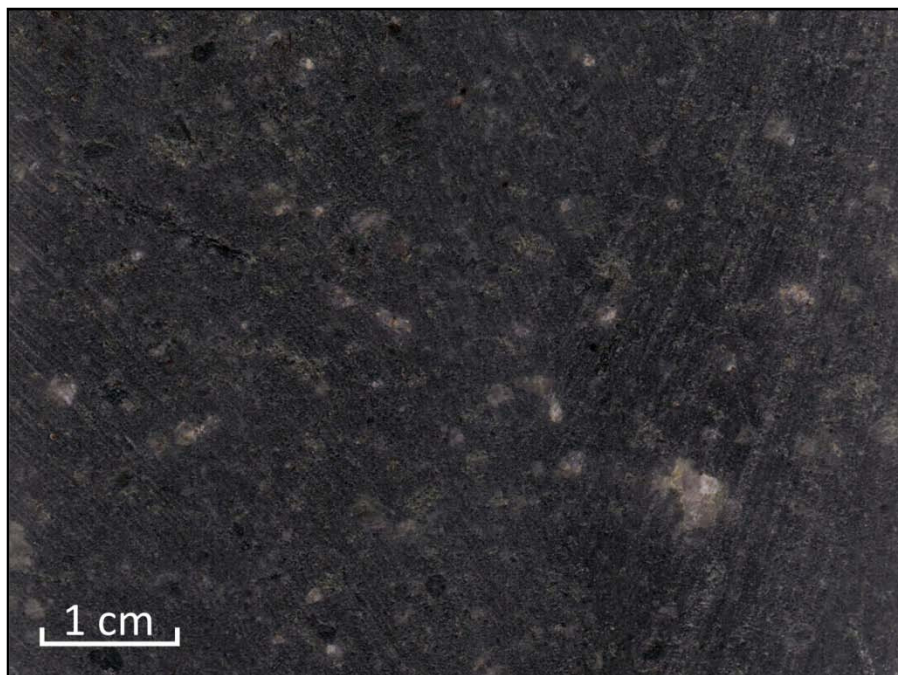
**191,5 – 195,5 m:** Brecha tectónica con fragmentos de pórfido dacítico. Silicificación pervasiva. Diseminado fino de pirita>>pirrotina>calcopirita.

**195,5 – 200 m:** Pórfido dacítico con alteración clorítica pervasiva. Vetillas de cuarzo-calcita con presencia de magnetita.

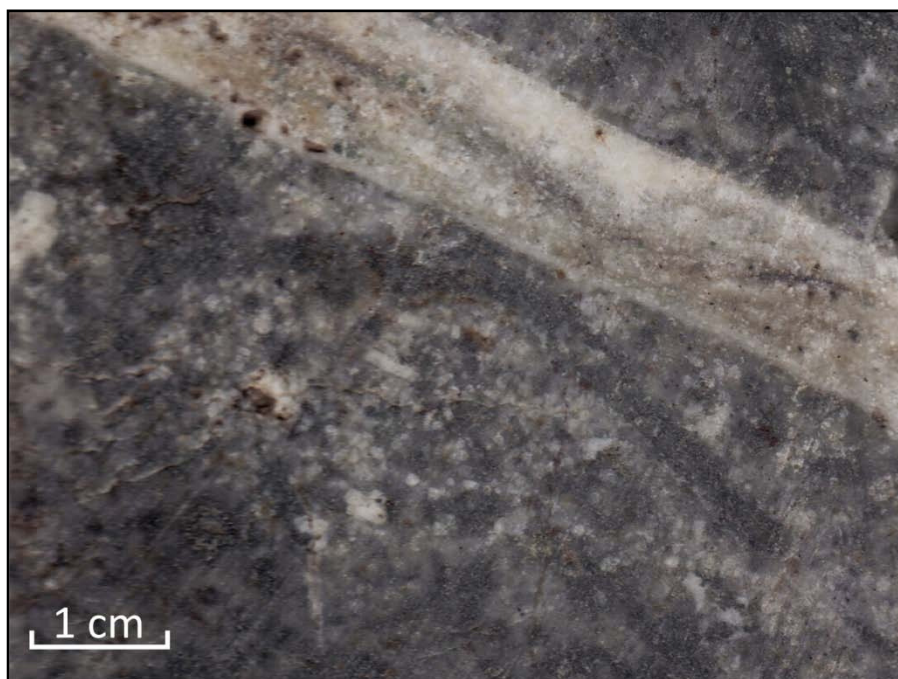


**Fotografía 7.26.** DSB-17 a los 42 metros.

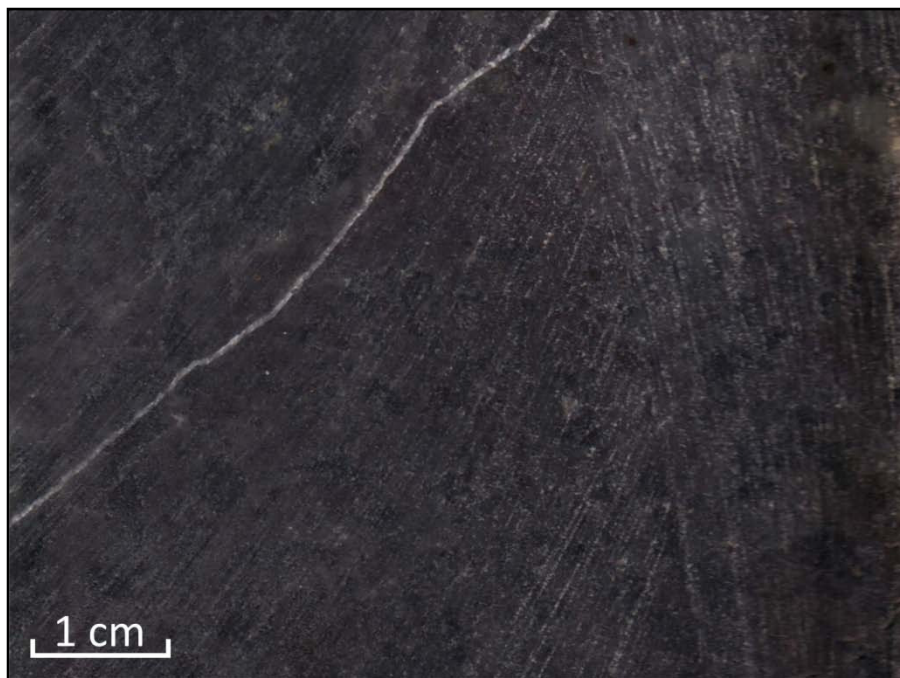




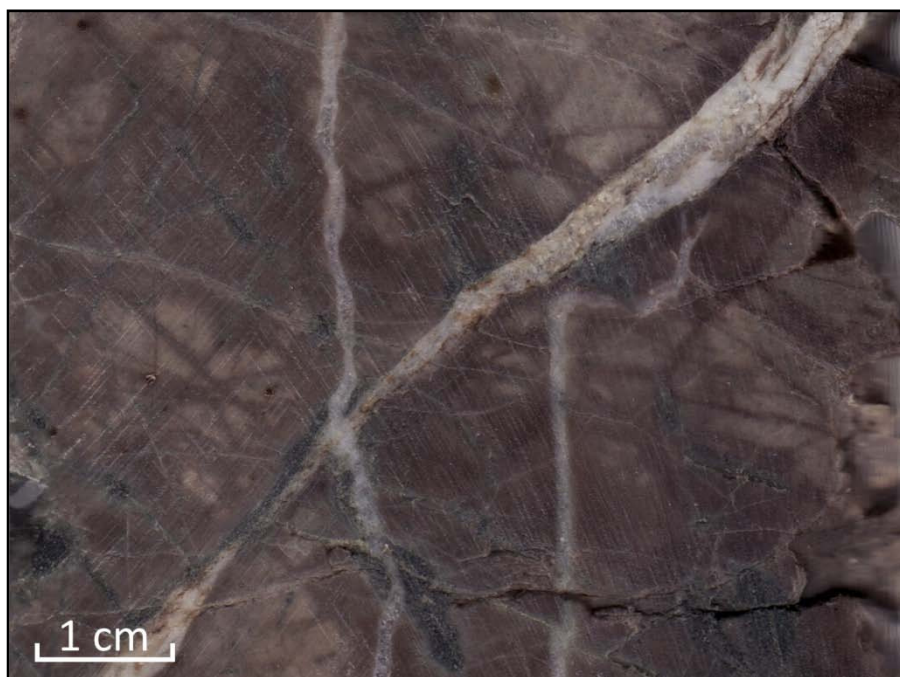
**Fotografía 7.27.** DSB-17 a los 61 metros.



**Fotografía 7.28.** DSB-17 a los 66 metros.



**Fotografía 7.29.** DSB-17 a los 80 metros.

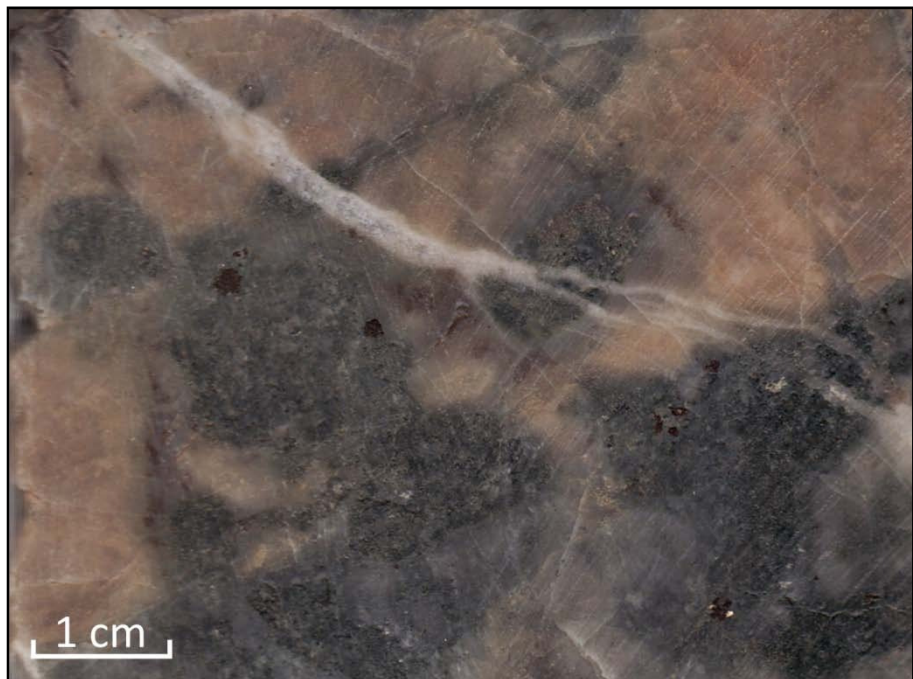


**Fotografía 7.30.** DSB-17 a los 86 metros.





**Fotografía 7.31.** DSB-17 a los 94 metros.



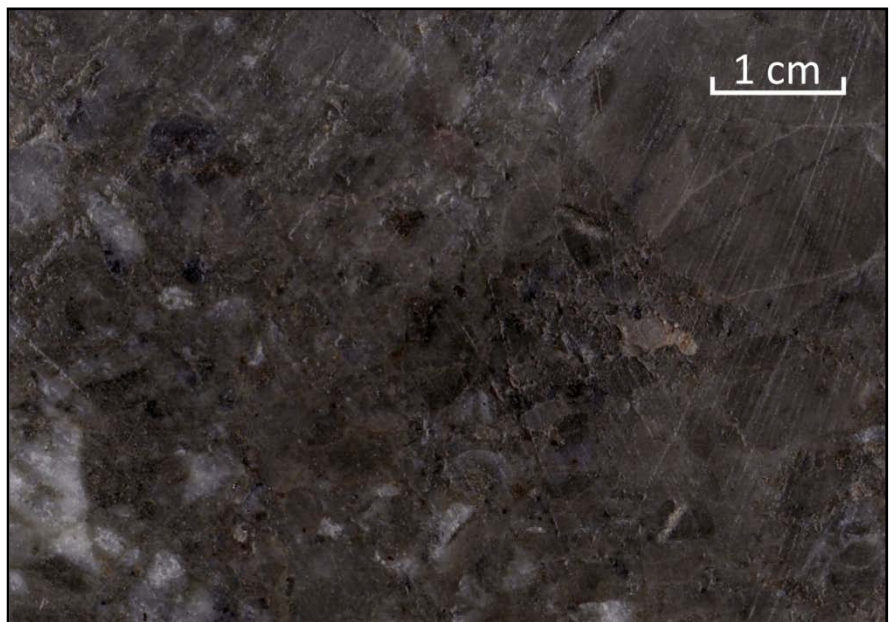
**Fotografía 7.32.** DSB-17 a los 102 metros.



**Fotografía 7.33.** DSB-17 a los 145 metros.

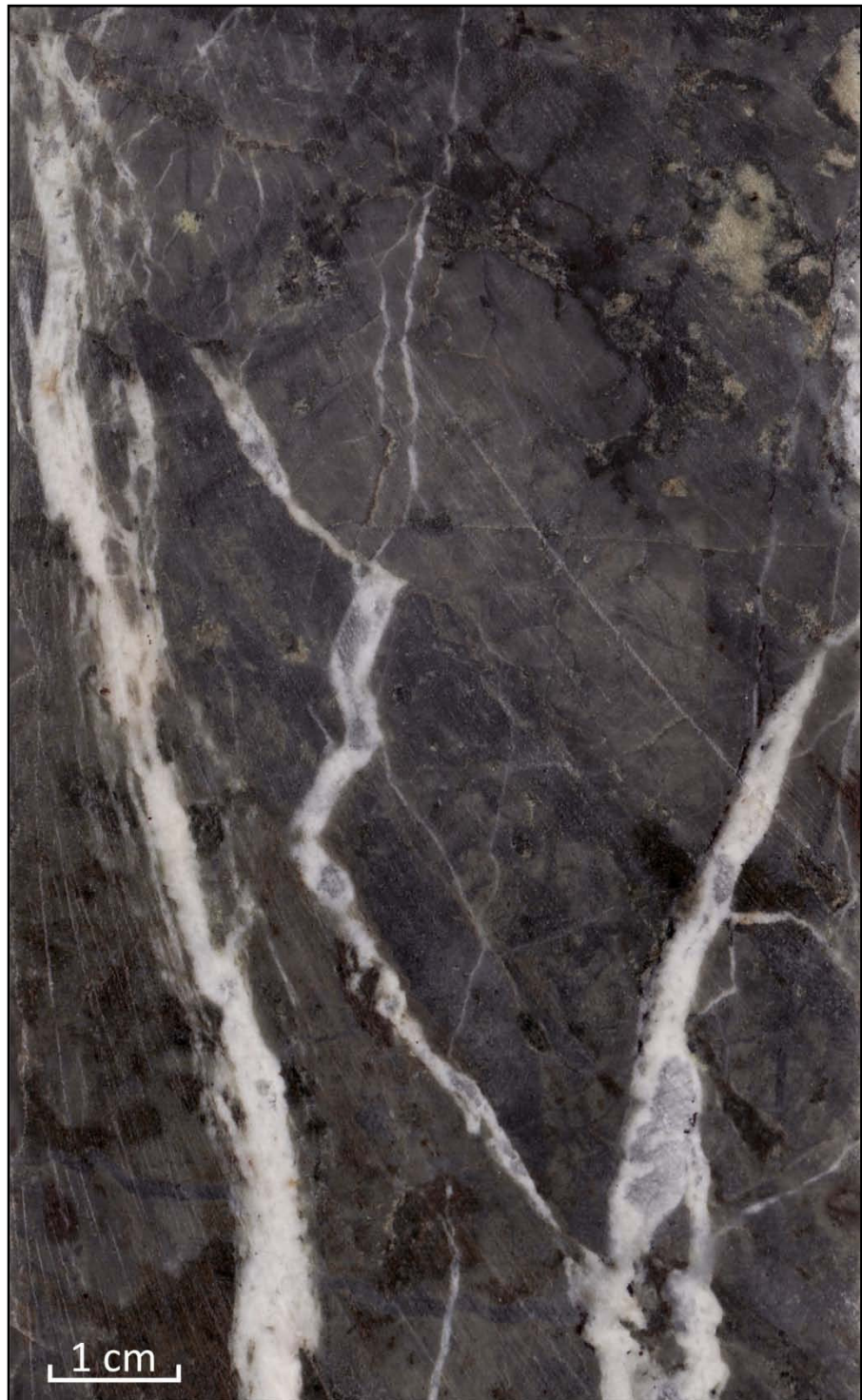


**Fotografía 7.34.** DSB-17 a los 172 metros.



**Fotografía 7.35.** DSB-17 a los 194 metros.





**Fotografía 7.36.** DSB-17 a los 200 metros.

#### **7.4.2. Registro de información de subsuelo**

El registro de información de subsuelo es un factor importante en el momento de modelar un cuerpo geológico y además también en el momento de hacer un cálculo de reservas. Durante décadas ha habido muchas formas de registrar este tipo de información, pero fue solo con el auge de programas informáticos que se ha logrado una sistematización y estandarización para lograr que el registro del subsuelo se realice prácticamente en tiempo real.

En la actualidad, la mayoría de las compañías mineras realizan sus registros directamente en computadoras de pantalla táctil o computadoras de bolsillo, generalmente además se usan programas que manejan bases de datos que brindan al geólogo la seguridad de que la información que se está registrando es válida para el sistema de la empresa. El único problema visible con esta metodología es la restricción de nuevos términos o interpretaciones geológicas, situación que a veces no es bien vista por algunos profesionales, sin embargo desde el punto de vista sistemático y productivo, las descripciones geológicas deben estar sujetas a ciertos límites para evitar incongruencias, especialmente si existen varios

geólogos realizando el registro geológico de un mismo depósito.

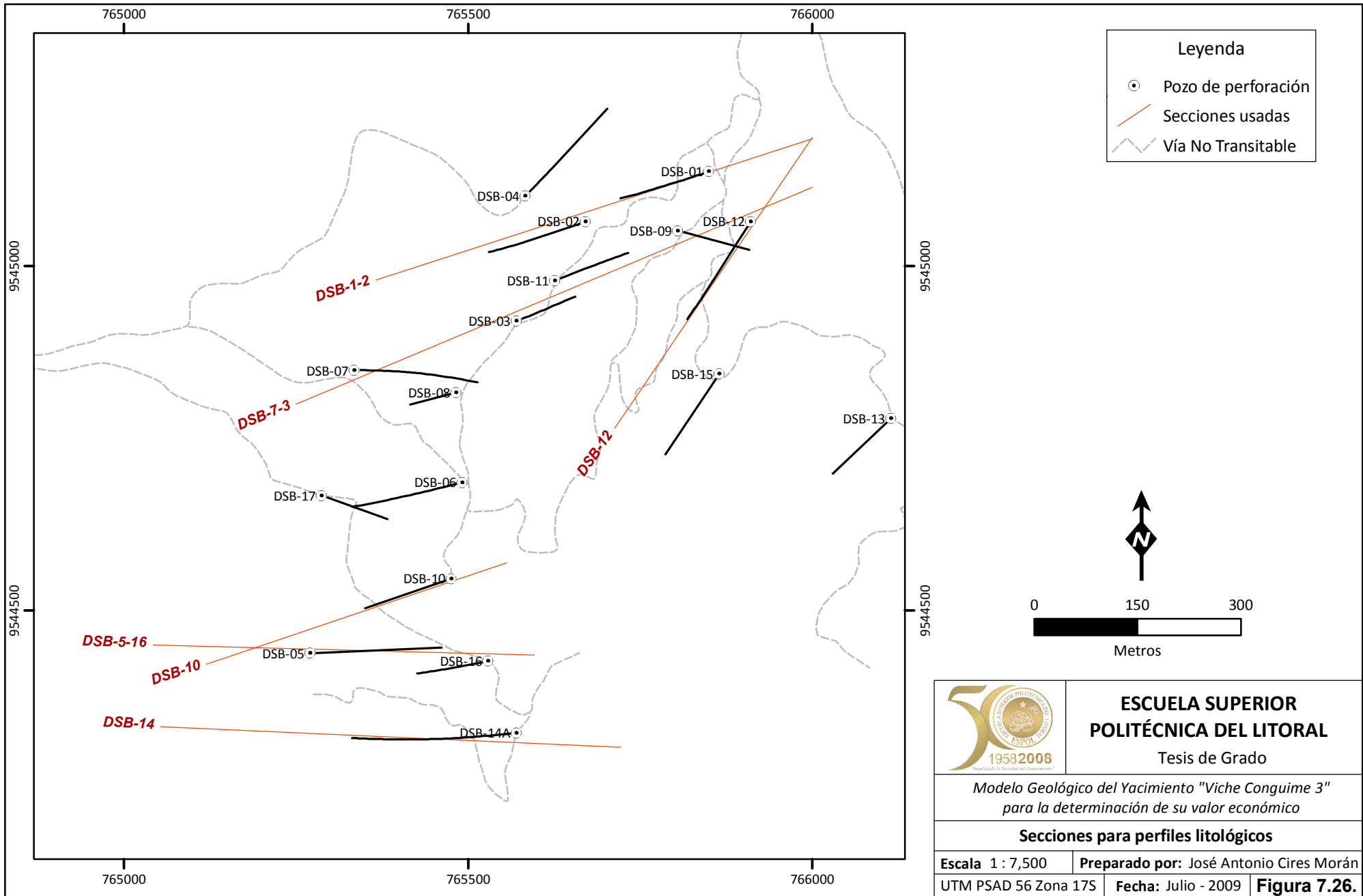


**Fotografía 7.37.** Sala de registro geológico de los testigos de pozos de perforación diamantina.

En esta sección se detallarán las secciones litológicas que fueron realizadas de acuerdo a las descripciones anteriormente expuestas en el numeral 7.4.1. La ubicación en planta de estas secciones se muestra en la figura 7.26.

Para las secciones de alteración y mineralización se dará un ejemplo de cada una a modo explicativo.



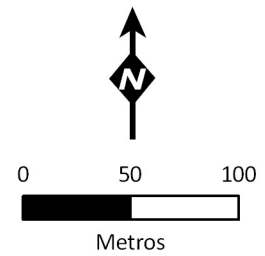
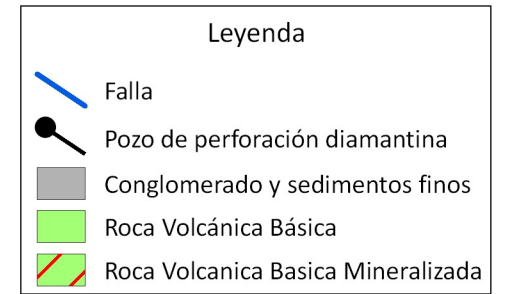
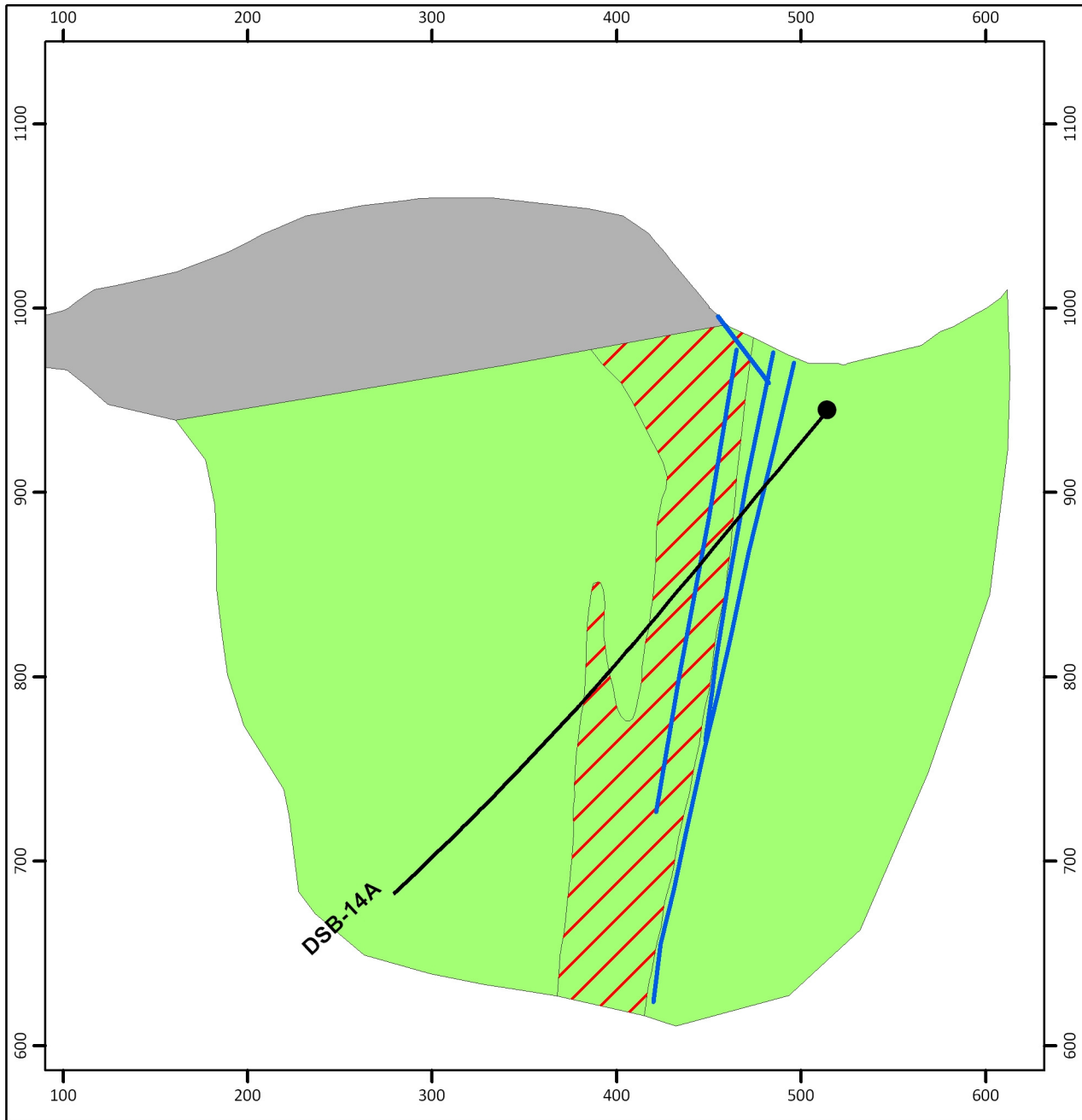


#### **7.4.2.1. Perfiles y secciones litológicas**

Dentro de esta parte se mostrarán las seis secciones realizadas con el objetivo de realizar el modelo geológico del yacimiento mineral.

Los perfiles aquí presentados son simplificados con el objetivo de ofrecer una explicación sencilla y general. Se muestra la traza de los pozos de perforación a diamantina en relación con la geología interpretada de los mismos en conjunto con la geología de superficie.

En cada sección además se muestra con una trama especial los cuerpos litológicos en los cuales se encuentra emplazada la mineralización.



**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
Tesis de Grado

*Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3"  
para la determinación de su valor económico*

**Sección DSB-14A - Perfil Litológico**

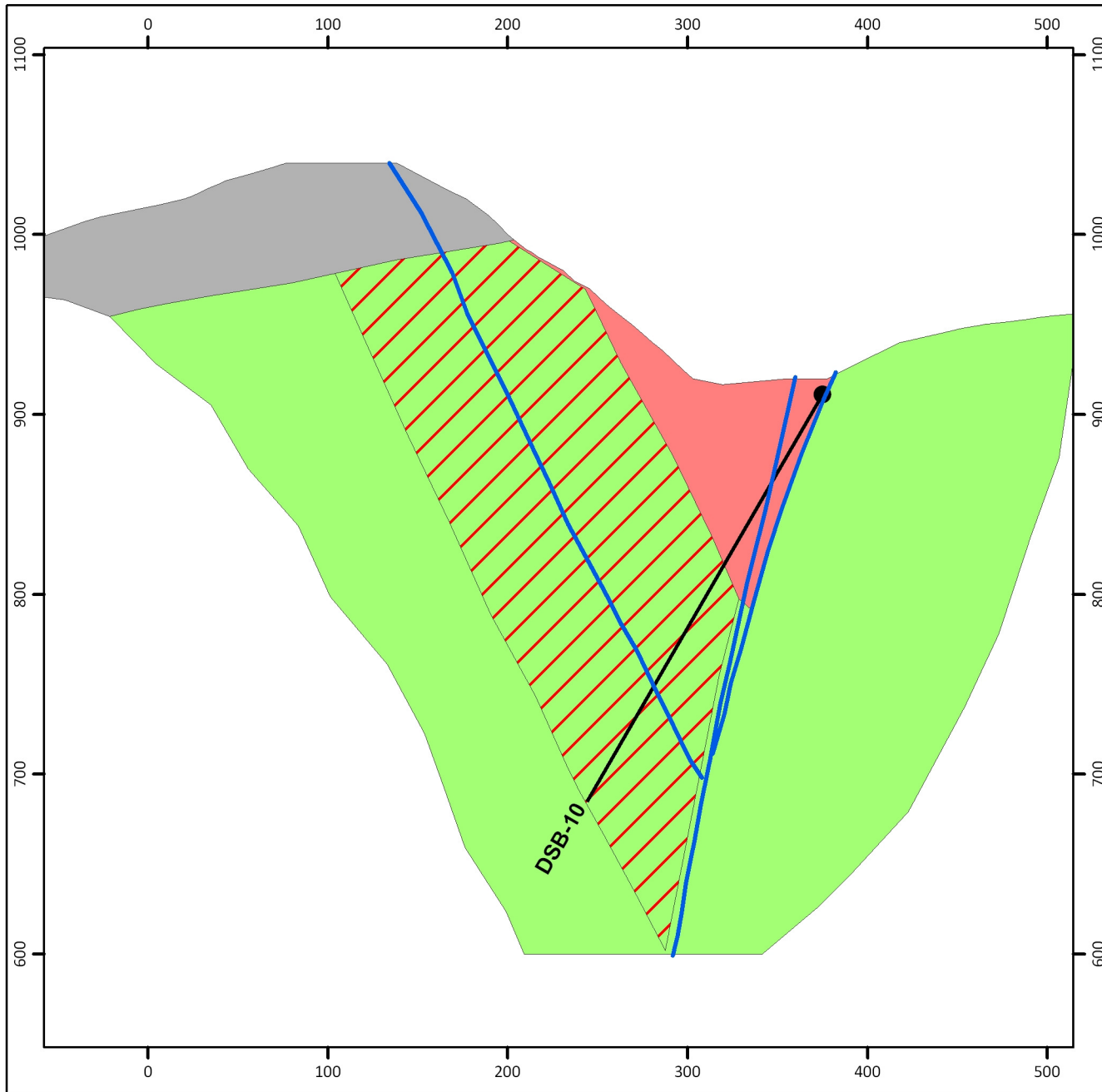
**Escala 1 : 3,500**

**Preparado por:** José Antonio Cires Morán

UTM PSAD 56 Zona 17S

**Fecha:** Julio - 2009

**Figura 7.27.**



**Leyenda**

- Falla
- Pozo de perforación diamantina
- Conglomerado y sedimentos finos
- Pórfido andesítico - dacítico
- Roca Volcánica Básica
- Roca Volcánica Básica Mineralizada

0      50      100
   
 Metros



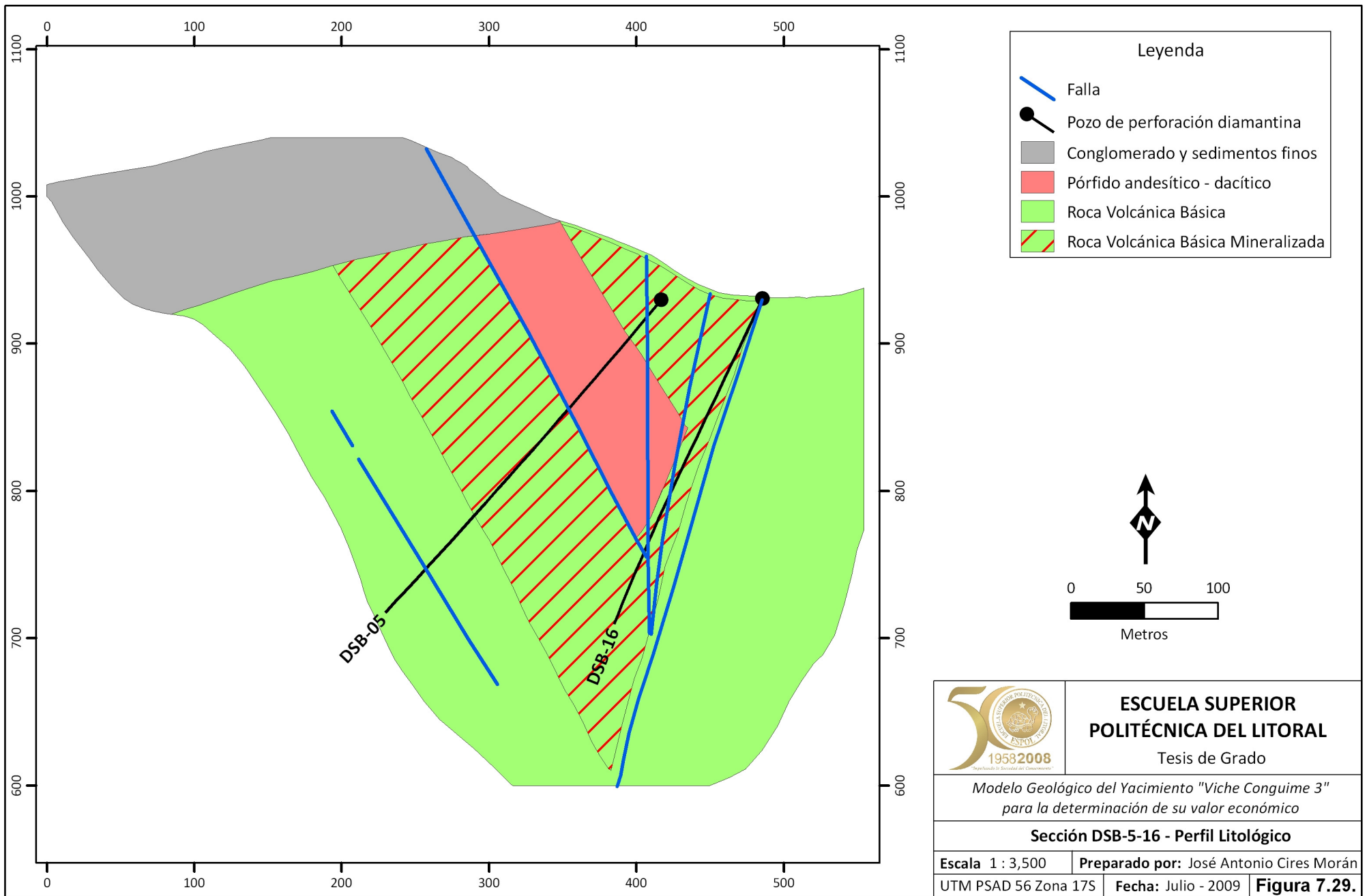
**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
Tesis de Grado

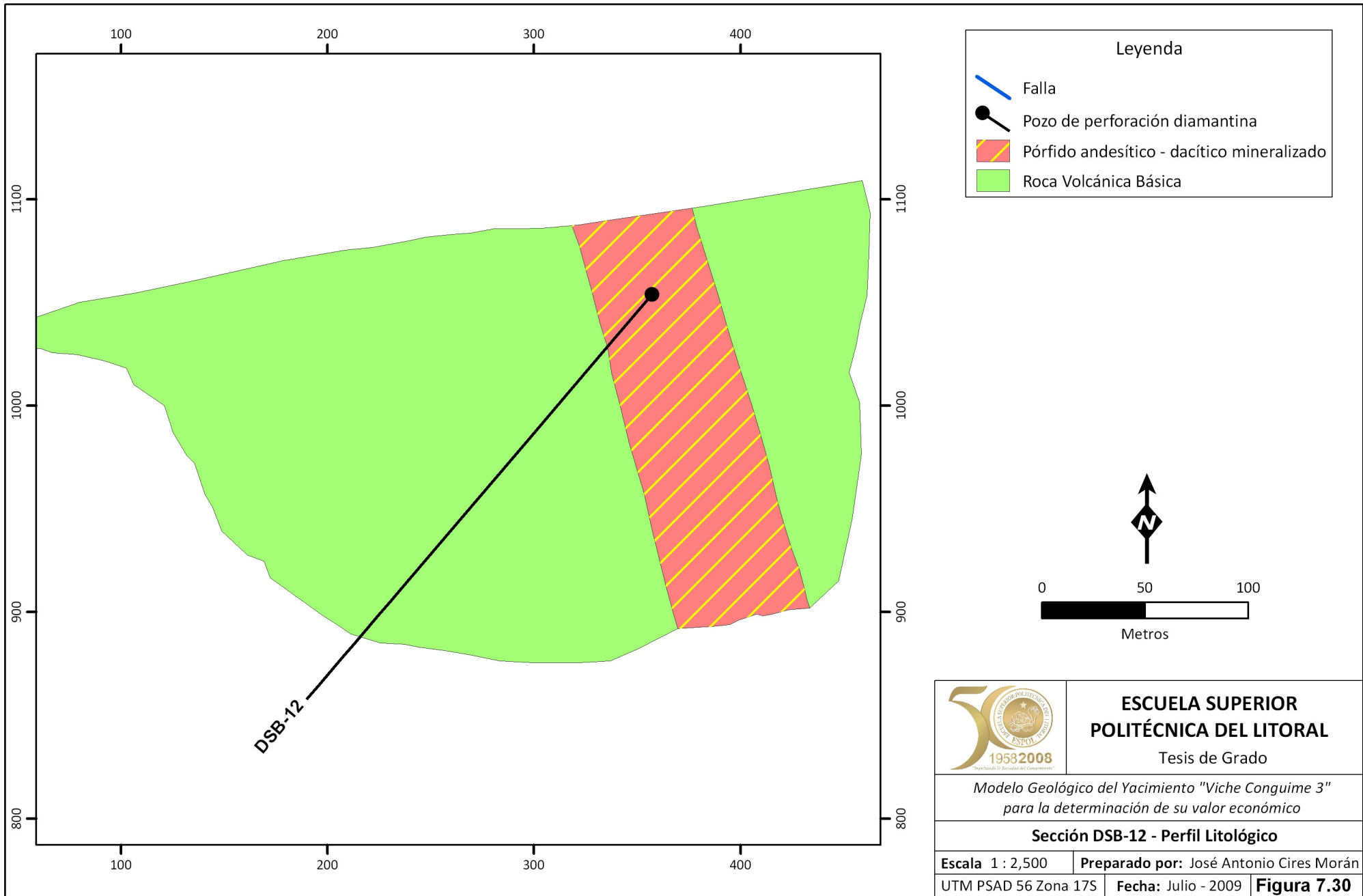
*Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3"  
para la determinación de su valor económico*

**Sección DSB-10 - Perfil Litológico**





**Escala** 1 : 3,500      **Preparado por:** José Antonio Cires Morán


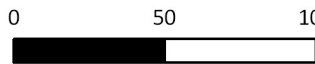
UTM PSAD 56 Zona 17S      **Fecha:** Julio - 2009      **Figura 7.28.**





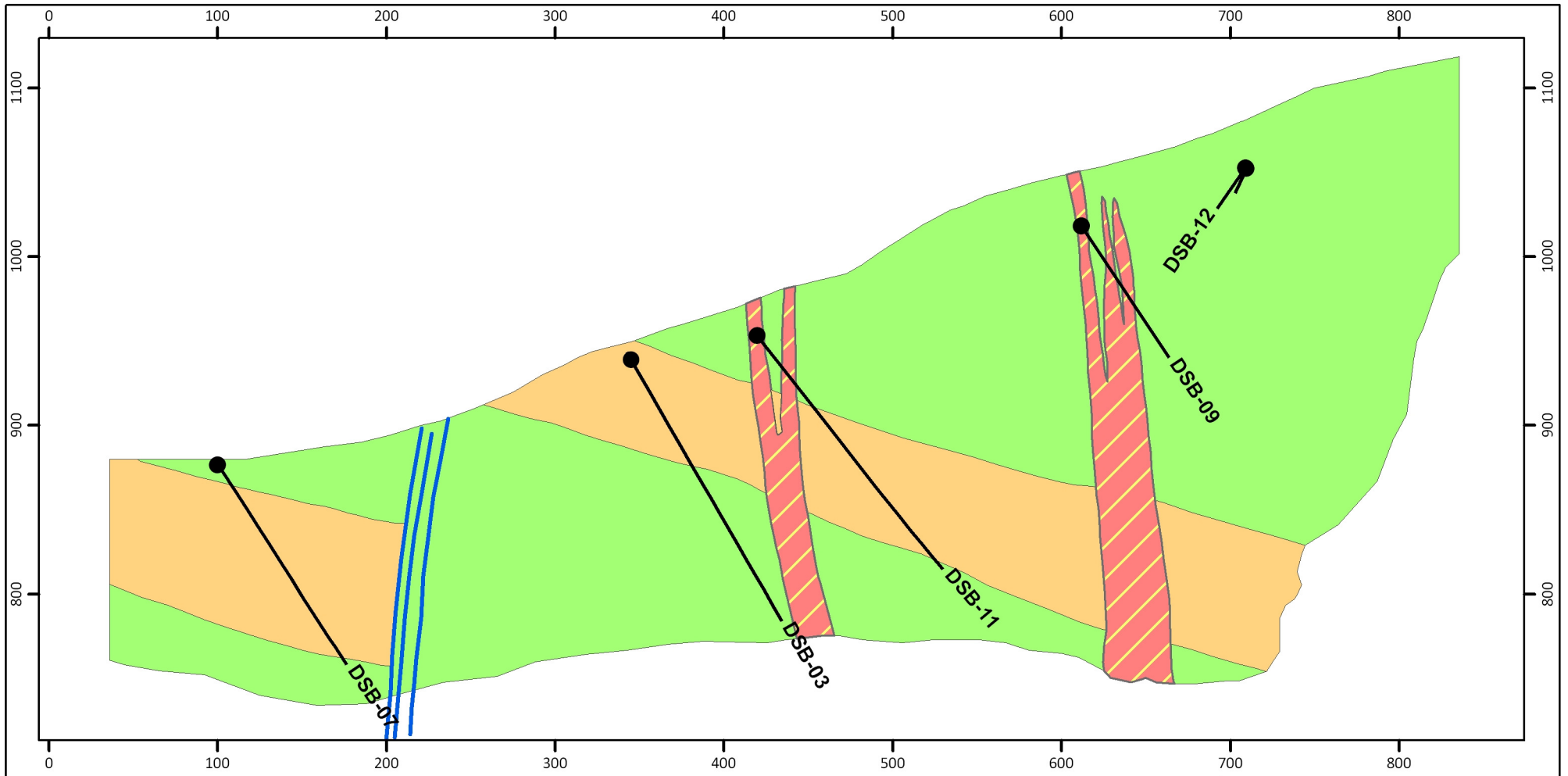
**Legenda**

-  Falla
-  Pozo de perforación diamantina
-  Pórfido andesítico - dacítico mineralizado
-  Roca Volcánica Básica






  
  
 0      50      100  
 Metros

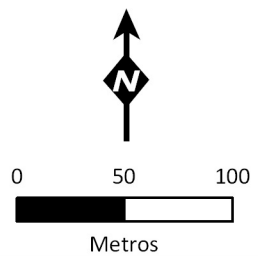
	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> Tesis de Grado
<i>Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3" para la determinación de su valor económico</i>	
<b>Sección DSB-12 - Perfil Litológico</b>	
Escala 1 : 2,500	Preparado por: José Antonio Cires Morán
UTM PSAD 56 Zona 17S	Fecha: Julio - 2009 <b>Figura 7.30</b>





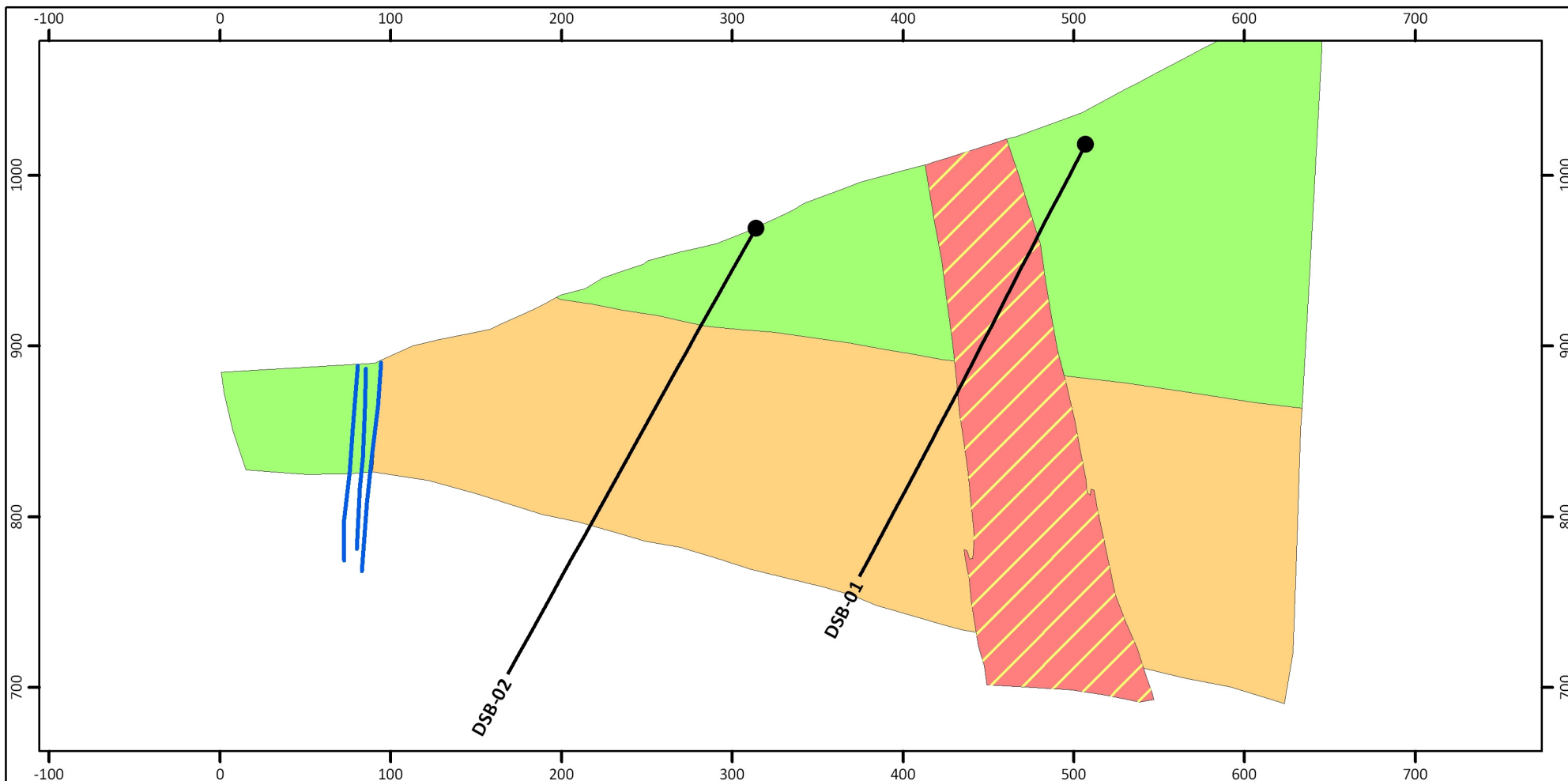
**Leyenda**

 Falla	 Pórfido andesítico - dacítico mineralizado
 Pozo de perforación diamantina	 Pórfido diorítico
	 Roca Volcánica Básica



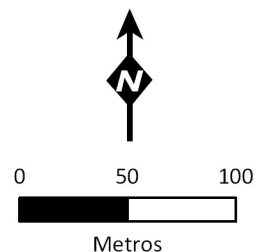
0 50 100  
Metros

	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> Tesis de Grado	
	<i>Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3" para la determinación de su valor económico</i>	
<b>Sección DSB-7-3 - Perfil Litológico</b>		
Escala 1 : 3,500	Preparado por: José Antonio Cires Morán	
UTM PSAD 56 Zona 17S	Fecha: Julio - 2009	<b>Figura 7.31.</b>



**Leyenda**

- Falla
- Pozo de perforación diamantina
- Pórfido andesítico - dacítico mineralizado
- Pórfido diorítico
- Roca Volcánica Básica



**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**

Tesis de Grado

*Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3"  
para la determinación de su valor económico*

**Sección DSB-1-2 - Perfil Litológico**

**Escala** 1 : 3,500

**Preparado por:** José Antonio Cires Morán

UTM PSAD 56 Zona 17S

**Fecha:** Julio - 2009

**Figura 7.32.**

#### **7.4.2.2. Perfiles y secciones de alteraciones**

Las secciones de alteraciones fueron diseñadas igualmente que las de litología, el resultado del modelamiento de las mismas será objeto del capítulo 8.

#### **7.4.2.3. Perfiles y secciones de mineralización**

Las secciones para el modelo de mineralización fueron también desarrollados en conjunto con los de litología y alteraciones, en el capítulo 8 de este estudio se explicará más a fondo del resultado final.

#### **7.4.2.4. Propuesta de asociaciones paragenéticas**

La paragénesis es la ciencia que interpreta la relación intermineral en dependencia de los diferentes niveles de cristalización, a partir de un magma común, esto es, de misma composición. Estos minerales pueden ser trazadores, termómetro o asociados.

Llamamos termómetros a los minerales que tienen rango corto de temperatura de formación y caracterizan un ambiente casi preciso con el cual se generaría la depositación del oro o del elemento que perseguimos, por ej.: Mercurio (baja temperatura 100 a 150°C, mineral asociado sería la calcita de temperaturas aún menores y metal asociado sería la plata.

Con los niveles elevados tenemos termómetros como Sb y As para los niveles de pórfidos de cobre con oro y en su nivel más avanzado con Sn.

En el yacimiento Viche Congüime 3 tenemos tres ambientes claramente definidos: el de las arsenopiritas, con alteración epidótica y hematítica y de silicificación intensa que es el ambiente de la ocurrencia del Cu-Au, cuando el dominio es de los sulfuros arsenopirita y calcopirita. Epidota es el dominio del cobre.

Cuando tenemos silicificación y algo de calcopirita, ausencia de esfalerita y silicificación moderada es el ambiente de los minerales base (Zn Pb) y algo de oro,

preferencialmente relacionado con esfalerita, no a la blenda que es la misma esfalerita pero más ferruginosa y de origen más profundo.

Finalmente las vetillas de calcita reflejan la temperatura más baja y con ella la disminución del oro

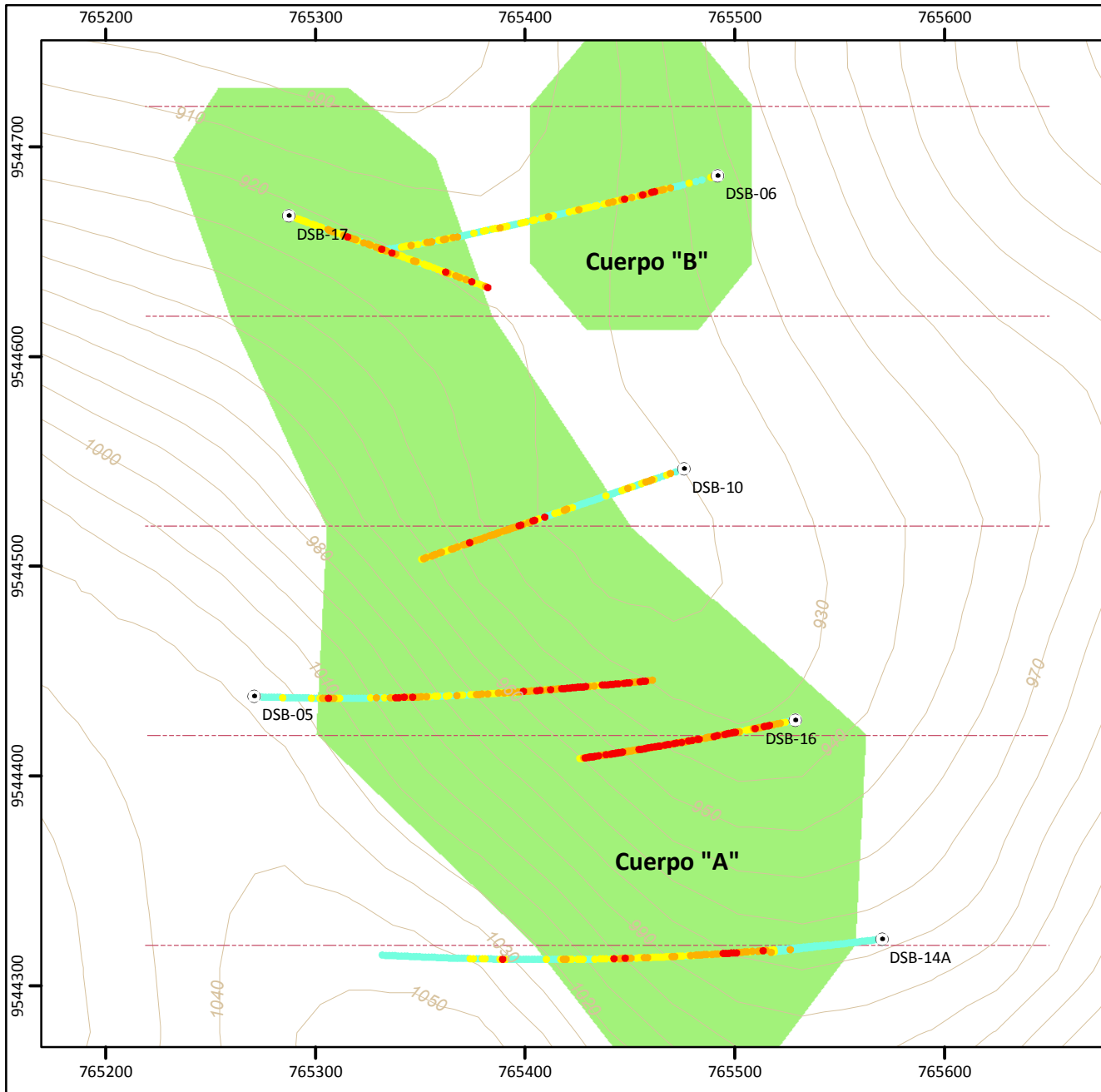
### **7.5. Reservas probables**

Para la definición de reservas probables se construyeron 5 secciones en el sector Suroeste del proyecto. Para el sector Noreste no se consideraron secciones algunas, ya que los intervalos mineralizados existen pero no hay continuidad de sección a sección.

En la figura 7.33. se pueden observar las secciones trabajadas y el cuerpo resultante final proyectado a superficie. Como resultado de la generación de este cuerpo se calcularon dos volúmenes en metros cúbicos con ayuda del software Micromine 11.

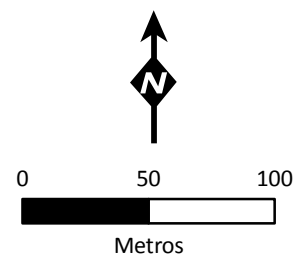
Para el cuerpo "A" el volumen es de: 6691600.93 m<sup>3</sup>.

Para el cuerpo "B" el volumen es de: 533460.8 m<sup>3</sup>.



**Leyenda**

- ⊙ Pozo de perforación
- Au (ppm)**
  - < 0.25
  - 0.25 - 0.5
  - 0.50 - 1
  - > 1
- Secciones usadas
- ~ Curvas de Nivel
- Cuerpo generado para un corte de 0.5 gr/t



**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**

Tesis de Grado

*Modelo Geológico del Yacimiento "Viche Conguime 3"  
para la determinación de su valor económico*

**Secciones para cálculo de Reservas Probables**

Escala 1 : 3,000

Preparado por: José Antonio Cires Morán

UTM PSAD 56 Zona 17S

Fecha: Julio - 2009

**Figura 7.33**

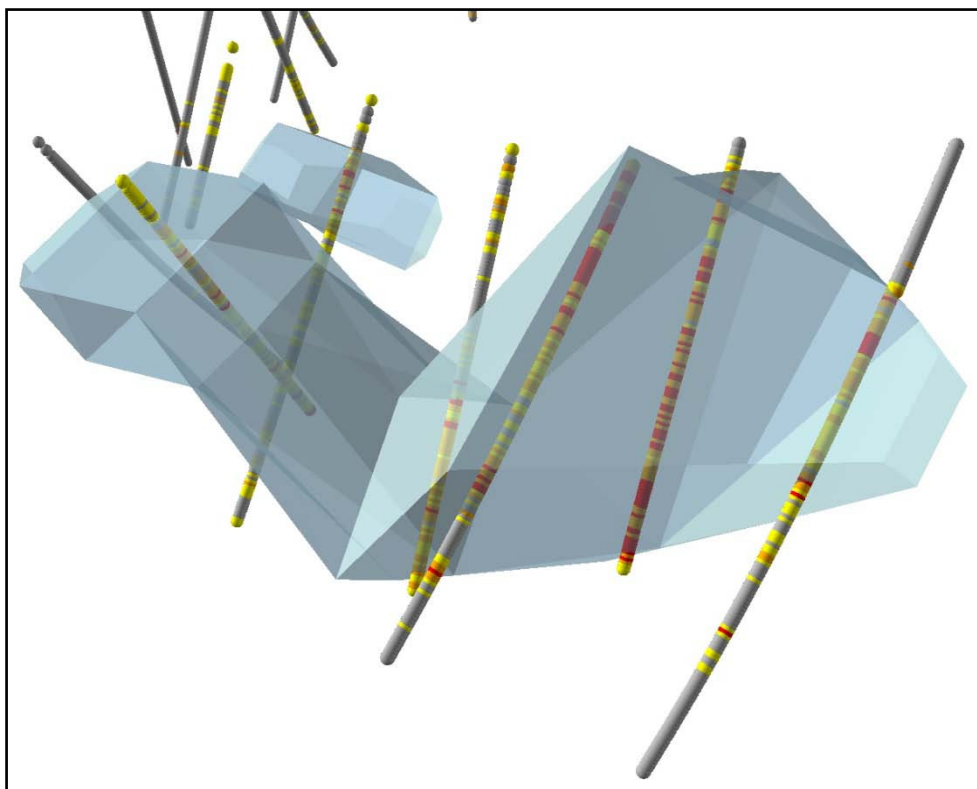


En la tabla 7.3. se muestran los cálculo finales para la obtención de las reservas probables.

Cuerpo	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso Especifico (t/m <sup>3</sup> )	Ley de Corte (g/t)	Onzas Au
Cuerpo A	6691600.93	2.7	0.5	290438.95
Cuerpo B	533460.8	2.7	0.5	23154.07

**Total Onzas de oro: 313593.02**

**Tabla 7.3.** Reservas probables del proyecto Viche Congüime 3.



**Figura 7.34.** Vista 3D del cuerpo generado para el cálculo.

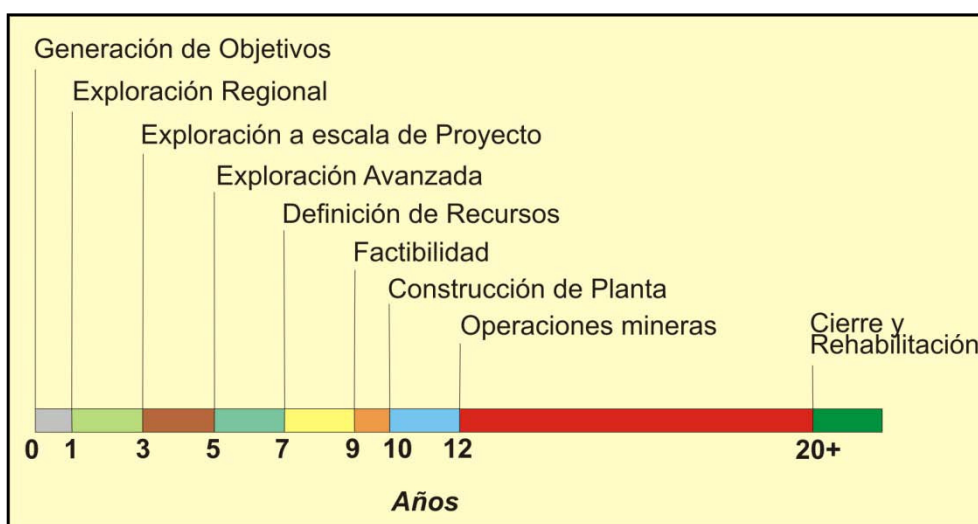
## **Capítulo 8. MODELAMIENTO DEL DEPÓSITO**

### **8.1. Geología económica del depósito**

Es imperante referirse en este capítulo a la geología económica de toda la cordillera del Cóndor y su enorme potencial. Existen dos depósitos minerales de relevada importancia en esta zona: el proyecto Fruta del Norte operado por Kinross y con reservas inferidas de 13.69 millones de onzas de oro; y el proyecto Mirador operado por Corriente Resources con reservas probadas de 181 millones de toneladas con una ley de 0.61% de cobre y un tiempo de vida de mina estimado de 19 años. Además, a lo largo de toda la cordillera, se hallan diversos proyectos en desarrollo con resultados favorables, como es el caso del proyecto por el cual se viene estudiando el yacimiento “Viche Congüime 3”.

De todos los proyectos que se encuentran en la cordillera del Cóndor, el Proyecto Mirador es el más avanzado, siendo el único que se ubicaría de acuerdo a la figura 8.1. en la etapa de construcción de planta (sin haber empezado aún). El yacimiento Viche Congüime 3, como la mayoría de proyectos en el área, se encontraría en la etapa de exploración a escala de proyecto,

faltando así mucho tiempo y trabajo para poder determinar el valor económico real del mismo. Este trabajo de tesis ha definido un poco más de 300,000 onzas de oro como reservas probables del yacimiento, pero las mismas han sido calculadas con la información disponible, siendo necesario programas de exploración más intensos para poder llevar éstas reservas a una categoría de probadas.



**Figura 8.1.** Secuencia desde exploración mineral a desarrollo y abandono de mina.

En la actualidad el precio de la onza de oro se mantiene sobre los 900 dólares, con lo cual proyectos que no eran atractivos hace 3 o 4 años, ahora lo son. Por lo tanto, se puede afirmar, que el yacimiento Viche Congüime 3 mantiene un mediano interés económico para empresas mineras Junior que podrían financiarse fácilmente con un proyecto con la cantidad de reservas probables como estos.

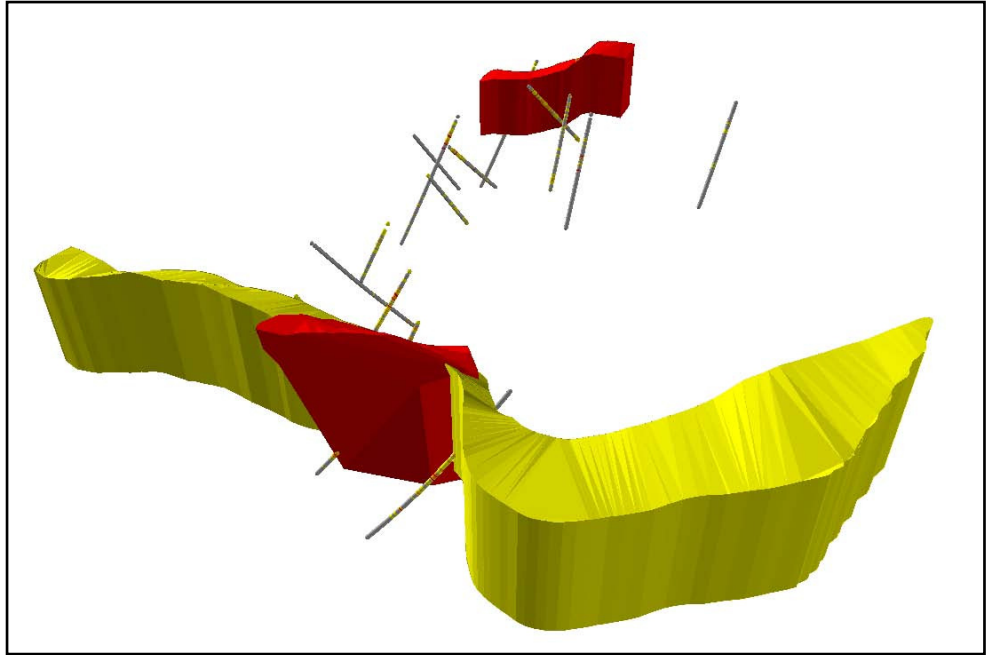
## 8.2. Categorización de reservas

Como ya se ha mencionado anteriormente para el yacimiento “Viche Congüime 3” se han calculado reservas probables por un poco más de 300,000 onzas de oro, siendo el oro el único mineral recuperable económicamente. Existen valores interesantes de cobre, sin embargo, no hay el suficiente volumen como para considerarlos en un cálculo de reservas.

En la figura 8.2. se muestran 3 cuerpos generados para mostrar el potencial del yacimiento. Los cuerpos rojos representan los cuerpos mineralizados Noreste y Suroeste del yacimiento, con reservas inferidas de:

- Sector Suroeste: 23 mt, con ley de corte de 1 g/t Au.
- Sector Noreste: 4.9 mt, con ley de corte de 0.9 g/t Au.

El cuerpo amarillo fue generado como la posible continuidad del sector Suroeste, hacia al Norte como hacia el Sur, la interpretación de esta posible persistencia en las leyes se la obtuvo de una anomalía geofísica y siguiendo también patrones litológicos.



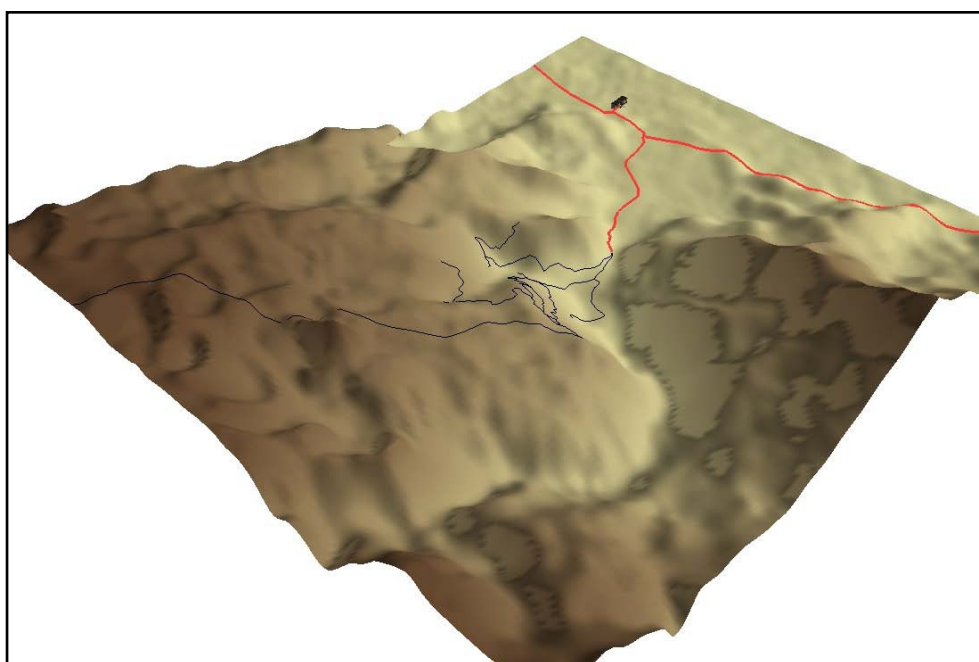
**Figura 8.2.** Reservas inferidas para el yacimiento y posible extensión del tren mineralizado interpretado a partir de respuestas geofísicas.



**Figura 8.3.** Posible tajo abierto del sector mineralizado Suroeste a partir de reservas inferidas.

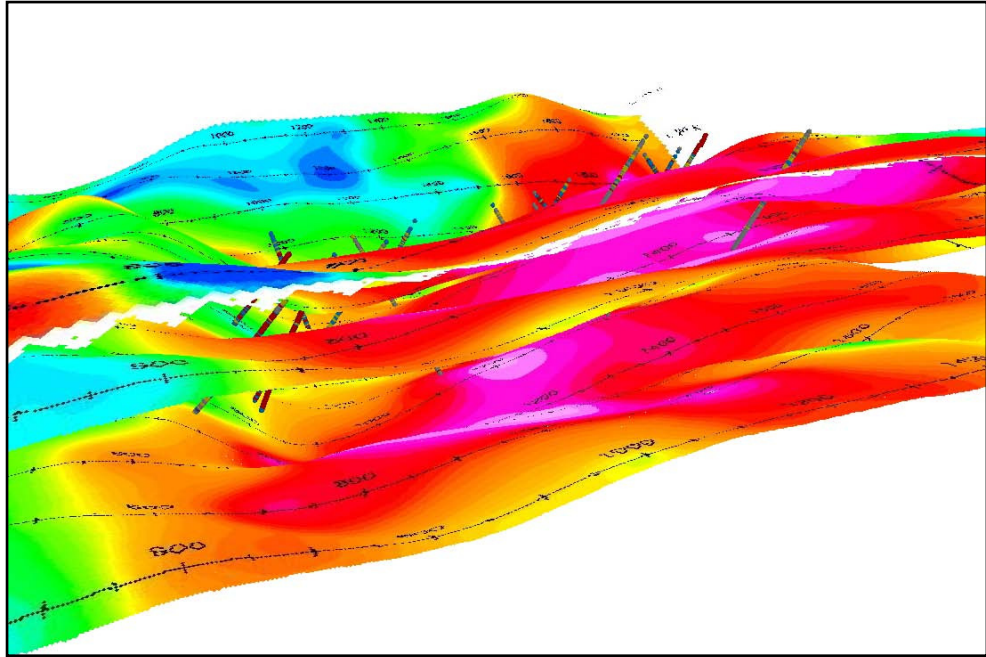
### 8.3. Modelo 3D integrado

En esta sección se mostrarán diversas capturas de la integración de todos los modelos generados para el yacimiento, tanto en litología, alteración y mineralización, siempre en relación con los resultados obtenidos de las 17 perforaciones realizadas.

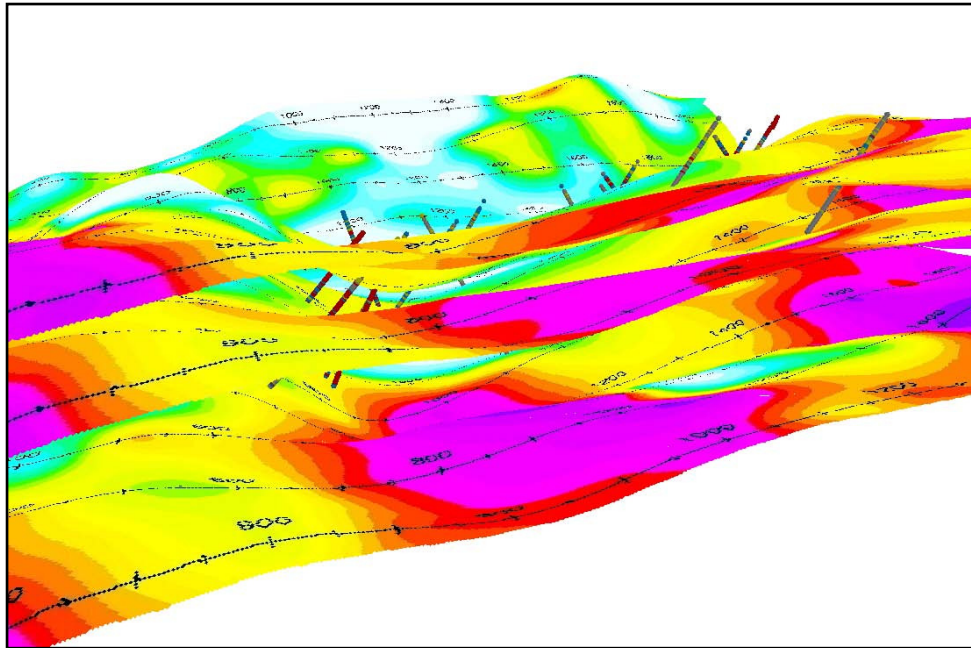


**Figura 8.4.** Modelo de elevación del terreno usado, se observan vías de acceso y campamento base.

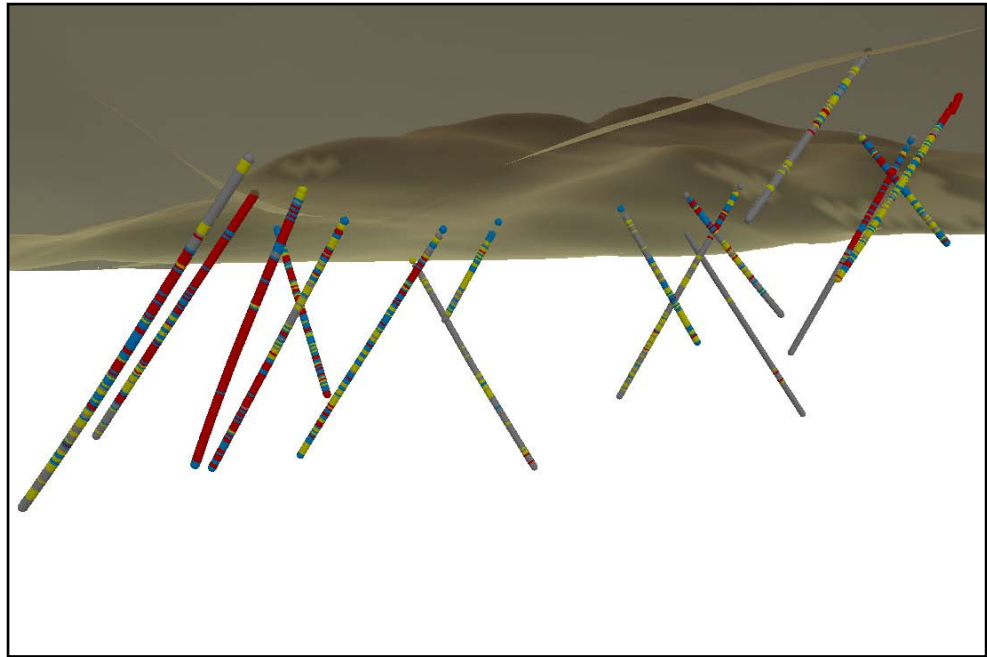




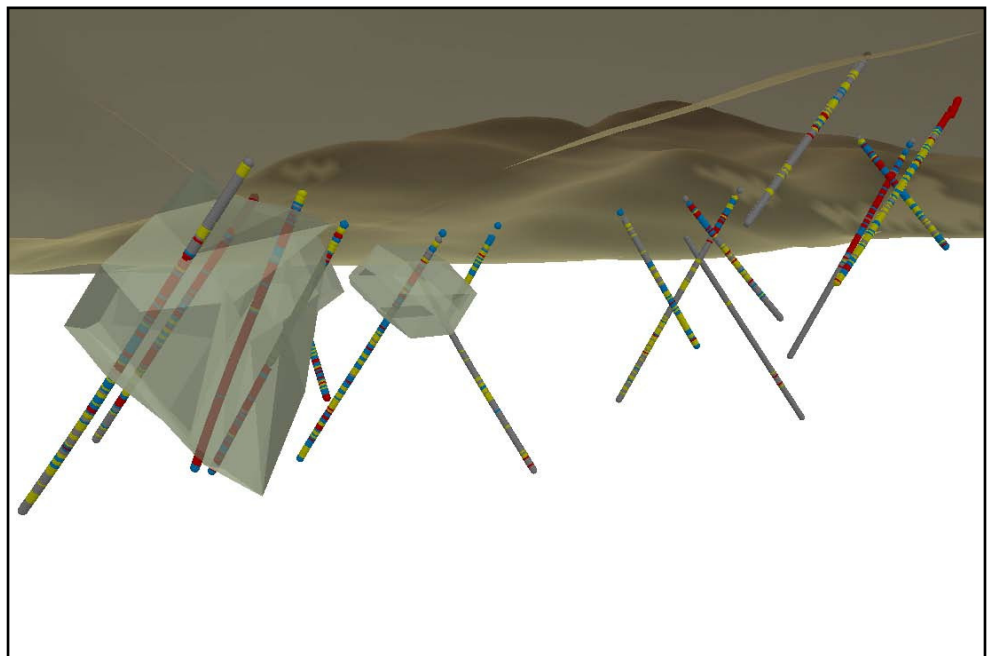
**Figura 8.5.** Vista de las 3 plantas de cargabilidad en relación a las perforaciones, la correlatividad se encuentra en las zonas de mediana cargabilidad, tonalidades de verde amarillo.



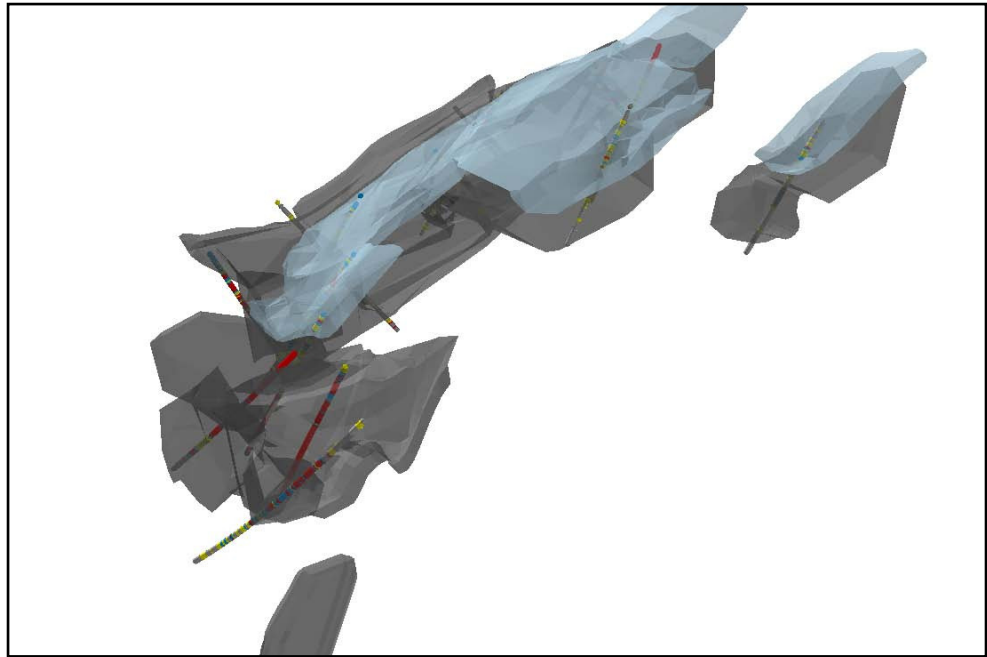
**Figura 8.6.** Vista de las 3 plantas de resistividad.



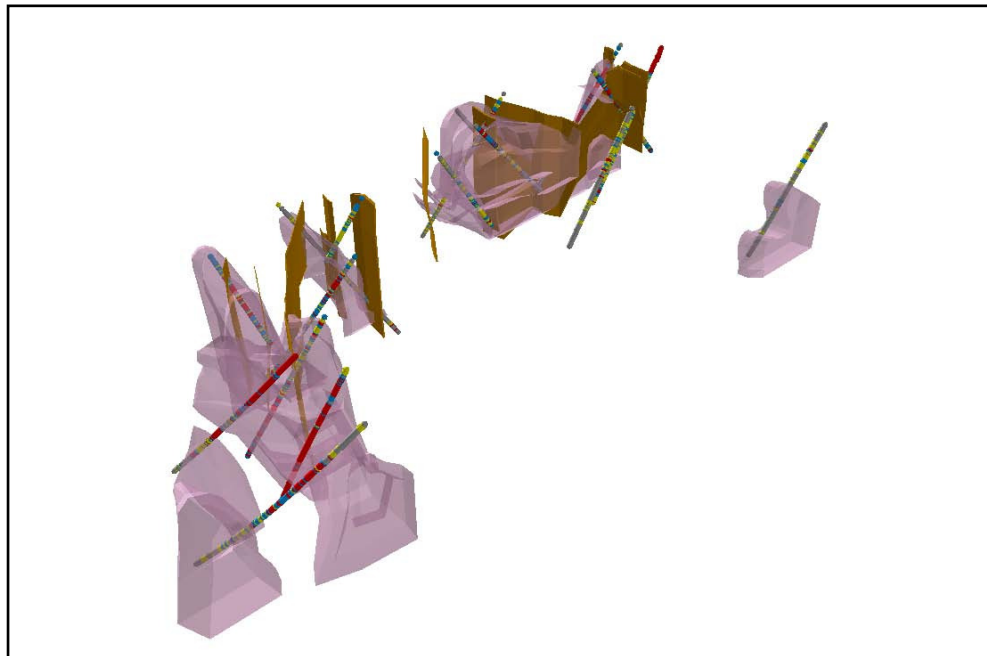
**Figura 8.7.** Pozos de perforación con resultados de oro.



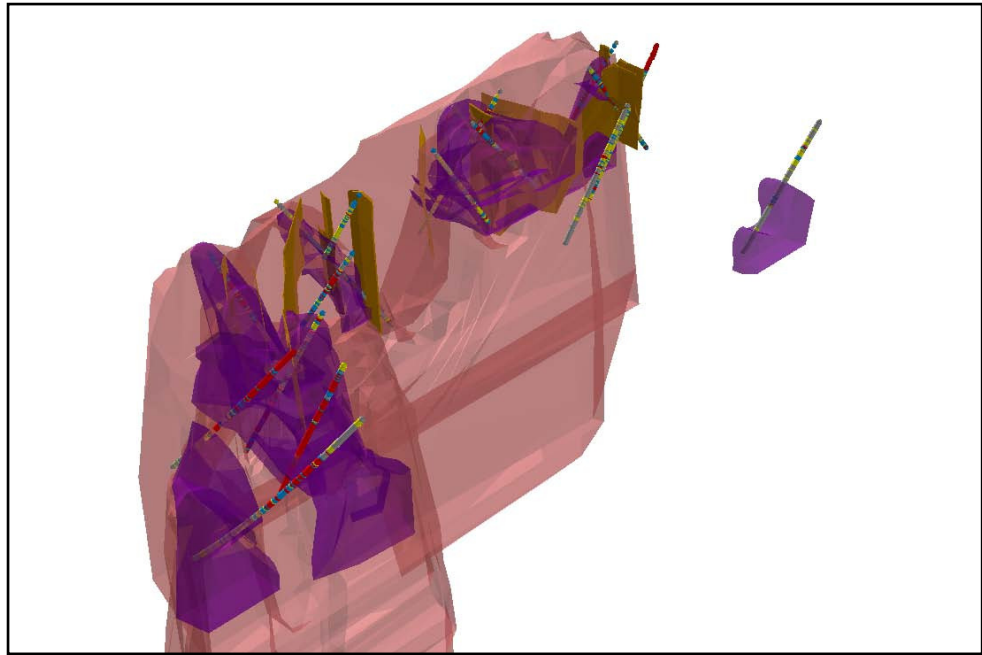
**Figura 8.8.** Pozos de perforación con cuerpo generado de reservas probables.



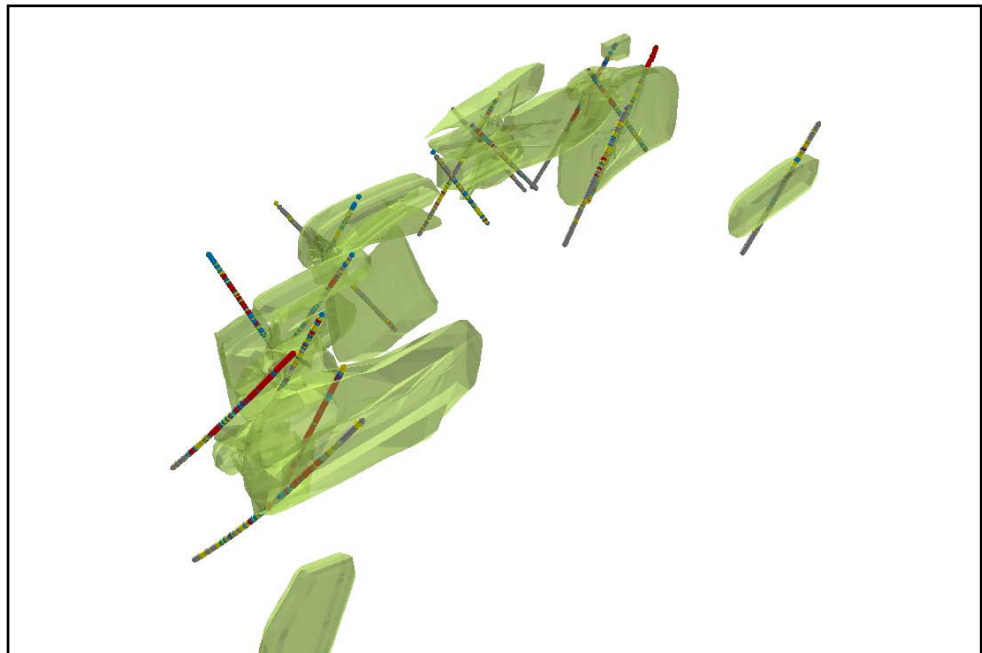
**Figura 8.9.** Conglomerados sobreyaciendo a basalto andesítico.



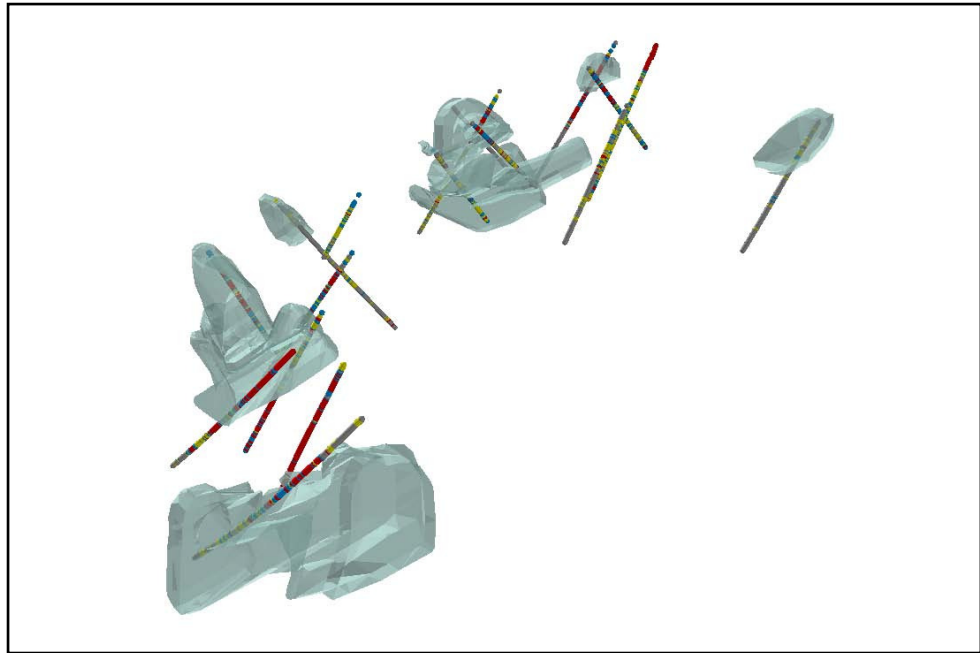
**Figura 8.10.** Pórfido dacítico y diques.



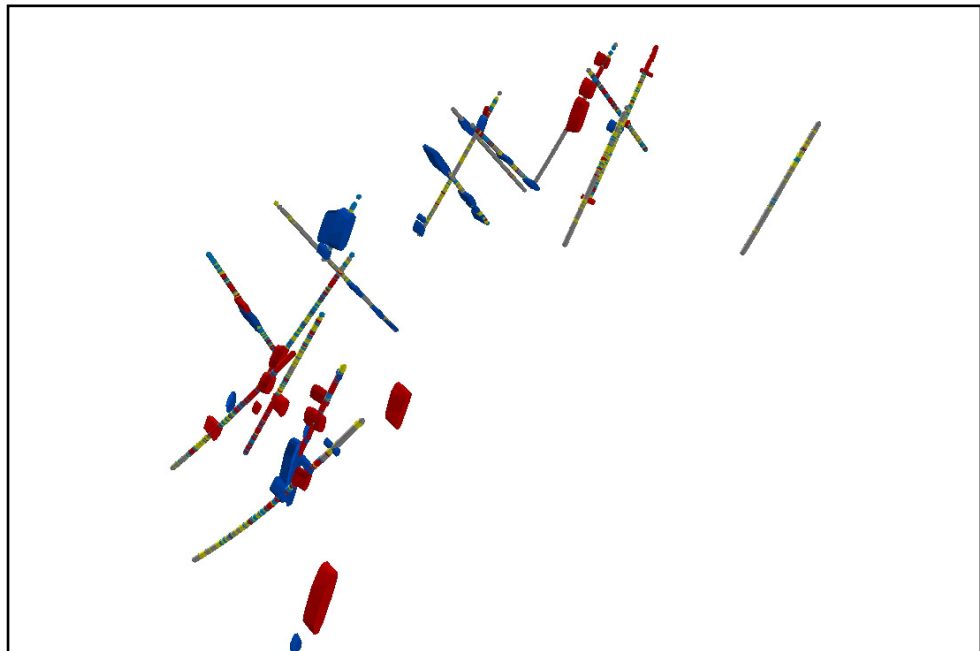
**Figura 8.11.** Pórfido dacítico, diques y cuerpo intrusivo.



**Figura 8.12.** Alteración Propilítica.



**Figura 8.13.** Alteración Sericítica.



**Figura 8.14.** Intervalos mineralizados en rojo con valores y azules mineralizados sin valores.

## Capítulo 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 9.1. Conclusiones

- El Yacimiento “Viche Congüime 3” es un pórfido de cobre-oro.
- La roca andesítica está afectada por dos intrusiones de pórfidos dioríticos, siendo secuencialmente el primero el responsable de la mineralización.
- La mineralización está directamente relacionada con la densidad de las vetillas de cuarzo – calcopirita – pirita y el diseminado desarrollado en el pórfido y las rocas volcánicas.
- Los pozos de perforación: DSB-02, DSB-03, DSB-09 y DSB-11, interceptan tramos con leyes bajas de oro, y muestran una zona extensa de mineralización localizada en el contacto entre el pórfido diorítico y las rocas volcánicas.
- Los pozos DBS-05, DSB-10, DSB-14 y DSB-16 interceptaron la mineralización con tendencia NNO. Esto forma parte del cuerpo que se halla hacia el Suroeste del área de estudio.
- Las reservas probables del yacimiento están calculadas en 313.593,02 onzas de oro, tomando en cuenta únicamente los pozos perforados en la zona Suroeste del área de estudio.
- Las anomalías geoquímicas y geofísicas indican que el cuerpo mineralizado del suroeste puede extenderse y las reservas geológicas alcanzarían más de 1 millón de onzas de oro.



## 9.2. Recomendaciones

- Planificar un programa de perforación con pozos inclinados (ángulos entre 50 y 65 grados) entre las secciones usadas para el cálculo de reservas probables, las secciones deberán tener un espacio entre ellas no mayor a 25 metros, de esta forma se podrá realizar un cálculo de reservas probadas.
- Extender un programa de perforación hacia el Norte y Sur del cuerpo mineralizado, siguiendo como patrón las anomalías geoquímicas y geofísicas, como consecuencia se aumentaría la cantidad de reservas inferidas y probables.
- Con los resultados obtenidos del muestreo geoquímico Auger, proyectar diversas zonas de muestreo a más detalle que a futuro puedan generar nuevos sitios de perforación.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1]. EASDON MICHAEL, Technical Report on the Condor Project – South Eastern Ecuador. Preparado para Goldmarca Limited. Reporte Público adquirido de <http://www.sedar.com>. Agosto, 2004.
- [2]. JARVIS, A., H.I. REUTER, A. NELSON, E. GUEVARA, Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database: <http://srtm.csi.cgiar.org>. 2008.
- [3]. HEDENQUIST J.W., Mineralisation aspects of the Pachicutza epithermal and Santa Barbara porphyry prospects, Condor Project, Zamora Chinchipe Province, Southeastern Ecuador. Unpublished internal consultants report - Hedenquist Consulting Inc. 2007.
- [4]. LITHERLAND M., ASPDEN J.A., JEMIELTA R.A., The metamorphic belts of Ecuador: Overseas Memoir of the British Geological Survey 11, p.147. 1994.
- [5]. MORRISON G., Ore controls and exploration potential at the Condor Gold Project, Ecuador. Unpublished internal consultants report - Klondike Exploration Services. 2007.

- [6]. UCP PRODEMINCA. Evaluación de distritos mineros del Ecuador. Depósitos porfídicos y epi-mesotermales relacionados con intrusiones de la Cordillera del Cóndor. Vol. 5, p.223. 2000.
- [7]. WILLIAMS H., ESCUDERO P., Proposal for deep drilling at Los Cuyes. Unpublished internal report - Ecometals Limited. 2008.
- [8]. BRISTOW, C.R., HOFFTESTTER, L'exique Stratigraphique International, Ecuador. ED. C. N. R. S. París - Francia. 1977.
- [9]. SGS GROUP, MMI Geochem Theory. 1997-2009.
- [10]. ECOMETALS LTD., Santa Barbara Project, Project overview. <http://www.ecometalslimited.com/>. 2009.