UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

REINTERPRETACIÓN GEOQUÍMICA DE SUELOS PARA LA PROSPECCIÓN DE ORO EN LA EXPLORACIÓN MINERA DE LA CONCESIÓN CHOCÓ 02 A ESCALA 1:10.000 EN EL DISTRITO MINERO EL CALLAO – ESTADO BOLÍVAR.

TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR LA BACHILLER GARCÍA S; THIBISAY D. PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓLOGO

CIUDAD BOLÍVAR, JULIO DEL 2.011

HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado intitulado **"REINTERPRETACIÓN GEOQUÍMICA DE SUELOS PARA LA PROSPECCIÓN DE ORO EN LA EXPLORACIÓN MINERA DE LA CONCESIÓN CHOCÓ 02 A ESCALA 1:10.000 EN EL DISTRITO MINERO EL CALLAO – ESTADO BOLÍVAR"**, presentado por la bachiller: **GARCÍA S., THIBISAY D**, ha sido aprobado, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres:	Firmas:
Profesor Miguel Gómez (Asesor)	
(Jurado)	
(Jurado)	

Profesora Rosario Rivadulla
Jefe del Departamento de Geología

Ciudad Bolívar, Julio de 2011

DEDICATORIA

A Dios y al Arcángel San Miguel, por otorgarme un rayo de luz en los momentos más oscuros de mi vida, dándome paciencia y orientándome a seguir ante la adversidad. A la memoria de mis padres Silverio Ventura García † y Rosa Amelia Solís †, que en vida me brindaron su gran amor, cariño y apoyo, para que alcanzara mis metas ante las dificultades hasta alcanzar ser Geólogo, siempre los recordare en mi corazón como a la reciente perdida de Mercedes Hernández †, quien en vida siempre tuvo palabras de afecto hacia mí, gracias Menchita por alentarme e incentivarme confianza.

A mi tías (os) comprendidas en mi tía Orfelina Solís de García, quien me dijo: "todo lo que uno se proponga con esfuerzo se logra", gracias tía por creer en mí, de igual manera mi Tía Joselina "Chila" Hernández y mi tío Tirso García como su esposa María, quienes han permanecido a mi lado en todo momento. A mis primos (as) Ángel Palma, en especial Roraima, Yamileth con quienes he compartido tantos momentos felices como de tristeza, Pierina, Karla y Víctor Palma. Como también mis primos García Solís, entre ellos Arís Solís por ser como una hermana e Iván García por su apoyo técnico y mi primita Génesis Flores por su gran afecto, gracias a todos.

A mis amigas (os) Gloria Polo, Sandy Córdova, Mayerling Muñoz y su familia, que me han acompañado a lo largo de este recorrido, gracias por su incondicional apoyo en todo momento. A mi tía Ethel Castro quien me considera una sobrina y Manuel Márquez el que ha sido mi hermano le doy las gracias por su gran cariño y de manera muy especial a Matilde Castro a quien llamo por cariño "Chaochao", le agradezco ser la propulsora de este proyecto de grado, me alegra darle las gracias de corazón por su inmenso apoyo y querer hacer de mi una profesional de la República.

Thibisay García.

AGRADECIMIENTO

A la Promotora Minera de Guayana P.M.G., S.A. del GRUPO RUSORO MINING. El incorporarme como pasante en el Campamento de la Gerencia de Exploración, por mi trabajo de grado con la meta de consolidar mi título de Geólogo.

A la Universidad de Oriente y en especial a los profesores de la Escuela Ciencias de la Tierra por introducirme en el universo del conocimiento de la Geología como carrera de igual forma a mis colegas de oficina en el Departamento de Exploración en especial: A los geólogos: Arlenis Álvarez, Jorge Peña, Cesar Malavé, como la cuadrilla de obreros y personal distinguiéndose: La Señora. Nancy Aguilera, Sr. Pedro Petit, Doctora Tatiana Tang, Yilda Romero, Marisol. Como también mi vecina Carmen de Morillo y sus hijos quienes en todo momento que he necesitado de su ayuda, ellos me han respondido colaborándome.

A mi Tutor Industrial la Ingeniero. Yecenia Peñaloza que es Jefe de Proyecto del departamento de Exploración gracías por impulsarme en todo momento durante la pasantía enfocándome en mi proyecto. Como al Profesor Miguel Gómez gracias por su orientación y constancia en guiarme durante el desarrollo de mi trabajo de grado.

A mis amigas (os), en especial a Migdalia Ramos quien me ha ayudado a lo largo de mi periodo de estudiante por tu infinito apoyo en los momentos que lo necesitaba. A la Doctora. Ethel Castro y su esposo Cesar, por darme la oportunidad de seguir mi objetivo, por medio de su gran apoyo, este proyecto logro forjar las bases solidas para iniciar y consolidar este anhelo, les doy las gracias y mi eterno agradecimiento por ser las personas que son.

Thibisay García.

RESUMEN

La geoquímica de suelo es un método de prospección utilizado para ubicar recursos minerales a través del estudio de la proporción, distribución y migración de los elementos que se obtiene de una capa guía de los diferentes horizontes; previo un estudio de orientación. Su objetivo es la detección directa de los depósitos de elementos a través de las anomalías en la concesión Chocó 02, la cual está ubicada en el Distrito Aurífero de El Callao, estado Bolívar. El presente estudio ha sido conformado a través de cinco (5) etapas logrando obtener un enfoque sistemático de la investigación estableciendo: estructuración, desarrollo y redacción del informe integrado de la siguiente manera en la metodología de trabajo: la etapa de oficina, la cual está fundamentada en: la recolección, revisión y clasificación, tanto del material técnico (datos geológicos, datos geotécnicos); la etapa de campo consta en la toma de muestras de suelo siguiendo los lineamientos del protocolo de la empresa, para ello se requirió de instrumentos de medición como: metro, brújula, GPS, talonarios de ticket que siguen una secuencia numérica para posterior identificación de la muestra, bolsas de muestreo que sirven para la recolección y protección de la muestra, cinta de flag tape que es usada como guía para localizar los puntos de recolección dentro de las líneas del infill (cerrado de mallado), marcadores, lápices, lupa; etapa de laboratorio donde las muestras son examinadas con terminación en absorción atómica para la determinación de oro en ppb; etapa del procesamiento de información se basa en el análisis e interpretación de los resultados mediante métodos estadísticos (Diagrama de Caja Gráfica) y métodos geoquímicos el cual permitirá representar gráficamente en mapas de anomalías y de isovalores, con la ayuda de programas como: Excel, Pasw Statistics 18 y Surfer 8.0; lo que determinara la etapa de redacción del informe final donde se consolidan las conclusiones y recomendaciones. Este proyecto esta orientado en la Reinterpretación Geoquímica de Suelos de la Concesión Chocó 02, basados en la información que fue obtenida por estudios hechos en el 2.004 por la empresa El Callao Holding, los cuales se pretenden confirmar por medio de un muestreo geoquímico dentro del cerrado de malla 100 x 50 metros un estudio más preciso y al detalle.

CONTENIDO

Páginas

HOJA DE APROBACIÓN ii
DEDICATORIA iii
AGRADECIMIENTO iv
RESUMEN v
CONTENIDO vi
LISTA DE FIGURA x
LISTA DE TABLAS xii
LISTA DE APÉNDICES xiii
LISTA DE ANEXOS xiv
INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I 3
SITUACIÓN A INVESTIGAR 3
1.1 Situación objeto de estudio 3
1.2 Objetivos de la investigación 3
1.1.2 Objetivo General 3
1.1.3 Objetivos Específicos 3
1.3 Justificación 4

CAPÍTULO II 5
GENERALIDADES 5
2.1 Ubicación político-administrativa 5
2.2 Ubicación Geográfica 6
2.3 Vías de acceso 8
2.4 Geomorfología 9
2.4.1 Unidades geomorfológicas 10
2.4.1.1 Lomas altas y medias de topografía escarpada 11
2.4.1.2 Lomas bajas de topografía quebrada 12
2.4.1.3 Vegas encajonadas 13
2.4.1.4 Glacis Coluviales o planos inclinados 13
2.5 Vegetación 14
2.5.1 Bosque alto medio (Bam/yl) 16
2.5.2 Bosque medio con emergentes (Bme/yl) 17
2.5.3 Bosque medio (Bm/y2) 19
2.5.4 Áreas intervenidas (Ai) 20
2.6 Fauna 20
2.7 Hidrografía 21

2.7.1 Río Yuruari 22
2.7.2 Subcuenca de la quebrada La Iguana 24
2.8 Drenaje 25
2.9 Suelos 26
2.9.1 Suelos de lomas altas y medias 27
2.9.1.1 Suelos de laderas rectilíneas, rectilíneas disectadas y lisas inestables: 28
2.9.1.2 Suelos de ladera de topografía irregular y simétrica y cóncavas: 28
2.9.2 Suelos de lomas bajas 29
2.9.3 Suelos de topes de lomas 29
2.9.3.1 De cimas alargadas y redondeadas 30
2.9.3.2 Decimas estrechas y puntiagudas 30
2.9.4 Suelos de Vega 30
2.10 Clima 31
2.10.1 Temperatura 31
2.10.2 Humedad 32
2.10.3 Vientos 32
2.10.4 Radiación media 32
2.10.5 Precipitación 32
2.11 Geología 36
2.11.1 Geología regional 36
2.11.2 Geología Local 39
2.11.2.1 Provincia Geológica de Pastora (PP) 40
2.11.3 Los Cinturones de Rocas Verdes (C.R.V) 48
2.11.3.1 Origen 48
2.11.3.2 Cinturones de Rocas Verdes (CRV) de la Provincia de Pastora 49
2.12 Geología estructural 52
2.12.1 Patrones Estructurales en la Concesión Chocó 02 53
2.12.2 De1 y De2: S0 54

CAPÍTULO III 56
MARCO TEÓRICO 56
3.1 Estudios previos a la investigación o antecedentes 56
3.2 Bases teóricas de la investigación 57
3.2.1 Prospección 57
3.2.2 Geoquímica 57
3.2.3 Anomalía geoquímica 58
3.2.3.1 Valor de Fondo (Background) 60
3.2.3.2 Anomalía 60
3.2.3.3 Valor Umbral (Threshold) 61
3.2.4 Diagrama de Caja 62
3.2.4.1 Construcción de un diagrama de caja: 62
3.2.5 Prospección geoquímica 64

3.2.6 Prospección geoquímica de suelos 64
3.2.7 Suelo 65
3.2.8 Horizonte de Suelo 65
3.2.8.1 Clasificación de los horizontes del suelo 66
3.2.9 Interpretación del Perfil Meteorizado de una Regolita Residual 67
3.2.9.1 Paleosol 70
3.2.9.2 Laterita 71
3.2.9.3 Zona moteada 72
3.2.9.4 Saprolita 73
3.2.10 Prospección de Oro 77
3.2.10.1 Oro 78
3.2.11 Tipos de depósitos movidos por gravedad 79
3.2.11.1 Coluvión 79
3.2.11.2 Aluvión 80
3.3 Definición de términos básicos 80
3.3.1 Muestra 80
3.3.2 Regolita 80
3.3.3 Regolita residual 81
3.3.3.1 Perfil preservado completamente 81
3.3.3.2 Perfil parcialmente truncado 81
3.3.3.3 Perfil erosionado 82
3.3.4 Suelo residual 82
3.3.5 Protolito 82
3.3.6 Regolito 82
3.3.7 Arcilla 83
3.3.8 Media aritmética 83
3.3.9 Desviación Estándar 84
3.3.10 Varianza 84
3.3.11 Mediana 85

CAPÍTULO IV 86
METODOLOGÍA DE TRABAJO 86
4.1 Nivel de investigación 86
4.2 Flujograma de la metodología 86
4.2.1 Etapa de oficina 88
4.2.1.1 Introducción técnica industrial 88
4.2.1.2 Recopilación y revisión de la información disponible 88
4.2.1.3 Búsqueda y reconocimiento de la tarjeta que será utilizada en el muestreo de campo. 89
4.2.1.4 Recolección del material y equipo de campo 89
4.2.1.5 Mesas de Trabajo previa a la incursión a la concesión Chocó 02 90
4.2.1.6 Revisión de Mapas de la concesión Chocó 02 90

4.2.2 Etapa de Campo 93
4.2.2.1 Aperturas de las picas en la Concesión Chocó 02 93
4.2.2.2 Toma de las muestras de suelos 94
4.2.2.3 Elaboración de las bolsas para recolectar las muestras 94
4.2.2.4 Recolección de las muestras de los suelos 95
4.2.2.5 Descripción Geológica 103
4.2.2.6 Control de Calidad 108
4.2.2.7 Ingreso de la información obtenida en el campo 109
4.2.3 Etapa de Laboratorio 110
4.2.4 Procesamiento de la Información 113
4.2.5 Redacción del Informe Final 113

CAPÍTULO V 114
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS 114
5.1 Recolección de la muestra de suelo en el campo 114
5.1.1 Mapa geológico 115
5.2 Reconocimiento geomorfológico del área de estudio 116
5.2.1 Muestreo de la zona de estudio 117
5.3 Introducción de la información del muestreo de suelo a la base de datos 117
5.4 Aplicación de los protocolos del muestreo para obtener datos confiables 118
5.5 Interpretación de los resultados definiendo las anomalías a mayor detalle en la concesión Chocó 02 119
5.5.1 Análisis Estadístico 119
5.5.2 Resultados de los Análisis Estadísticos 120
5.5.3 Análisis Geoquímico 122
5.5.4 Resultados del análisis geoquímico para el elemento oro 122
5.5.5 Definición de los resultados obtenidos de la Concesión Chocó 02 127

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 128
Conclusiones 128
Recomendaciones 130

REFERENCIAS 131
Electrónicas 132

APÉNDICES 134

LISTA DE FIGURA

Páginas

2.1 Ubicación Geográfica del área de estudio. 5
2.2 Imagen Satelital de la Concesión Chocó 02 (El Callao Holdings, 2.004)..... 7
2.3 Mapa de ubicación relativa de la Concesión Chocó 02 (El Callao Holdings, 2.004)..... 7
2.4 Carretera asfaltada vía el Manteco dirección El Callao-El Chocó. 8
2.5 Camino de tierra dentro de la Concesión Chocó 02..... 9
2.6 Vista panorámica desde el valle del área de la Concesión Chocó 02. 10
2.7 Vegetación tipo boscosa cubriendo una loma. 15
2.8 Bosque alto denso con acumulación de materia orgánica y una mayor humedad. 17
2.9 Bosque medio con emergente con abundante pedregosidad. 18
2.10 Bosque medio de ladera con topografía irregular. 19
2.11 Mapa de la Cuenca del Río Yuruari y distribución de las subcuencas que pasan por la Concesión Chocó 02..... 23
2.12 Vista de la Cuenca del Río Yuruari desde el Callao. 24
2.13 Un cauce de agua en periodo de sequía dentro de la Concesión Chocó 02..... 26
2.14 Ubicación de las Estaciones Climatológicas. Región Norte, Estado Bolívar.... 33
2.15 Muestra de la variación de la precipitación anual. 34
2.16 Representación de la precipitación promedio anual en el área de estudio 35
2.17 Provincias Geológicas del Escudo de Guayana. (C.V.G. TECMIN 1.989). 37
2.18 Litología de la cuenca de El Callao. (J.Greenfield y R. Gradim, 2.004)..... 38
2.19 Mapa estructural del Distrito Aurífero de El Callao. SRK consulting (2.003).. 53
2.20 Patrones Estructurales en la Concesión Chocó 02. (El Callao Holdings, 2.004). 55
3.1. Diagramas de caja indicando sus partes. 63
3.2. Perfil que muestra los horizontes de suelo, (Rober, 2.008). 67
3.3. Muestra de un Perfil Meteorizado de una Regolita Residual. 69
3.4 Muestra de Paleosol (P.M.G., 2.009). 70
3.5. Muestra de Laterita (P.M.G., 2.009). 72
3.6. Muestra de la Zona Moteada (P.M.G., 2.009). 73
3.7. Muestra de la Saprolita Superior (P.M.G., 2.009). 75
3.8. Muestra de la Saprolita Inferior (P.M.G., 2.009). 76
3.9. Muestra de la Transicional Saprock (P.M.G., 2.009). 77
4.1. Metodología del Flujograma aplicada en el Proyecto. 87
4.2. Instrumentos de trabajo que se utiliza para la recolección de muestras de suelo. 90

4.3 Mapa de la geoquímica de suelo de la Concesión Chocó 02. 92
4.4 Equipo de trabajo para la toma de muestras de suelo. 94
4.5 Limpiando el punto de muestreo de la vegetación para perforar. 96
4.6. Superficie sin vegetación preparada para la perforación. 96
4.7 Perforación del suelo con la barra minera. 97
4.8. Remoción del material con el uso de la pala. 97
4.9 Medición de la profundidad del agujero con el metro. 98
4.10 Observación del agujero listo para la toma de muestras. 98
4.11. Recolección de la muestra por el auger. 99
4.12. Horizontes de Suelos. 100
4.13. Toma de la muestra de suelo colocada en una bolsa identificada. 100
4.14. Geólogo supervisando el muestreo. 101
4.15. Observación final de la toma de muestras. 102
4.16 Depósito de las Bolsas con Muestras de Superficie Identificadas. 103
4.17. Tarjeta de Descripción Geológica – Muestras de Superficies. 105
4.18 Leyenda Geológica – Muestras de Superficie. 107
4.19. Ventana principal de la base de datos. 110
5.1. Histograma de la frecuencia de los resultados del Au en ppb. 121
5.2 Gráfico del Diagrama de Caja que representa las muestras del elemento oro. 123
5.3. Mapa de Isovalores de Au en ppb en donde están representados los sectores del muestreo (cerrado de mallado) realizados en la concesión Chocó 02. 125

LISTA DE TABLAS

Páginas

2.1 Coordenadas UTM de la Concesión Chocó 02. 6
2.2. Datos de la Estación Climática Puente Blanco tomada para el Parámetro de la Precipitación. 33
2.3. Datos Climáticos de Precipitación Anual. 34
2.4 Columna litoestratigráfica de los CRV de la Provincia de Pastora. Tomada de Menéndez, A (1.994) modificada por Mendoza, V. (2.005). 42
5.1 Resultados del análisis estadístico para Au en ppb. 120
5.2. Formulas utilizadas para el análisis geoquímico. 122
5.3. Resultados del análisis geoquímico para el Au en ppb. 123
5.4. Zonas anómalas que presentan valores altos en Au en ppb. 126

LISTA DE APÉNDICES

Páginas

A. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS CON TERMINACIÓN EN ABSORCIÓN ATÓMICA REALIZADOS A LAS MUESTRAS DE SUELO RECOLECTADAS EN LA CONCESIÓN CHOCÓ 02…… 135

A.1 RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA PROGRESIVA PO+301 DE LA CONCESIÓN CHOCÓ02……... 136

A.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA PROGRESIVA PO+343 DE LA CONCESIÓN CHOCÓ 02……..…… 137

A.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA PROGRESIVA PO+385 DE LA CONCESIÓN CHOCÓ 02……..…… 138

A.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA PROGRESIVA PO+427 DE LA CONCESIÓN CHOCÓ 02……..…… 139

A.5 RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA PROGRESIVA PO+469 DE LA CONCESIÓN CHOCÓ 02…….. 140

A.6 RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA PROGRESIVA PO+511 DE LA CONCESIÓN CHOCÓ 02…..…… 141

B. RESULTADOS GRÁFICOS DE LA PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA DE LA CONCESIÓN CHOCÓ 02 OBTENIDAS EN PPB PARA EL ORO DEFINIDAS EN LOS SECTORES DE LA RECOLECCION DE MUESTRAS DE SUELO……...…….. 142

B.1 MAPA DE ISOVALORES DE AU EN PPB EN DONDE ESTÁN REPRESENTADOS LOS SECTORES DE MUESTREO (CERRADO DE MALLADO) REALIZADOS EN LA CONCESIÓN CHOCÓ 02..... 143

B.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL MALLADO A…….. 144

B.3 MAPA DE ISOVALORES DE AU EN PPB DEL MALLADO A…… 144

B.4 REPRESENTACIÓN GRÁFICA EN 3D DE LOS ISOVALORES DE ORO EN PPB DEL MALLADO A…… 145

B.5 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL MALLADO B ..…….. 145

B.6 MAPA DE ISOVALORES DE AU EN PPB DEL MALLADO B…… 146

B.7 REPRESENTACIÓN GRÁFICA EN 3D DE LOS ISOVALORES DE ORO EN PPB DEL MALLADO B…… 146

B.8 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL MALLADO C…….. 147

B.9 MAPA DE ISOVALORES DE AU EN PPB DEL MALLADO C…… 147

B.10 REPRESENTACIÓN GRÁFICA EN 3D DE LOS ISOVALORES DE ORO EN PPB DEL MALLADO C…… 148

LISTA DE ANEXOS

Páginas

1 MAPA GEOLOGICO CHOCO 02……. 155

2 MAPA TOPOGRAFICO CHOCO 02……. 156

INTRODUCCIÓN

Este tema surge de la Promotora Minera de Guayana P.M.G., S.A. del GRUPO RUSORO MINING. por la necesidad de reinterpretar una zona anómala para confirmar los datos geoquímicos existentes correlacionándolo a los nuevos resultados para tal fin se realizarán estudios geoquímicos de suelo en la fracción donde existe la zona de interés ubicada en la parte Norte de la Concesión Chocó 02, Distrito Aurífero de El Callao – Estado Bolívar. El área de estudio pertenece al Escudo de Guayana específicamente en la Provincia Geológica de Pastora comprendida en los Cinturones de Rocas Verdes en el Súper Grupo Pastora, formado por: el Grupo Carichapo (Formación Florinda, Formación Cicapra y Formación El Callao) y la Formación Yuruari, Grupo Botanamo (Formación Caballape) y El Complejo Supamo.

Este proyecto se fundamenta en estudios realizados anteriormente que arrojaron evidencias de anomalías que en la actualidad requiere de un análisis mas detallado por ello, se opto por la Geoquímica de Suelos que tiene la finalidad de descubrir patrones químicos normales o anomalías geoquímicas que pueden ser indicadores de mineralización. Esta técnica consta de un muestreo sistematizado de suelos residuales para lo cual se utilizara anomalías situadas directamente encima del cuerpo mineralizado debido a su sencillez y a la ventaja de la composición. El objetivo está dirigido principalmente a la detección de depósitos del mineral de oro; lo que conducirá a determinar la rentabilidad de la zona.

La presente investigación está diseñada de la siguiente forma: Capítulo I: en éste se destaca las situación a investigar y los objetos que permitieron llevar a cabo la investigación; Capítulo II, donde se describen las generalidades y características físico-naturales del área de estudio, además de la geología en la zona; Capítulo III, donde se encuentra un compendio de una serie de elementos conceptuales que sirven

de base a la indagación a realizar; Capítulo IV, en el cual se detalla el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los procedimientos que fueron utilizados para llevar a cabo la indagación y el Capítulo V, donde se muestran los resultados obtenidos de la investigación, los cuales son reflejados en las conclusiones.

CAPÍTULO I
SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación objeto de estudio

Se realiza este trabajo de Reinterpretación Geoquímica de Suelos para la prospección de oro en la exploración minera de la Concesión Chocó 02 a escala 1.10.000 en el Distrito Minero el Callao – Estado Bolívar, con el fin de confirmar los datos geoquímicas existentes de las zonas anómalas incorporando los nuevos resultados.

1.2 Objetivos de la investigación

1.1.2 Objetivo General

Reinterpretar la Geoquímica de Suelos para la prospección de oro en la exploración minera de la Concesión Chocó 02 a escala 1:10.000 en el Distrito Minero El Callao – Estado Bolívar.

1.1.3 Objetivos Específicos

Reconocer geomorfológicamente el área de estudio.

Ubicación de las unidades geológicas presentes en la zona de estudio.

Recolectar las muestras de suelo en el campo.

Aplicar los protocolos del muestreo de suelos para la obtención de datos confiables.

Introducir la información de las muestras de suelo a la base de datos (Datashed) del Departamento de Exploración para la validación.

Interpretar los resultados para correlacionarlo con los datos geoquímicos existentes definiendo las anomalías a mayor detalle en la Concesión Chocó 02.

1.3 Justificación

El presente estudio tiene la finalidad de corroborar la información geoquímica existente de la Concesión Chocó 02 a través de un muestreo a detalle (escala 1:10.000) para optimizar los datos geológico-geoquímicos de la Concesión.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación político-administrativa

La concesión Chocó 02 se encuentra ubicada en la parte Sur de Venezuela dentro de la Región Guayana en el estado Bolívar, al Suroeste (SW) del Municipio Autónomo El Callao, aproximadamente a 6 km al sur de la población de El Callao, a través de una vía que conduce al Manteco. De acuerdo a la zonificación establecida por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MARN), la concesión Chocó 02, se encuentra ubicada parcialmente dentro del Área Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) denominada Lote Boscoso San Pedro y el RAO (Figura 2.1).

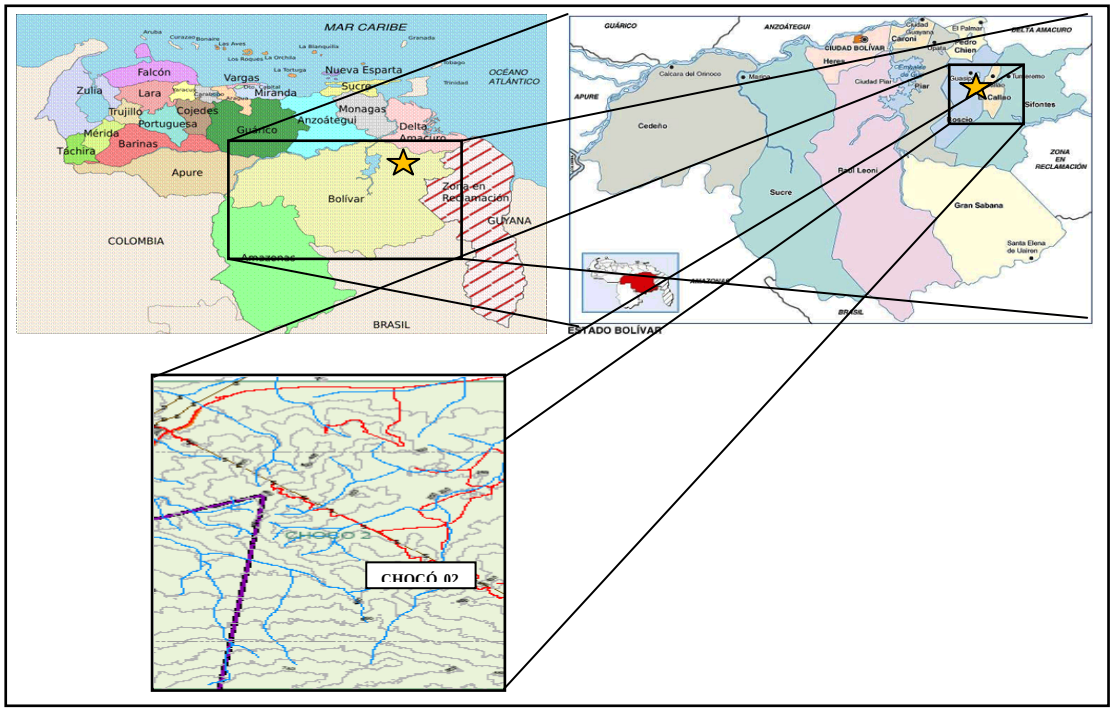


Figura 2.1 Ubicación Geográfica del área de estudio.

2.2 Ubicación Geográfica

En forma general, el "Desarrollo Minero Chocó 02" se localiza entre las Coordenadas Geográficas:

Latitud Norte: 7°15'46" y 7°19'12"
Longitud Oeste: 61°47'09" y 61°54'46"

La parcela corresponde a la Concesión Chocó 02, en su parte Norte, se encuentra delimitada por la siguiente poligonal referida en Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM), Huso 19, Datum La Canoa. A continuación se muestra el Mapa Satelital y el Mapa de la ubicación relativa de la misma área de estudio, (Figuras 2.2 y 2.3, Tabla 2.1).

Tabla 2.1 Coordenadas UTM de la Concesión Chocó 02.

PUNTO	**COORDENADAS UTM**	
	CHOCÓ 02	
	ESTE	**NORTE**
N° 2	624.002,08	809.492,43
N°6	624.002,08	806.002,43
N°7	620.002,08	806.502,08
N°1	620.002,08	809.492,43

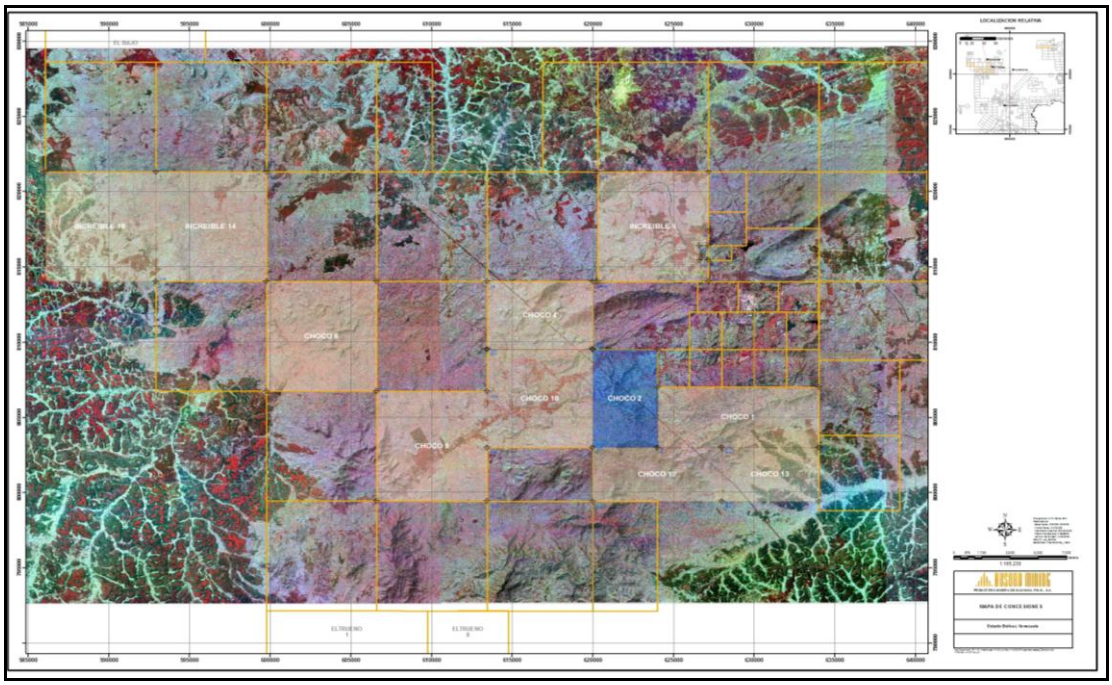


Figura 2.2 Imagen Satelital de la Concesión Chocó 02 (El Callao Holdings, 2.004).

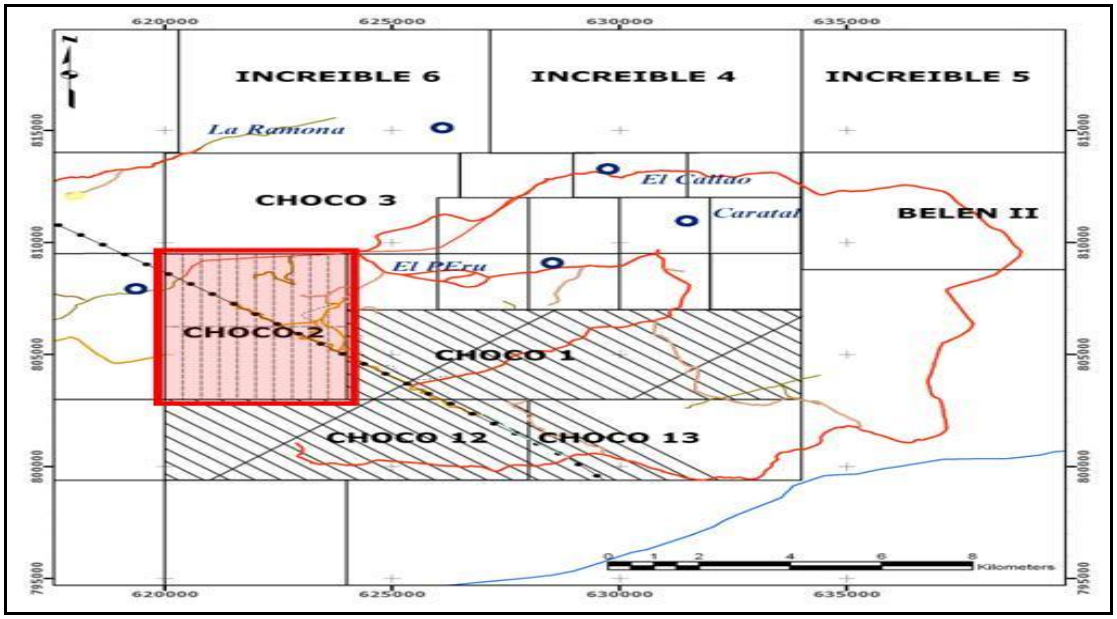


Figura 2.3 Mapa de ubicación relativa de la Concesión Chocó 02 (El Callao Holdings, 2.004).

2.3 Vías de acceso

Esta zona es poblada por asentamientos campesinos que circundan por toda la concesión Chocó 02. El acceso es por la carretera vía el Callao – Manteco (Figura 2.4), a una distancia aproximada de 10 km, se encuentra la entrada de la concesión por el sector Puente La Iguana el camino es asfaltado, una vez adentrándose a la concesión el camino es engranzonado sin capa de asfalto. Además existen otros caminos que atraviesan el área, lo cual permite recorrerla, (Figura 2.4 y 2.5).

Figura 2.4 Carretera asfaltada vía el Manteco dirección El Callao-El Chocó.

Figura 2.5 Camino de tierra dentro de la Concesión Chocó 02.

2.4 Geomorfología

La Concesión Chocó 02 se distingue por un claro dominio espacial del paisaje de Lomerío, lo que determina una cierta monotonía topográfica quebrada a escarpada, con altos valores de pendientes; estos tipos de paisajes conforman las divisorias de aguas y en ellos se encuentran las nacientes de los cursos de agua que drenan el área.

Se caracteriza por ser una zona accidentada, con presencia de cerros y colinas disectada por cursos de agua estacionales como la quebrada Caratal, la Rochela, La Viuda, El Caiguao y Mocupia, con desniveles de hasta 630 m, siendo sus alturas extremas 150 y 780 msnm respectivamente. Las montañas se encuentran flanqueadas por zonas bajas, características de valles aluviales- Los cerros más prominentes son: El Brujo, Atalaya, El Purgal y El Chocó, (Figura 2.6).

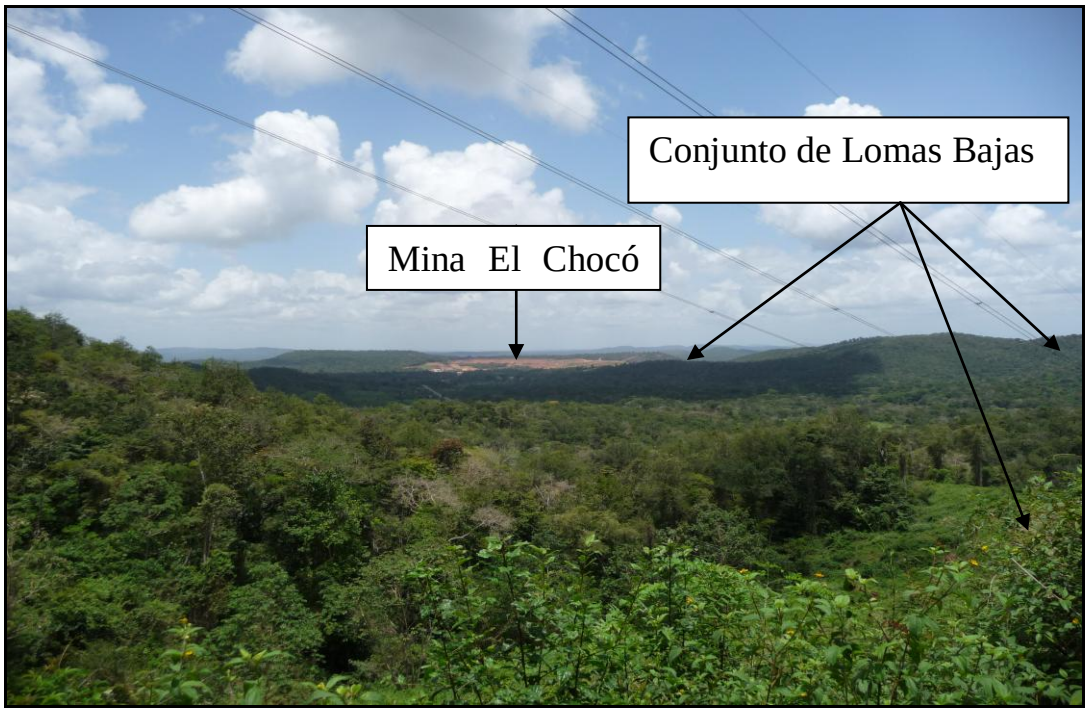


Figura 2.6 Vista panorámica desde el valle del área de la Concesión Chocó 02.

2.4.1 Unidades geomorfológicas

En la zona de estudio predomina un Tipo de Paisaje de Lomerío donde los procesos erosivos han actuado de manera intensa, generando una disección fuerte; caracterizado por un conjunto de relieves de lomas de topografía escarpada, con pendientes que oscilan entre 30% -60%, que localmente pueden superar este rango; separadas por vegas encajonadas asociadas a los cursos de agua que drenan el área.

A escala regional, la zona de El Callao se distingue por un dominio casi total del paisaje de altiplanicie compuesto por un conjunto de lomas disectadas, por lo general sujetas localmente a una intensa erosión, entre filas de rocas básicas o taludes asociados a rocas básicas; los materiales constituyentes pueden ser debidos a un

proceso de relleno de valles, por materiales aluviales y coluviales cuya actividad ha modelado sus vertientes en alto grado.

El otro paisaje presente en el área es el Valle, el cual presenta suficiente amplitud para considerarlo un tipo de paisaje importante se localiza bordeando el curso del Rio Yuruari y sus afluentes, se caracterizada por estar presente en espacios mas bajos, de topografía plana, cuyas pendientes superan el 4%, esto permite la acumulación de material transportado (aluvial y coluvial); esto interfiere con la naturaleza del sustrato geológico del que proviene. En los valles se encuentran relieves de llanura aluvial y vega, ambos adyacentes al cauce, los cuales son inundables en épocas de crecidas estacionales. Las unidades identificadas en el área fueron:

2.4.1.1 Lomas altas y medias de topografía escarpada

Las lomas altas y medias poseen un desnivel que varia entre (140 m y 180 m) cuya topografía escarpada con pendientes de (30% - 60%) con vertientes abruptas que localmente sobrepasan el 60% de inclinación que tienen una disección fuerte con crestas bien definidas por encima de los 400 msnm.

El relieve se desarrolló sobre rocas anfibolíticas del Grupo Carichapo, cuyo relevante es su alineación en forma de franjas alargadas, siguiendo un patrón estructural de rumbo noreste, como consecuencia de los procesos tectónicos que han ocurrido en el área. En los suelos de las lomas se puede observar un avanzado estado de desarrollo de Ultisoles, que van de superficial a muy superficial, con una alta pedregosidad en superficie, con alto contenido de materia orgánica, pero baja en fertilidad natural.

Las fuertes pendientes describen un excesivo drenaje y los valles en forma de "V" forman entalles profundos y estrechos, que geomorfológicamente representan vegas encajonadas; relacionada a los cursos de agua que representan un patrón de drenaje subdentrítico.

2.4.1.2 Lomas bajas de topografía quebrada

Esta zona se encuentra hacia los extremos Noreste y Noroeste del área, donde la altitud es inferior a 280 msnm, tiene desniveles entre el tope y la base menor de 60 m, con pendientes entre (8% -16%), separadas por vegas encajonadas cuyas pendientes alcanzan valores menores del 2%, que están asociadas a cursos de agua, que presentan un patrón de drenaje dendrítico a subdentrítico. Dispersas entre estas lomas se forman las divisorias de las nacientes quebradas Carne Cruda y la Iguana; extendiéndose así al sector central y extremo oeste donde predomina la subcuenca de la quebrada Capia.

La vegetación es boscosa produce altas temperaturas y humedad, desarrollando suelos altamente evolucionados, en el orden de los Ultisoles. Los procesos erosivos se muestran a través de una erosión laminar ligera y generalizada, que se concentra en forma de pequeños surcos.

Estas lomas son disimétricas, cuyos topes convexos y en algunos casos es agudo, muestran una topografía plana (0 - 4%) y una configuración alargada; de suelos profundos con alta pedregosidad en superficies.

2.4.1.3 Vegas encajonadas

Son unidades estrechas y encajonadas, localizadas en ambos lados de los cursos de agua, presenta un lecho rocoso, el cual ejerce la función de canales de evacuación de sedimentos hacia los ejes principales debido a ello el suelo es clasificado en el orden de entisoles. Estos ocupan los espacios geográficos más bajos, ubicándose en cotas de 260 – 300 msnm; que separan los interfluvios, representados, en este caso, por las lomas. Las vegas presentan una topografía plana a plano-cóncava, cuyas pendientes no sobrepasan el 4% de inclinación. Por lo general, se localizan en áreas pertenecientes a los planos inclinados, pero poseen menor pendiente y recorrido.

2.4.1.4 Glacis Coluviales o planos inclinados

Este tipo de glacis coluvial se caracteriza por ser mixtos o detríticos con materiales aportados de la vertiente, o del mismo glacis. El grado de disección y los procesos erosivos que han actuado en este conjunto de lomas han generados relieves transicionales entre éstas y las vegas, como son los glacis coluviales, que conforman superficies ligeramente inclinadas con pendientes que varían entre 4% y 6%, recubiertas de material coluvial provenientes de los relieves dominantes como son las lomas.

Estos planos inclinados poseen la condición que acelera los procesos erosivos; sobre estas áreas donde se evidencian fuertes y rápidos movimientos de masas con presencia de cárcavas, producto de la deforestación. Los suelos poseen textura arcillosa, producto del material parental que los origina.

2.5 Vegetación

Según la clasificación de Holdridge, modificada para Venezuela por Ewel et al (1.976), el área de estudio se encuentra ubicada dentro de la zona de vida Bosque Seco Tropical. Beard (1.946), estableció que estas masas forestales corresponden al tipo de Selva Veranera Semideciduas y Deciduas, por presentar ocasionalmente árboles emergentes, dos estratos bien diferenciados con más del 25% de arboles caducifolios. Bajo este contexto, la zona agrupa bosques medios de coberturas uniforme lográndose tres (3) formaciones vegetales consideradas como los bosques primarios, estos son: bosques altos medios, bosques medios medios y bosques medios medios con emergentes.

Estos bosques se distinguen por una exuberante vegetación, que se refleja en la altura que alcanzan los árboles dominantes (20 metros), cuyos diámetros en algunos casos exceden los 60 cm. Estos bosques de tierras bajas presentan diferencias entre ellos, que vienen dadas por su ubicación geomorfológica, condición edafológicas y de humedad distintivas formando depresiones con mayor distribución de bosques naturales con estructura y fisonomía más compleja predominando sobre lomas o laderas, debido al estar en suelos más húmedos proporciona mejor estructura, (Figura 2.7).

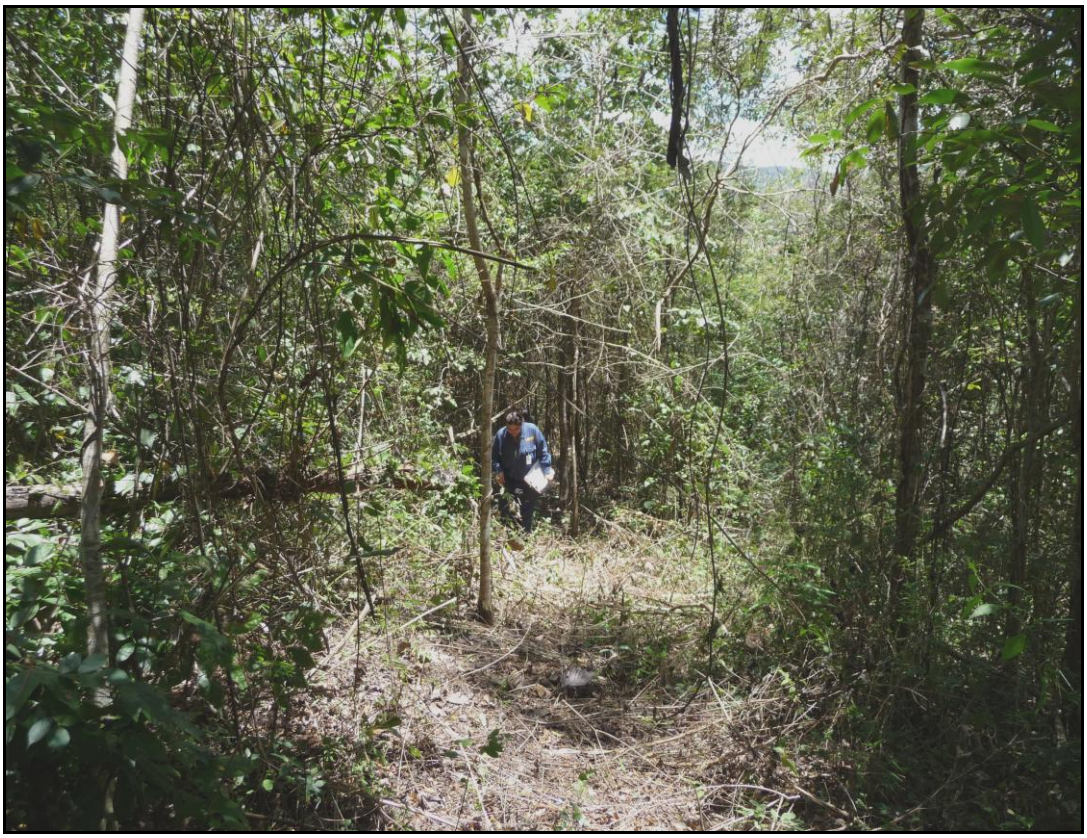


Figura 2.7 Vegetación tipo boscosa cubriendo una loma.

El área también muestra evidencia de intervención, provocada por los siguientes factores: La extracción de material aurífero de pequeña a gran escala, la agricultura migratoria (conucos) y permanente como también la tala de madera. Todos ellos provocan la eliminación de la cobertura vegetal original creando una vegetación secundaria que esta en proceso de sucesión ecológica. En el área se diferencian las siguientes unidades de vegetación:

2.5.1 Bosque alto medio (Bam/yl)

Esta comunidad arbórea se localiza en las partes bajas y moderadamente altas del área de estudio. Los individuos arbóreos que la conforman presentan alturas que varían entre 16 y 25 m, con arboles emergentes que alcanzan los 35 m de altura. El bosque alto medio (Figura 2.8), se ubica aledaño a los drenajes naturales, sobre las vegas aluviales y en las lomas de topografía ondulada, en mejores condiciones edáficas y de humedad, con una superficie de 678 ha (9,3%) del área de estudio. La exuberante vegetación esta asociado a niveles de acumulación superficial de materia orgánica y una mayor humedad, que facilita el reciclaje de nutrientes. El patrón estructural de esta clase de bosque es pluriestratificado, con alturas del dosel superior a 20 m y sus copas se tocan, considerándose de media densidad.

Estructuralmente, se observan de dos (2) a tres (3) estratos arbóreos, en cuya composición florística destacan las siguientes especies: Caramacate (piranhea longepedundulata), capure (pouteria sp), cacho (chaetocarpus schomburgkianus), zapatero (peltogyne nervosa), hierrito (licania densiflora), capa de tabaco (couratari guianensis),sun sun (schefflera morototonii), yiguire (piptadenia psylostachya), guatacare negro (lepidocordia punctata), cazabe (torrubia cuspidata), puy (tabebuia capitata), purguillo amarillo (pouteria egregia).

Figura 2.8 Bosque alto denso con acumulación de materia orgánica y una mayor humedad.

El sotobosque esta cubierto de hojarasca con algunas plántulas de la regeneración de los estratos superiores, así como de herbáceas entre las que destaca la Bromelia humboldtii (piñuela) y aráceas, estas ultimas abundantes sobre los troncos y el suelo. El sotobosque presenta cobertura media a rala y las especies presentes son: Mahoma (lonchocarpus sericeus), quina (angostura trifoliata), guayabita (myrcia sp), jebe (lonchocarpus sp), gaspadillo (paypayrola longifolia).

2.5.2 Bosque medio con emergentes (Bme/yl)

Se localizan en las partes moderadamente altas y menos intervenidas del área, Comúnmente presenta una altura inferior a los 15 m, con arboles emergentes que alcanzan los 25 m de altura. La mayoría de los individuos son de fustes cilíndricos y diámetros bajos, inferiores a 50 cm. El bosque medio medio con emergentes se encuentra asociado a las unidades geomorfológicas de lomas altas y medias de

abundante pedregosidad en superficie, lo que limita el tamaño de los arboles como la riqueza florística, esta área ocupa una superficie de 4.110,9 ha (56,6%) del área de estudio, (Figura 2.9).

Figura 2.9 Bosque medio con emergente con abundante pedregosidad.

Estructuralmente, se observan dos (2) estratos arboceos y un sotobosque de cobertura media a rala. El primer estrato (superior) lo conforman aquellos individuos cuya altura oscila entre 10 m y 15 m con cobertura densa. Entre las especies comúnmente encontradas se destacan: Caramate (Piranhea longepedunculata), guatacare (Bourreira cumanensis), cabeza de negro (Apeiba echinata), guácimo cimarron (Luehea candida), pardillo (cordia alliodora), punteral (randia armata), indio desnudo (Bursera simaruba).

Como especies de mayor porte o emergentes, se tienen presentes: zapatero (peltogyne floribunda), hierrito (licania sp), algarrobo (hymenea coubaril), aceite (copaifera pubiflora), araguaney (tabebuia sp), ceiba (ceiba pentandra). El segundo estrato esta conformado por individuos cuyas alturas oscilan entre 12 m y 16 m, siendo las especies mas representativas: Caraño (protium sp), guatacare (bourreria cumanensis), cabeza de negro (apeiba echinata), guácimo cimarron (luehea candida).

2.5.3 Bosque medio (Bm/y2)

El bosque medio, se establece en la unidad geomorfológica de lomas altas y medias, subunidades de ladera de topografía irregular, lisa inestable, simetrica cóncava y rectilínea disectada y poco disectada, esta área ocupa una superficie de 1.844,0 ha (25,5%) del área de estudio. Ya sea porque el suelo en el cual se asienta posee menor fertilidad, profundidad o condiciones de humedad, que limitan el desarrollo de la vegetación arbórea y/o por una alta intervención producto de la extracción de recursos madereros, reduciendo o eliminando el estrato emergente, (Figura 2.10).

Figura 2.10 Bosque medio de ladera con topografía irregular.

2.5.4 Áreas intervenidas (Ai)

Estas áreas están asociadas a sectores donde se han realizado actividades de minería ilegal y en las zonas aledañas a las principales vías que bordean el área de estudio, en donde la vegetación original ha sido eliminada. Por ello, la Promotora Minera de Guayana (PMG) por medio de su Departamento de Ambiente esta realizando un proceso de recuperación con la siembra de arboles y semillas en estas zonas. Observándose una recuperación espontanea en donde se identifican especies indicadoras de áreas intervenidas, tal como el yagrumo (cecropia sp).

2.6 Fauna

Desde un punto de vista zoogeográfico, la fauna silvestre en el área dentro y fuera de la concesión posee características naturales propias relacionadas con el clima, la disponibilidad de agua y la diversidad florística y estructural de la vegetación, la cual corresponde con un bosque de tierras bajas característico del noreste del estado. Estos bosques facilitan el desarrollo de una complejidad ecológica elevada que permite el suministro de variadas fuentes alimentarias y la abundancia de sitios de cría para muchas especies de la fauna silvestre autóctona.

Las actividades humanas que se han venido desarrollando en el área, han generado transformaciones marcadas de carácter físico y biológico en los espacios naturales y que en muchos casos han promovido escenarios irreversibles para los recursos fauna y vegetación en áreas que en el pasado probablemente reservorios importantes de fauna silvestre.

Cabe destacar, que si bien una importante cantidad de especies silvícolas están estrechamente relacionadas con estos bosques, algunas son capaces de explotar los ecotonos (áreas de transición) y los ambientes intervenidos. Entre estas especies

destacan el venado caramerudo (Odocoileus virginianus) y roedores como Oligoryzomys fulvescens y Zygodontommys brevicauda, cuyas preferencias ecológicas están mayormente vinculadas con ambientes abiertos herbaceos y los ecotonos de estos con el bosque. Los pobladores confirman la baja abundancia de aves en estas formaciones, señalan como áreas de mayor concentración las correspondientes a las quebradas y su área de inundación, receptora de los cursos de agua que drenan las concesiones. A continuación se presenta un listado de especies presentes en el área de estudio, los mamíferos que se localizan en la concesión son: Lapa (agouti paca), acure (dasyprocta agouti), conejo de monte (sylvilagus brasiliensis), mono araguato (alovata seniculus), oso melero (tamandúa tetradactyla), cachicamo (dasypus kappleri), rabipelao (didelphis marsopialis).

Las aves que se encuentran en la zona: Zamuro (coragups atratus), pájaro minero (lipaugus vociferaus), paují (crax alector), grulla (psophia crepitans), paloma turca (leptotola verreauxi), guacamaya (ara ararauna), perico cara sucia (aratinga pertinax), carpintero (piculus ribiginosus). Los reptiles presentes son: Iguana (iguana iguana), tragavenado (boa constrictor), ratoncita (cielia cielia), terciopelo (bothrops atrox).

2.7 Hidrografía

El área de la concesión esta ubicada en la cuenca del río Yuruari, con un patrón de drenaje detrítico en las zonas bajas, en las zonas de pendientes elevadas esta controlado estructuralmente por fracturas e intrusiones en forma de diques. Las quebradas El Chocó y Capia forman una sola unidad hidrográfica a escala regional, que aporta su caudal a la cuenca del río Yuruari, las otras tres: La Iguana, Carne Cruda y Capia 2, son cursos independientes que confluyen de manera directa en el mismo río también discurren las quebradas Mocupia y Sarrapia. Todas estas subcuencas pertenecen a la cuenca del río Yuruari en su parte alta, siendo esta una de

las hoyas hidrográficas de mayor representación del río Yuruán, por el aporte de su carga; el río Yuruán es afluente importante del río Cuyuní. Descripción de los cauces principales dentro del área de estudio son:

2.7.1 Río Yuruari

El curso del agua más importante que drena el área, lo constituye el río Yuruari, el cual a la altura de El Callao tiene una orientación Noroeste – Este. Esta sub – cuenca del Yuruari pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Cuyuni. Este Río abarca unos 50.000 km^2 de lo cuales 12.000 aproximadamente se encuentra en Guayana.

El río Yuruari que posee una longitud de 290 km, el cual fluye en el Estado Bolívar. El mismo nace en los macizos montañosos de El Yagual y fluye hasta encontrar el río Cuyuní en cercanías a la ciudad de El Dorado, el Cuyuni alimenta a su vez al río Esequibo ubicado en la zona de Guayana, (Figura 2.11).

A su orilla se encuentran las poblaciones de Guasipati, El Callao y Tumeremo, las cuales nacieron y se desarrollaron a finales del siglo XIX, impulsadas por la explotación minera en la zona.

Actualmente, la minería es aún muy importante en la zona del Yuruari, con presencia de oro tanto en vetas como en forma aluvional como también diamantes.

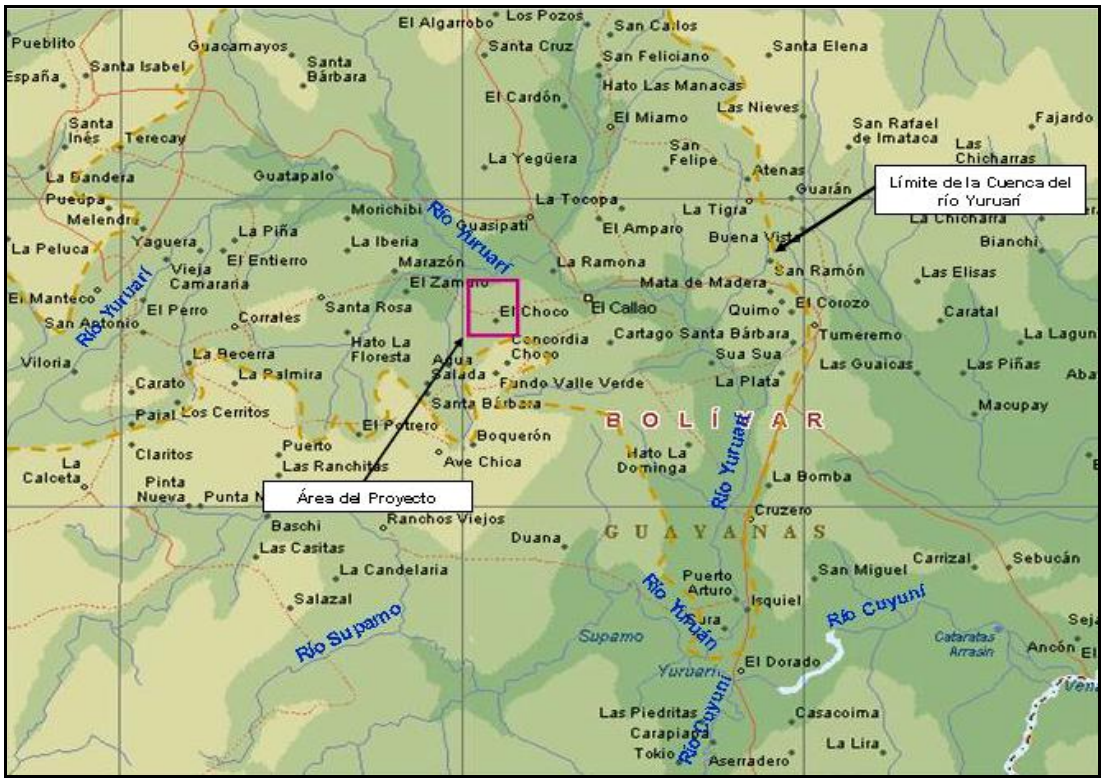


Figura 2.11 Mapa de la Cuenca del Río Yuruari y distribución de las subcuencas que pasan por la Concesión Chocó 02.

Se ubica en medio de un valle, el río Yuruari que bordea a la población del Callao es navegable con pequeños botes y curiaras en el período de lluvias y sólo se utiliza este medio para prácticas deportivas y diversión. El Yuruari se inicia con una topografía accidentada que le adjudica altas pendientes (mayores al 35%) al recorrido inicial. El valle es encajonado desde sus nacientes hasta el sector El Manteco, donde curiosamente, se amplía ligeramente al dejar atrás las tierras del municipio Piar y entrar en territorio de bajas pendientes (5%), pertenecientes al municipio El Callao, (Figura 2.12).

A partir de allí, el cauce durante su descenso describe grandes meandros hasta su confluencia en el Yuruán; tanto así, que en su tramo medio y bajo, su planicie aluvial está sometida a inundaciones periódicas. Frente al área de la Concesión, vista

norte, el Yuruari discurre por un valle no muy amplio (2 km de ancho en promedio), separado del área del lindero de la poligonal en referencia por una distancia cercana a los 3,5 km.

Figura 2.12 Vista de la Cuenca del Río Yuruari desde el Callao.

2.7.2 Subcuenca de la quebrada La Iguana

La quebrada La Iguana nace en la zona noreste del área de la Concesión Chocó 4, aunque algunos de sus tributarios tienen sus cabeceras en el flanco este del área. La superficie total de la subcuenca es de alrededor de 6.400 ha, de las cuales 1.212 ha son las que la poligonal de las concesiones encierra, proporcionales al 17% del total del área del Proyecto.

El curso principal de la quebrada presenta una dirección predominante suroeste-noreste, extendiéndose aproximadamente en una longitud mayor a los 12 km, desde sus cabeceras localizadas a más de 350 msnm sobre lomas altas hasta su confluencia en el río Yuruarí, a 3 km al suroeste de El Callao, sobre la cota de los 160 msnm.

A pesar de su desnivel inicial, debido a la altura relativa, el gradiente longitudinal en su descenso es bastante bajo, siendo de 8 m por cada 1.200 m horizontales, lo cual crea condiciones de acumulación de sedimentos, tanto en el tramo medio como en la parte inferior o final de su cuenca.

2.8 Drenaje

En la zona de estudio el comportamiento de la red de drenaje es un reflejo no sólo de las condiciones geomorfológicos imperantes, sino también de la influencia de las geoestructuras, ya que éstas dominan directa o indirectamente la forma, densidad y distribución de los drenes.

En términos generales, en la zona se desarrolla un patrón de drenaje subdendrítico de mediana densidad. Sin embargo, se presentan algunas variaciones en su distribución que responden a la influencia de factores geológicos, estructurales y de pendientes.

El patrón de drenaje desarrollo en algunos sectores es más ramificado y con características de dendrítico que en otros. Además, existe una modificación o combinación de patrones de subdendrítico con subparalelo en muchos casos (Figura 2.13).

Figura 2.13 Un cauce de agua en periodo de sequía dentro de la Concesión Chocó 02.

2.9 Suelos

Los suelos de la Región Guayana están dominados por el tipo de clima lluvioso tropical, que origina un perfil de meteorización profunda que genera procesos de lavado de bases, translocación, transformación de arcillas, generación de concreciones ferruginosas, presentando suelos muy evolucionados, clasificándolos según su Taxonomía de suelos como Ultisoles. De igual manera, en algunos sectores, están relacionados a los cursos de agua, valles, laderas y/o afloran fragmentos de roca, se muestra en un incipiente desarrollo pedogenético clasificándose estos suelos como Entisoles.

A nivel regional, los suelos poseen una posición geomorfológica, donde tiene un predominio de ultisoles sobre entisoles, se destaca el alto contenido de materia orgánica (humus), siendo su fertilidad natural muy baja provocada por la capacidad del intercambio catiónico y su saturación de bases es muy baja. La textura de suelos es franco a franco - arcillosa en superficie y franco - arcillosa a arcillosa en profundidad; el pH es moderadamente acido, y de colores marrón – rojizos a rojizos y rojos.

Los Entisoles, localizados en los valles, tienen un drenaje moderado, cuyo material lo constituyen sedimentos coluviales – aluviales están relacionado a un fondo rocoso en el cauce del río. Los suelos, por lo general, el perfil es arenoso, profundo, con bajo contenido de materia orgánica, y de un bajo intercambio catiónico y de saturación de bases; el pH del ácido es muy fuerte.

A nivel local, los suelos de la concesión Choco 02, consta de las siguientes unidades geomorfológicas que son descritas a continuación, producto del estudio realizado por la Promotora Minera de Guayana (P.M.G), que efectuó un reconocimiento del área de estudio para determinar el suelo, clasificándola de esta manera:

2.9.1 Suelos de lomas altas y medias

Estos suelos se conocen como Ultisoles, aunque poseen características distintivas, principalmente de profundidad, de acuerdo a la posición que ocupan a nivel de la forma del terreno. De esta manera, se obtuvo la siguiente identificación:

2.9.1.1 Suelos de laderas rectilíneas, rectilíneas disectadas y lisas inestables:

Son suelos superficiales a muy superficiales, con alta pedregosidad, superficialmente de textura franca a franca – arcilloso y con un horizonte subsuperficial a 25 – 30 cm rico en arcillas, aumentando la misma con la profundidad, son de estructura boscosa sub-angular, moderada, muy fina, de color rojo amarillento, de consistencia friable, adhesiva y plástica y cuyo pH es de 4,5 fuertemente ácido. A profundidad pueden encontrarse concreciones ferruginosas. Es de permeabilidad baja y drenaje extremo e interno lento. La sustentación del bosque se lleva a cabo, gracias al ciclaje de nutrientes. Estos suelos son clasificados como Typic Hapludults.

2.9.1.2 Suelos de ladera de topografía irregular y simétrica y cóncavas:

Son suelo más profundos, hasta 100 cm, presentan colores rojizos a rojo claro; la textura en los primeros horizontes es franco – arcillosa a arcillosa, mientras que con la profundad son arcillosos; la consistencia es friable, adhesiva y plástica a firme. El contenido de materia orgánica es alto a moderado, aunque la capacidad de intercambio catiónico es baja, así como la saturación de bases, mientras que el pH es fuertemente ácido.

En profundidad es (> de 30 cm), puede presentar concreciones de hierro y cuarzo. Son drenaje extremo moderado e interno lento. Presentan bajos contenidos de materia orgánica, baja saturación con bases y baja capacidad de intercambio catiónico, lo que le confiere una baja fertilidad natural. Estos suelos se clasifican como Typic Kanhapludults.

2.9.2 Suelos de lomas bajas

Estas lomas bajas poseen (un desnivel < 50 m), corresponden a los tipos de relieve de ladera de topografía ondulada, planos inclinados y áreas planas a onduladas estos suelos son de orden Ultisol, predominando aquellos que presentan un mayor contenido de materia orgánica, clasificados como humus. Pero en realidad su fertilidad natural es muy baja debido a que la capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases son muy bajas.

La textura en estos suelos es franco a franco – arcillosa en superficie y franco – arcillosa a arcillosa con la profundidad; de consistencia friable, adhesiva y plástica a firme, el pH es moderadamente ácido, y los colores son marrones rojizos a rojizos y rojos. En estas áreas la pendiente disminuye hasta 20% son suelos profundos (+ 100 cm), de colores negros a marrón en superficie y marrones a amarillos en los estratos inferiores. En profundidad puede encontrarse nódulos de manganeso, lo que indica condiciones de mal drenaje. Estos suelos se clasifican como Typic Kanhumultus.

2.9.3 Suelos de topes de lomas

Los suelos de los topes de las lomas son Ultisoles, sin embargo depende del tipo de tope, es decir si son redondeadas o puntiagudos. Logrando identificarse de la siguiente forma:

2.9.3.1 De cimas alargadas y redondeadas

Son suelos profundos de (> 100 cm), aunque con alta pedregosidad en superficie; de textura arcillosa, pero de drenaje interno y externo moderado a rápido. Con suelos poco fértiles ya que su contenido en materia orgánica, su capacidad de intercambio catiónico y su saturación de bases son bajas. Se clasifican como Typic Kandiudults.

2.9.3.2 Decimas estrechas y puntiagudas

Son suelos moderadamente profundos con alta pedregosidad en superficie; rojos a amarillos en profundidad, de textura franco – arcillosa en superficie y arcillosa en profundidad, de drenaje extremo rápido e interno lento. Son suelos poco fértiles ya que su contenido en materia orgánica, su capacidad de intercambio catiónico y su saturación de bases son bajas. Se clasifican como Typic Kanhaplusdults.

2.9.4 Suelos de Vega

Esta zona está caracterizada por presentar suelos muy superficiales, poco evolucionados, clasificados como Entisoles, donde se puede diferenciar dos horizontes:

- El primero, más superficial, presenta un color marrón muy oscuro y una textura franco – arcillosa a franco – arcillosa limosa.

- El segundo es de color marrón, su textura es arcillosa y contiene un 10% de concreciones ferruginosa y fragmentos de cuarzo de 0,2 a 0,5 cm.

La consistencia entre ambos es friable, adhesiva y plástica. Estos horizontes tienen un contacto inferior dominado por un 90% - 95% de pedregosidad, compuesta por fragmentos rodados de rocas muy meteorizadas. Son suelos pobres en nutrientes y su pH ácido, con un bajo a moderado contenido de materia orgánica, baja saturación de bases y baja capacidad de intercambio catiónico. Estos suelos fueron clasificados como Lithic Troporthent.

2.10 Clima

El Clima según Koeppen, hacia el Callao en donde se encuentra el área de estudio, esta afectada por un clima del tipo tropical lluvioso de sabana (Herbazales) y bosques tropófilos húmedos, presentando los mismos, lluvias abundantes con dos máximo de precipitaciones del año, dichas lluvias se presentan posteriores al solsticio de verano, con periodos de fuertes precipitaciones, que consta de unos tres metros de precipitación de agua. Este es un clima Isotermo, con oscilaciones inferiores a los 5 ^{0}C, cuya temperatura tiene muy poca variación.

2.10.1 Temperatura

En el área donde se encuentra localizada la concesión Chocó 02, la temperatura máxima es de 33°C y la temperatura mínima es de 28°C, esta oscila dependiendo del mes o las condiciones climáticas del momento, los periodos de veranos son muy duros debido a que la sequedad se mantiene constante por un largo periodo, produciendo un aumento de la temperatura provocando una mayor evaporación que afecta directamente los depósitos de agua y cosechas. También se distingue por la aparición de neblina hacia el amanecer, provocando un descenso de la temperatura produciendo una zona fría en horas nocturnas.

2.10.2 Humedad

Debido a que domina el clima tropical lluvioso de selva, con precipitaciones. Estableciéndose así una condición óptima para el desarrollo de densas formaciones vegetales selváticas permitiendo que siempre estén húmedas.

2.10.3 Vientos

En la zona de estudio se deja sentir la influencia de los vientos alisios del Noroeste, los cales soplan con mayor intensidad durante los meses de junio a septiembre, alcanza una velocidad media anual de 2.7 km/h, sin embargo se han registrado vientos huracanados con velocidad de 60 km/h.

2.10.4 Radiación media

La información en la estación Puente Blanco indica que el promedio anual de relación es de aproximadamente 396 Cal/cm^2 x día, su distribución temporal responde al tipo bimodal, donde el máximo principal ocurre en el mes de septiembre con un valor de 454 Cal/cm^2 x día y el máximo secundario se presenta en abril con 421 Cal/cm^2 x día. Los valores mínimos de radiación solar media se presentan durante los meses de diciembre y enero.

2.10.5 Precipitación

Los datos climáticos de precipitación que se presentan a continuación fueron, suministrados por el Ministerio de Ambiente, Dirección Estatal Ambiental Bolívar, Coordinación de Gestión del Agua; ubicada en Ciudad Bolívar. El estudio fue realizado en la Estación Puente Blanco localizada en el municipio El Callao, el cual

consta de la siguiente referencia, que es el ente encargado del estudio climático para medir las condiciones del tiempo en la zona de interés, (Figura 2.14, Tabla 2.2)

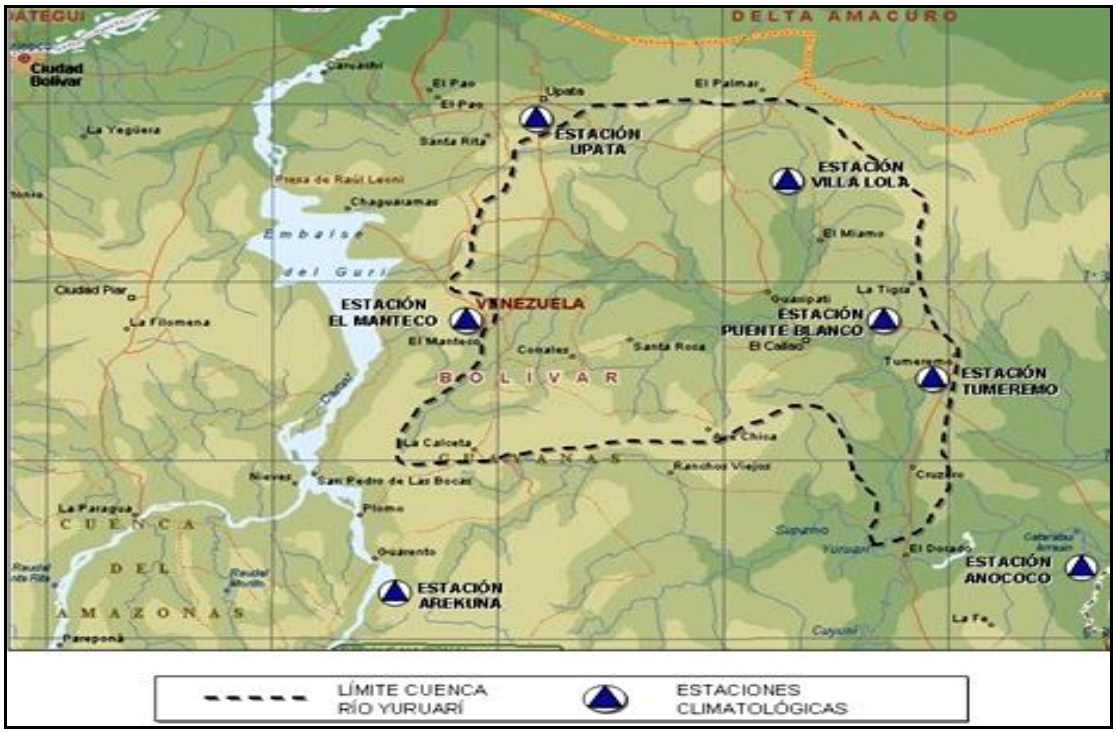


Figura 2.14 Ubicación de las Estaciones Climatológicas. Región Norte, Estado Bolívar.

Tabla 2.2. Datos de la Estación Climática Puente Blanco tomada para el Parámetro de la Precipitación.

Estación	**Serial**	**Tipo**	**Organismo**	**Latitud**	**Longitud**	**Altitud (msnm)**
Puente Blanco	4909	C2	MARN	$07^0 22´47”$	$61^0 49´37”$	170

El régimen de precipitación esta influenciado por diversos factores, entre ellos: el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la dirección de los vientos y factores geográficos locales. Se presenta una tabla con datos climáticos

de precipitación anual de los años 2.008 – 2.009 (año del proyecto), para observar la variación de la precipitación de un año con respecto al otro, mostrando que a partir de julio alcanzo una máxima de 272,4 mm logrando descender en los 90 mm permaneciendo en ese rango con una pequeña oscilación vuelve a los 90 mm para alcanzar 205,5 mm en diciembre. Para el 2.009 la precipitación reflejo un descenso mensual que se mantuvo durante el resto del año. Estableciendo lo siguiente que el 2.008 fue el año de mayor precipitación en comparación con el 2.009 que fue de precipitación más moderada (Figura 2.15, Tabla 2.3)

Tabla 2.3. Datos Climáticos de Precipitación Anual.

Año	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2.008	81,0	46,2	36,2	46,3	49,3	110,4	272,4	93,1	92,0	64,9	90,5	205,5
2.009	124,1	120,4	37,7	69,3	43,5	64,5	91,4	43,1	61,3	63,2	12,0	27,4
Prom.	102,6	83,3	37,0	57,8	46,4	87,5	181,9	68,1	76,7	64,1	51,3	116,5

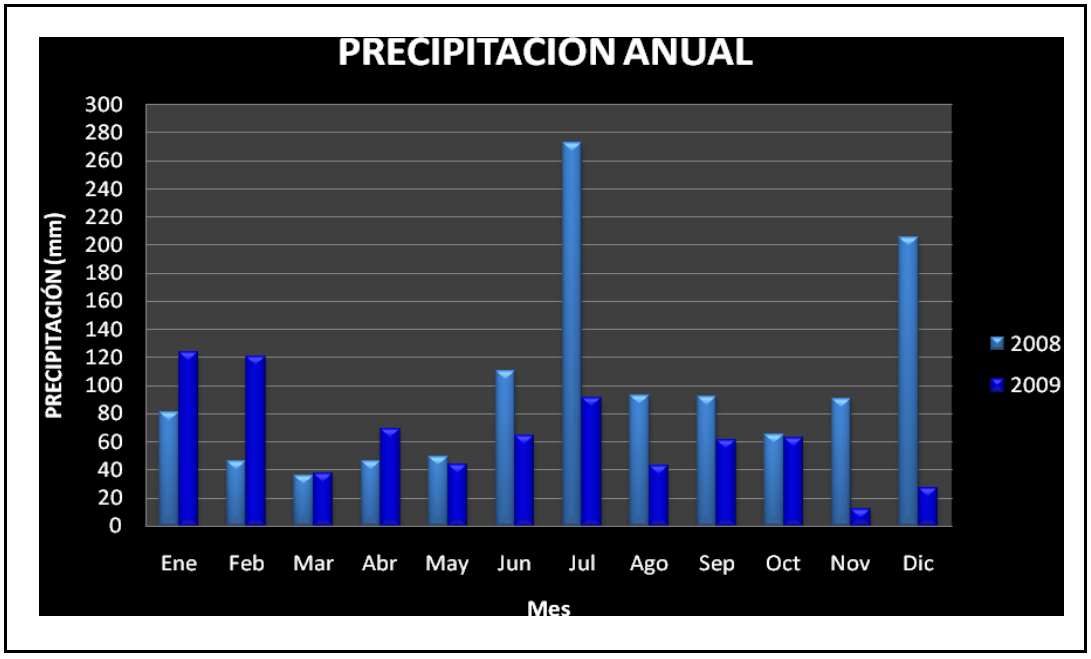


Figura 2.15 Muestra de la variación de la precipitación anual.

En la siguiente tabla se presenta el promedio anual para establecer los meses de mayor a menor precipitación mostrando lo siguiente: Julio es el mes de mayor precipitación con 180 mm, caracterizándose como la temporada de invierno donde las precipitaciones son constantes, lo cual trae como consecuencia la inundación de las zonas adyacentes a los ríos principales, quebradas y caños. Marzo el mes de menor precipitación con 40 mm y los meses restantes mantienen una precipitación moderada (Figura 2.16).

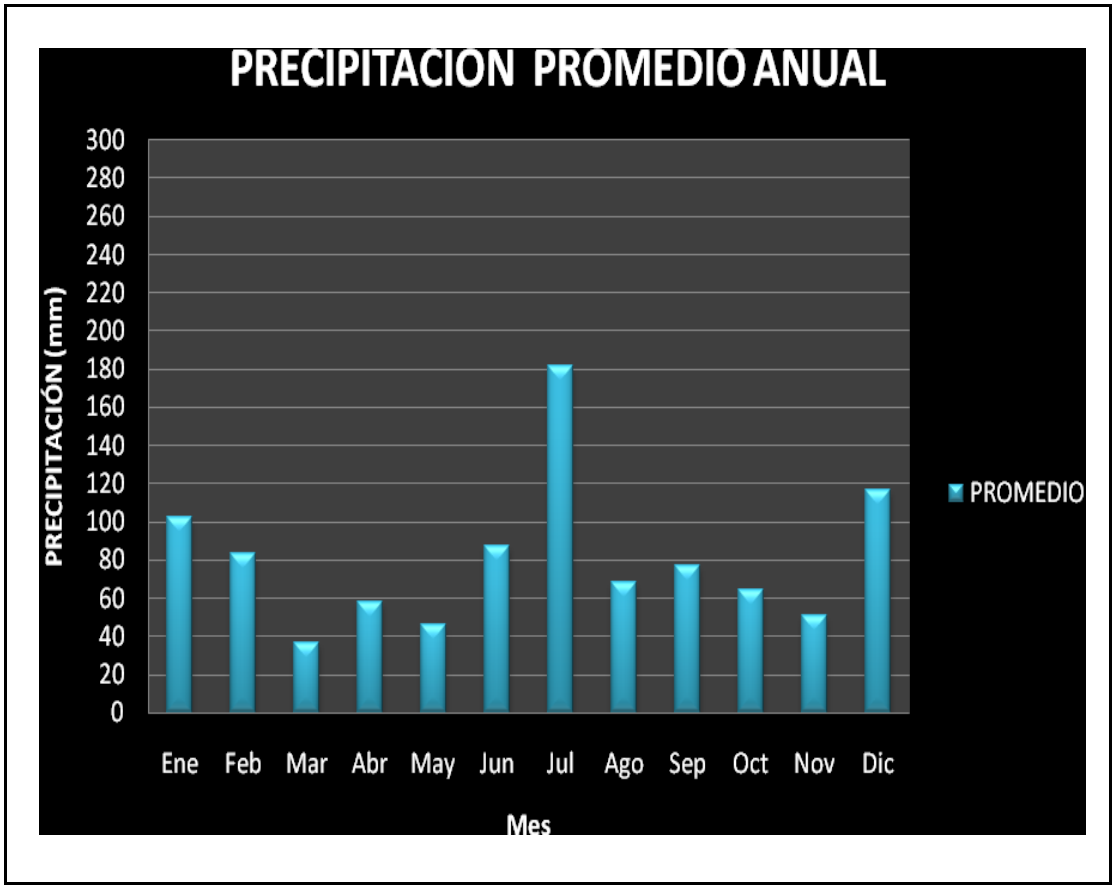


Figura 2.16 Representación de la precipitación promedio anual en el área de estudio.

2.11 Geología

2.11.1 Geología regional

El área ocupada por la concesión Chocó 02, desde el punto de vista geológico – minero, pertenece al denominado Distrito Aurífero El Callao, en el cual afloran extensamente los cinturones de rocas verdes, en contacto intrusivo con rocas graníticas sódicas del Complejo Supamo, que son cuerpos dómicos cuyas fases marginales son concordantes con la secuencia supracortical que intrusionan. Todas estas unidades forman parte del cinturón de rocas verdes de la Provincia Geológica Pastora, donde han ocurrido grandes hallazgos en yacimientos de oro importante para nuestro país, conociéndose como la mayor productora de oro de Venezuela, cuya edad estimada oscila entre 2.000 y 2.200 millones de años.

El Cratón Amazónico es una de las áreas cratónicas más grandes del mundo, y esta dividido por la cuenca sedimentaria Paleozoica Amazónica en dos escudos precámbricos, el escudo Guaporé y el escudo de Guayana (Tassinari et al. 2.004). El Escudo de Guayana (Figura 2.17) presenta una forma oval y, litológicamente esta constituido por rocas del precámbrico De acuerdo a sus características petrológicas y tectónicas este Escudo se divide en cuatro Provincias Geológicas de la mas antiguas a mas joven son: Provincia Geológica de Imataca, Provincia Geológica de Pastora, Provincia Geológica de Cuchivero y Provincia Geológica de Roraima (Mendoza, 2.005).

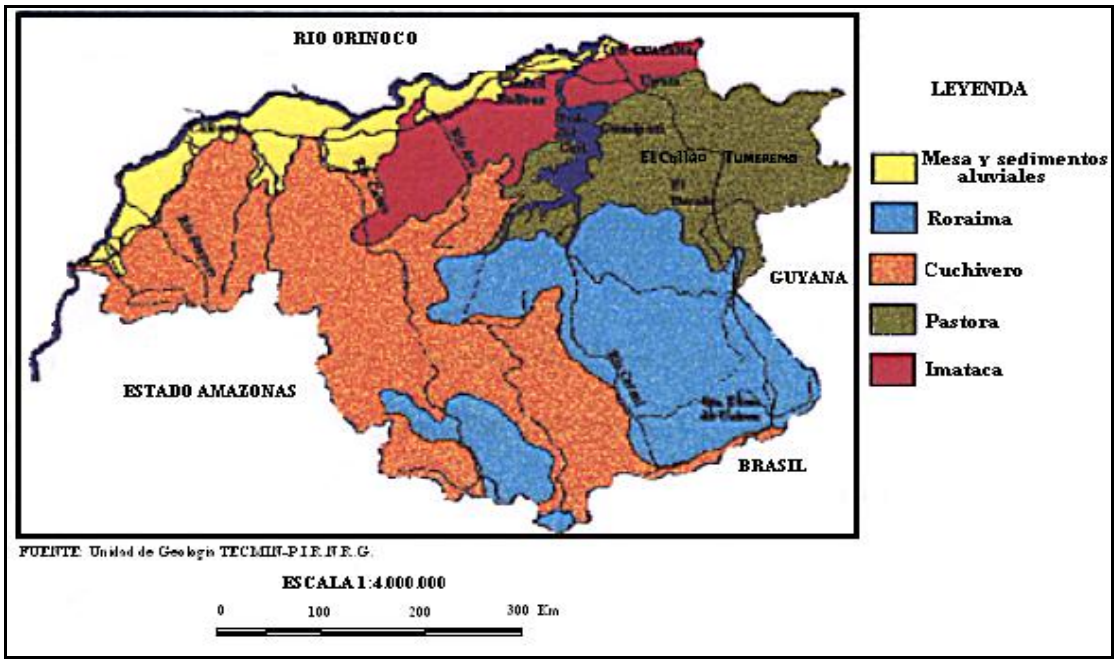


Figura 2.17 Provincias Geológicas del Escudo de Guayana. (C.V.G. TECMIN 1.989).

Regionalmente en el Distrito Aurífero El Callao aflora una secuencia volcano – sedimentaria constituida por: Supergrupo Pastora, formado por el Grupo Carichapo que la integran: la Formación Florinda, Formación Cicapra, Formación El Callao, y la Formación Yuruari como también el Grupo Botanamo (la Formación Caballape) y el Complejo Supamo. Otras unidades presentes son los gabros metamorfizados y las diabasas del Dique Laguna que intrusionan todas las unidades. Estructuralmente la zona ha sido modelada por los arqueamientos dómicos de las rocas graníticas sódicas del Complejo Supamo, presentado la región un fuerte plegamiento y generalmente tectonizada, con un metamorfismo bajo. La formación El Callao esta constituida de metalavas de composición basálticas con estructuras de almohadilladas, afectadas por metamorfismo regional de bajo grado; intrusivas metamorfizadas y los granitos del Complejo Supamo. Dicha formación esta en contacto con la Formación Yuruari donde se encuentra discordante al Complejo Granítico Supamo (Figura 2.18).

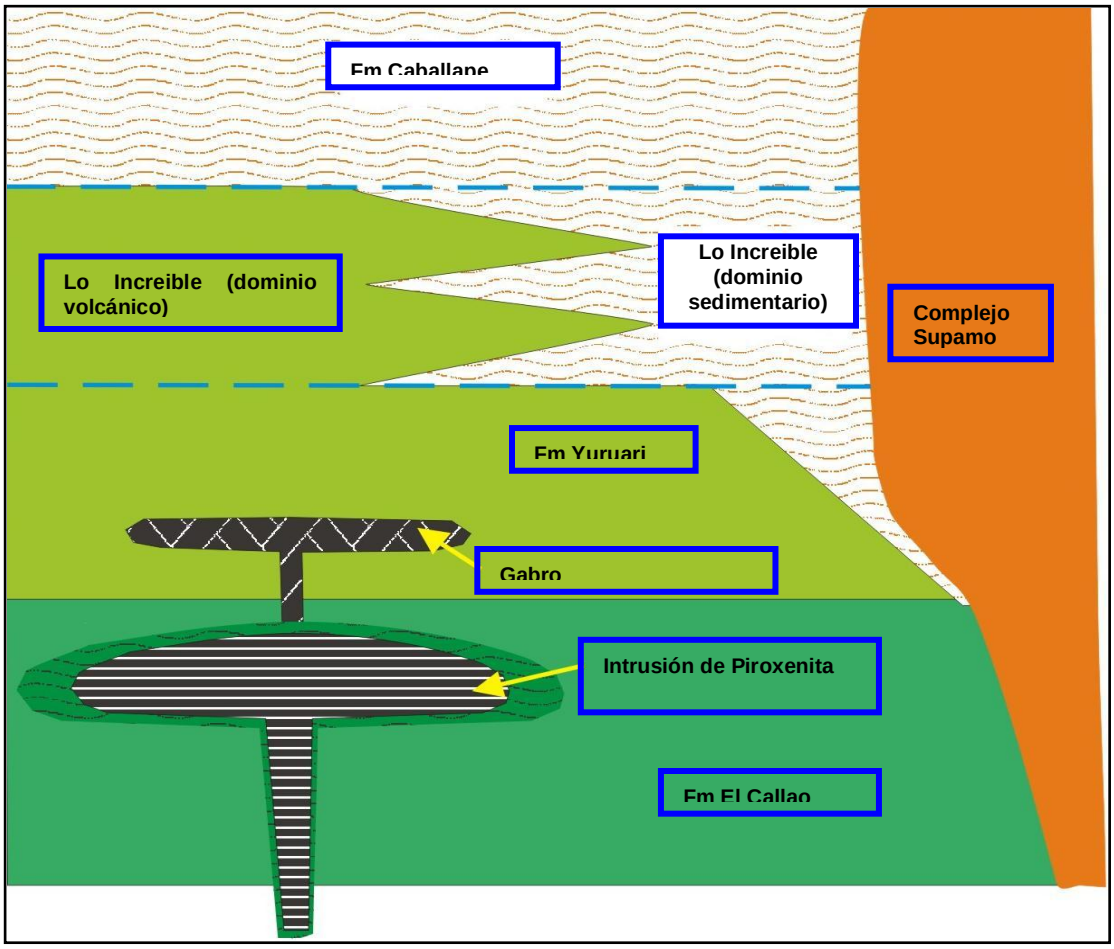


Figura 2.18 Litología de la cuenca de El Callao. (J.Greenfield y R. Gradim, 2.004).

Los Cinturones de Rocas Verdes (CRV) incluyen: el Supergrupo Pastora y el Grupo Botanamo. El Supergrupo Pastora tiene sus secciones tipo cerca de El Callao donde es llamado Cintura de Guasipati. Otras tres cinturas están nombradas La Introducción, Caroní y El Dorado. La cintura de El Dorado, constituida por el Grupo Botanamo, hospeda los depósitos de La Camorra y Las Cristinas. El Grupo Botanamo, interpretado como más joven que el Supergrupo Pastora, está ubicado al este cerca del lindero con Guayana extendiéndose hacia el oeste en El Callao.

Las zonas de cizalla que cortan los Cinturones de Rocas Verdes (CRV) contienen numerosos depósitos de oro en vetas de cuarzo con bajo contenido de

sulfuros. Los cinturones de rocas verdes fueron intrusionados por domos graníticos del Complejo de Supamo aproximadamente entre 2.230 y 2.050 Ma. Los domos graníticos dividieron los cinturones de rocas verdes en sinclinorios, los cuales, en vista en mapa, presenta ramificaciones (Gary et al, 1.995).

2.11.2 Geología Local

La concesión Chocó 02, se encuentra ubicada en las rocas verdes del Precámbrico, situada en los CRV del Escudo de Guayana, la cual aloja mineralización en cizalla y vetas de oro, en general siguiendo un tren de tendencia estructural en donde afloran diferentes litologías. La secuencia sufrió una deformación marcada por un plegamiento isoclinal y una foliación, localmente concordante con los contactos del Complejo Supamo. Un metamorfismo de la facies de los esquistos verdes ha afectado toda la secuencia; localmente alcanzó las facies de la anfibolita. Las rocas metamorfizadas son de colores grises, significativamente más claras que las rocas no afectadas por las soluciones hidrotermales. Posteriormente su plegamiento y metamorfismo, la roca caja básica sirvió de huésped a múltiples vetas y filones de cuarzo.

Los CRV del Escudo de Guayana contienen importantes depósitos de vetas hipotermales de cuarzo aurífero del subtipo de bajo contenido de sulfuro (<5% en promedio). Tales vetas están asociadas a zonas de cizalla y fallas en general siguen cuatro tendencias estructurales: 1) NE tipo Colombia-América de Minerven, Lo Increíble, Bochinche, Las Cristinas y otras, 2) NS tipo Croacia-Chocó, Fosforito, Day ,etc, 3) NW como Laguna, Camorra Zona Principal, Trend Morrocoy de Las Cristinas (Mezones, Hofman, Córdova), San Pollo, San Antonio y otras. 4) E-W como la Veta Chile en El Callao, Vetas Betzy y Canaima en la Camorra, Vetas Botanamo y Pilar Teresa en Botanamo y otras.

Sin embargo, las mayores concentraciones de oro se producen en/o cerca de la intersección de zonas de cizallas, tal como el próximo al cruce de la zona principal de la Camorra (N 70^{O} W con la Veta Betzy (E–W) o la veta Chile (E-W) con el trend Colombia-Laguna (N60^{O} E) hacia la zona de las parcelas Chocó 02 (zona de interés) y Chocó 10 en el Distrito Aurífero de El Callao, etc; (Mendoza, V. 2.005).

2.11.2.1 Provincia Geológica de Pastora (PP)

Está formada por CRV, delgados, más antiguos, tectonizados, tipo Carichapo formados en/o cerca de un arco de islas en una zona de convergencia y CRV, más anchos, jóvenes y menos tectonizados y menos metamorfizados, tipo Botanamo, formados en la cuenca delante del arco de islas y complejos graníticos sódicos, como el Complejo de Supamo.

La Provincia Geológica de Pastora se encuentra ubicada al sur de la Provincia Geológica de Imataca, separada de esta en su parte oriental por la Falla de Gurí y en la parte occidental por la Falla de Santa Bárbara. Está constituida por anfibolítas, lavas basálticas andesíticas, esquistos, tobas, metatobas, brechas, filitas, metalimolitas, meta - areniscas y conglomerados. La Provincia Geológica de Pastora, está formada por varios tipos de Cinturones de Rocas Verdes, y complejos graníticos sódicos, como el Complejo de Supamo, y por intrusivos máficos - ultramáficos (Mendoza, 2.005).

Las estructuras de mayor extensión de la Provincia Geológica de Pastora, están representadas por arqueamientos dómicos, y presentan un factor de fracturamiento noreste y noroeste, predominando la primera tendencia. Seguidas por los sinclinales, pliegues y fallas, los cuales constituyen estructuras muy complejas en forma de sinclinales, acomodados entre los arqueamientos y/o domos graníticos con una

orientación preferencial noreste. Las estructuras menores están representadas por foliaciones, lineaciones y diaclasas (C.VG. TECMIN 1.989).

A continuación se muestra una columna que presenta las características litoestratigráficas de las unidades que afloran en los Cinturones de Rocas Verdes (CRV) de la Provincia de Pastora, tomada de Menéndez, A (1.994) modificada por Mendoza, V (2.005) la cual está ajustada a los cambios actuales, describiéndose desde la base hasta el tope (Tabla 2.4).

Tabla 2.4 Columna litoestratigráfica de los CRV de la Provincia de Pastora. Tomada de Menéndez, A (1.994) modificada por Mendoza, V. (2.005).

TIPO			UNIDAD	DESCRIPCIÓN LITOLOGICA
PROVINCIA DE PASTORA		_____	Complejo Supamo	(Granito y Ortogneises sódicos Reactivados) y Granitos Potásicos.
	GRUPO BOTANAMO	Molasa	Formación Los Caribes	Secuencia de rocas metamórficas filitas, meta-areniscas rojas y meta-conglomerados polimícticos, intercalados con lavas y brechas piroclásticas ácidas (no aflora en C.R.V. de Guasipati).
		Flysh (+Cal-Coalcalinas)	Formación Caballape	Rocas epiclásticas volcánicas (limolitas, grauvacas, y conglomerados) 80%, y piroclásticas (tobas y brechas) 20%, y flujos de andesitas y dacitas intercaladas.
	>2.150 M.A. Discordancia (Emplazamiento de Granitos Sódicos).			
	SUPERGRUPO PASTORA	Félsica (-Mafica)	Formación Yuruari	Rocas epiclásticas (filitas, esquistos, meta-limolitas y meta-areniscas); localmente: brechas tobáceas y lavas dacíticas. Metamorfismo regional, facies de los esquistos verdes (FEV) y localmente metamorfismo térmico, facies cornubianitas hornabléndicas (FCH).
		GRUPO CARICHAPO M-A-FICA ULTRAMAFICA 2.300 M.A.	Formación El Callao	Metalavas basálticas a andesíticas, afectadas por metamorfismo regional, (FEV), a facies anfibolíticas (FA), localmente lavas toleíticas normales a ferruginosas.
			Formación Cicapra	Esquistos anfibolíticos-epidóticos-albíticos (80%), afectados por metamorfismo regional, (FEV), transformados en anfibolitas localmente, basalto-komatíticos en menor proporción.
			Formación Florinda	Metalavas toleíticas normales a magnesianas y menores cantidades de komatitas, como esquistos talco-carbonaticos.
Basamento >2.350 M.A.			**Desconocido ¿corteza oceánica? ¿Complejo Supamo?**	

- El Supergrupo Pastora: Menéndez (1.968; 1.972) a partir del estudio detallado de la localidad tipo de la unidad, en la región de Guasipati - Estado Bolívar, distinguió una unidad de rocas volcánicas máficas en su parte inferior y una unidad de rocas volcánicas félsicas y sedimentarias asociadas en su parte superior. La unidad máfica la identificó como Grupo Carichapo, constituida por las Formaciones El Callao y Cicapra, y la félsica como Formación Yuruari, y elevó la unidad al rango de Supergrupo, excluyendo a la Formación Caballape, que señaló como separada del mismo por una discordancia angular. Adicionalmente, Menéndez (1.994) diferenció en la base del Grupo Carichapo a la Formación Florinda. El Super Grupo Pastora se encuentra localizado en la región de Guasipati - El Callao y se compone del: Grupo Carichapo (Formaciones: Florinda, Cicapra y El Callao) y de la Formación Yuruari.

- Grupo Carichapo: El término Formación Carichapo fue propuesto formalmente por Kalliokoski (1.965) para designar una unidad compuesta esencialmente de anfibolita de grano fino derivada de rocas volcánicas básicas intercaladas con cantidades menores de metajaspe. Menéndez (1.968) redefinió la unidad en la región de Guasipati, y propuso su elevación al rango de Grupo, para incluir las unidades de rocas volcánicas y volcaniclásticas de composición basáltica, infrayacentes a la Formación Yuruari.

- El Grupo Carichapo constituye la parte basal del Super Grupo Pastora, se encuentra en contacto intrusivo concordante con las rocas graníticas del Complejo Supamo y en contacto con la Formación Yuruari en el tope; estas rocas están formadas por una secuencia volcánica, tectonizada y metamorfizada regionalmente a la Facies de Esquistos Verdes. Esta unidad agrupa a las unidades supracorticales más antiguas, que se reconocen en la región de Guasipati. Litológicamente este grupo está compuesto por: las

Formaciones Florinda (basáltico tholeitica a komatitica), Cicapra (predominantemente komatitica) y El Callao típicamente basáltico- andesitica ("basandesitas") toleiticas. Este grupo se describe de la siguiente manera:

- Formación Florinda: Litológicamente la está compuesta de metabasaltos almohadillados, toleíticos-komatíticos o magnesianos, intercalados con rocas ígneas posiblemente intrusivas alteradas con abundante talco y carbonatos, de composición komatítica y que se describieron originalmente (Menéndez, 1968) como serpentinitas de Currupia. Según Menéndez, (1.994) algunas de las lavas komatíticas muestran textura espinefex, preservada localmente hasta en zonas anfibolíticas. Estudios posteriores de Tecmin-USGS no confirmaron la presencia de texturas espinefex en las rocas ultramáficas (Mendoza, V. 2.005).

- Formación Cicapra: Presenta un espesor de unos 2.000 m de paquetes alternantes rítmicamente compuestos cada uno de tobas básicas submarinas, grauvacas turbidíticas y limolitas volcanogénicas, tobas líticas, tobas brechoides, aglomerados volcánicos y en el tope cherts hematítico-manganesíferos (BIF). Estas rocas están metamorfizadas a la facies de esquistos verdes, con esquistos porfiroblásticos formados de actinolita-epidota-biotita-albita, con poco cuarzo. De hecho muchas de estas rocas tienen composición química komatítica y basalto-komatítica. Geomorfológicamente ocupan áreas bajas planas y sus suelos son lateritasarcillosas color vino tinto. El contacto de Cicapra y El Callao es de cuña de falla, pero el contacto de Cicapra solo con Yuruari parece ser gradacional (Mendoza, V. 2.005).

- Formación El Callao: Tiene más de 3.000 m de espesor y está litológicamente formada por casi exclusivamente lavas basálticas, bajas en potasio y altas en

hierro, a flujos de lavas andesiticas con un predominio transicional entre ambas, basandesitas, con estructuras almohadilladas altamente espilitizadas, con cantidades menores de brechas de flujo al tope, levemente metamorfizadas, BIF o cuarcitas y cherts ferruginosos y manganesíferos; y esquistos talcosos o basaltos komatiticos – toleiticos aparecen en pequeños volúmenes en algunas localidades. Cerca del contacto de las rocas de El Callao con las rocas graníticas del Complejo de Supamo, presentan hornblenda color azul – verdosa y plagioclasa andesina de facies Anfibolita y a medida que nos alejamos del contacto observamos esquistos de color verde más claro, con clorita y albita, de la Facies Esquistos Verdes. Geomorfológicamente, la Formación El Callao ocupa las colinas y montes más altos (300 a 600 m.s.n.m.) que meteorizan a suelos lateriticos muy arcillosos de color rojo intenso (Mendoza, V. 2.005).

- Formación Yuruari: Se compone litológicamente de filitas, esquistos y metatobas félsicas, metalutitas negras de hasta 50 m de espesor. Los esquistos y filitas no parecen ser metasedimentarios, sino más bien tobas y lavas félsicas (dacíticas y riodacíticas) metamorfizadas. Cerca del contacto de las formaciones Yuruari-El Callao se observan pequeñas intrusiones porfídicas félsicas en las lavas de El Callao. Se ha interpretado que tales felsitas intrusivas en El Callao son comagmáticas y coevales con las felsitas de Yuruari. El espesor de la FY es por lo menos de 1.000 m y geomorfológicamente ocupa colinas bajas y sabanas, con vegetación tipo chaparros, con suelos lateríticos de colores amarillentos a algo rojizos (Mendoza, V. 2.005).

- Grupo Botanamo: Este nombre fue introducido por Benaim (1972) en M.E.M. (1.997), para agrupar las Formaciones Caballape y Los Caribes, más tarde Benaim (1.997), describe la Formación Venamo. El Grupo Botanamo

representa la secuencia supracortical más joven en los Cinturones de Rocas Verdes de El Dorado y Guasipati que afloran extensamente en la parte sur y este de la Provincia Geológica de Pastora, cubriendo discordantemente al Super Grupo Pastora. El grupo se encuentra al Sur de la Región de Guasipati, en el CRV de El Dorado-Marwani, constituido por: las formaciones Caballape y Los Caribes (Mendoza, V. 2.005).

- Formación Caballape: Yacen discordantemente sobre rocas del Supergrupo Pastora y no son intrusionadas por los granitos del Complejo de Supamo, es decir que claramente son de edad post-Pastora y post-Supamo. En la zona de El Callao-Tumeremo, quebrada Caballape, aflora una buena sección de grauvacas gradadas, limolitas y conglomerados (80%) con cantidades menores de tobas, brechas y flujos piroclásticos de composición andesítica a riodacítica que corresponde a la parte inferior o basal de la Formación Caballape. Esta secuencia fue intrusionada por sills de gabros y fueron conjuntamente plegados, replegados y metamorfizados (Mendoza, V. 2.005).

- Formación Los Caribes: Consiste de una intercalación de filitas grises y verdosas que gradan a rojas, que son las más abundantes y se interestratifican con areniscas rojas, con conglomerados polimicticos, limolitas y algunas tobas félsicas. El paso de la Formación Caballape a la Formación Los Caribes fue transicional y gradacional y así parece ser también el cambio de una atmósfera cada vez menos reductora a una atmósfera cada vez más oxidante en la medida que nos acercamos a rocas con edades cercanas a los 2.0 Ga (Mendoza, V. 2.005).

- Complejo de Supamo: Según Moreno y Mendoza (1.972, 1.974), es un conjunto de rocas graníticas, intrusivas, y/o reactivadas, en rocas del Supergrupo Pastora, con alto contenido de Na20, tales como tonalitas,

trondjemitas, granodioritas (TTG) cuarzo-monzonitas, gneises y migmatitas equivalentes. Las rocas graníticas con normal a alto contenido de K20 y bajo a normal de Na20, o granitos "sensus estricto". Los granitos del Complejo de Supamo, generalmente, forman domas expandidos y arqueados contra los apretados y replegados sinformes de CRV, como los domas de El Manteco, Santa Justa y otros. Geomorfológicamente forman áreas bajas y planas, sabanas, con escasa vegetación y suelos muy arenosos, ricos en cuarzo y en vetas de cuarzo estériles, que desarrollan suelos arenosos de color blanco grisáceo a amarillento.

- Granitos Jóvenes: En esta unidad, se incluyen todas aquellas rocas que forman cuerpos discordantes intrusivos de extensión superficial limitada. Menéndez (1.972) en M.E.M. (1.997), incluye estas rocas con alto contenido de potasio dentro del Complejo de Supamo. Espejo (1.972) en M.E.M. (1.997), definió a estos granitos jóvenes como una secuencia volcano sedimentaría a diferentes niveles estratigráficos, y en la zona de El Manteco - Gurí, separó tres de estos cuerpos: Granito Alaskítico de Las Queseras, Granito Porfidico de Guásimo y el Granito Biotítico de Yagrumal. En la región de Guasipati Menéndez (op. cit.), descubrió otros granitos jóvenes tales como los plutones de Mandingal, Cerro Pelón, La Gloría y El Gancho. Estas intrusiones han sido posteriores a los períodos de removilización y plegamiento del Complejo de Supamo y de la secuencia volcánica - sedimentaría.

- Intrusiones Básicas: En la Provincia Geológica de Pastora se identificaron zonas de diabasas, gabros y metagabros; dentro de los cuales tenemos: Diques de Diabasa de El Melón, Dique Laguna, Gabro de la Altiplanicie de Nuría y los metagabros del Cerro Pendare y Puente Blanco.

2.11.3 Los Cinturones de Rocas Verdes (C.R.V)

2.11.3.1 Origen

Menéndez (1.994) denomina Cinturón de Rocas Verdes a aquellas estructuras sinformes de grandes dimensiones, constituidas de secuencias supracorticales volcánico – sedimentarias asociadas a rocas ultramáficas, máficas y sedimentarias, formadas en ambientes marinos en o próximos a arcos de islas, envueltas por cuerpos graníticos sódicos (Complejo de Supamo), los cuales cubren extensas áreas en los escudos Precámbricos; en su mayoría son de edad Arqueológico, pero existe una menor cantidad de edad Proterozoico como los que afloran en el escudo de Guayana.

Durante ese evento la secuencia supracortical de los Cinturones de Rocas Verdes sufrió plegamiento y metamorfismo a la facies de las Anfibolitas cerca de los contactos con los granitos hasta la facies de Grauvaca prehnitopumllyítica lejos de los mismos, con lo cual se establece una edad mínima de (2.100 M.a.) para esa secuencia. La asociación de rocas de los Cinturones de Rocas Verdes, se divide en tres partes:

1. La parte inferior constituida fundamentalmente por rocas ultramáficas con alto contenido de magnesio denominadas komatitas (16 - 30% de Mg).

2. La parte media constituida en su mayoría por volcánicas piroclásticas con tendencia toleítica a andesitica con menor contenido de magnesio, aumentan progresivamente las turbiditas (grauvacas, limolitas, chert, etc).

3. En la parte superior aparecen sedimentos de aguas poco profundas hasta llegar a los conglomerados y desarrollar Formaciones Bandeadas de Hierro (indicadores de borde continental– arco de isla).

2.11.3.2 Cinturones de Rocas Verdes (CRV) de la Provincia de Pastora

Esta Provincia es esencialmente el terreno de los CRV, los cuales se encuentran envueltos por grandes cuerpos dómicos de granodiorita, trondjhemitas y tonalitas de edad Paleoproterozoico que constituyen el Complejo de Supamo. Según Menéndez (1.994) en la Provincia Geológica de Pastora afloran cuatro Cinturones de Rocas Verdes, tres de los cuales tienen una orientación primaria general norte - sur a noroeste; el de Guasipati, La Introducción y Caroní, y uno de orientación primaria general este - oeste al noreste, denominado El Dorado en el extremo sureste de la Provincia de Pastora. Sin embargo Mendoza (2.000) describe sólo dos Cinturones de Rocas Verdes (C.R.V.) en la Provincia Geológica de Pastora:

1. El primero de ellos es un C.R.V. primitivo evolucionado (inmaduros arcos de islas), muy meteorizados y tectonizados tipo Carichapo con tendencia estructural próxima a N – S (N 10° E a N 20° W) y metamorfizado a la facies anfiboliticas.

2. El segundo Cinturón de Rocas Verdes, es más evolucionado (maduros arcos de islas), menos meteorizados y tectonizados tipo Botanamo con tendencia estructural próxima a E - W (N 70° - 80° E) y metamorfizado a la facies de esquistos verdes.

Ambos autores, Menéndez (1.994) y Mendoza (2.000), coinciden en que existen remanentes de C.R.V. en la Provincia Geológica de Pastora como lo son los de La Esperanza, Remanentes El Toro y Río Claro. A continuación se describen Los Cinturones de Rocas Verdes de la Provincia Geológica de Pastora que menciona Menéndez (1.994):

- Cinturón de Rocas Verdes de Guasipati: El Cinturón de Rocas Verdes de Guasipati es el mejor conocido de los cinturones, ya que las minas de oro de

El Callao, en producción desde el siglo pasado, están ubicados en su extremo sureste y, en general, es de fácil acceso. El plegamiento sinforme de la secuencia volcánica - sedimentaría y su relación concordante con los arqueamientos dómicos del Complejo de Supamo le permitieron a Pascuali y Bisque en 1.975 identificarlo como un Cinturón de Rocas Verdes. Estratigráficamente está constituido por el Supergrupo Pastora cuya secuencia supracortical está representada por una unidad de rocas volcánicas máficas en su parte inferior definida con el nombre de Grupo Carichapo y una unidad de rocas volcánicas félsicas y sedimentarias asociadas en su parte superior denominada Formación Yuruari. Suprayacente al Supergrupo Pastora y en contacto discordante angular, se encuentra la Formación Caballape, unidad inferior de Grupo Botanamo.

- Cinturón de Rocas Verdes de La Introducción : Este Cinturón de Rocas Verdes se encuentra en el extremo noreste de la Guayana Venezolana, su zona axial va a lo largo de la línea fronteriza con Guyana, desde la cabecera del río Amacuro hasta el valle del río Marwani. Su parte oeste está localizada en el Estado Bolívar y su parte este en Guyana. Estratigráficamente está constituido por las mismas unidades estratigráficas descritas en CRV de Guasipati. Su relación con el Complejo de Supamo es también la misma, mostrando un contacto intrusivo concordante.

- Cinturón de Rocas Verdes del Caroní: El Cinturón de Rocas Verdes del Caroní se inicia al sur de la falla de Gurí, en contacto de falla con el Complejo de Imataca; su parte norte de este Cinturón de Rocas Verdes sigue por el valle del Caroní y están cubiertos parcialmente por el lago de la represa de Gurí; luego se extiende al sureste, hasta desaparecer por debajo de las rocas del Grupo Roraima y del Grupo Cuchivero. Estratigráficamente está conformada por tres unidades de litología diferente: la unidad de rocas máficas del Grupo Carichapo, la unidad de rocas félsicas de la Formación Yuruari y por último la unidad de rocas sedimentarías pertenecientes al Grupo Chiguao.

- Cinturón de Rocas Verdes de El Dorado: El Cinturón de Rocas Verdes de El Dorado ocupa la parte suroriental de la Provincia Geológica de Pastora, al oeste del valle del río Marwani, donde la falla del mismo nombre pone en contacto este cinturón con el de La Introducción; continúa hacia el oeste y al sur, entre cuerpos graníticos del Complejo de Supamo hasta desaparecer por debajo de las capas del Grupo Roraima, entre las cabeceras de los ríos Chicanán y Venamo; hacia el sureste continua dentro del territorio de Guyana. Estratigráficamente aflora en forma discontinua en los bordes del cinturón.

2.12 Geología estructural

Estructuralmente se aprecia un lineamiento de rumbo generalizado NE que afecta el contacto entre rocas de la Formación El Callao y las intrusivas básicas; igualmente se evidencia una zona de cizalla de rumbo NW. Mineralógicamente las rocas de la Formación El Callao están constituidas por clorita, actinolita, clinozoisita y en cantidades menores de cuarzo, calcita, esfeno, leucoxeno, cristales visibles de pirita, calcopirita y oro.

Estudios anteriores realizados por el Ministerio de Energía y Minas (M.E.M) y autores como Gibbs y Menéndez, en la década de los 70, hacen mención a patrones de lineamientos regionales de tendencias NE los cuales se alinean paralelamente al Dique Laguna y a otras estructuras de importancia. También se hace referencia a patrones de fallamiento de dirección NE para estructuras antiguas y NW para las más jóvenes. A continuación se muestra un mapa estructural del Distrito Aurífero del El Callao (Figura 2.19).

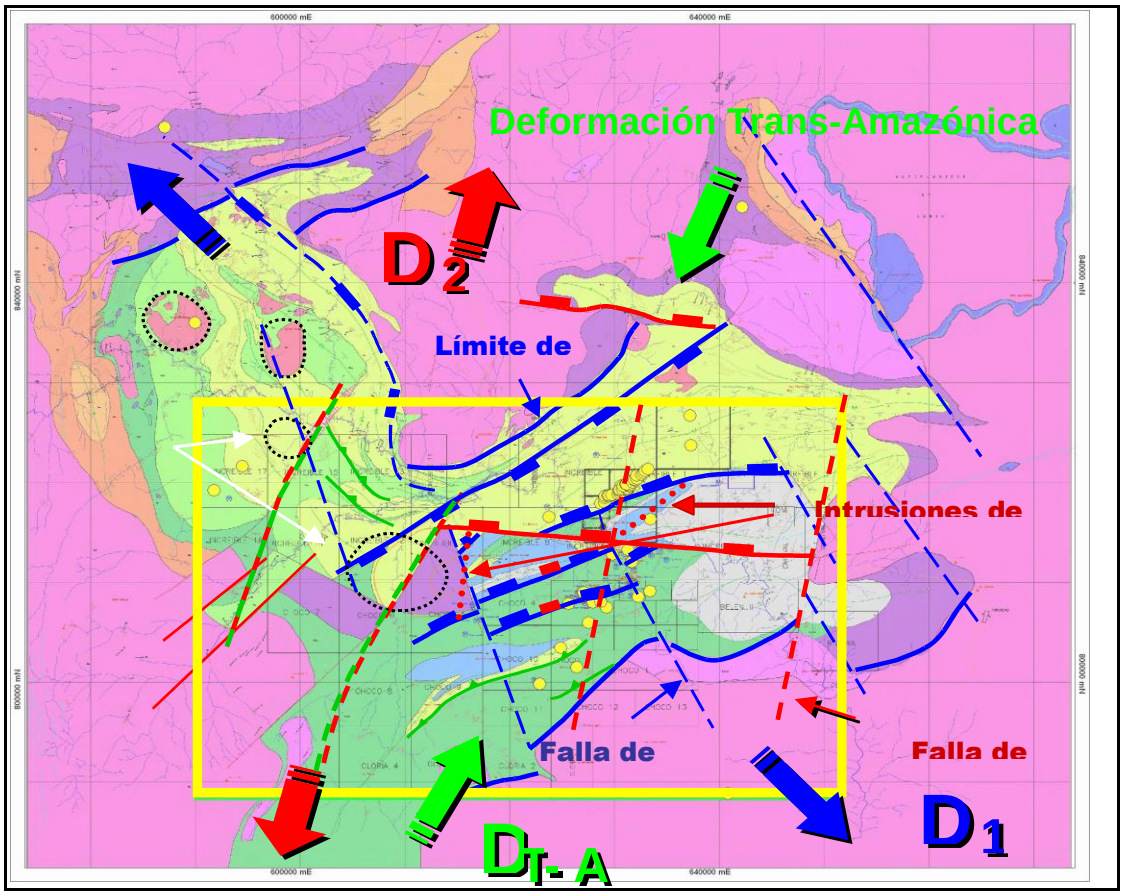


Figura 2.19 Mapa estructural del Distrito Aurífero de El Callao. SRK consulting (2.003).

2.12.1 Patrones Estructurales en la Concesión Chocó 02

El análisis estructural del área mapeada en la concesión Chocó 02), revela una foliación primaria (S_0), cinco generaciones principales de estructuras, denominadas S_1 a S_5 basados en las relaciones observadas en los cortes de los afloramientos. S_1 y S_2 registran respectivamente compresión dúctil inicial y frágil-dúctil que se prolonga en movimiento de desplazamiento frágil-dúctil (S_3 y S_4). Las estructuras compresivas tempranas han sido localmente extencionales reactivadas durante el último colapso orogénico (S_5) (Figura 2.20).

A nivel de la concesión, la deformación se restringe a las discontinuidades frágiles y las zonas de cizallas dúctiles presentes, también domina una foliación tectónica pervasiva. Todas las estructuras descritas son el resultado de la deformación continua que ocurrió durante la orogénesis Trans-Amazónica Orogenia (Dt-am). La correspondencia entre las estructuras y los eventos de deformación descritos en la interpretación regional de Navarro (2.004) se señalan a continuación:

De1 y De2: S_0 Dt-am temprana: S1 y S2 Dt-am tardío: S3, S3, S4 y S5

2.12.2 De1 y De2: S0

Es una foliación primaria identificada como capas sedimentarías en las rocas volcanoclásticas, superficiales de flujo derivadas de sistemas de lavas almohadilladas en el basalto y capas magmáticas en las piroxenitas El Metamorfismo es de facies esquistos verdes, prennita - pumpellyta, con desarrollo importante de epidota, clorita y actinolita. Pudiéndose observar claramente hacia el sur de la falla del salto y en zonas de cizallas.

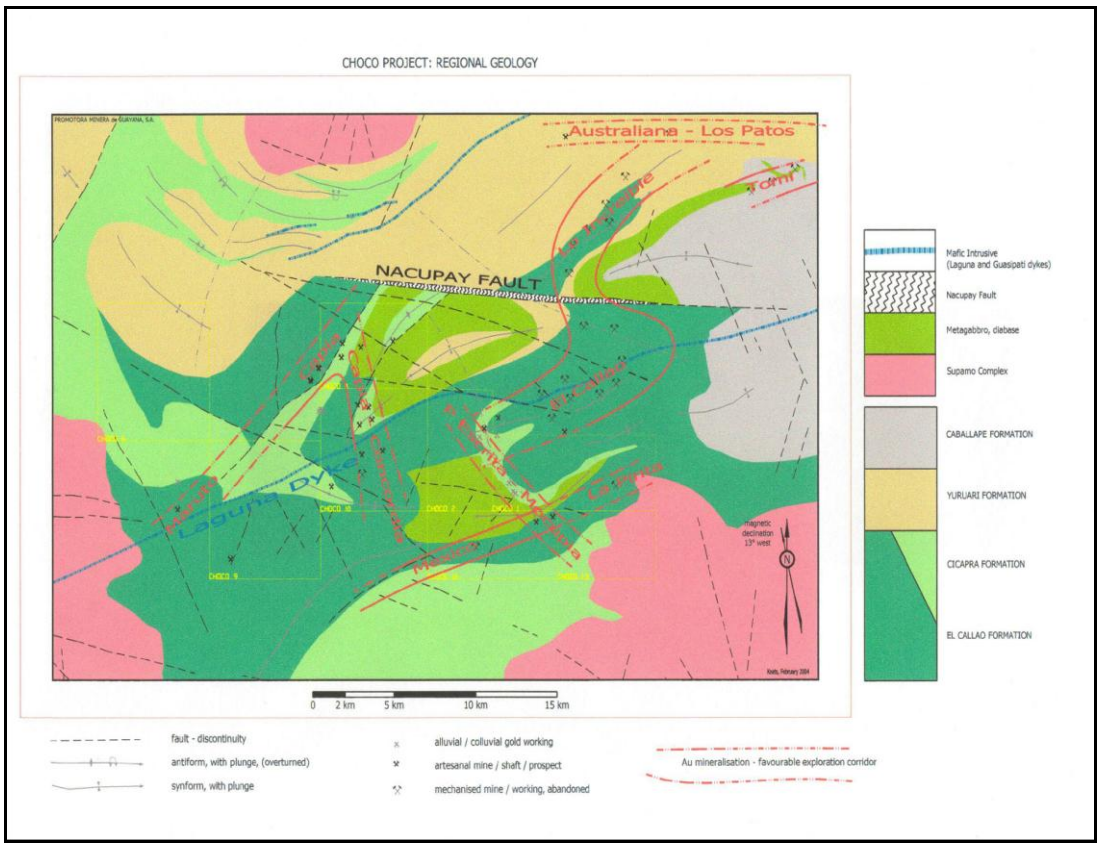


Figura 2.20 Patrones Estructurales en la Concesión Chocó 02. (El Callao Holdings, 2.004).

CAPÍTULO III
MARCO TEÓRICO

3.1 Estudios previos a la investigación o antecedentes

1. Greenfield J, Gradin R (2.004). Caracterización de los Suelos y Estudio Geológico en la Concesión Chocó 02, Provincia de Pastora, El Callao – Estado Bolívar. A partir de las unidades geomorfológicas ya identificadas, se elaboro la caracterización de los suelos del área a través de un levantamiento de campo con el fin de detallar la información. Luego por un levantamiento geológico el cual se realizo para describir las unidades geológicas presentes logrando evaluar y clasificar la zona. Todo ello auspiciado por la Promotora Minera de Guayana, P.M.G., S.A.

2. Ministerio de Ambiente, Dirección Estatal Ambiental Bolívar (2.005). Recaudos para la Tramitación de la Autorización para la afectación de recursos naturales en la fase de Exploración Minera Concesión Chocó 02. Se fundamenta en un Informe de Avance en donde engloba toda la información del área de interés a través de un estudio detallado y conciso que consta: generalidades del proyecto, programa exploratorio (descripción de las actividades por Fases), características físico – bióticas del área del proyecto [descripción del área, estudio geológico de la zona (geología regional y local, geología estructural, geomorfología, suelo, vegetación, hidrografía, fauna)], características socio – económicas del área (actividad económica, acceso y conexión regional, sistema vial).

3. Mendoza S, Vicente (2.005). GEOLOGÍA DE VENEZUELA - TOMO I: ESCUDO DE VENEZUELA, ANDES VENEZOLANOS Y SISTEMA MONTAÑOSO DEL CARIBE. En este libro se hace mención de la Promotora Minera de Guayana, P.M.G., S.A, como de sus concesiones en particular Choco 02,

describiendo que pertenece al Distrito Aurífero de El Callao (DAEC) de la cual forma parte de la Veta Chile (E-W) con el trend Colombia – Laguna (N 60^0 E) hacia la zona de las parcelas Chocó 02 y Chocó 10, como una de la de mayor concentración de oro que se produce en/o cerca de la intersección de zonas de cizallas, con un potencial de oro de 1.7 M oz en la Concesión Chocó 10, siendo una de las principales empresas mineras en la región Guayana.

3.2 Bases teóricas de la investigación

3.2.1 Prospección

Conjunto de trabajos en orden a la búsqueda de testigos o a la explotación de yacimientos de minerales. La prospección geofísica consiste esencialmente en la medición de constantes físicas (densidad, características magnéticas, rigidez) de las rocas del subsuelo. Va precedida de un estudio geológico encaminado a conocer datos relativos a la constitución estratigráfica y petrográfica del terreno y a conocer su tectónica. El último estadio lo constituye el sondeo mecánico. Todo esto, con el objetivo de explorar y sondear un terreno para reconocer su riqueza minera y posibilidades futuras de explotación, basada en indicios de caracteres presentes en el área, encaminada a descubrir yacimientos minerales.

3.2.2 Geoquímica

La geoquímica es la rama de la geología que estudia la composición y el comportamiento químico de la Tierra, determinando la abundancia absoluta y relativa de los elementos químicos, distribución y migración de los elementos entre las diferentes partes que conforman la Tierra (hidrosfera, atmósfera, biosfera y litosfera) utilizando como principales muestras minerales y rocas componentes de la corteza

terrestre, intentando determinar las leyes o principios en las cuales se basa tal distribución y migración.

Los objetivos de la geoquímica son:

Determinar la abundancia absoluta y relativa de los elementos y sus especies químicas en los diferentes sistemas naturales de la Tierra.

Establecer la distribución y migración de los elementos en las diferentes partes que conforman la Tierra (litosfera, atmósfera, hidrosfera, biosfera), con el objeto de obtener información sobre los principios que gobiernan la migración y distribución de los elementos (entre los diferentes sistemas naturales).

Su aprovechamiento para el bienestar social:

Prospección de los recursos naturales para el beneficio de la humanidad, (plata, oro, aluminio, petróleo).

Determinación de la calidad del ambiente y reconocer los principales procesos para intervenir en la reducción, atenuación y mitigación del impacto ambiental en beneficio de la humanidad.

3.2.3 Anomalía geoquímica

Anomalía geoquímica es la variación de la distribución geoquímica normal correspondiente al área o al ambiente geoquímico. Una anomalía se expresa por medio de números, que se puede separar de un grupo más amplio de números constituyendo el fondo (background) geoquímico. Para ser detectada una anomalía tiene que desviar claramente de este fondo. En sentido estricto un depósito mineral

como un fenómeno escaso y anómalo por si mismo es una anomalía geoquímica. La distribución geoquímica relacionada con la génesis o la erosión del depósito mineral también es una anomalía. Las anomalías relacionadas con un depósito mineral, que se puede usar como guías para el depósito mineral se denominan anomalías representativas. Generalmente las anomalías tienen valores que exceden los valores del fondo. Anomalías negativas, cuyos valores son menores que aquellos del fondo, apenas sirven para la búsqueda de depósitos minerales.

Desdichadamente las concentraciones altas de elementos indicadores pueden ser causadas por una mineralización no económica o por procesos geológicos o geoquímicos no relacionados con una mineralización. Otros factores de la anomalía geoquímica de importancia son el marco topográfico y la asociación geológica. En el caso de anomalías detectadas en suelos hay que tomar en cuenta, que éstos podrían ser desplazados de su substrato mineralizado por deslizamiento del suelo (Creeping en inglés). Solamente la anomalía detectada en un suelo residual en terreno plano o sobre un cuerpo verticalmente inclinado puede ubicarse directamente encima de un depósito mineral.

La anomalía geoquímica contrasta claramente con lo que podríamos denominar valores normales de un determinado elemento químico en el medio de dispersión (suelo, aguas, atmósfera). Aunque a veces una anomalía pueda ser obvia en términos numéricos (valores extremadamente altos de un elemento), la caracterización de la misma se lleva a cabo mediante un tratamiento estadístico, más o menos complejo, de la información. Se definen tres conceptos básicos, que son los siguientes:

3.2.3.1 Valor de Fondo (Background)

El término "fondo" (Background) se refiere a la abundancia normal de un elemento en los materiales terrestres no mineralizados. Considerando dos diferentes tipos de materiales terrestres la abundancia normal de un distinto elemento en un tipo de material terrestre muy probablemente difiere de su abundancia en otro tipo de material terrestre, es decir, que corresponde al valor normal de un elemento en un medio ambiente. El valor de fondo se representa a través de la siguiente ecuación (3.1):

$$\text{Valor de fondo} = Q_3 \tag{3.1}$$

Donde:

Q_3 = representa al tercer cuartil que muestra el 75% de los datos.

3.2.3.2 Anomalía

Es una desviación estadísticamente significativa a partir del valor de fondo, por ejemplo, los valores que se encuentran sobre dos o tres veces el valor de la desviación estándar ($x > 3s$). La anomalía se encuentra vinculada al umbral (threshold), ya que a través de ella se puede localizar la anomalía geoquímica (fuente de emisión) que se busca. La anomalía se expresa mediante la ecuación (3.2).

$$\text{Anomalía fuerte} = \overline{X} + 3S \tag{3.2}$$

Donde:

$\overline{X}$ = representa la media aritmética.

S = representa la desviación estándar o desviación típica y junto al 3 simboliza la anomalía fuerte de los valores del muestreo.

3.2.3.3 Valor Umbral (Threshold)

Es la que designa la concentración de un elemento indicador sobre que muestra se puede considerar anómala. En el caso más sencillo el valor umbral coincide con el límite superior de los valores del fondo, en otras palabras, corresponde al límite superior de las fluctuaciones de la media, siendo el límite inferior de los valores anómalos. Entendiéndose así los valores mayores son anomalías, los valores menores pertenecen al fondo. Cuando es más complejo se puede definir dos o tres valores umbrales. En ocasiones las anomalías relacionadas con un deposito mineral que superponen un fondo caracterizado por un valor umbral elevado (en comparación a los valores umbrales comunes). El umbral se expresa mediante la ecuación (3.3).

$$\text{Umbral} = \overline{X} + 2S \qquad (3.3)$$

Donde:

$\overline{X}$ = representa la media aritmética.

S = representa la desviación estándar o desviación típica y junto al 2 simboliza el valor umbral de los valores del muestreo.

3.2.4 Diagrama de Caja

Un diagrama de caja es un gráfico, basado en cuartiles, mediante el cual se visualiza un conjunto de datos. Está compuesto por un rectángulo, la caja, y dos brazos, los bigotes (Figura 3.1). Es un gráfico que se suministra información sobre: los valores mínimo y máximo, los cuartiles Q_1 (25% de los datos), Q_2 o mediana (el 50% de los datos) y Q_3 (75% de los datos), sobre la existencia de valores atípicos y así como de la simetría de distribución.

Los diagramas de caja proporcionan una visión general de la simetría sobre cómo se distribuyen los datos; si la mediana no está en el centro del rectángulo, la distribución no es simétrica. El cual puede ser de gran utilidad como técnica de análisis exploratorio de datos.

Dentro del Diagrama de Caja el valor atípico se considera como una observación que es numéricamente distante del resto de los datos el cual puede ser indicativo de datos que pertenecen a una población diferente del resto de la muestra establecida. Tomando como referencia la diferencia entre el primer cuartil (Q_1) y el tercer cuartil (Q_3), en un diagrama de caja el valor atípico se encuentra: 1,5 veces esa distancia de uno de esos cuartiles (atípico leve) o a 3 veces esa distancia (atípico extremo).

3.2.4.1 Construcción de un diagrama de caja:

1. Ordenar los datos de la muestra y obtener el valor mínimo, el máximo, y los tres cuartiles Q_1, Q_2 y Q_3.

2. Dibujar un rectángulo cuyos extremos son Q_1 y Q_3 e indicar la posición de la mediana, Q_2, mediante una línea.

3. Calcular con cualquiera de los procedimientos descritos anteriormente unos límites admisibles superior e inferior, Li y Ls, que identifiquen a los valores atípicos.

4. Las líneas que sobresalen de la caja se llaman bigotes**.** Estos bigotes tienen un límite de prolongación, de modo que cualquier dato o caso que no se encuentre dentro de este rango es marcado e identificado individualmente.

5. Considerar como valores atípicos los situados fuera del intervalo (Li, Ls).

6. Dibujar una línea que va desde cada extremo del rectángulo central hasta el valor más alejado no atípico, es decir, que está dentro del intervalo (Li, Ls).

7. Identificar todos los datos que están fuera del intervalo (Li, Ls), marcándolos como atípicos. (Figura 3.1).

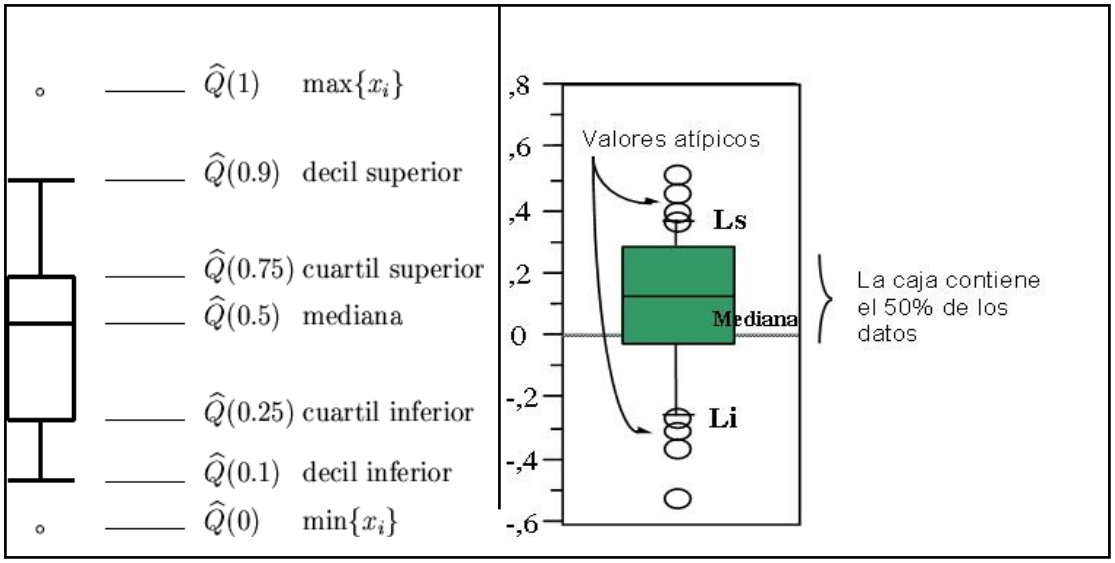


Figura 3.1. Diagramas de caja indicando sus partes.

3.2.5 Prospección geoquímica

Incluye todos los métodos de prospección minera basados en medidas sistemáticas de una o más propiedades químicas de materiales naturales (Hawkes y Webb., 1.962).

El principio básico de la prospección geoquímica se basa en detectar la dispersión de un determinado metal para detectar la fuente de emisión, esto es, el yacimiento mineral.

El tipo de muestras que se toman en prospección geoquímica son variadas esto incluye: rocas, sedimentos fluviales, suelos, aguas, vapores, plantas. La elección depende de múltiples variables, entre ellas: 1) la fisiografía; 2) el marco geológico; 3) el tipo de anomalía que estamos buscando.

3.2.6 Prospección geoquímica de suelos

Es una muestra que se obtiene de una capa guía de los diferentes horizontes del suelo, previo un estudio de orientación. Su objetivo es la detección directa de los depósitos (Oliveras R.I. 1.979).

La prospección geoquímica de suelos es de gran utilidad porque los suelos pueden contener cantidades anómalas de elementos que están estrechamente relacionados a la zona mineralizada, para localizar así el depósito mineral que se busca, siempre y cuando se trate de suelos residuales.

3.2.7 Suelo

Formación natural en superficie de estructura muelle y de espesor variable resultante de la transformación de la roca madre subyacente bajo la acción de diversos procesos físicos, químicos o biológicos. Está constituido por elementos minerales y orgánicos. En un corte vertical del suelo (perfil) desde la superficie hasta la roca no alterada, se distinguen varios horizontes, caracterizados por la posición que ocupan, su quimismo, su grado de desmigajamiento y su espesor. El suelo cambia según: el clima, la vida animal y vegetal, el tiempo, la pendiente del terreno y el material (rocoso) del que se deriva.El suelo se caracteriza por ser un agregado inconsolidado sólido formado por la destrucción mecánica y química de las rocas, el cual se difiere en función de los aspectos geológicos, fisiográficos, y climáticos de una región, esto permite que se condicionen sus perfiles típicos.

3.2.8 Horizonte de Suelo

Capa de suelo aproximadamente paralela a la superficie del terreno que posee características que se pueden observar y que ha sido producida mediante la operación de los procesos que forman suelos. Los horizontes del suelo son el resultado de factores pedogénicos; como consecuencia de ello, y sobre todo, bajo el influjo del clima (precipitaciones, humedades) se originan diferentes tipos de suelos, cada uno con un determinado perfil. El perfil del suelo es la ordenación vertical de todos estos horizontes.

Es importante aclarar lo conveniente de estudiar en cada caso, cual de los horizontes concentra de preferencia el elemento que se esta investigando. La toma de muestras y estudio del perfil del suelo permite conocer la evolución del contenido metálico en profundidad, y de esta manera posibilita el seleccionar el horizonte más adecuado (Figura 3.2).

3.2.8.1 Clasificación de los horizontes del suelo

Los suelos completos o evolucionados se distingue en tres horizontes fundamentales que van desde la superficie hacia abajo son:

- Horizonte A (o zona de lavado vertical): Zona del suelo que se encuentra inmediatamente debajo de la superficie, en el enraíza la vegetación herbácea. Su color es generalmente oscuro se debe a las cantidades variables de materia orgánica descompuesta o humus elaborado. De la que proceden los materiales solubles y las partículas de grano fino que descienden por la acción del agua que se filtra en el suelo.

- Horizonte B (o zona de precipitado): Es conocida como la zona de acumulación del suelo, la cual carece prácticamente de humus, por lo que su color es más claro, en él se depositan los materiales arrastrados desde arriba, principalmente, materiales arcillosos, óxidos e hidróxidos metálicos, etc., situándose en este nivel los encostramientos calcáreos áridos y las corazas lateríticas tropicales que se encuentra debajo del horizonte.

- Horizonte C (o subsuelo): Está constituido por la parte más alta del material rocoso in situ, sobre el que se apoya el suelo, más o menos fragmentado por la alteración mecánica y la química (la alteración química es casi inexistente ya que en las primeras etapas de formación de un suelo no suele existir colonización orgánica), pero en él aún puede reconocerse las características originales del mismo.

- Horizonte D (horizonte R o material rocoso): es el material rocoso subyacente que no ha sufrido ninguna alteración química o física significativa. Algunos distinguen entre D, cuando el suelo es autóctono y el horizonte representa a

la roca madre, y R, cuando el suelo es alóctono y la roca representa sólo una base física sin una relación especial con la composición mineral del suelo que tiene encima.

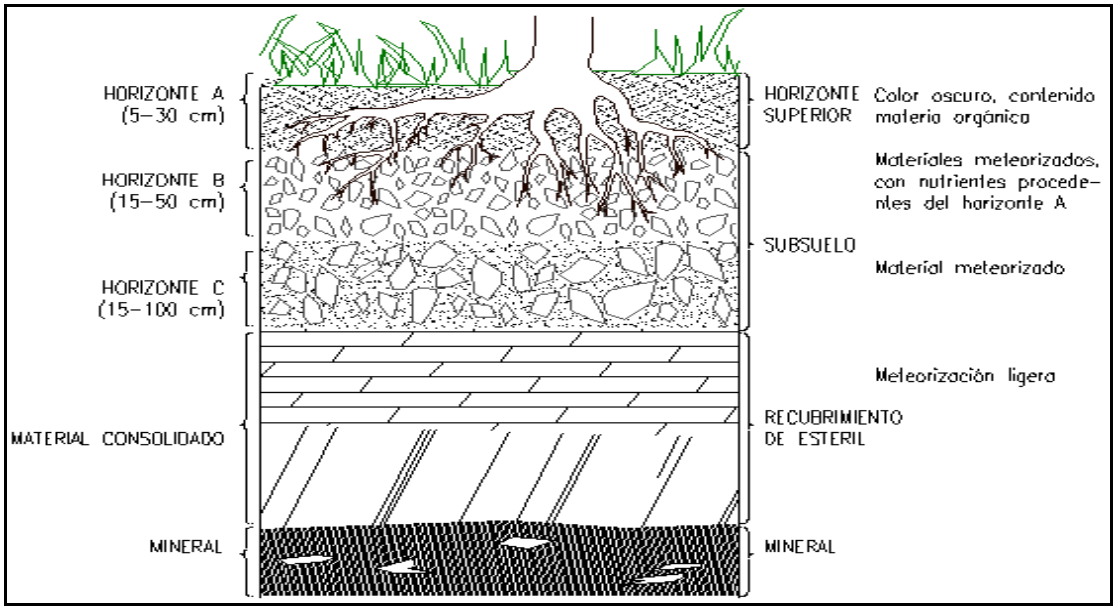


Figura 3.2. Perfil que muestra los horizontes de suelo, (Rober, 2.008).

3.2.9 Interpretación del Perfil Meteorizado de una Regolita Residual

El conocimiento de un perfil es la base fundamental para el estudio geoquímico de suelo el cual se realiza a través del muestreo en el trabajo de campo en donde se procede, analizar e interpretar su composición: horizonte del suelo (diferentes tipos de suelo), intensidad de meteorización, condición (contenido de agua), litología, minerales primarios y secundarios, profundidad (distancia en centímetros desde la superficie), entre otros.

Toda esta información se obtiene al perforar el suelo, que sirve como base originar de datos, para la aplicación práctica de los principios geoquímicos teóricos en la exploración minera que se realiza. Para ello, a continuación se presenta un perfil que permite el reconocimiento geológico con una posterior definición de cada capa de suelo, con su respectiva muestra encontrada en la concesión que va orientada desde el tope hasta la base, (Figura 3.3).

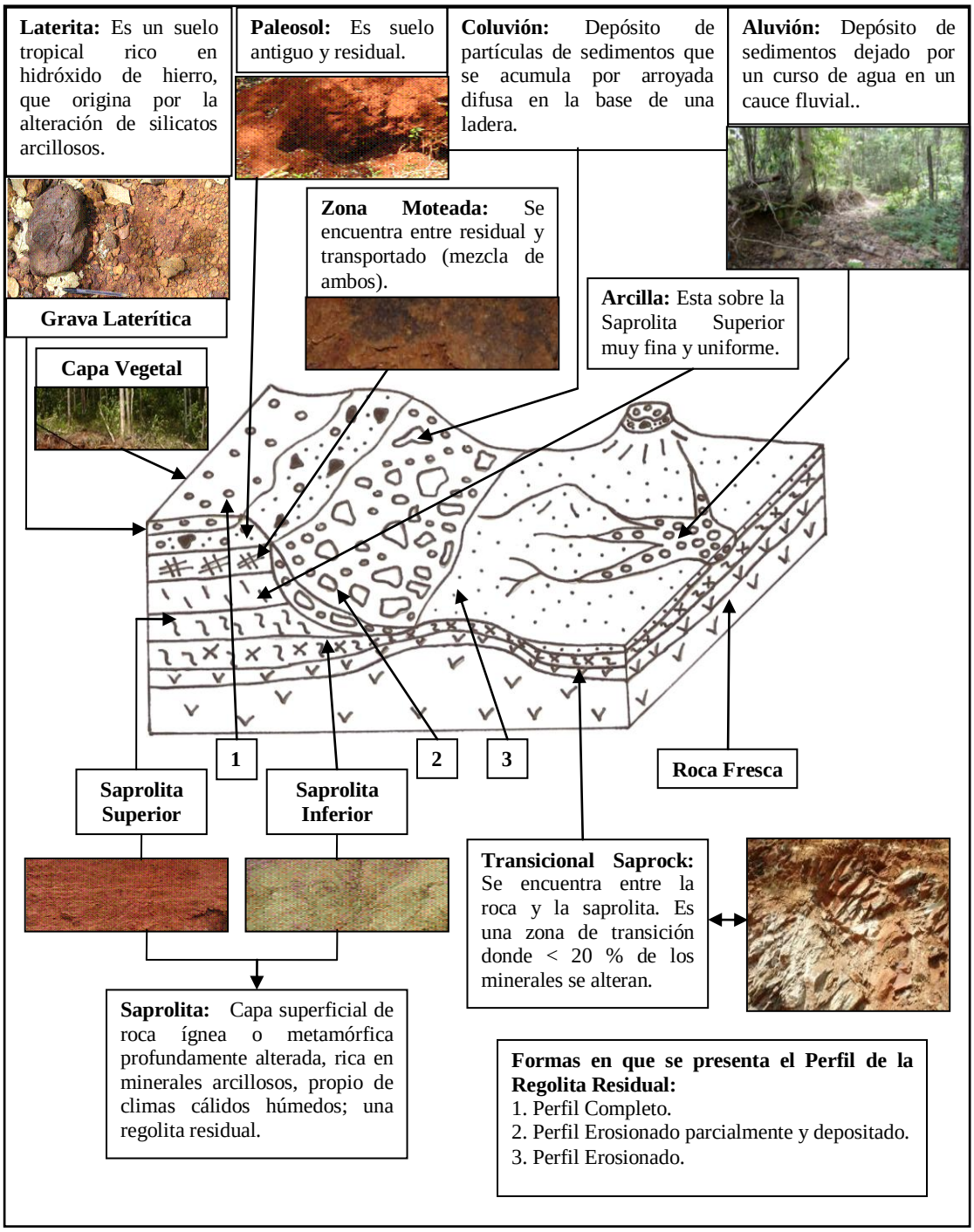


Figura 3.3. Muestra de un Perfil Meteorizado de una Regolita Residual.

3.2.9.1 Paleosol

Son suelos formados en un pasado geológico, que se han preservado de la acción erosiva por parte de los agentes externos y han quedado fosilizados dentro de una secuencia sedimentaria. Al tratarse de la parte más superficial y alterada del sustrato rocoso, los suelos son susceptibles de ser erosionados, lo que dificulta su presencia en el registro geológico. Los suelos que con más facilidad pueden conservarse, son aquellos que presentan un perfil con niveles resistentes (lateritas, costras calcáreas, etc.); aunque en ciertas condiciones suelos poco resistentes pueden también llegar a conservarse, (Figura 3.3).

Debido al acondicionamiento climático que presentan los suelos, el estudio de las características de los paleosoles permite conocer las condiciones climáticas que reunieron en el pasado, durante su formación.

Figura 3.4 Muestra de Paleosol (P.M.G., 2.009).

3.2.9.2 Laterita

Las lateritas se pueden definir como horizontes edáficos fuertemente enriquecidos en óxidos e hidróxidos de hierro, como consecuencia de la acumulación de estos componentes en respuesta a la meteorización química avanzada de una roca que ya previamente mostraba un cierto enriquecimiento en este componente (Figura 3.5).

Están formadas mayoritariamente por hidróxidos y óxidos de hierro (goethita, lepidocrocita, hematites), a menudo acompañado de sílice o cuarzo, y de hidróxidos de aluminio y manganeso. En general estos minerales se disponen en agregados terrosos o crustiformes, formado capas de espesor muy variable, que puede llegar a la decena de metros.

Se forman en zonas de relieve horizontal sobre rocas ricas de hierro, fundamentalmente sobre rocas ígneas básicas o ultrabásicas, ricas en minerales ferromagnesianos como el olivino o el piroxeno. La hidrólisis de estos minerales, a través de serpentina y clorita fundamentalmente, produce como productos finales óxidos/hidróxidos de hierro, sílice, y sales solubles de Mg y Ca (procedente de clinopiroxeno). Algunos de los componentes minoritarios de estos minerales (Ni, Cr, Co) pueden también concentrarse en la laterita, aumentando sus posibilidades mineras.

Figura 3.5. Muestra de Laterita (P.M.G., 2.009).

3.2.9.3 Zona moteada

Es un horizonte meteorizado caracterizado por la acumulación localizada de óxidas de hierro, manchas y puntos difusos normalmente menores a 10 mm de diámetro, en la cual la estructura primaria de la roca es parcialmente destruida dentro de una matriz arcillosa que la da un efecto moteado. Se caracteriza por ser una mezcla entre residual y transportado, (Figura 3.6).

Figura 3.6. Muestra de la Zona Moteada (P.M.G., 2.009).

3.2.9.4 Saprolita

Es la roca suave a fondo descompuesta y porosa de la saprolita a menudo ricos en arcilla, se formó por la erosión química sobre: el terreno ígneo, rocas metamórficas o sedimentarias. La saprolita es especialmente común de clima húmedo y tropical. Es generalmente blanco, rojizo o grisáceo y contiene esas estructuras (tales como cruz – estratificación) que estaban presentes en la roca original de la cual formó.

La saprolita se localiza en las zonas bajas de los horizontes del suelo y presenta una profunda erosión de la superficie de la roca madre. Estas contienen: cuarzo y un alto porcentaje de caolinita con otros minerales arcillosos que son formados por la descomposición química de minerales primarios, principalmente el feldespato. La saprolita se divide en tres zonas principales: saprolita superior, saprolita inferior y saprock.

- Saprolita Superior: La zona es distinguida por la ausencia general de la roca fresca y el predominio de la especie de la arcilla. La saprolita superior tiene variedad de colores, típicamente amarillo, ocre, naranja, tan o marrón claro en color. En casos extremos del desgaste por la acción atmosférica prolongado, o en rocas particularmente hierro-pobres, la saprolita superior puede ser blanco puro blanqueado.

La saprolita superior químicamente se oxida al punto donde existen pocas especies químicas reducidas. Por ejemplo, el hierro está presente como FE^{3+}, el sulfuro está presente predominantemente como: sulfatos, manganeso que están presente como: óxido del manganeso, los silicatos están presentes como arcillas.

Se caracteriza por ser una roca meteorizada que posee al menos un 20% de los minerales primarios meteorizados que han sido reemplazados seudomórficamente por minerales secundarios o que fueron disueltos dejando unas vesículas, la cual deja evidencia de su fábrica primaria.

El término saprolita puede ser utilizado en aquellas rocas que aun meteorizadas preservan su estructura original, (foliación, alineaciones, esquistosidades y vetas pueden preservadas), se puede hacer una distinción entre la saprolita superior y la saprolita inferior, (Figura 3.7).

Figura 3.7. Muestra de la Saprolita Superior (P.M.G., 2.009).

- Saprolita Inferior: La zona es distinguida de la saprolita superior por el grado generalmente más bajo de oxidación y del color. Típicamente, un saprolita inferior es verdoso en color y friable, aunque mucho más endurecido que la saprolita superior. Es la porción de la saprolita que está menos meteorizada. La saprolita inferior es caracterizada por la preservación de algunos minerales primarios meteorizados (ilmenita y muscovita) y minerales secundarios de primer orden (esmectita e ilita). Además contiene hierro reducido y es comúnmente de color verde y gris (Figura 3.8).

Figura 3.8. Muestra de la Saprolita Inferior (P.M.G., 2.009).

- Transicional Saprock: Es la zona de la roca debajo de la saprolita más baja donde el desgaste por la acción atmosférica se restringe a los sistemas de la masa fresca de la roca. Roca altamente alterada, compacta con baja porosidad y con un bajo contenido de agua. La textura nos indica el protolito original. Dentro de zona del saprock el desgaste por la acción atmosférica ocurre adelante de: empalmes foliaciones, averías entre otras faltas, y proyectos hacia abajo como red de dedos resistidos (Figura 3.9).

La tapa de la roca fresca, se toma típicamente pues el punto en el cual no hay otro desgaste por la acción atmosférica visible evidente. Sin embargo, químicamente puede generalmente ser demostrado que los efectos del desgaste por la acción atmosférica y de la oxidación pueden persistir una distancia considerable en la corteza de tierra, especialmente alrededor de sistemas grandes de la avería. Se caracteriza por ser una zona de transición entre la saprolita y la roca.

Figura 3.9. Muestra de la Transicional Saprock (P.M.G., 2.009).

3.2.10 Prospección de Oro

Prospección del oro es el acto de ir equipado para encontrar oro en rocas o en camas de la corriente con objeto de explotar ese descubrimiento. Para lo cual, se distinguen dos tipos de prospección de oro, que son:

La prospección de la compañía es conocida como la prospección del profesional que implica el probar que las provincias sabidas del oro, a menudo como resultado de descubrimiento, atribuido a un reconocimiento geológico a gran escala del área, utilizando métodos de alta tecnología, para establecer la zona mineralizada. Los métodos implican generalmente el perforar para determinar el grado de un depósito y la producción de oro por tonelada.

La prospección individual del oro es la aplicada de modo convencional ejecutada por personas sin preparación en el campo de la geología, guiándose por instinto a la localización del mineral, utilizando métodos tradicionales de la pequeña

minería, entre la que se puede mencionar: la batea que permite la obtención de minerales pesados, lo que facilita el detectar la presencia de minerales.

3.2.10.1 Oro

El Oro es un elemento químico de número atómico 79, situado en el grupo 11 de la tabla periódica. Es un metal precioso blando de color amarillo. Su símbolo es Au (del latín aurum, que significa "brillante amanecer"). Es un metal de transición blando, brillante, amarillo, pesado, maleable y dúctil por lo que a menudo es aleado con otros metales (cobre, níquel, plata, etc.) para incrementar su dureza. El oro no reacciona con la mayoría de los productos químicos, porque pertenece al grupo de los metales nobles, pero es sensible al cloro y al agua regia.

El Oro se halla en la naturaleza en vetas de cuarzo, que ocupa el lugar 75 en abundancia entre los elementos de la corteza terrestre. Se cree que el oro se forma de gases y líquidos que se elevan desde el estructura interna de la Tierra, los cuales se trasladan a la superficie a través de fallas de la corteza terrestre. Se encuentra en los tres tipos de rocas: ígneas, metamórficas y sedimentarias. Este metal se encuentra normalmente en estado puro, y se presenta en formas diversas: en filones hidrotermales, normalmente relacionados con cuarzo y sulfuros, diseminado en rocas, filones de rocas auríferas y vetas de cuarzo, placeres provenientes de arenas auríferas originadas de un filón o yacimiento de donde son disgregados por los agentes atmosféricos o por la acción fluvial, como también en forma de polvo o de gránulos redondeados o achatados conocidos como pepitas.

Para extraer el metal que se encuentra en dichos depósitos se procede en primer lugar al lavado (levigación) y cribado de las tierras con un tamiz, instrumento compuesto por un aro o armazón con una tela o una malla muy tupida, que sirve para

separar las partículas del metal precioso. Luego estas son sometidas a diversos procesos (por lo general, amalgamación con mercurio y posterior destilación de la amalgama) hasta obtener oro puro. Cuando el metal es de un yacimiento, antes del lavado es preciso el desmenuzamiento de las rocas auríferas. El oro es un metal precioso cuyas propiedades físicas y químicas hacen que se considere como símbolo de riqueza. En la actualidad, los altos precios en lo que se ha cotizado este metal han motivado las reevaluaciones geológicas tal como lo es este proyecto con el fin de encontrar depósitos minerales que puedan ser explotados con beneficio económico.

3.2.11 Tipos de depósitos movidos por gravedad

3.2.11.1 Coluvión

Un Coluvión es un aluvión constituido por los granos más finos del limo y de la arena, transportados a corta distancia por la arroyada difusa. La formación de coluviones es característica de los terrenos llanos de vegetación abierta, como las sabanas y los campos de cultivo. Los coluviones van llenando progresivamente las cavidades, allanando esos terrenos.

Por el contrario, la arroyada que baja de las vertientes excava al pie de éstas una depresión característica, al arrastrar las partículas finas del suelo para abandonarlas en otra parte, es decir, debido a la acción de los mecanismos de transporte de laderas, es desplazado de su posición de origen.

3.2.11.2 Aluvión

Es un material detrítico transportado y depositado transitoria o permanentemente por una corriente de agua, que puede ser repentina y provocar inundaciones. Puede estar compuesto por: arena, grava, arcilla o limo. El término aluvión se refiere a material no consolidado.

3.3 Definición de términos básicos

3.3.1 Muestra

Es una parte representativa o subconjunto representativo y aleatorio de la población, el cual según su tamaño y forma servirá para la descripción de la población.

3.3.2 Regolita

Capa de partículas minerales que cubre la roca firme; puede proceder de la meteorización de la roca firme subyacente o haber sido transportada desde otros lugares por agentes de fluidos. La regolita se considera un agregado suelto de todos los materiales que se encuentran por encima de la roca. Estos materiales no consolidados o semiconsolidados constituyen lo que se ha llamado regolita o cubierta de las rocas. La regolita puede tener varios cientos de metros de espesor o puede faltar por completo. Las partes superiores de la regolita, a las que se han incorporado sustancias orgánicas y que están más o menos modificadas biológicamente constituyen el suelo.

3.3.3 Regolita residual

Es la regolita formada in situ por la meteorización de la roca firme. A continuación las formas en que se presenta el perfil de la regolita residual (Figura 3.3), esta se deriva en tres formas:

1. Terrenos en los cuales el perfil preexistente de la regolita está completamente preservado.

2. Terrenos en los cuales el perfil de regolita se ha truncado en parte.

3. Terrenos en los cuales la regolita preexistente se ha erosionado.

3.3.3.1 Perfil preservado completamente

Donde los perfiles se preservan completamente, el horizonte de la saprolita superior esta fuertemente lixiviados, y la dispersión lateral de la mayoría de los minerales y elementos trazas son muy extensivos, dando como resultado una saturación marcada de elementos y anomalías confinadas.

3.3.3.2 Perfil parcialmente truncado

Donde los perfiles se han truncado en parte, en respuesta al levantamiento o al cambio climático, la zona laterítica ferruginosa está ausente y diversos medios de muestreo tienen que ser empleado, en ciertas partes, los productos de la erosión permanecen cubiertos por material transportado.

3.3.3.3 Perfil erosionado

Perfil que ha sido erosionado por completo, producto de la meteorización, lo que origina la transición del suelo residual a la roca original inalterada.

3.3.4 Suelo residual

Suelo formado en épocas anteriores y bajo condiciones climáticas distintas y que posee características en consonancia con las mismas. Los suelos residuales se forman por la meteorización de rocas subyacentes.

El muestreo y análisis de suelos residuales es el método más empleado en prospección geoquímica de suelos. Este método de prospección es especialmente útil en las regiones con suelos profundos.

3.3.5 Protolito

Es la roca encajante o roca origen. La cual da origen al regolito.

3.3.6 Regolito

Es un término general usado para identificar un horizonte de material suelto compuesto de fragmentos litológicos, ya sea residual o transportado de una gran variedad de características, que forma la superficie y cubre el substrato rocoso inalterado. Alcanza su máximo desarrollo en los trópicos húmedos, donde se encuentran profundidades de varios centenares de metros de roca alterada. Su límite inferior es el frente de meteorización. Los depósitos supergenicos incluyendo el Au, se encuentran alojados en el regolito.

3.3.7 Arcilla

La arcilla se habría formado a partir del desgaste de las rocas, especialmente las compuestas por silicato y feldespato, sumando factores como presión tectónica, sismos, erosión, etc. Se considera físicamente como un coloide, por su composición de partículas tan pequeñas y de superficie lisa. Se puede encontrar en diversas coloraciones debido a impurezas minerales, pero es blanca en su estado puro. La arcilla puede clasificarse de acuerdo al proceso geológico que las originó y a la ubicación del yacimiento en el que se encuentra (Figura 3.3).

3.3.8 Media aritmética

La media aritmética (también llamada promedio o simplemente media) de un conjunto finito de números es igual a la suma de todos sus valores dividida entre el número de sumandos. Cuando el conjunto es una muestra aleatoria recibe el nombre de media muestral siendo uno de los principales estadísticos muéstrales. La media aritmética se define mediante la siguiente ecuación (3.4):

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_i = \frac{a_1 + a_2 + \cdots + a_n}{n} \tag{3.4}$$

Donde:

$\overline{X}$ = con una barra horizontal sobre el símbolo para representar la media de una muestra.

n = es el número de observaciones ó tamaño de la muestra.

a_i = representa cada uno de los valores.

3.3.9 Desviación Estándar

La desviación estándar o desviación típica es una medida de centralización o dispersión para variables de razón (ratio o cociente) y de intervalo, de gran utilidad en la estadística descriptiva. Se define como la raíz cuadrada de la varianza. Junto con este valor, la desviación típica es una medida (cuadrática) que informa de la media de distancias que tiene la fluctuación de los datos respecto de su media aritmética, expresada en las mismas unidades que la variable. Para calcular la desviación estándar basta con hallar la raíz cuadrada de la varianza, por lo tanto su ecuación (3.5) sería:

$$S = \sqrt{S^2} \tag{3.5}$$

Donde:

S = Símbolo de la desviación estándar o desviación típica.

S^2 = representa la varianza.

3.3.10 Varianza

La varianza representa la media aritmética del cuadrado de las desviaciones con respecto a la media de una distribución estadística que son elevadas al cuadrado (con el fin de eliminar los signos negativos), y calculando su promedio o media; es decir, sumado todos los cuadrados de las diferencias de cada valor respecto a la media y dividiendo este resultado por el número de observaciones que se tengan. Si la varianza es calculada a una población (total de componentes de un conjunto). La varianza se expresa mediante la siguiente ecuación (3.6).

$$S_X^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(X_i - \overline{X}\right)^2}{n} \quad (3.6)$$

Donde:

S^2 = representa la varianza.

X_i = representa la marca de clase.

$\overline{X}$ = representa la media de la muestra.

n = es el número de observaciones ó tamaño de la muestra.

3.3.11 Mediana

Es el valor de la variable que ocupa el lugar central de todos los datos cuando están ordenados de menor a mayor. La mediana se representa por Me. La mediana se puede hallar sólo para variables cuantitativas. De acuerdo con esta definición el conjunto de datos menores o iguales que la mediana representarán el 50% de los datos, se expresa mediante la siguiente ecuación (3.7).

$$M_e = L_i + \frac{N/2 - F_i - 1}{F_i} \cdot (a_i) \quad (3.7)$$

Donde:

Li = es el limite inferior de la clase donde se encuentra la mediana.

N/2 = es la semisuma de las frecuencias absolutas.

Fi – 1 = es la frecuencia acumulada anterior a la clase mediana.

ai = es la amplitud de la clase

CAPÍTULO IV
METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Nivel de investigación

El estudio se proyecta en un contexto de investigación descriptiva la cual es conocida como la investigación estadística, porque representa los datos y las características del fenómeno de estudio a través de la descripción, por cuanto los resultados de la misma se obtuvieron mediante la observación detallada de la realidad. Cuyo diseño metodológico se apoya en la investigación de campo por ser un estudio sistemático aplicado en recoger los datos de interés en el ambiente natural como fuente de información original en forma directa a la realidad del problema en un contenido determinado en condiciones rigurosamente controladas a fin de alcanzar los objetivos planteados. De igual manera puede considerarse de investigación experimental la compuesta por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que usa la lógica para poder obtener resultados de los datos recogidos y así interpretarlos, puesto que el investigador manipula ciertas condiciones.

4.2 Flujograma de la metodología

En este capítulo se fundamenta la metodología que conduce a la elaboración del proyecto de Reinterpretación Geoquímica de Suelos para la Prospección de Oro en la concesión Chocó 02, consta de cinco (5) etapas tanto teórica como practica, permitirá obtener el estudio detallado del área de investigación, vista desde la perspectiva que implica el desarrollo ordenado, analítico, lógico y científico para lograr la demostración o verificación de los datos, cumpliendo con los objetivos de una forma óptima y eficiente. A continuación se muestra el flujograma (Figura 4.1) que indica el proceso de investigación que se llevo a cabo.

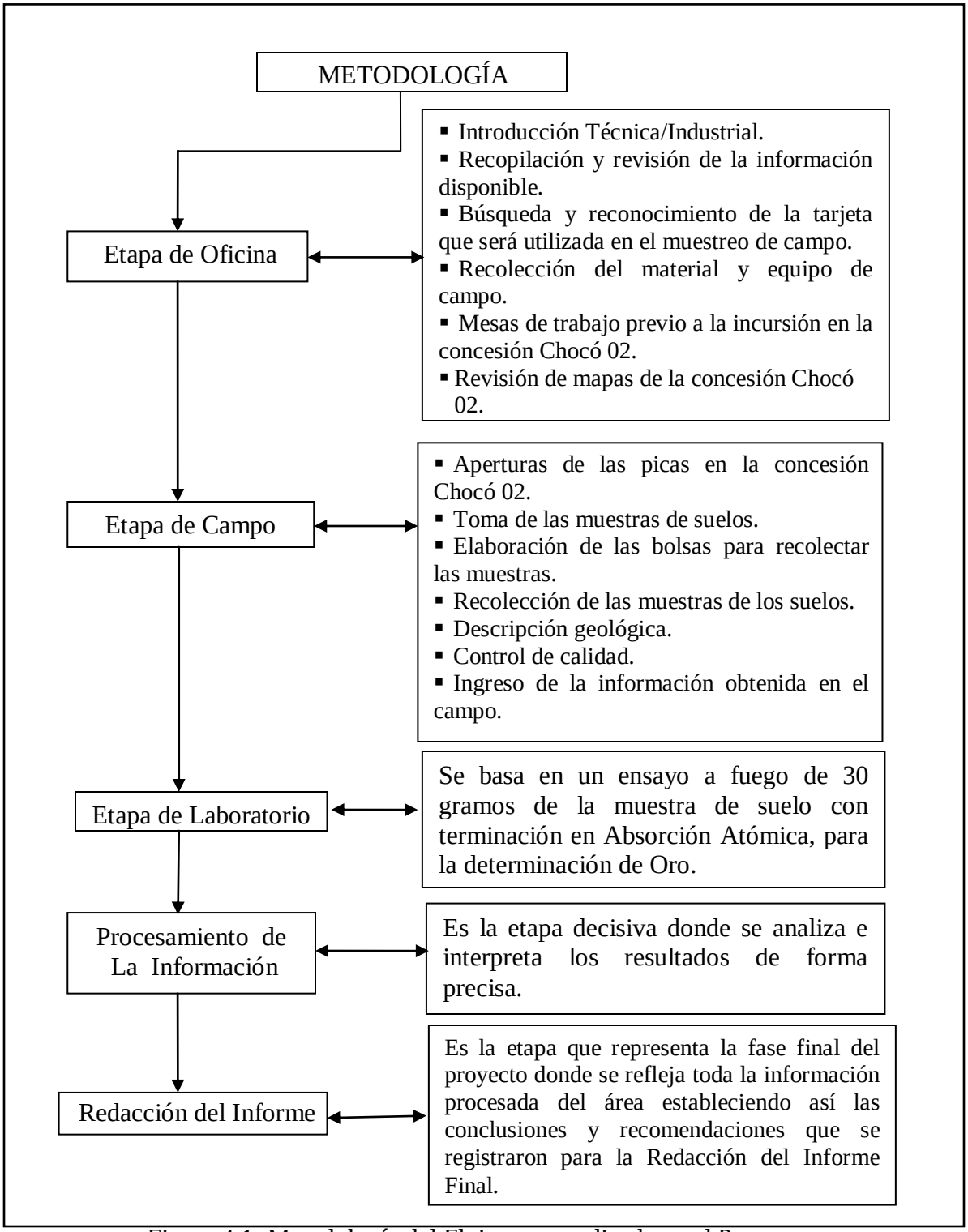


Figura 4.1. Metodología del Flujograma aplicada en el Proyecto.

4.2.1 Etapa de oficina

Esta fundamentada en: la recopilación, revisión y clasificación, tanto del material bibliográfico (informes, textos) como del material técnico (datos geológicos, datos geotécnicos), para formar un sólido soporte que conduzca a lograr los objetivos propuestos todo esto estructurado de la siguiente manera:

4.2.1.1 Introducción técnica industrial

En esta etapa inicial el Departamento de Exploración de la empresa Rusoro Mining, Promotora Minera de Guayana, S.A (P.M.G), le da la orientación al pasante en la cual le facilita los conocimientos necesarios para adaptarse al papel que desempeñara a lo largo del proyecto cumpliendo con los objetivos de una manera óptima y eficientemente.

4.2.1.2 Recopilación y revisión de la información disponible

Al comenzar un proyecto el pasante se debe enfocar en la búsqueda de toda la información disponible sobre el área de estudio como lo es la concesión Chocó 02. Esta fundamentada en: la recopilación, revisión y clasificación, tanto del material bibliográfico (informes, textos) como del material técnico (datos geológicos, datos geotécnicos), para formar un sólido soporte que conduzca a lograr los objetivos propuestos.

4.2.1.3 Búsqueda y reconocimiento de la tarjeta que será utilizada en el muestreo de campo.

Se refiere a la tarjeta de descripción geológica (muestras de superficie) la cual esta en la base de datos de la empresa donde se encuentra toda la información geológica de la zona. Una vez localizada, se procede a imprimirla tomando en cuenta la cantidad aproximada de muestras a recolectar, la misma servirá de guía y apoyo al geólogo en el campo donde llevara registro geológico de cada muestra de suelo Por tal motivo debe reconocer e interpretar la tarjeta para asegurar la descripción geológica que realice, (Figura 4.17).

4.2.1.4 Recolección del material y equipo de campo

Es la acción de recolectar el material que será utilizado por el geólogo en el campo (metro, brújula, GPS, talonarios de ticket que deben seguir una secuencia numérica para la posterior identificación de la muestra, bolsas de muestreo que sirven para la recolección y protección de la muestra, cinta flag tape es usada como guía para localizar los puntos de recolección dentro de las líneas del infill (cerrado de mallado), marcadores, lápices, lupa) así como los instrumentos de trabajo que es usado por el personal de la cuadrilla: pala, auger, barra minera, palin, machete, guantes (Figura 4.2). Es fundamental que todos los implementos estén completos.

Figura 4.2. Instrumentos de trabajo que se utiliza para la recolección de muestras de suelo.

4.2.1.5 Mesas de Trabajo previa a la incursión a la concesión Chocó 02

Son las reuniones que se realizar en el campamento de exploración previo a la incursión de campo, la misma es dirigida por el geólogo jefe del proyecto acompañado de la pasante futuro geólogo con el objetivo de trazar el plan de trabajo a seguir en el área de la concesión Chocó 02.

4.2.1.6 Revisión de Mapas de la concesión Chocó 02

- Definir el tipo de acceso más fácil para llegar al área de la concesión Chocó 02.

- Precisar el grado de dificultad que pueda existir, debido a la geomorfología (lomas, cerros, quebradas, acantilados) tomando las medidas pertinentes para tal incursión.

- Establecer la localización del trends estructural (lineamiento que marca la estructura) para su posterior observación.

- Para el estudio se utilizó como mapa base, el mapa de la geoquímica de suelos realizado de un análisis previo donde se localizan las líneas del infill (cerrado de mallado) estableciendo prioridad en las zonas donde existen las anomalías que son la razón principal de este proyecto (Figura 4.3).

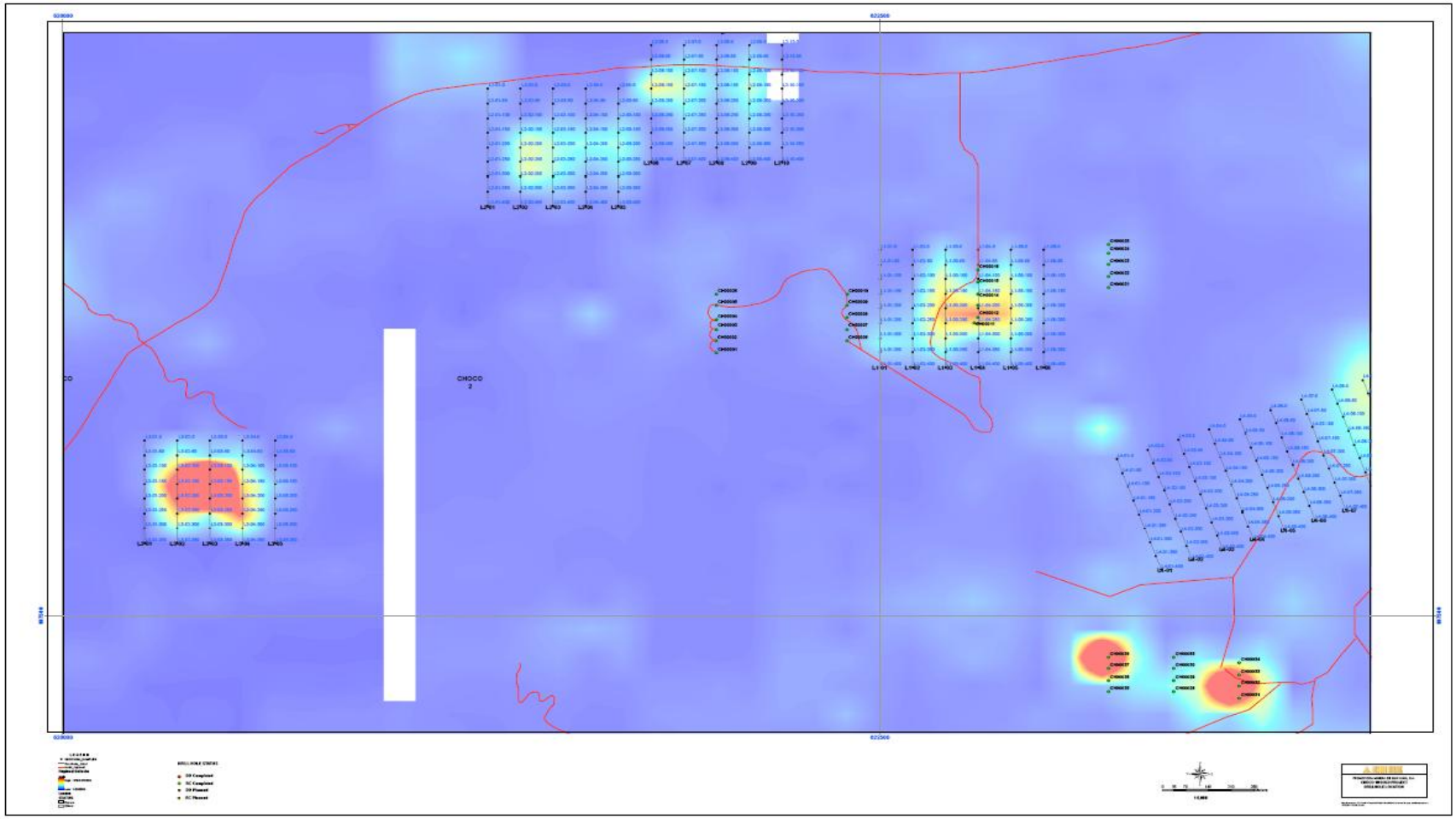


Figura 4.3 Mapa de la geoquímica de suelo de la Concesión Chocó 02.

4.2.2 Etapa de Campo

Es la etapa donde el geólogo y un grupo de obrero se adentran en el campo para recolectar muestras de una zona previamente identificada siguiendo un protocolo de trabajo, el cual fue establecido por la empresa y que a continuación se describe.

4.2.2.1 Aperturas de las picas en la Concesión Chocó 02

Este trabajo inicia una vez que se haya estudiado el área de estudio en lo que respecta a la parte geológica – estructural y geomorfológica de la concesión siguiendo la orientación del mapa geoquímico del muestreo de suelo (Figura 4.3) como base donde se estableció un mallado de (100 x 50) metros dentro de tres (3) líneas de infill (cerrado de mallado) cuya dirección esta definida en norte-este (NE) y norte-franco (NF). Todo de acuerdo a los lineamientos estructurales y zona de mineralización presente en la concesión tiene una dirección NE.

Se conformo un equipo de trabajo para las aperturas de las picas, compuesto por un (1) topógrafo y seis (6) obreros que se encargaron de la deforestación de las líneas debido a la maleza como también la verificación de la topografía usando instrumentos de medición como: GPS, brújulas, teodolito, para establecer los limites, controles de las líneas de referencia del mallado y puntos de partidas del muestreo.

Se debe realizar esta labor antes de la recolección de muestras de suelo para evitar contaminación y alcanzar así un mayor rendimiento en el campo.

4.2.2.2 Toma de las muestras de suelos

Para realizar la recolección de muestras se establecieron salidas diarias al campo, constituida de un equipo de trabajo (Figura 4.4) integrada por: seis (6) obreros y dos (2) geólogos que son el geólogo jefe del proyecto acompañado de la pasante y futuro geólogo. Dicho trabajo se rige de acuerdo a los estándares de la empresa.

Figura 4.4. Equipo de trabajo para la toma de muestras de suelo.

4.2.2.3 Elaboración de las bolsas para recolectar las muestras

Para la elaboración de las bolsas para muestras se deben seguir los siguientes pasos:

- La bolsa debe estar debidamente identificada con la siguiente información: iniciales de la empresa Promotora Minera de Guayana (P.M.G), el nombre y número de la concesión “CH-02”, numeración de la línea de suelo y número de muestra por línea (L1-01), secuencia numérica de la muestra en la tickera.

- Es recomendable que el personal debe quitarse todas las joyas, para evitar posible contaminación de la muestra.

- Para lograr llevar un control en la secuencia de las muestra se utilizará talonarios numéricos, el cual registrará cada muestra con un número único dicha tickera tendrá una pestaña que será colocada dentro de cada bolsa para evitar errores.

4.2.2.4 Recolección de las muestras de los suelos

Para la recolección de las muestras en el campo se efectúa bajo la supervisión del geólogo, quien emprenderá el recorrido con el personal de obreros hasta llegar a la red de picas, donde se ubicara la primera línea y se localizara el primer punto de muestreo que debe estar debidamente señalado con una estaca con una cinta naranjada (cinta flag tape) que debe estar enumerada para identificar el punto y mantener la secuencia del muestreo.

Establecido todo esto se inicia el procedimiento que a continuación se presenta:

- Cuando se va a excavar se debe eliminar con un machete el área de vegetación para que no contamine la muestra (Figura 4.5) logrando así una superficie sin vegetación lista para la perforación (Figura 4.6).

Figura 4.5 Limpiando el punto de muestreo de la vegetación para perforar.

Figura 4.6. Superficie sin vegetación preparada para la perforación.

- El procedimiento de perforar el suelo se efectúa por medio de la barra minera que permite excavar el agujero (Figura 4.7), se intercala con la remoción del material usando la pala (Figura 4.8).

Figura 4.7 Perforación del suelo con la barra minera.

Figura 4.8. Remoción del material con el uso de la pala.

- Se procede a medir la profundidad del agujero con un metro para determinar si esta optima para la recolección de la muestra (Figura 4.9) a continuación se muestra el agujero listo para la toma de muestra de suelo (Figura 4.10).

Figura 4.9 Medición de la profundidad del agujero con el metro.

Figura 4.10 Observación del agujero listo para la toma de muestras.

- La recolección de la muestra se realiza con el auger lo cual permite un agarre directo de la muestra de suelo (Figura 4.11), se recomienda tomar una muestra que sea de 400 gramos aproximadamente donde el geólogo determinara el contorno de la regolita obteniendo una muestra de suelo residual: paleosol, zona moteada o saprolita lo que es mejor conocido como perfil "B".

Figura 4.11. Recolección de la muestra por el auger.

- Cuando se perfora se debe tomar en consideración el tipo de horizonte que se debe escoger para tomar la muestra de suelo: El horizonte A no es recomendable por su alto contenido de materia orgánica, el ideal sería el horizonte C siempre que sea alcanzable. Bajo el punto de vista de la geoquímica el horizonte B (de acumulación) presenta un gran interés, ya que es ahí donde suelen concentrase de preferencia los elementos químicos (Figura 4.12).

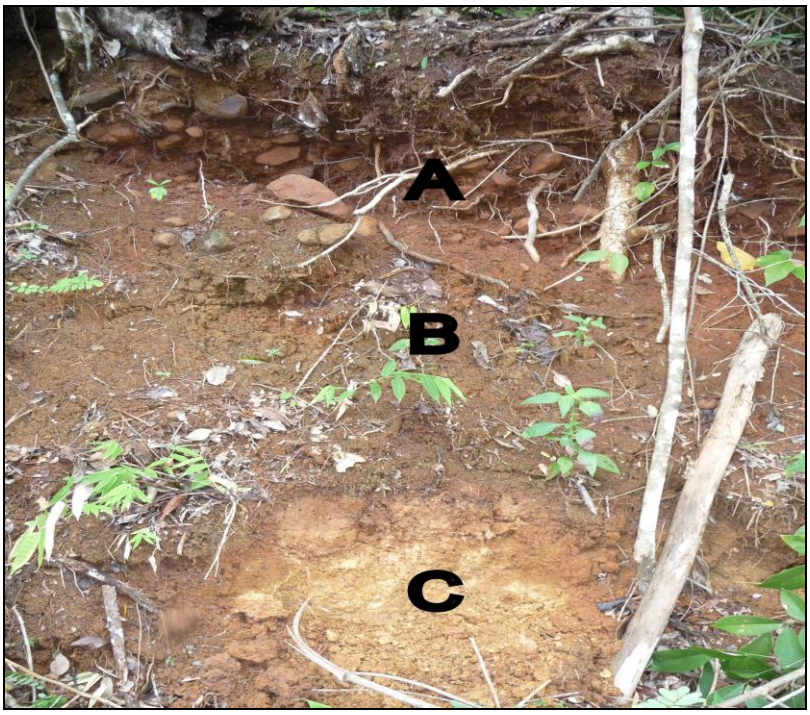


Figura 4.12. Horizontes de Suelos.

- Seguidamente se procede a guardar la muestra de suelo en una bolsa identificada (Figura 4.13).

Figura 4.13. Toma de la muestra de suelo colocada en una bolsa identificada.

- El Geólogo siempre estará supervisando el proceso de muestreo (Figura 4.14) por ser quien decide el horizonte a perforar, el tipo de muestra a recoger, el control que se debe llevar para evitar contaminar la muestra.

Figura 4.14. Geólogo supervisando el muestreo.

- Cada vez que se utiliza el auger se recomienda limpiar para evitar cualquier residuo de la muestra anterior.

- Es necesario remover con la mano las rocas mayores de 5mm que se encuentren en la muestra.

- Al recoger la muestra se coloca en la bolsa, se cierra en forma segura para impedir la pérdida de la misma.

- Para establecer un control en la secuencia de la toma de muestra (Figura 4.15) en la estaca se colocará una cinta flag tape que servirá de guía, la misma estará debidamente identificada con el número de muestra registrada en la tarjeta de descripción geológica.

Figura 4.15. Observación final de la toma de muestras.

- De regreso a la empresa se guardaran todas las bolsas de muestras en su respectiva secuencia numérica tal como es tomada en el campo estas se depositaran en el área del laboratorio (Figura 4.16) para su protección, secado y posterior análisis.

Figura 4.16 Depósito de las Bolsas con Muestras de Superficie Identificadas.

4.2.2.5 Descripción Geológica

La descripción geológica va a ser realizada por el geólogo en el campo con el apoyo del recurso de la tarjeta de descripción geológica muestra de superficie como de la leyenda geológica los mismos siguen los lineamientos de la empresa. A continuación se mencionan las siguientes especificaciones descritas en la tarjeta de descripción geológica:

- Cada muestra va a tener una tarjeta de descripción geológica (Figura 4.17) en donde se reseñara los datos geológicos que se necesiten al momento de muestrear.

- Información de la Muestra comprende: el número de muestras; tipo de muestra recolectada (en este caso se especifica si la muestra es de suelos o de rocas); método muestra (la manera en que fue recogida la muestra); control de calidad.

- Particularidades: fecha del muestreo; nombre del geólogo; nombre de la concesión; posición (el numero del punto que se muestrea); nombre del prospecto (nombre del proyecto para un área especifica dentro de la concesión).

- Información Topográfica: Datum (coordenadas geográficas); método topográfico (instrumento de medición utilizado); fecha del levantamiento topográfico; coordenadas (norte - este) cota y nombre del topógrafo; propósito (para que será utilizada la muestra); condición de la muestra (seca o húmeda); profundidad a la cual fue tomada la muestra desde la superficie.

- Geología Regolita: geomorfología; intensidad de meteorización; horizonte de la regolita; proceso redox (esto es para saber si la muestra esta oxidando o reduciendo).

- Sedimentología: La uniformidad de la muestra; grado de redondez presente en la muestra (angular, sub-angular, sub-redondeada, redondeada); tamaño de grano presente en la muestra.

- Color Munsell: Esta parte que comprende el color del suelo (en este caso se utiliza una carta de colores para el suelo denominada “munsell colors”).

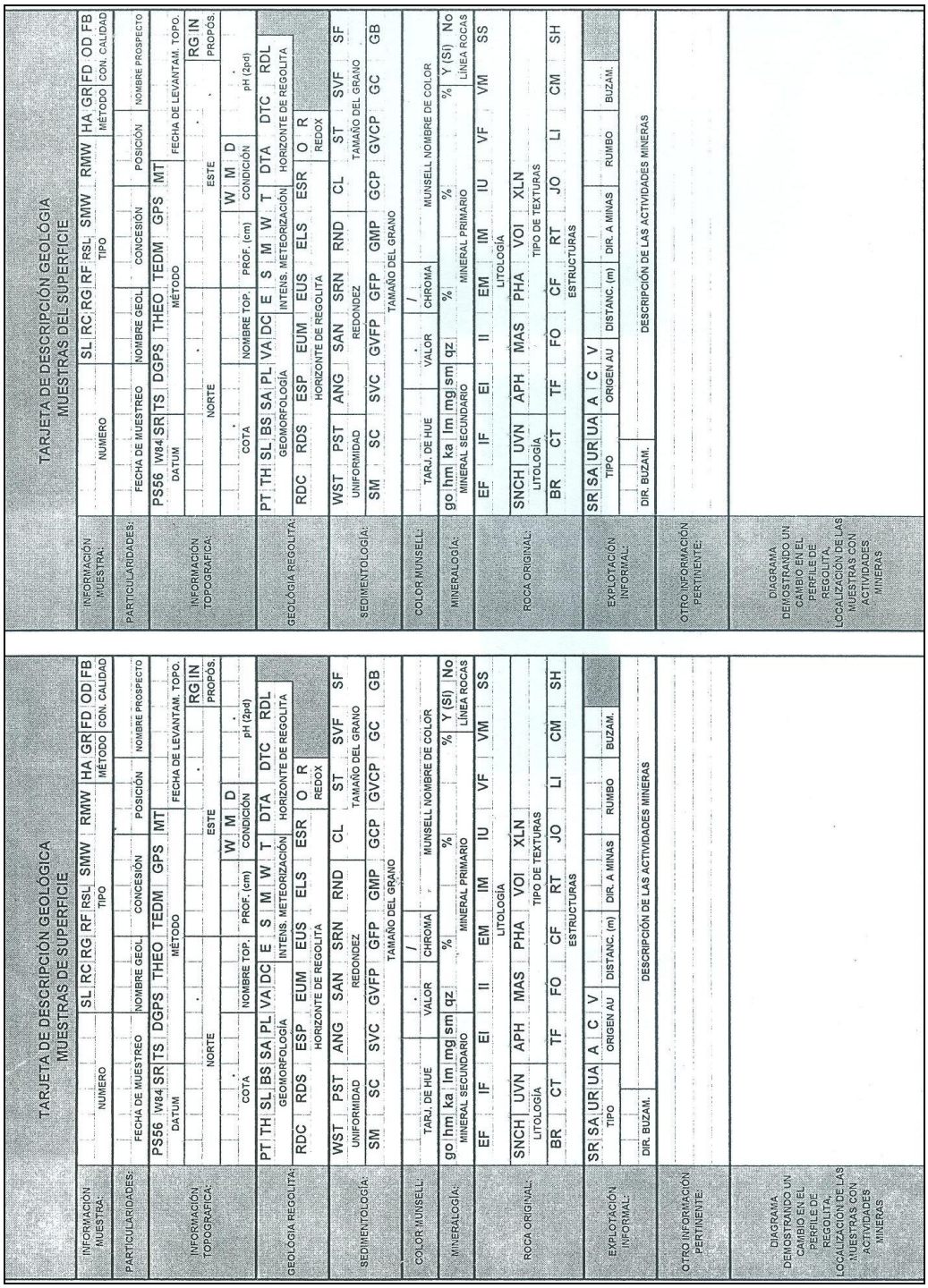


Figura 4.17. Tarjeta de Descripción Geológica – Muestras de Superficies.

- Mineralogía: Se refiere a los minerales presentes en la muestra (bien sea de origen primario o secundario); línea de roca (es para tener referencia si el punto pasa una línea de roca).

- Roca Original: Litología (es para las rocas y vetas presentes en el perfil); tipos de texturas y estructuras presentes.

- Explotación Informal: Descripción de la actividad minera (las cuales suelen presentarse en algunas zonas de la concesión).

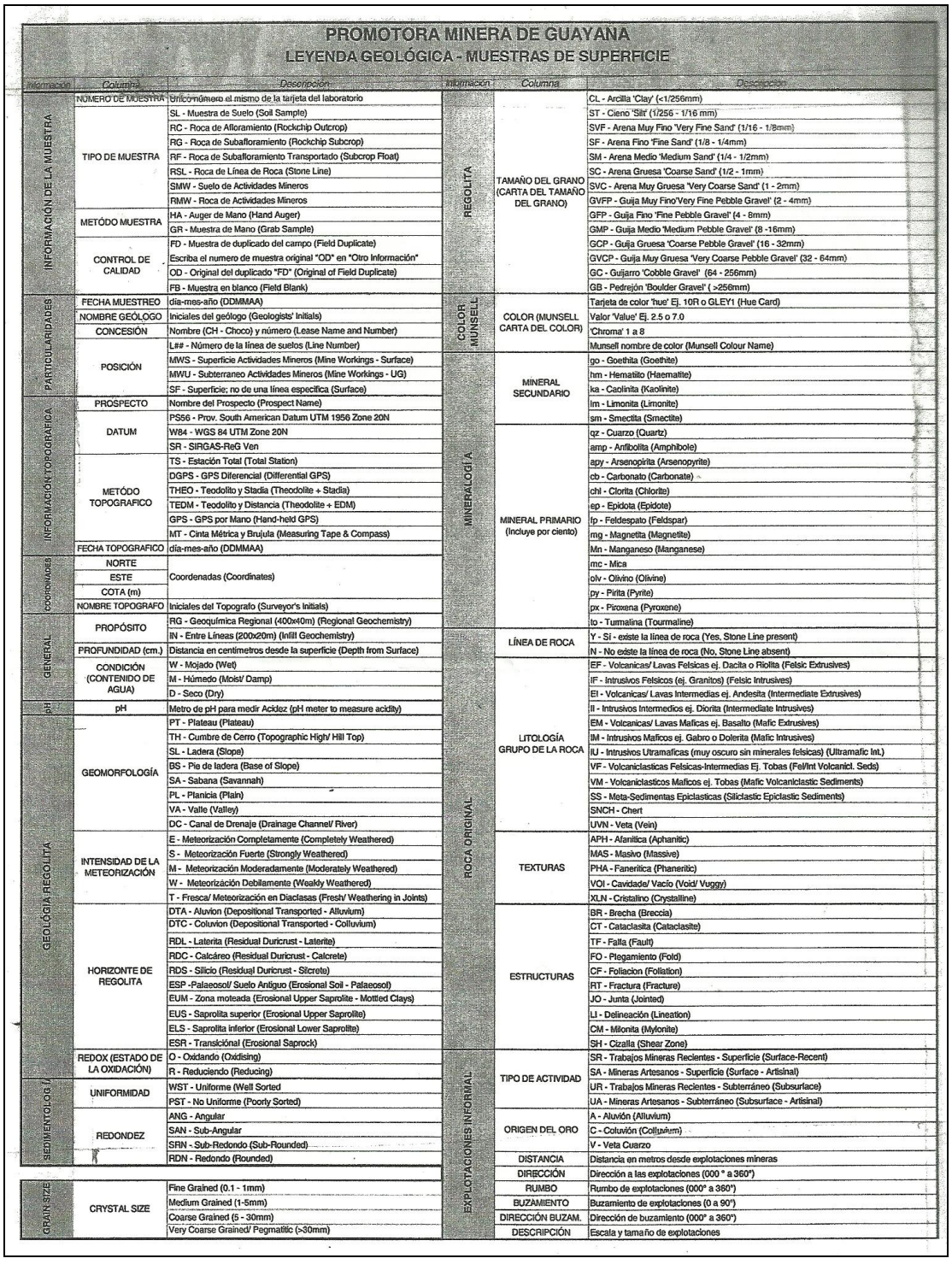
- Otra información pertinente: Es una observación por parte del geólogo que refleja un dato geológico relevante del punto de muestreo.

- Diagrama: Consta de un diagrama que permite ver el cambio en el perfil de la regolita al momento de la toma de la muestra. Todos estos pasos son importantes para llevar un control por cada muestra recolectada.

- Es importante que el geólogo decida si la muestra de suelos es de tipo Residual o Transportada.

- El uso de la tarjeta de descripción de muestras con la leyenda geológica consolida la información obtenida en el campo.

- La leyenda geológica (Figura 4.18) contiene el significado de cada abreviación de palabra escrita en la tarjeta facilitando así su entendimiento geológico al momento describir una muestra.



PROMOTORA MINERA DE GUAYANA
LEYENDA GEOLÓGICA - MUESTRAS DE SUPERFICIE

Información	Columna	Descripción
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	NÚMERO DE MUESTRA	Único número el mismo de la tarjeta del laboratorio
	TIPO DE MUESTRA	SL - Muestra de Suelo (Soil Sample)
		RC - Roca de Afloramiento (Rockchip Outcrop)
		RG - Roca de Subafloramiento (Rockchip Subcrop)
		RF - Roca de Subafloramiento Transportado (Subcrop Float)
		RSL - Roca de Línea de Roca (Stone Line)
		SMW - Suelo de Actividades Mineros
		RMW - Roca de Actividades Mineros
	METÓDO MUESTRA	HA - Auger de Mano (Hand Auger)
		GR - Muestra de Mano (Grab Sample)
	CONTROL DE CALIDAD	FD - Muestra de duplicado del campo (Field Duplicate)
		Escriba el numero de muestra original "OD" en "Otro Información"
		OD - Original del duplicado "FD" (Original of Field Duplicate)
		FB - Muestra en blanco (Field Blank)
PARTICULARIDADES	FECHA MUESTREO	día-mes-año (DDMMAA)
	NOMBRE GEÓLOGO	Iniciales del geólogo (Geologists' Initials)
	CONCESIÓN	Nombre (CH - Choco) y número (Lease Name and Number)
	POSICIÓN	L## - Número de la línea de suelos (Line Number)
		MWS - Superficie Actividades Mineros (Mine Workings - Surface)
		MWU - Subterraneo Actividades Mineros (Mine Workings - UG)
		SF - Superficie; no de una línea especifica (Surface)
INFORMACIÓN TOPOGRAFICA	PROSPECTO	Nombre del Prospecto (Prospect Name)
	DATUM	PS56 - Prov. South American Datum UTM 1956 Zone 20N
		W84 - WGS 84 UTM Zone 20N
		SR - SIRGAS-ReG Ven
	METÓDO TOPOGRAFICO	TS - Estación Total (Total Station)
		DGPS - GPS Diferencial (Differential GPS)
		THEO - Teodolito y Stadia (Theodolite + Stadia)
		TEDM - Teodolito y Distancia (Theodolite + EDM)
		GPS - GPS por Mano (Hand-held GPS)
		MT - Cinta Métrica y Brujula (Measuring Tape & Compass)
	FECHA TOPOGRAFICO	día-mes-año (DDMMAA)
COORDENADAS	NORTE	Coordenadas (Coordinates)
	ESTE	
	COTA (m)	
	NOMBRE TOPOGRAFO	Iniciales del Topografo (Surveyor's Initials)
GENERAL	PROPÓSITO	RG - Geoquímica Regional (400x40m) (Regional Geochemistry)
		IN - Entre Líneas (200x20m) (Infill Geochemistry)
	PROFUNDIDAD (cm.)	Distancia en centimetros desde la superficie (Depth from Surface)
	CONDICIÓN (CONTENIDO DE AGUA)	W - Mojado (Wet)
		M - Húmedo (Moist/ Damp)
		D - Seco (Dry)
pH	pH	Metro de pH para medir Acidez (pH meter to measure acidity)
GEOLOGÍA REGOLITA	GEOMORFOLOGÍA	PT - Plateau (Plateau)
		TH - Cumbre de Cerro (Topographic High/ Hill Top)
		SL - Ladera (Slope)
		BS - Pie de ladera (Base of Slope)
		SA - Sabana (Savannah)
		PL - Planicia (Plain)
		VA - Valle (Valley)
		DC - Canal de Drenaje (Drainage Channel/ River)
	INTENSIDAD DE LA METEORIZACIÓN	E - Meteorización Completamente (Completely Weathered)
		S - Meteorización Fuerte (Strongly Weathered)
		M - Meteorización Moderadamente (Moderately Weathered)
		W - Meteorización Debilmente (Weakly Weathered)
		T - Fresca/ Meteorización en Diaclasas (Fresh/ Weathering in Joints)
	HORIZONTE DE REGOLITA	DTA - Aluvion (Depositional Transported - Alluvium)
		DTC - Coluvion (Depositional Transported - Colluvium)
		RDL - Laterita (Residual Duricrust - Laterite)
		RDC - Calcáreo (Residual Duricrust - Calcrete)
		RDS - Silicio (Residual Duricrust - Silcrete)
		ESP -Palaeosol/ Suelo Antiguo (Erosional Soil - Palaeosol)
		EUM - Zona moteada (Erosional Upper Saprolite - Mottled Clays)
		EUS - Saprolita superior (Erosional Upper Saprolite)
		ELS - Saprolita inferior (Erosional Lower Saprolite)
		ESR - Transicional (Erosional Saprock)
SEDIMENTOLOGÍA	REDOX (ESTADO DE LA OXIDACIÓN)	O - Oxidando (Oxidising)
		R - Reduciendo (Reducing)
	UNIFORMIDAD	WST - Uniforme (Well Sorted
		PST - No Uniforme (Poorly Sorted)
	REDONDEZ	ANG - Angular
		SAN - Sub-Angular
		SRN - Sub-Redondo (Sub-Rounded)
		RDN - Redondo (Rounded)
GRAIN SIZE	CRYSTAL SIZE	Fine Grained (0.1 - 1mm)
		Medium Grained (1-5mm)
		Coarse Grained (5 - 30mm)
		Very Coarse Grained/ Pegmatitic (>30mm)

Información	Columna	Descripción
REGOLITA	TAMAÑO DEL GRANO (CARTA DEL TAMAÑO DEL GRANO)	CL - Arcilla 'Clay' (<1/256mm)
		ST - Cieno 'Silt' (1/256 - 1/16 mm)
		SVF - Arena Muy Fino 'Very Fine Sand' (1/16 - 1/8mm)
		SF - Arena Fino 'Fine Sand' (1/8 - 1/4mm)
		SM - Arena Medio 'Medium Sand' (1/4 - 1/2mm)
		SC - Arena Gruesa 'Coarse Sand' (1/2 - 1mm)
		SVC - Arena Muy Gruesa 'Very Coarse Sand' (1 - 2mm)
		GVFP - Guija Muy Fino'Very Fine Pebble Gravel' (2 - 4mm)
		GFP - Guija Fino 'Fine Pebble Gravel' (4 - 8mm)
		GMP - Guija Medio 'Medium Pebble Gravel' (8 -16mm)
		GCP - Guija Gruesa 'Coarse Pebble Gravel' (16 - 32mm)
		GVCP - Guija Muy Gruesa 'Very Coarse Pebble Gravel' (32 - 64mm)
		GC - Guijarro 'Cobble Gravel' (64 - 256mm)
		GB - Pedrejón 'Boulder Gravel' (>256mm)
COLOR MUNSELL	COLOR (MUNSELL CARTA DEL COLOR)	Tarjeta de color 'hue' Ej. 10R o GLEY1 (Hue Card)
		Valor 'Value' Ej. 2.5 o 7.0
		'Chroma' 1 a 8
		Munsell nombre de color (Munsell Colour Name)
MINERALOGÍA	MINERAL SECUNDARIO	go - Goethita (Goethite)
		hm - Hematito (Haematite)
		ka - Caolinita (Kaolinite)
		lm - Limonita (Limonite)
		sm - Smectita (Smectite)
	MINERAL PRIMARIO (Incluye por ciento)	qz - Cuarzo (Quartz)
		amp - Anfibolita (Amphibole)
		apy - Arsenopirita (Arsenopyrite)
		cb - Carbonato (Carbonate)
		chl - Clorita (Chlorite)
		ep - Epidota (Epidote)
		fp - Feldespato (Feldspar)
		mg - Magnetita (Magnetite)
		Mn - Manganeso (Manganese)
		mc - Mica
		olv - Olivino (Olivine)
		py - Pirita (Pyrite)
		px - Piroxena (Pyroxene)
		to - Turmalina (Tourmaline)
ROCA ORIGINAL	LÍNEA DE ROCA	Y - Si - existe la línea de roca (Yes, Stone Line present)
		N - No existe la línea de roca (No, Stone Line absent)
	LITOLOGÍA GRUPO DE LA ROCA	EF - Volcanicas/ Lavas Felsicas ej. Dacita o Riolita (Felsic Extrusives)
		IF - Intrusivos Felsicos (ej. Granitos) (Felsic Intrusives)
		EI - Volcanicas/ Lavas Intermedias ej. Andesita (Intermediate Extrusives)
		II - Intrusivos Intermedios ej. Diorita (Intermediate Intrusives)
		EM - Volcanicas/ Lavas Maficas ej. Basalto (Mafic Extrusives)
		IM - Intrusivos Maficos ej. Gabro o Dolerita (Mafic Intrusives)
		IU - Intrusivos Ultramaficas (muy oscuro sin minerales felsicas) (Ultramafic Int.)
		VF - Volcaniclasticas Felsicas-Intermedias Ej. Tobas (Fel/Int Volcanicl. Seds)
		VM - Volcaniclasticos Maficos ej. Tobas (Mafic Volcaniclastic Sediments)
		SS - Meta-Sedimentas Epiclasticas (Siliclastic Epiclastic Sediments)
		SNCH - Chert
		UVN - Veta (Vein)
	TEXTURAS	APH - Afanitica (Aphanitic)
		MAS - Masivo (Massive)
		PHA - Faneritica (Phaneritic)
		VOI - Cavidade/ Vacio (Void/ Vuggy)
		XLN - Cristalino (Crystalline)
	ESTRUCTURAS	BR - Brecha (Breccia)
		CT - Cataclasita (Cataclasite)
		TF - Falla (Fault)
		FO - Plegamiento (Fold)
		CF - Foliacion (Foliation)
		RT - Fractura (Fracture)
		JO - Junta (Jointed)
		LI - Delineación (Lineation)
		CM - Milonita (Mylonite)
		SH - Cizalla (Shear Zone)
EXPLOTACIONES INFORMAL	TIPO DE ACTIVIDAD	SR - Trabajos Mineras Recientes - Superficie (Surface-Recent)
		SA - Mineras Artesanos - Superficie (Surface - Artisinal)
		UR - Trabajos Mineras Recientes - Subterráneo (Subsurface)
		UA - Mineras Artesanos - Subterráneo (Subsurface - Artisinal)
	ORIGEN DEL ORO	A - Aluvión (Alluvium)
		C - Coluvión (Colluvium)
		V - Veta Cuarzo
	DISTANCIA	Distancia en metros desde explotaciones mineras
	DIRECCIÓN	Dirección a las explotaciones (000 ° a 360°)
	RUMBO	Rumbo de explotaciones (000° a 360°)
	BUZAMIENTO	Buzamiento de explotaciones (0 a 90°)
	DIRECCIÓN BUZAM.	Dirección de buzamiento (000° a 360°)
	DESCRIPCIÓN	Escala y tamaño de explotaciones

Figura 4.18 Leyenda Geológica – Muestras de Superficie.

4.2.2.6 Control de Calidad

El control de calidad es la manera para asegurar el seguimiento de los procedimientos que se llevan a cabo en el laboratorio con la finalidad de obtener análisis de calidad. Para registrar el control se usan varios elementos como: hojas de logeo, hojas de control de calidad, tickeras, fotografías. Para la toma de muestras de suelo son usadas: muestras de blancos, muestras de duplicados, las cuales se encargarán de verificar la confiabilidad del laboratorio al cual son enviadas las muestras.

- Muestras de Blancos: Son materiales de muestras estériles que se guardan ocultas entre las muestras de suelo, la cual se etiquetara igual que las demás, con fin de seguir la secuencia numérica. Por ello, se debe regir deacuerdo a lo siguiente:

1. La muestra de blanco debe pertenecer a una Provincia Geológica diferente a la estudiada para este estudio se uso de la Provincia Geológica de Imataca, dicha muestra es analizada y certificada por un laboratorio para garantizar su calidad.

2. Esta muestra no debe contener ningún elemento debido que servirá para dar el valor de fondo usado por el laboratorio que permite medir la contaminación.

3. Una muestra de blanco debe ser insertada entre cada 30 muestra por supuesto esto puede variar deacuerdo a la decisión que se tome.

4. La muestra es identificada en la tarjeta de descripción geológica como blanco “Field Blanck” (FB), la misma le sirve de guía al geólogo para llevar la secuencia.

- Muestras de Duplicados: Es la segunda muestra que se toma en el mismo sitio que la muestra original, la misma es supervisada por el geólogo quien decide donde cada tanto deben tomarse.

  La muestra de duplicado se debe homogenizar.

  Esta muestra tiene la capacidad de dar un mismo resultado la cantidad de n número de veces que sea analizado, debe coincidir con la original sino sucede habla un error y deberá ser analizada nuevamente.

  La muestra de duplicado es la que permite medir la precisión en lo relacionado al muestreo. Es usado para la verificación de la eficiencia que posea el laboratorio al cual son enviadas las muestras.

  La muestra puede ser identificada en la tarjeta de descripción geológica como duplicado “Field Duplicate” (FD) y “Field Duplicate Original” (FDO) para la original del duplicado.

4.2.2.7 Ingreso de la información obtenida en el campo

- Al regreso del campo el geólogo debe de asegurase y verificar la existencia de cada muestra la cual revisara conjuntamente con la tickera, la planilla de longeo y las muestras.

- El geólogo será quien supervise la información recabada del campo y el laboratorio estableciendo que los procedimientos estén correctos para proveerla a la

base de datos de la empresa en donde es ingresada utilizando el programa denominado Datashed (Figura 4.19).

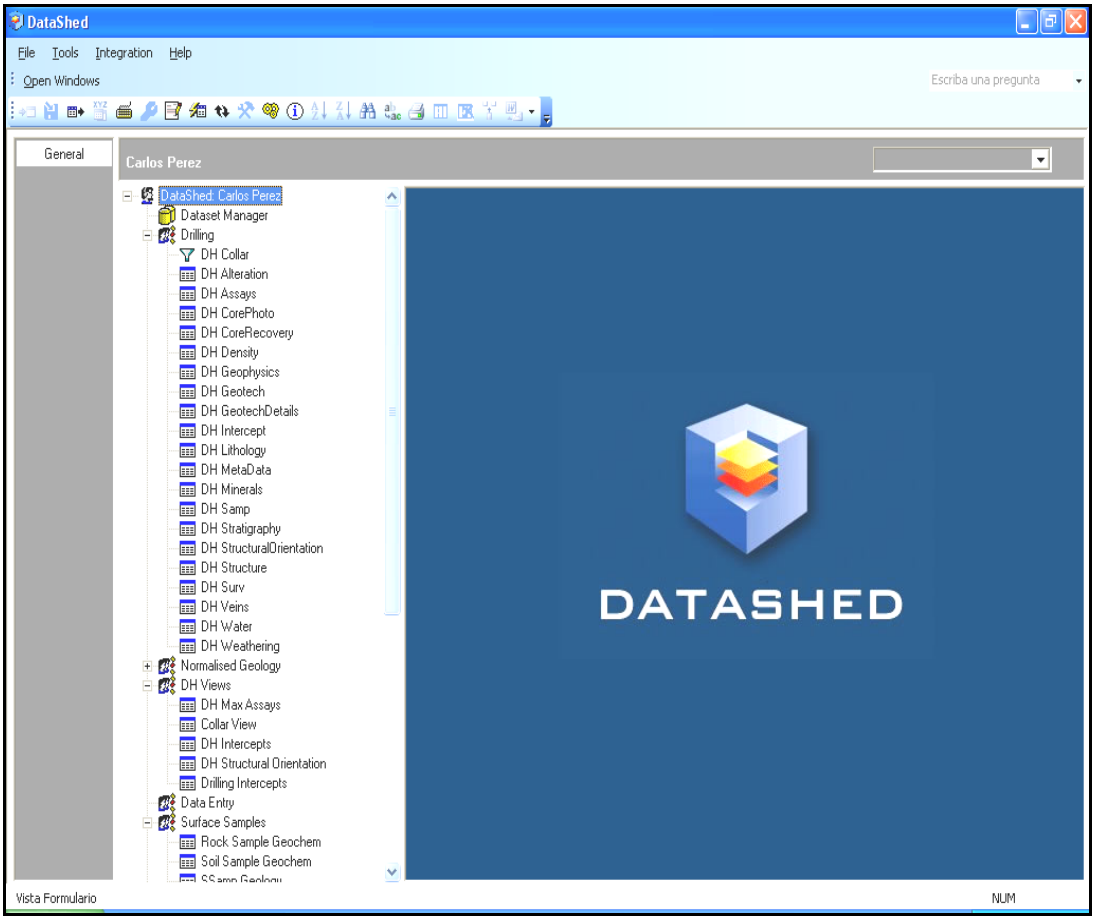


Figura 4.19. Ventana principal de la base de datos.

4.2.3 Etapa de Laboratorio

Las muestras de suelo una vez que son empacadas y marcadas, se entregan al laboratorio que realizara el análisis químico, para ello, la empresa utilizó el Laboratorio ACTLABS Venezuela, al ingresar las muestras serán revisadas por el personal para confirmar que estén completas e iniciar con el estudio. A continuación el procedimiento para la preparación física de las muestras en el laboratorio:

1. Se colocan las muestras en filas en secuencia numérica se procede a vaciar su contenido en vasijas para ser llevadas al horno durante todo un día aproximadamente al cumplirse se pasa al área de pesaje.

2. En el área de pesaje se toma 30 gr. de cada muestra en una bolsa plástica estás serán colocadas en grupos de 42 para llevar el control de calidad interno del laboratorio en donde se procede agregarle a cada muestra el valor estándar.

3. Se pasa al área de fundición es donde se realiza el ensayo de fuego, aquí se agrega 1 ml de nitrato de plata en la bolsa de la muestra, luego se coloca en crisoles con secuencia numérica, luego se funde para colocar el contenido fundido en una cupela donde se absorbe y va quedando en el fondo el oro y la plata en forma de una piedrita después con un martillo se elimina la impureza, se vuelve a fundir, para obtener una perlita con oro y plata, se coloca en una nueva cupela debidamente identificada.

4. Se pasa la Zona de Análisis donde se realiza la Absorción Atómica, las muestras se trabajan de izquierda a derecha, para evitar errores y confusiones, la perlita se colocará una la vez en los tubos de ensayo, cada tubo de ensayo debe estar volteado para su uso.

5. Se utiliza la campana con su respectivo equipo de prospección, el químico del laboratorio, se procede a operar el equipo. Esta parte del análisis sirve para extraer la plata eliminarla totalmente para que quede el oro sentado.

6. En esta parte del proceso consta de 2 paso como son los siguientes: 1er. Paso se agrega el ácido nítrico 0.4% durante 25 minutos en el agua. 2do. Paso se coloca el ácido clorhídrico (37% concentrado) para finalizar agua regia para disolver el oro. Se

repite el ácido clorhídrico con 1.2 ml más el ácido nítrico por 25 minutos para disolver el oro, se deja en reposo.

7. En la máquina de extracción se utiliza la campana, se coloca la perlita más pequeña ahora en un crisolito aquí se le coloca el ácido nítrico 13% para liberar la plata ó cualquier residuo de plata que aún quede, para dejar solo el oro, se lava con agua destilada, para quedar lo que se llama dore.

8. Con el dore se pasa a la sala de balanza previamente, se debe calibrar la balanza a cero (0), se procede a pesar. Ejemplo: da 0.326 mg se debe multiplicar por 1000 entre 30 gr de la muestra pesada previamente en la sala de pesaje para obtener 10.87 mg/ton para llevarlo a gravimetría, se lleva esa información a base de dato.

9. Se pasa al espectrómetro de absorción atómica (Varían AA240), se calibra para establecer tantas lecturas y no haya margen de error, se recomienda 3 segundo que comprende 3 lecturas sería 1 lectura por segundo.

10. Aquí se trabaja con todos los elementos de la tabla periódica pero para este estudio será solo oro, para ello se coloca dentro de la máquina un cátodo con residuos de oro la concentración, se registra para obtener 10000 y 5000 ese será el rango de la medición. Este aparato mide la longitud de onda, para el oro la longitud es 242.8, la cual es registrada en una tarjeta que será colocada dentro de la máquina.

11. La llama genera una longitud de onda y dependiendo del metal a analizar, esta tiene una longitud definida (cada metal tiene una longitud diferente para ser definida), esto es lo que permite analizar esta máquina. Antes de proceder se debe calibrar primero la máquina con un envase de agua destilada y otro de ácido clorhídrico para llevarlo a ppm y dividirlo en 1000.

12. Se procede al análisis de las muestras para leer se obtiene la concentración multiplicando 4 ml entre 30 gr de la muestra pesada ese resultado final es dirigido a la base de dato del laboratorio en donde realizarán el informe final que fue entregado al departamento de exploración de la empresa Promotora Minera de Guayana.

4.2.4 Procesamiento de la Información

Es la etapa decisiva donde el análisis e interpretación de los resultados debe ser concreta en esta fase de la investigación se procedió a recolectar los datos obtenidos en el campo como del laboratorio para ingresarlos a la base de datos, para encontrar así las coincidencias y las no coincidencias, logrando explicaciones que deriven la confirmación o la negación de las muestras, produciendo información la cual se manejara de forma precisa.

4.2.5 Redacción del Informe Final

Es la etapa que representa la fase final del proyecto donde se refleja toda la información procesada del área para formar un sólido soporte que definirá la interpretación de los resultados logrando el entendimiento geológico de la zona, mostrando así las conclusiones y recomendaciones que se registraron para la Redacción del Informe Final.

CAPÍTULO V
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para este proyecto de investigación se realizo una recopilación de información utilizando actualizados métodos que incluye: trabajo de campo (recolección de muestras), laboratorio (proceso de ensayo al fuego continúo de un análisis mediante la técnica de absorción atómica), la cual registro los datos geoquímicos de suelo para aplicar los distintos tipos de análisis de interpretación de los resultados a través de un análisis estadístico seguido de un análisis geoquímico.

El objetivo es encontrar algunas dispersiones de elementos o compuestos suficientemente arriba de lo normal que son llamadas anomalías, las cuales pueden indicar mineralización en la zona de interés, que permitirá definir el origen del mineral como es el oro.

5.1 Recolección de la muestra de suelo en el campo

Consiste de un muestreo de suelo en la concesión Chocó 02, la cual se establece en tres líneas de infill (cerrado de mallado) conformado en un cuadrante de (100 x 50) metros. Esta etapa es fundamentar en la investigación porque como recurso de estudio el suelo es inagotable por la cantidad de datos que aporta como la fuente primaria. Una vez en el campo ubicada en la red de picas se procede a la recolección de muestras siguiendo una serie de pautas que aseguren y preserven la calidad de la muestra, este procedimiento debe realizarse bajo la supervisión del geólogo.

Durante el proceso de perforación del perfil de la regolita se llego a varias capas de suelo, descritas de tope a base como: paleosol, laterita, zona moteada hasta la saprolita superior.

Se observo que a medida que se iba descendiendo en el horizonte de la regolita las muestras cambiaban de: color, intensidad de meteorización, condición (contenido de agua), uniformidad, redondez, tamaño del grano, entre otros.

A mayor profundidad en el horizonte la muestra se hacia mas arcillosa. De igual manera pasaba con el color: de un rojizo a marrón, se pasaba a colores más oscuros, verde hasta llegar a tonos más claros. Todo esto se observa en las fotografías de las muestras recolectadas en la concesión que pueden ser vistas en capítulo III. De un total de 222 muestras que se recolectaron, se registraron: 160 muestras de paleosol (ESP), 14 muestras de laterita (RDL), 18 muestra de zona moteada (EUM), 30 muestras de saprolita superior (EUS). Además se encontraron pequeños porcentajes de cuarzo (Qz) y manganeso (Mn), como también algunas líneas de roca. Las perforaciones se realizaron a una profundidad aproximada de 45 a 90 centímetros. Posterior al muestreo, se elaboro un mapa geológico de la zona de estudio del cual se hace referencia a continuación:

5.1.1 Mapa geológico

Previo al estudio se definió la dirección de las líneas de muestreo en base a un análisis geoestructural en donde se estableció que la mineralización está relacionada a un trends estructural con una zona de cizalla ENE, mediante el corredor de Isidora. Toda esta información fue hecha en el 2.004 por la empresa El Callo Holding.

En la Actualidad el Grupo Rusoro Mining por medio del Departamento de Exploración es la encargada de analizar e interpretar, a través de la geoquímica de suelo. En la zona existen trabajos artesanales que data la actividad minera que se concentro en el pasado. Por tal motivo, se llevo a cabo delineando consistentes anomalías principalmente en la mitad superior del área. Se observa en la parte norte

que es atravesada por el dique laguna cuyo rumbo es de (N 60 ^{O} E) siendo el tren estructural más relevante del área, bordeando con llanuras de tipo volcánica y sedimentaria, hacia el centro se observa un cambio de relieve y no de tipo litológico como también la intrusión de un basalto, se interpreta que el material sedimentario de origen volcanoclástico es producto de la meteorización que se encuentra por debajo de las unidades de sedimento que son volcánicas y hacia la parte inferior yace un pliegue sinclinal, el mapa refleja lo que podría a ver sido un evento con la formación del callao.

Toda esta zona se caracteriza por un metamorfismo de contacto, En el anexo 1 se puede observar el mapa geológico del área de estudio.

5.2 Reconocimiento geomorfológico del área de estudio

El trabajo de campo durante el muestreo permitió el reconocimiento geomorfológico del área, el cual esta descrito en un relieve que esta moldeado en rocas del "Cinturón de Rocas Verdes" de El Callao, constituido por lavas andesitas y lavas basálticas del Grupo Carichapo, con rocas intrusivas básicas. Esto origina que sea más irregular y elevado del área, con cotas de 480 msnm hasta alcanzar los 780 msnm.

La meteorización de estas rocas produce suelos lateríticos, con alta pedregosidad en superficie, siendo muy arcillosos, de color rojo intenso y de un avanzado estado de desarrollo, clasificado como Ultisoles.

La vegetación se caracteriza por ser exuberante presentando dominio de arboles de gran altura y sotobosques cubiertos de hojarasca así como de herbáceas. En las montañas hacia las zonas bajas se encuentra flanqueadas por valles aluviales.

El otro tipo de paisaje relevante son los valles el cual a moldeado grandes extensiones del relieve de la zona este se encuentra bordeando el principal afluente que es el rio Yuruari. Una descripción más detallada de la topografía se menciona a continuación:

5.2.1 Muestreo de la zona de estudio

El estudio se efectuó siguiendo una red de picas levantadas topográficamente siguiendo los lineamientos estructurales y zonas de mineralización en el área de una dirección N-E, con un total de 26 líneas de muestras cada una de 400 metros, con 50 metros de separación entre cada punto de muestreo, estas se encuentran en 3 líneas de infill (cerrado de mallado) en un cuadrante de (100 x 50) metros y un eje central de dirección E-W de 1.100 metros. La zona de estudio se caracteriza por tener un relieve de lomas altas y medias de topografía escarpada intercalada con lomas bajas de topografía quebrada entrelazadas con vegas encajonadas y glacis coluviales bordeado por afluentes cuyo patrón de drenaje en algunos sectores es más ramificado y con características de dendrítico. En el anexo 2 se puede observar el mapa topográfico de la zona.

5.3 Introducción de la información del muestreo de suelo a la base de datos

Cumplidas las labores de muestreo en el campo, se procedió almacenar la información en la base de datos de la empresa. Dicho proceso debe ser realizado por el geólogo quien debe asegurarse y verificar la existencia de cada muestra con el apoyo de la tickera, la planilla de longeo conjuntamente con las muestras llevando el orden de la secuencia de recolección de muestras.

Para ello, se utiliza el programa Datashed, el cual permite desenvolver con más fluidez la serie de datos geológicos obtenidos de la descripción de las muestras. Se diseña una hoja con todos los aspectos de la tarjeta de descripción geológica para muestras de superficie usando el programa de Excel con toda la información conseguida en el campo, para ser guardada hasta recibir los resultados del análisis químico proveniente del laboratorio.

Al tener los resultados se completa la hoja, se ingresa al programa Datashed donde se continúa con el resto del estudio que implica la elaboración de: tablas, gráficos, mapas todo esto con la finalidad de consolidar la investigación y establecer su posterior análisis e interpretación de los resultados.

5.4 Aplicación de los protocolos del muestreo para obtener datos confiables

El protocolo del muestreo esta directamente relacionada con el control de calidad ambas tienen la finalidad de llevar seguimiento a todo el proceso de recolección de muestra hasta llegar al laboratorio para cumplir con el estricto protocolo que rige la empresa. Esta consta de lo siguiente:

- El geólogo debe supervisar el procedimiento del muestreo en todo momento fijándose que la muestra nunca se encuentre expuesta a contaminación.

- En la toma de muestras de suelo se deben usar: muestras de blancos, muestras de duplicados, las cuales permitirán tener la confiabilidad del laboratorio que será utilizado para el análisis químico de las muestras.

- Las muestras de duplicados son las que miden, precisan y mantienen la incertidumbre del proceso de muestreo y su posterior análisis.

- Las muestras de blanco miden el nivel de contaminación presente.

Estas muestras deben ser agregadas por el geólogo en determinados momentos de la recolección sin afectar la secuencia de muestras. Durante la toma de muestras se agregaron varias muestras de forma aleatoria, dentro de las muestras recolectadas, se agregaron 18 que fueron muestras de calidad, totalizando 240 muestras, las fueron distribuidas de la siguiente manera: 11 muestras de duplicados y 7 muestras de blancos. Con el objetivo de asegurar y garantizar la calidad del proceso de muestreo.

5.5 Interpretación de los resultados definiendo las anomalías a mayor detalle en la concesión Chocó 02

Los resultados del muestreo geoquímico obtenidos de la base de datos serán interpretados mas a detalle para establecer mayor precisión en el estudio, por ello se opto al análisis estadístico conjuntamente con el análisis geoquímico ambos generaran mayor exactitud en el estudio seguidamente al conseguir los resultados, se procederá a definir las posibles anomalías correlacionando los datos existentes de la concesión Chocó 02.

5.5.1 Análisis Estadístico

Este análisis es la herramienta para la interpretación geológica de la zona de estudio, que permite determinar los valores estadísticos que corresponden a la medida de la tendencia central de las muestras, donde los resultados están expresados en ppb (partes por billón) que representan una medida de concentración en peso o volumen, la cual se consigue por medio aplicaciones estadísticas.

5.5.2 Resultados de los Análisis Estadísticos

La reinterpretación geoquímica de las muestras de suelo de la concesión Chocó 02, se logro al tener los resultados que se ingresaron a la base de datos utilizando el programa Datashed, con el objeto de tener una visión de los mismos más acorde con la realidad y al momento de describirlos e interpretarlos, para la toma de decisiones.

Los datos se analizaron estadísticamente en el programa: Excel, Pasw Statistics 18, el cual género los siguientes valores (Tabla 5.1) que se obtuvo de los resultados del análisis químico que pueden ser visualizados en el Apéndice A. De igual manera se muestra el histograma que presenta la frecuencia de los valores del análisis del Au en ppb (Figura 5.1).

Tabla 5.1 Resultados del análisis estadístico para Au en ppb.

Valores Estadístico del Au en ppb.	
Media Aritmética	37,050
Desviación Estándar	198,373
Varianza	39351,719
Mediana	10
Coeficiente de Variación	5.35
Mínimo Valor	2,50
Máximo Valor	2.800
Número de Valores	222

Del análisis efectuado se registro el siguiente informe estadístico:

- De un total de 222 muestras de suelo, se obtuvo que: 197 muestras que reflejan el (88.7%) posee un tenor por debajo de la media aritmética que es de 37,050 ppb. De las 25 muestras restantes que corresponden al (11.9%) de los datos están por encima del valor promedio.

- El tenor de corte de la empresa Promotora Minera de Guayana es de 400 ppb, con respecto a las muestras de suelo: 219 muestras que comprenden al (97.9%) tienen un valor por debajo de este. Solo 3 muestras que representan el (2.1%) están por encima del tenor de corte.

- El coeficiente de variación posee un valor de 5.35 el cual registra valores fuera del rango de la data, producto del efecto pepita en donde la mayoría de los resultados obtenidos contienen valores bajos con la presencia de escasos valores muy altos que identifican el hallazgo de alguna pepita de oro al azar (efecto pepita), esta particularidad suele ocurrir en análisis del elemento Au.

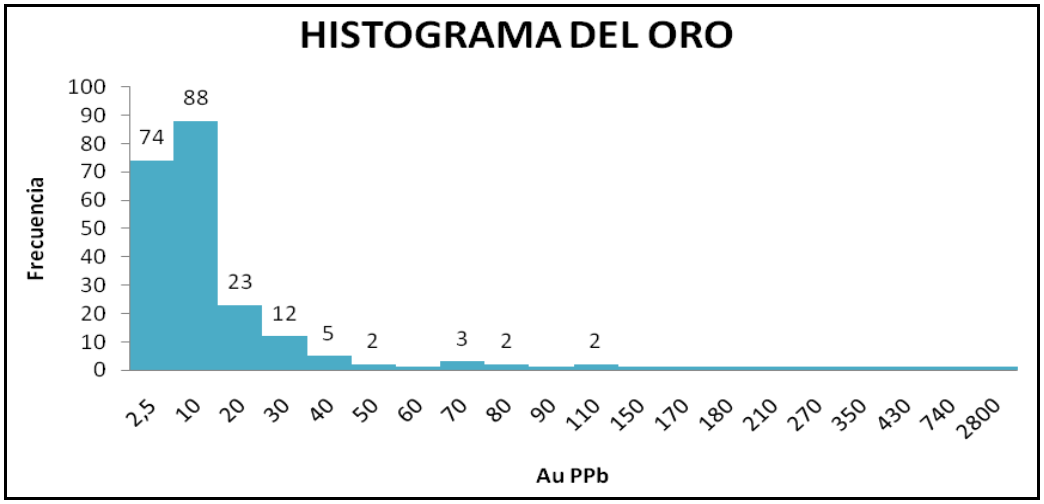


Figura 5.1. Histograma de la frecuencia de los resultados del Au en ppb.

5.5.3 Análisis Geoquímico

Este análisis establece la posible prospectividad de las anomalías presentes en la concesión Chocó 02, con la finalidad de acercarse al posible foco emisor que contenga las características geoquímicas que se requieren para la explotación. Se tomaron los valores estadísticos para realizar un análisis geoquímico, que consistió en el cálculo de: la anomalía fuerte, el valor umbral y valor de fondo, todos estos juegan un papel primordial en la investigación porque permite identificar la posible cantidad anómala existente.

5.5.4 Resultados del análisis geoquímico para el elemento oro

- Esta investigación se ha centrado en el análisis químico que se obtuvo al utilizar las siguientes formulas (Tabla 5.2) los cuales arrojaron los siguientes resultados del elemento oro (Tabla 5.3) que provienen de una base de datos geoquímicos utilizando técnicas estadísticas.

Tabla 5.2. Formulas utilizadas para el análisis geoquímico.

FORMULAS
Valor de Fondo = Q_3
Anomalía fuerte = $\overline{X}$ + 3S
Umbral = $\overline{X}$ + 2S

Tabla 5.3. Resultados del análisis geoquímico para el Au en ppb.

Valores Geoquímicos del Au en ppb.	
Valor de Fondo	20
Anomalía Fuerte	632,17
Umbral	433,80

- Dicho estudio se presento en un gráfico del diagrama de caja (Figura 5.2) que permite definir la distribución de los datos obtenidos de las muestras del elemento oro. La cual se interpreta como asimétrica positiva (o sesgada a la derecha), la longitud de los rectángulos tienden a concentrarse hacia la parte inferior de la distribución y se extienden más hacia la derecha. La media aritmética es mayor que la mediana estableciendo así que los resultados de menor valor se concentran en cambio los resultados de mayor valor se encuentran escasos o dispersos.

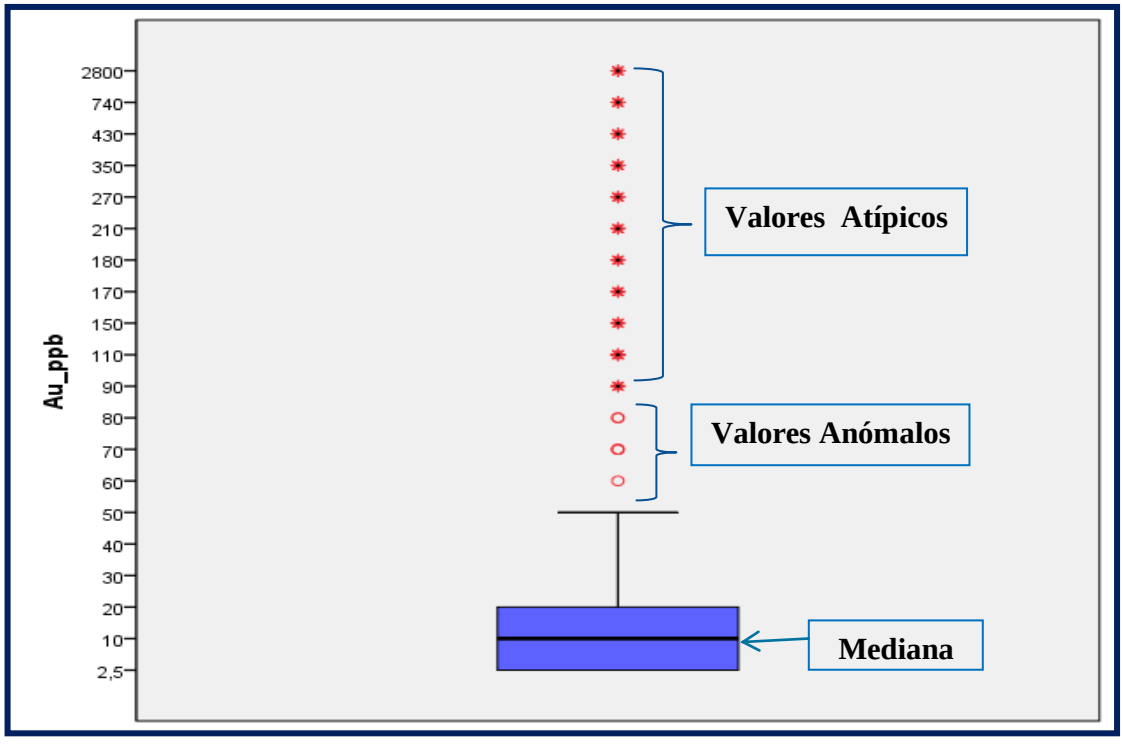


Figura 5.2 Gráfico del Diagrama de Caja que representa las muestras del elemento oro.

- Se estableció el valor anómalo máximo en 2.800 ppb, donde el valor medio (media aritmética) es de 37,050 ppb, en relación con el valor de fondo regional que se ubica entre 30 a 40 ppb, esto representa que se localiza en el rango del valor regional.

- Con la ayuda del programa de Surfer 8.0 se procedió a la elaboración del mapa isovalores que presentara las posibles anomalías existentes en la zona de estudio (Figura 5.3) y (Apéndice B.1). Se decidió dividir el mapa en las líneas de infill (cerrado de mallado) por separado con la finalidad de tener mayor proyección en cada sector de la recolección de muestras de suelo. Distinguiéndose de la siguiente manera: Mapa A, Mapa B y Mapa C. Estos mapas se presentan por: mallado (Apéndice B.2, B.5, B.8), mapa de isovalores (Apéndice B.3, B.6, B.9) y de representación gráfica en 3D (Apéndice B.4, B.7, B.10).

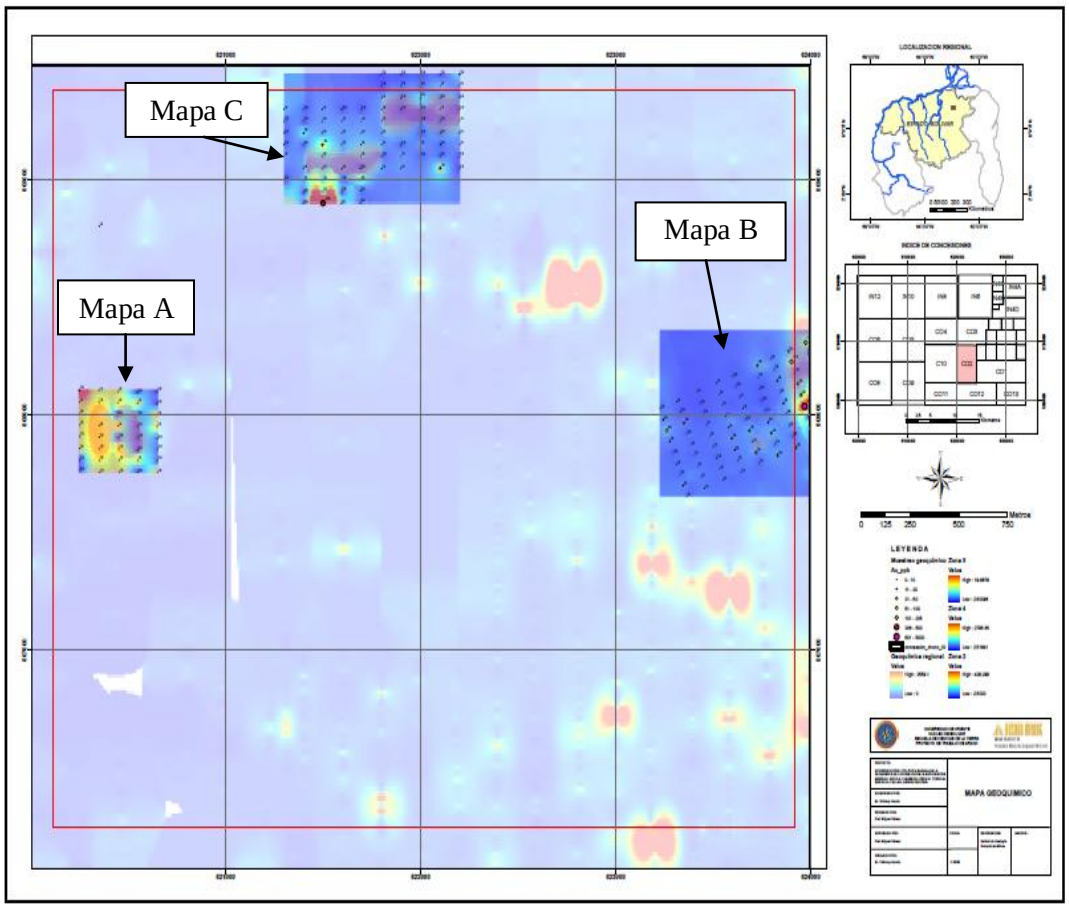


Figura 5.3. Mapa de Isovalores de Au en ppb en donde están representados los sectores del muestreo (cerrado de mallado) realizados en la concesión Chocó 02.

- La interpretación geoquímica para el elemento oro obtenida de los mapas de isovalores presenta como resultado tres (3) pequeñas zonas anómalas que promedian valores altos (Tabla 5.4), estas se ubican: la primera y la tercera se localizan al sur del área con una dirección Este y la segunda hacia el norte con dirección Oeste.

Tabla 5.4. Zonas anómalas que presentan valores altos en Au en ppb.

Número de Muestra	**COORDENADAS UTM**		**Valores de Au en ppb**
	NORTE	**ESTE**	
AA22044	808.024,3	624.079,4	2.800
AA220369	808.901,5	621.500,3	430
AA220452	808.036,9	623.969,2	740

- El resultado del análisis geoquímico para el elemento oro (Au) esta representado en tres mapas de contornos de isovalores. Estos mapas registran la siguiente información:

1. El Mapa A se caracteriza por presentar valores muy bajos que no sobrepasan 20 ppb (Apéndice B.2, B.5, B.8).

2. El Mapa B muestra escasamente dos pequeños valores altos que están ubicados en las ultimas filas específicamente: P0+452 con 740 ppb y la otra se localiza en la siguiente fila respectivamente en el P0+444 con 2.800 ppb (Apéndice B.3, B.6, B.9) ambas están en la parte media con dirección hacia el SE bordeando las proximidades de la concesión continua.

3. El Mapa C refleja un solo valor alto de 430 ppb, esta se sitúa en las primeras filas, en la parte mas elevada de la zona en el P0+369 (Apéndice B.4, B.7, B.10).

5.5.5 Definición de los resultados obtenidos de la Concesión Chocó 02

El estudio que se fundamenta en la reinterpretación que se efectuó a las anomalías existentes obtenidas de un estudio previo, correlacionándola con los datos recientes de la zona. Estableció que debido al pequeño volumen de valores altos, se considera que puede estar en presencia de partículas de oro (cuyo tamaño es mayor a 0.105 mm) esto revela anomalías de muy pequeñas a escasas, mientras que el resto de las muestras analizadas arrojaron resultados negativos de oro.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En la zona de estudio predomina un tipo de paisaje de lomerío lo que determina una cierta monotonía topográfica quebrada a escarpada, que posee altos valores de pendientes que oscilan entre 30% - 60%, separadas por vegas encajonadas, glacis coluviales que están asociadas a los cursos de agua cuyo patrón de drenaje en algunos sectores es más ramificado y con características de dendrítico.

Los suelos que se presentan en el área son de tipo lateríticos que es el resultado de la descomposición meteórica de las rocas, además tiene alta pedregosidad en superficie, muy arcillosos, de color rojo intenso y de un avanzado estado de desarrollo clasificados como Ultisoles.

La zona de estudio esta ubicada en la Provincia Geológica de Pastora la cual presenta rocas del "Cinturón de Rocas Verdes" de El Callao, constituida por lavas andesitas y lavas basálticas del Grupo Carichapo, con rocas intrusivas básicas como el Dique Laguna que es el tren estructural más relevante del área.

El muestreo de suelo permitió tomar muestras de los diferentes horizontes de la regolita tales como: paleosol, laterita, zona moteada hasta llegar a la saprolita superior esto se logro con perforaciones de 45 a 90 centímetros de profundidad.

Se logro establecer en todas las etapas del proceso el control de calidad que definió la confiabilidad del análisis obtenido.

El Análisis Estadístico y Geoquímico de los Resultados registró lo siguiente:

El reporte del histograma suministró un coeficiente de variación de 5.35, el cual indica que esta manejando una data con valores fuera de rango, ya que los yacimientos auríferos presentan una alta variabilidad por el "efecto pepita".

El gráfico del Diagrama de Caja definió que la distribución de los datos del muestreo del elemento oro se interpreta como asimétrica positiva (o sesgada a la derecha), donde la longitud de los rectángulos tienden a concentrarse. La media aritmética (37,050 ppb) es mayor que la mediana (10 ppb), estableciendo así que los resultados de menor valor se concentran en cambio los resultados de mayor valor se encuentran escasos o dispersos.

Los mapas de isovalores revelaron (3) tres pequeñas zonas anómalas que promedian valores altos estos se ubican: La primera presenta valores de 2800 ppb hacia al Sur con dirección Este, la segunda 430 ppb hacia el Norte con dirección Oeste y la tercera 740 ppb hacia Sur dirección Este.

Con base en los resultados de los análisis químicos se concluye que debido al pequeño volumen de valores altos, se considera que puede estar en presencia de partículas de oro (cuyo tamaño es mayor a 0.105 mm), esto revela anomalías de muy pequeñas a escasas, mientras que el resto de las muestras analizadas arrojaron resultados negativos en oro.

Recomendaciones

Se recomienda un muestreo geoquímico de suelo en dos (2) zonas dentro la concesión Chocó 02, estas se ubican: la primera en la línea de infill (cerrado de mallado) denominado como L1 el cual fue excluido del estudio. La segunda se localiza hacia el sur con dirección este. Ambas presentan posibles anomalías con valores que van desde 500 ppb hasta 3000 ppb aproximadamente, para ello las perforaciones deben efectuarse mayor a un metro de profundidad

REFERENCIAS

Álvarez, Arlenis., Pérez, Carlos. (2.005), **INTERPRETACIÓN DEL PERFIL DE LA REGOLITA EN LA EXPLORACIÓN MINERA DE LA CONCESIÓN CHOCO 02 DE 2600 HA A ESCALA 1:10.000 EN EL DISTRITO MINERO EL CALLAO, ESTADO BOLÍVAR,** trabajo de grado inédito, Ciudad Bolívar: Universidad de Oriente – Escuela de Ciencias de la Tierra, pp.12- 35.

Corporación Aurífera De El Callao, C.A. (2.005). **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL: RECAUDOS POR LA TRANSMITACION DE LA AUTORIZACION PARA LA AFECTACION DE LOS RECURSOS NATURALES,** Ministerio de Ambiente, Dirección Estatal Ambiental Bolívar, pp.12-20.

Departamento de Minas – Universidad de Oriente (2.003). **GUÍA PARA LA LOGÍSTICA DE UNA MISIÓN DE PROSPECCIÓN MINERA Y SUS ETAPAS,** inédito, Ciudad Bolívar.

Greenfield j, Gradin R. (2.004). **REGIONAL GEOLOGY AND GOLD MINERALIZATION ON GOLD FIELDS El CALLAO HOLDING.** El Callao - Venezuela, pp 41.

G. Funaioli (2.006). **MANUAL DE LEYENDA GEOLOGICA – MINA DE ORO CHOCO 10. GOLD FIELS EL CALLAO HOLDING.** El Callao – Venezuela. pp. 9.

Malavé, César (2.007), **INTERPRETACIÓN LITOLÓGICA BASADA EN LA GEOQUÍMICA DE LOS SUELOS EN LA EXPLORACIÓN MINERA A ESCALA 1:10.000 DEL ÁREA EL TORNO AL SUR DE EL CALLAO, ESTADO BOLÍVAR,** trabajo de grado inédito, Ciudad Bolívar: Universidad de Oriente – Escuela de Ciencias de la Tierra, pp. 7-8.

Mendoza, Vicente (2.000). **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAMERICANO**. Minera HECLA Venezuela, C. A. VP. Asuntos Mineros. Ciudad Bolívar, pp. 80-84.

Mendoza, Vicente (2.005). **GEOLOGÍA DE VENEZUELA - TOMO I: ESCUDO DE VENEZUELA, ANDES VENEZOLANOS Y SISTEMA MONTAÑOSO DEL CARIBE.** Minera HECLA Venezuela, C. A. VP. Asuntos Mineros. Ciudad Bolívar, pp. 72-116.

Nieves, Issac., Silva, Escarlin. (2.010). **CARACTERIZACIÓN GEOQUIMICA Y PETROGRAFICA PARA DETERMINAR ANOMALIAS AURIFERAS, EN LA CONCESIÓN MINERA CHOCÓ 3 ZONA III PERTENECIENTE A C.V.G MINERVEN, UBICADA EN EL MUNICIPIO AUTONOMO EL CALLAO, ESTADO BOLÍVAR,** trabajo de grado inédito, Ciudad Bolívar: Universidad de Oriente – Escuela de Ciencias de la Tierra, pp. 68-72.

Peña, Jorge (2.005), **EVALUACIÓN GEOLÓGICO – GEOQUÍMICA PARA LA PROSPECCIÓN DE ORO EN EL ÁREA ASIGNADA A LA ASOCIACIÓN DE MINEROS ARTESANALES SAN ISIDRO EN LA CONCESIÓN CRISTINA 5, LAS CLARITAS. MUNICIPIO SIFONTES. ESTADO BOLÍVAR,** trabajo de grado inédito, Ciudad Bolívar: Universidad de Oriente – Escuela de Ciencias de la Tierra, pp. 7-23.

Rojas de Narváez, Rosa (1.996). **ORIENTACIONES PRÁCTICAS PARA LA ELABORACION DE INFORMES DE INVESTIGACION.** Puerto Ordaz: Editorial Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", pp.3.

Electrónicas

Admin (2.010). **GEOGRAFIA/ EL CALLAO. NET,** 25 de Septiembre del 2.010. [www.elcallao.net/?q=node/4].

CiberConta: Análisis Univariante (2.010). **LOS DIAGRAMAS DE CAJA.** 19 de Marzo del 2.011. [www.ciberconta.unizar.es/lección/univar/340.HTM].

Tosiani, Tommaso (2.000). **ANÁLISIS DE ORO EN MUESTRAS GEOLÓGICAS: METODOS COLORIMÉTRICO PARA SER UTILIZADO EN EL CAMPO,** 01 de Mayo del 2.010. [http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/339/33904905.pdf].

El Oro y El BCV (2.009). **CINTURONES DE ROCAS VERDES (CRV) 200. 74. 197. 135.** 12 de Marzo del 2.011. [www.200.74.197.135/orobcv/index.php?option…6].

Enciclopedia España (2.009). **PROSPECCION DE ORO.** 22 de Febrero del 2.011. [www.enciclopediaespaña.com/Prospección_del_oro.htm].

Escalante Sánchez, Manuel (2.007). **METODOS GEOQUIMICOS DE EXPLORACIÓN MINERA,** 17 de Abril del 2.010. [http://littlebullet2.tripod.com/paginas/geoquímica.htm].

Higueras, P., Oyarzum, R (2.009). **PROSPECCIÓN GEOQUIMICA AMBIENTAL.** 15 de Febrero del 2.011. [http://www.uclm.es/…/prospección_geoquímica_0.htm].

Rober Texto (2.008). **EL ESTUDIO DE LOS SUELOS.** 21 de Febrero del 2.011. [www.robertexto.com/archivo7/suelos.htm].

Vitutor (2.009). **MEDIA ARITMETICA.** 16 de Febrero del 2.011. [www.vitutor.com/estadística/descriptiva/a_10.htm].

Wikipedia, la Enciclopedia Libre (2.010). **INVESTIGACION DESCRIPTIVA,** 8 de Octubre del 2.010. [http://es.wikipedia.org/wiki/Investigacion_Descriptiva].

Wikipedia, la Enciclopedia Libre (2.010). **INVESTIGACION EXPERIMENTAL,** 10 de Octubre del 2.010. [http://es.wikipedia.org/wiki/Investigacion_Experimental].

Wikipedia, la Enciclopedia Libre (2.010). **INVESTIGACION DE CAMPO,** 14 de Octubre del 2.010. [http://es.wikipedia.org/wiki/Investigacion_Campo].

World Lingo – Translation localization globalization (2.009). **SAPROLITE.** 19 de Febrero del 2.011. [www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/saprolite].

APÉNDICES

APÉNDICE A

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS CON TERMINACIÓN EN ABSORCIÓN ATÓMICA REALIZADOS A LAS MUESTRAS DE SUELO RECOLECTADAS EN LA CONCESIÓN CHOCÓ 02.

A.1 Resultados del análisis químico de la progresiva PO+301 de la concesión Chocó 02.

RUSORO MINING
MINA CHOCO 10
Promotora Minera de Guayana P.M.G.,S.A.

Campamento Gerencia de Exploración
Departamento de Control y Calidad

Resultados del análisis de muestras de suelo

Número de la muestra	Posición de la muestra	Au (ppb)
AA220301	LC-10	20
AA220302	LC-10	10
AA220303	LC-10	2,5
AA220304	LC-10	2.5
AA220305	LC-10	10
AA220306	LC-10	10
AA220307	LC-10	10
AA220308	LC-10	2,5
AA220309	LC-10	2,5
AA220310	LC-10	2,5
AA220311	LC-09	10
AA220312	LC-09	2,5
AA220313	LC-09	10
AA220314	LC-09	2,5
AA220315	LC-09	2,5
AA220316	LC-09	2,5
AA220317	LC-09	2,5
AA220318	LC-09	30
AA220319	LC-09	2,5
AA220320	LC-08	2,5
AA220321	LC-08	20
AA220322	LC-08	2,5
AA220323	LC-08	2,5
AA220324	LC-08	2,5
AA220325	LC-08	10
AA220326	LC-08	2,5
AA220327	LC-08	2,5
AA220328	LC-07	2,5
AA220329	LC-07	2,5
AA220330	LC-07	2,5
AA220331	LC-07	2,5
AA220332	LC-07	10
AA220333	LC-07	10
AA220334	LC-07	2,5
AA220335	LC-06	2,5
AA220336	LC-06	10
AA220337	LC-06	10
AA220338	LC-06	10
AA220339	LC-06	10
AA220340	LC-06	10
AA220341	LC-06	2,5
AA220342	LC-06	10

A.2 Resultados del análisis químico de la progresiva PO+343 de la concesión Chocó 02.

RUSORO MINING
MINA CHOCO 10
Promotora Minera de Guayana P.M.G.,S.A.

Campamento Gerencia de Exploración
Departamento de Control y Calidad

Resultados del análisis de muestras de suelo

Número de la muestra	Posición de la Muestra	Au (ppb)
AA220343	LC-05	2,5
AA220344	LC-05	10
AA220345	LC-05	10
AA220346	LC-05	10
AA220347	LC-05	10
AA220348	LC-05	2,5
AA220349	LC-05	20
AA220350	LC-05	2,5
AA220351	LC-05	2,5
AA220352	LC-04	2,5
AA220353	LC-04	10
AA220354	LC-04	10
AA220355	LC-04	10
AA220356	LC-04	10
AA220357	LC-04	2,5
AA220358	LC-04	2,5
AA220359	LC-04	10
AA220360	LC-04	10
AA220361	LC-03	10
AA220362	LC-03	10
AA220363	LC-03	30
AA220364	LC-03	10
AA220365	LC-03	10
AA220366	LC-03	10
AA220367	LC-03	10
AA220368	LC-03	10
AA220369	LC-03	430
AA220370	LC-02	2,5
AA220371	LC-02	20
AA220372	LC-02	2,5
AA220373	LC-02	2,5
AA220374	LC-02	10
AA220375	LC-02	10
AA220376	LC-02	2,5
AA220377	LC-02	2,5
AA220378	LC-02	10
AA220379	LC-02	2,5
AA220380	LC-01	2,5
AA220381	LC-01	2,5
AA220382	LC-01	10
AA220383	LC-01	2,5
AA220384	LC-01	2,5

A.3 Resultados del análisis químico de la progresiva PO+385 de la concesión Chocó 02.

RUSORO MINING
MINA CHOCO 10
Promotora Minera de Guayana P.M.G.,S.A.

Campamento Gerencia de Exploración
Departamento de Control y Calidad

Resultados del análisis de muestras de suelo

Número de la muestra	Posición de la Muestra	Au (ppb)
AA220385	LC-01	2,5
AA220386	LA-05	2,5
AA220387	LA-05	2,5
AA220388	LA-05	10
AA220389	LA-05	10
AA220390	LA-05	2,5
AA220391	LA-05	2,5
AA220392	LA-05	2,5
AA220393	LA-05	10
AA220394	LA-04	2,5
AA220395	LA-04	10
AA220396	LA-04	2,5
AA220397	LA-04	2,5
AA220398	LA-04	2,5
AA220399	LA-04	2,5
AA220400	LA-04	10
AA220401	LA-04	2,5
AA220402	LA-03	10
AA220403	LA-03	10
AA220404	LA-03	10
AA220405	LA-03	2,5
AA220406	LA-03	10
AA220407	LA-03	2,5
AA220408	LA-03	10
AA220409	LA-03	10
AA220410	LA-03	10
AA220411	LA-02	10
AA220412	LA-02	10
AA220413	LA-02	10
AA220414	LA-02	10
AA220415	LA-02	10
AA220416	LA-02	10
AA220417	LA-02	10
AA220418	LA-02	10
AA220419	LA-01	20
AA220420	LA-01	10
AA220421	LA-01	10
AA220422	LA-01	10
AA220423	LA-01	10
AA220424	LA-01	10
AA220425	LA-01	2,5
AA220426	LA-01	2,5

A.4 Resultados del análisis químico de la progresiva PO+427 de la concesión Chocó 02.

RUSORO MINING
MINA CHOCO 10
Promotora Minera de Guayana P.M.G.,S.A.

Campamento Gerencia de Exploración
Departamento de Control y Calidad

Resultados del análisis de muestras de suelo

Número de la muestra	Posición de la Muestra	Au (ppb)
AA220427	LA-01	2,5
AA220428	LA-01	2,5
AA220429	LB-10	20
AA220430	LB-10	20
AA220431	LB-10	20
AA220432	LB-10	40
AA220433	LB-10	70
AA220434	LB-10	80
AA220435	LB-10	40
AA220436	LB-10	180
AA220437	LB-10	210
AA220438	LB-09	110
AA220439	LB-09	20
AA220440	LB-09	50
AA220441	LB-09	30
AA220442	LB-09	20
AA220443	LB-09	30
AA220444	LB-09	2800
AA220445	LB-09	170
AA220446	LB-09	30
AA220447	LB-08	20
AA220448	LB-08	110
AA220449	LB-08	20
AA220450	LB-08	30
AA220451	LB-08	40
AA220452	LB-08	740
AA220453	LB-08	10
AA220454	LB-08	90
AA220455	LB-08	20
AA220456	LB-07	10
AA220457	LB-07	2,5
AA220458	LB-07	20
AA220459	LB-07	10
AA220460	LB-07	20
AA220461	LB-07	20
AA220462	LB-07	10
AA220463	LB-07	2,5
AA220464	LB-07	30
AA220465	LB-07	50
AA220466	LB-07	2,5
AA220467	LB-06	2,5
AA220468	LB-06	2,5

A.5 Resultados del análisis químico de la progresiva PO+469 de la concesión Chocó 02.

RUSORO MINING
MINA CHOCO 10
Promotora Minera de Guayana P.M.G.,S.A.

Campamento Gerencia de Exploración
Departamento de Control y Calidad

Resultados del análisis de muestras de suelo

Número de la muestra	Posición de la muestra	Au (ppb)
AA220469	LB-06	2,5
AA220470	LB-06	2,5
AA220471	LB-06	2,5
AA220472	LB-06	20
AA220473	LB-06	40
AA220474	LB-06	2,5
AA220475	LB-06	30
AA220476	LB-05	2.5
AA220477	LB-05	2,5
AA220478	LB-05	10
AA220479	LB-05	10
AA220480	LB-05	2,5
AA220481	LB-05	30
AA220482	LB-05	10
AA220483	LB-05	30
AA220484	LB-05	10
AA220485	LB-05	10
AA220486	LB-04	10
AA220487	LB-04	10
AA220488	LB-04	10
AA220489	LB-04	10
AA220490	LB-04	30
AA220491	LB-04	20
AA220492	LB-04	10
AA220493	LB-04	10
AA220494	LB-11	20
AA220495	LB-11	20
AA220496	LB-11	70
AA220497	LB-11	60
AA220498	LB-11	70
AA220499	LB-11	40
AA220500	LB-11	180
AA220501	LB-11	270
AA220502	LB-11	350
AA220503	LB-03	10
AA220504	LB-03	2,5
AA220505	LB-03	2,5
AA220506	LB-03	10
AA220507	LB-03	10
AA220508	LB-03	10
AA220509	LB-03	2,5

A.6 Resultados del análisis químico de la progresiva PO+511 de la concesión Chocó 02.

RUSORO MINING
MINA CHOCO 10
Promotora Minera de Guayana P.M.G.,S.A.

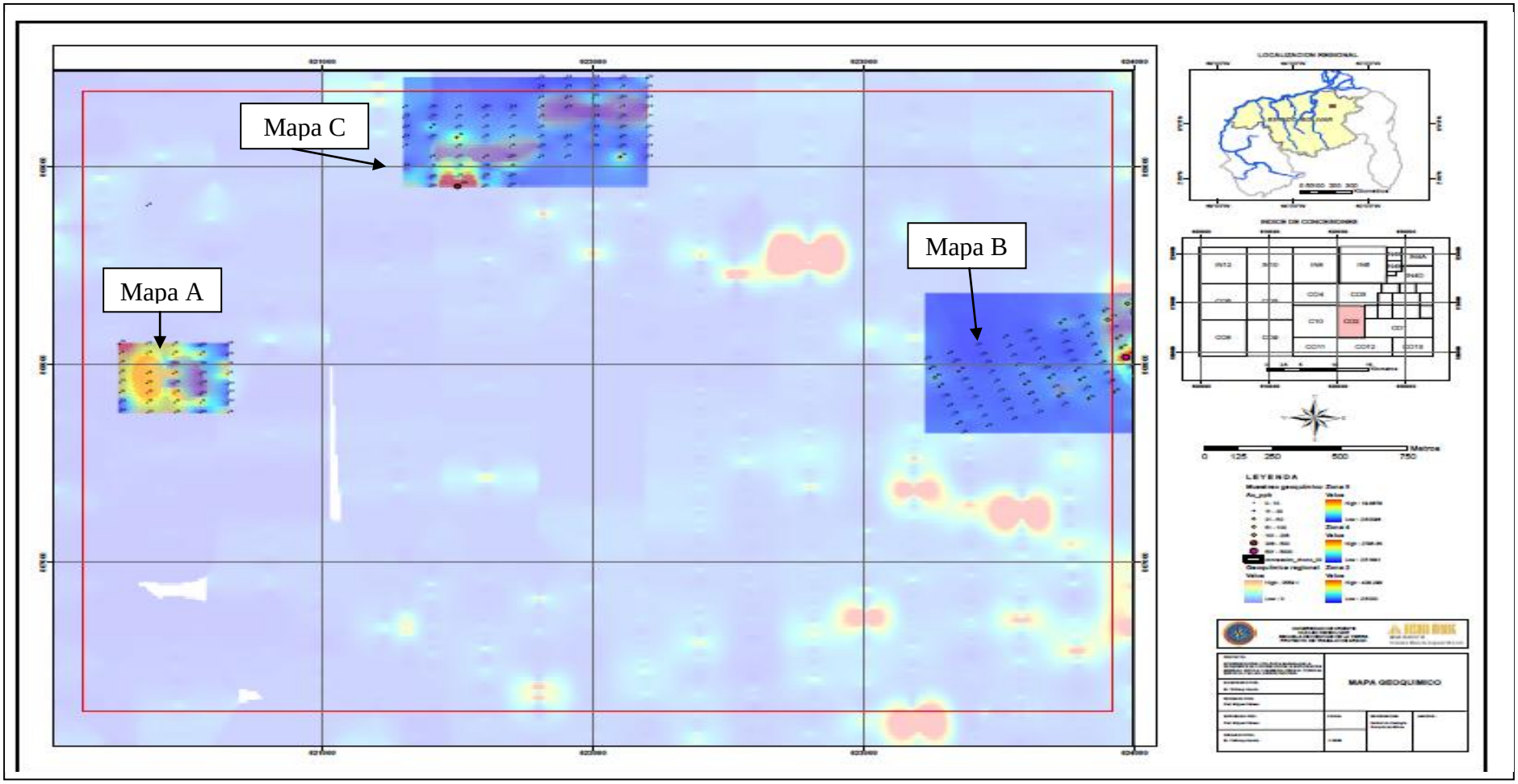
Campamento Gerencia de Exploración
Departamento de Control y Calidad

Resultados del análisis de muestras de suelo

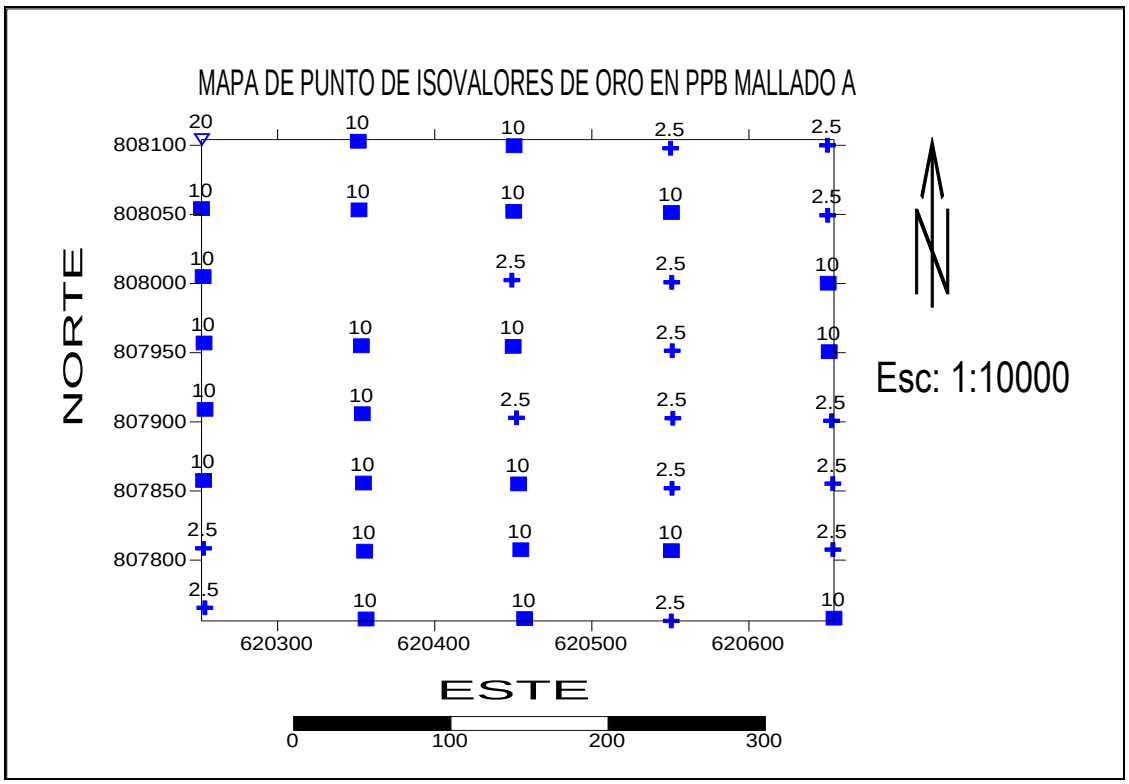
Número de la muestra	Posición de la muestra	Au (ppb)
AA220511	LB-03	10
AA220512	LB-02	10
AA220513	LB-02	2,5
AA220514	LB-02	30
AA220515	LB-02	2,5
AA220516	LB-02	10
AA220517	LB-02	10
AA220518	LB-02	10
AA220519	LB-02	10
AA220520	LB-02	10
AA220521	LB-01	2,5
AA220522	LB-01	20
AA220523	LB-01	80
AA220524	LB-01	20
AA220525	LB-01	2,5
AA220526	LB-01	10
AA220527	LB-01	2,5
AA220528	LB-01	20
AA220529	LB-01	10

APÉNDICE B

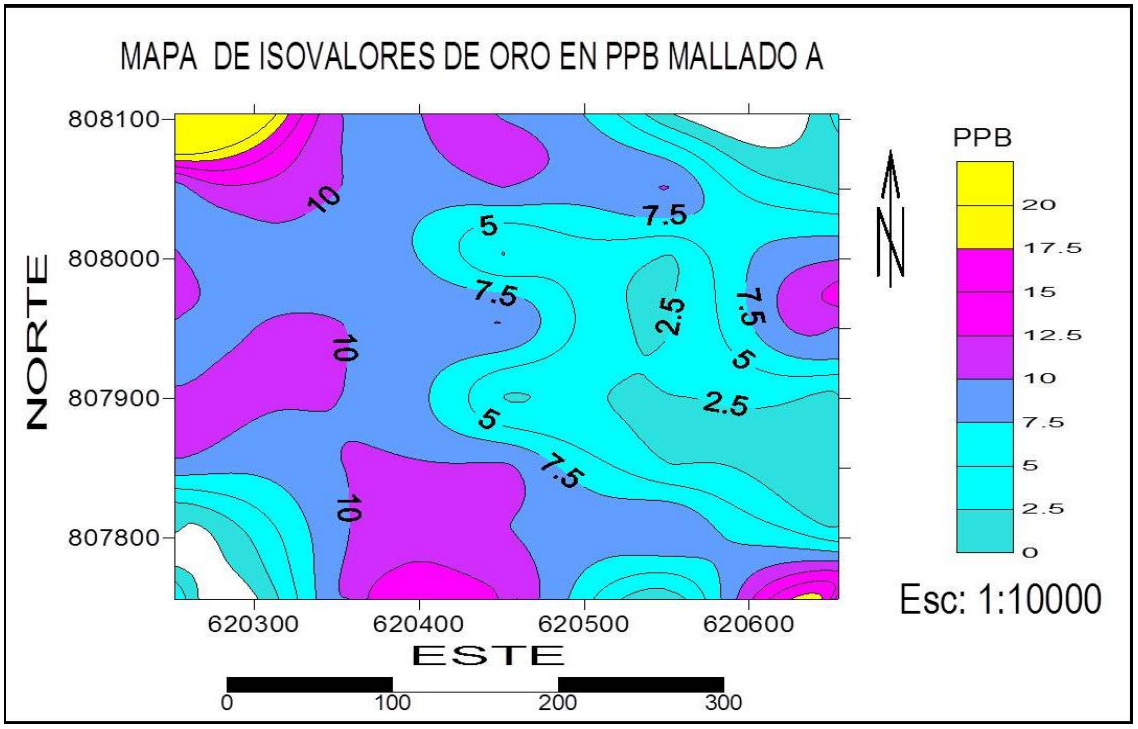
RESULTADOS GRÁFICOS DE LA PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA DE LA CONCESIÓN CHOCÓ 02 OBTENIDAS EN PPB PARA EL ORO. DEFINIDAS EN LOS SECTORES DE LA RECOLECCION DE MUESTRAS DE SUELO.



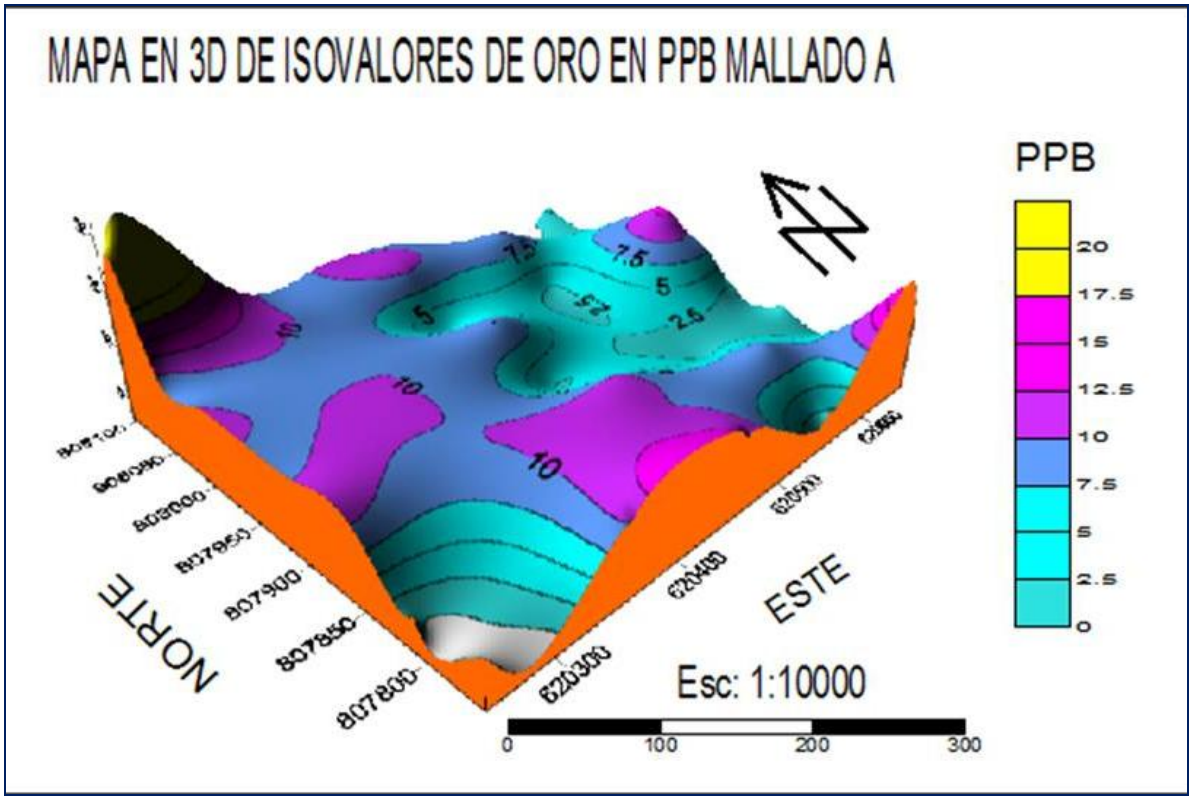
B.1 Mapa de Isovalores de Au en ppb en donde están representados los sectores de muestreo (cerrado de mallado) realizados en la concesión Chocó 02.



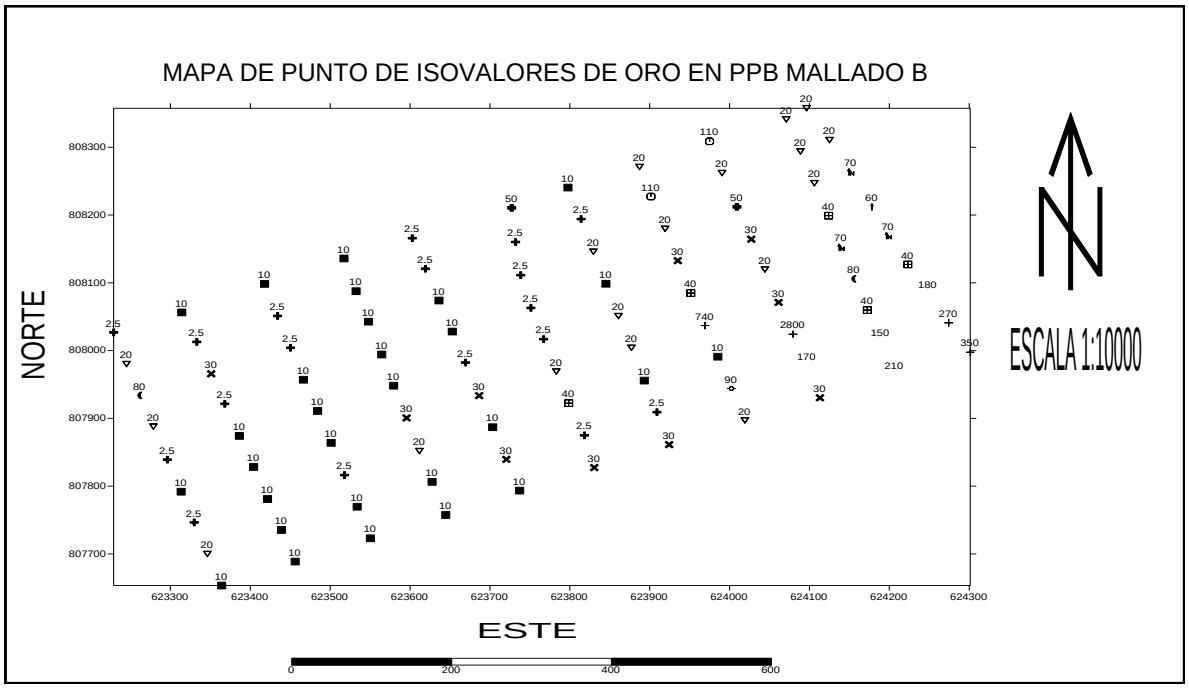
B.2 Representación Gráfica del Mallado A.



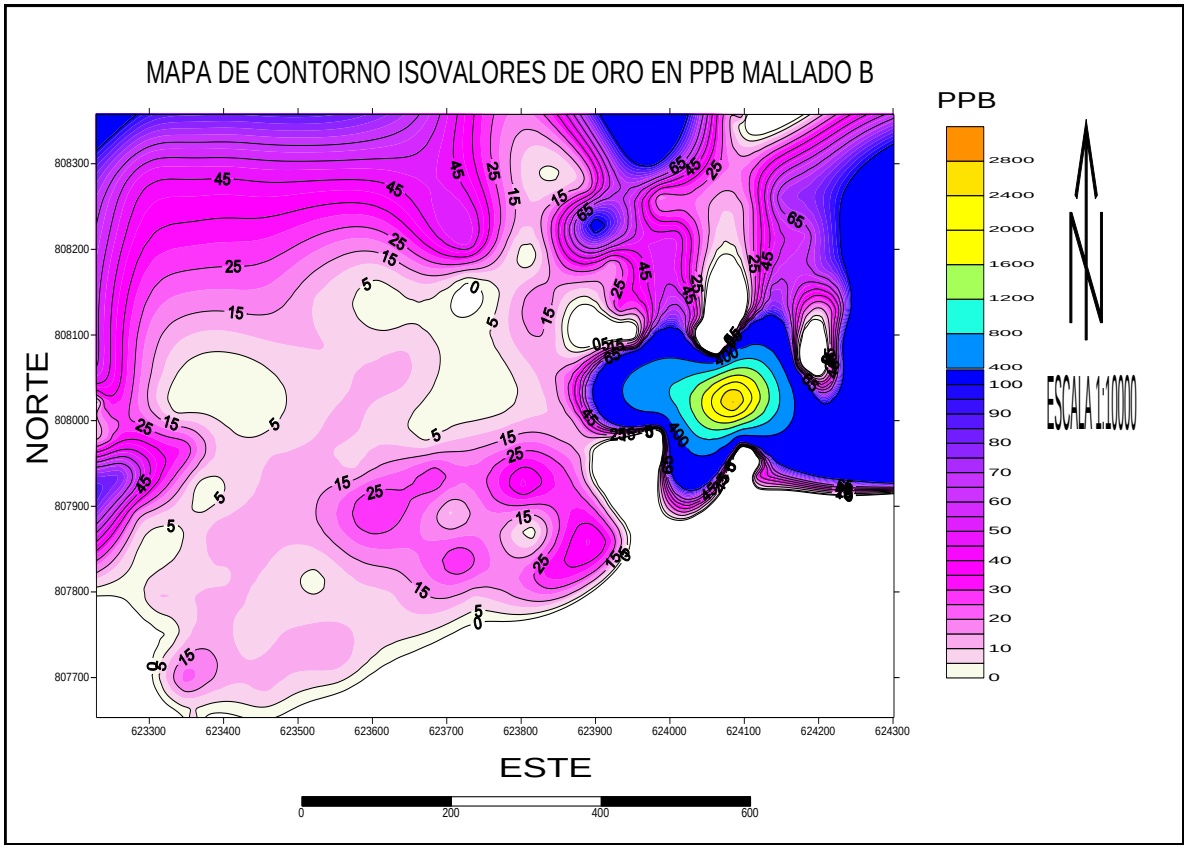
B.3 Mapa de Isovalores de Au en ppb del Mallado A.



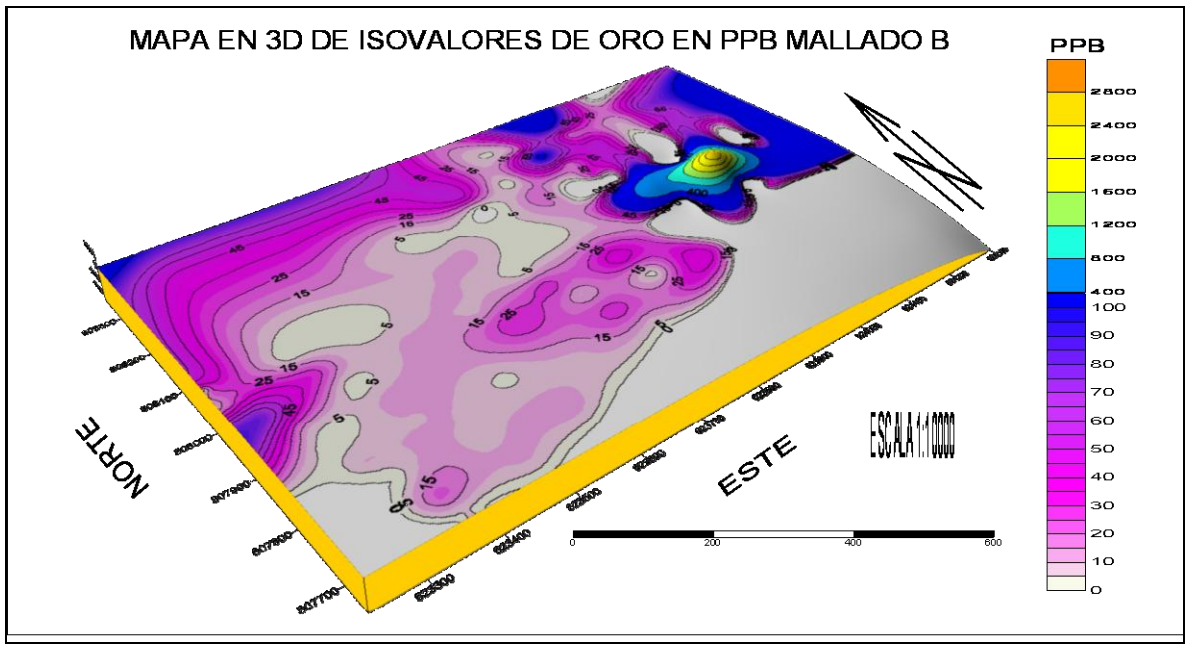
B.4 Representación Gráfica en 3D de los Isovalores de Oro en ppb del mallado A.



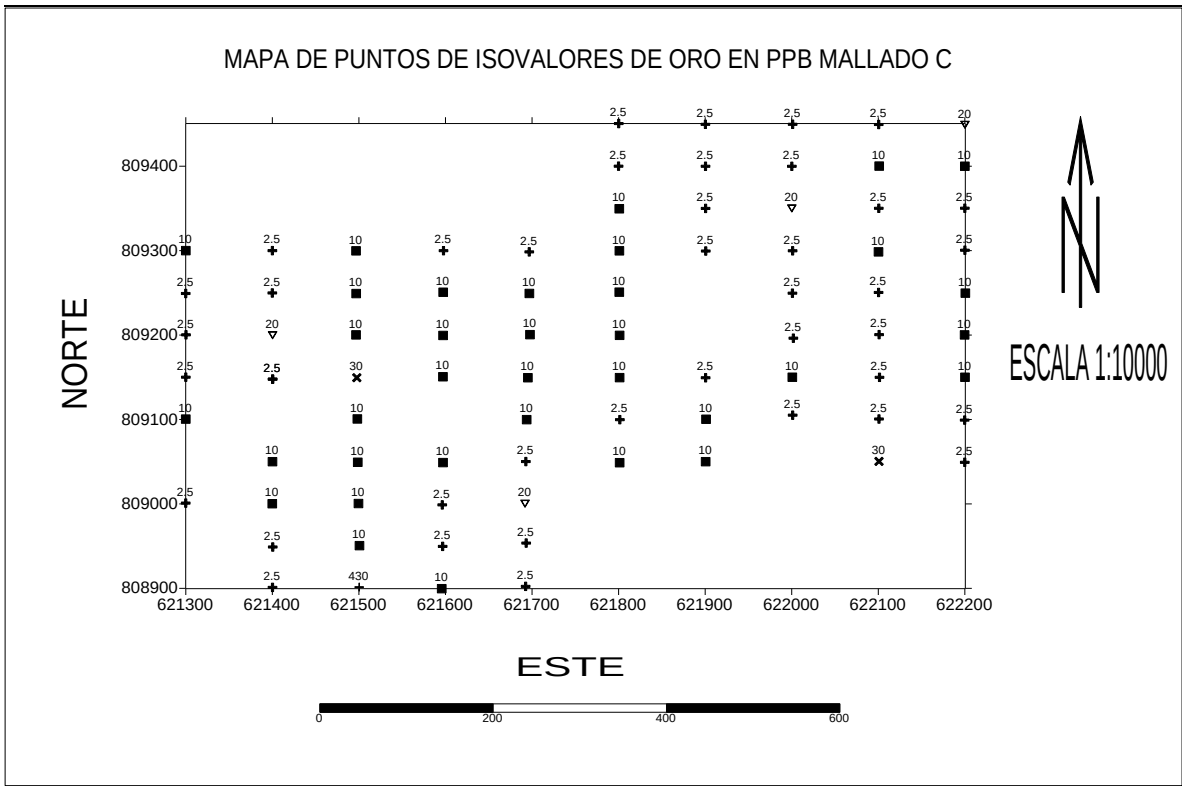
B.5 Representación Gráfica del Mallado B.



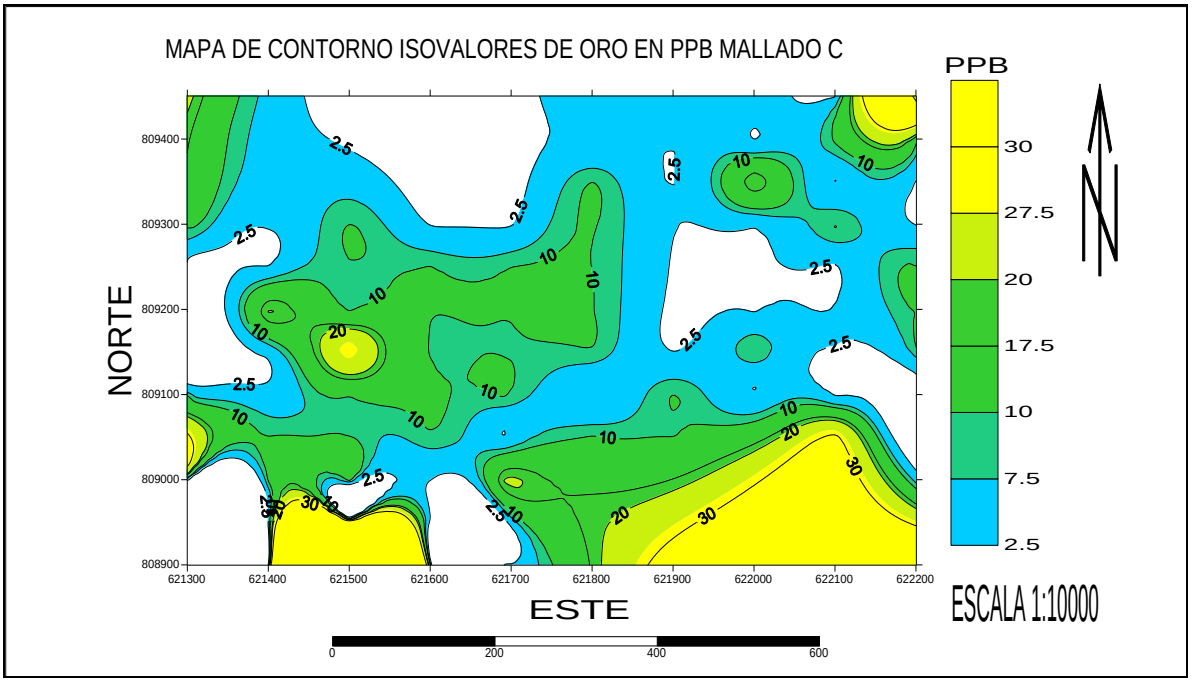
B.6 Mapa de Isovalores de Au en ppb del Mallado B.



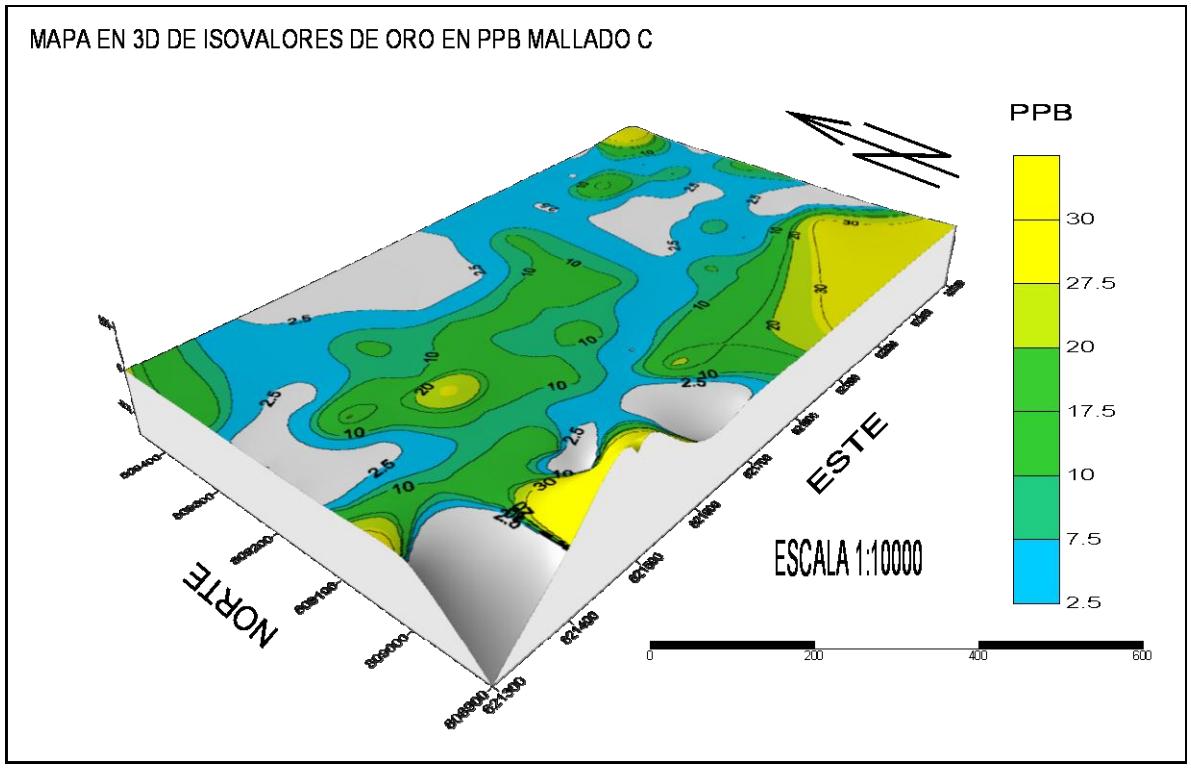
B.7 Representación Gráfica en 3D de los Isovalores de Oro en ppb del mallado B.



B.8 Representación Gráfica del Mallado C.



B.9 Mapa de Isovalores de Au en ppb del Mallado C.



B.10 Representación Gráfica en 3D de los Isovalores de Oro en ppb del mallado C.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	**REINTERPRETACIÓN GEOQUÍMICA DE SUELOS PARA LA PROSPECCIÓN DE ORO EN LA EXPLORACIÓN MINERA DE LA CONCESIÓN CHOCÓ 02 A ESCALA 1:10.000 EN EL DISTRITO MINERO EL CALLAO – ESTADO BOLÍVAR.**
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
García Solís, Thibisay Del Valle	**CVLAC**	**C.I: 12.050.989**
	e-mail	garlis4@hotmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

REINTERPRETACIÓN GEOQUÍMICA DE SUELOS.
PROSPECCIÓN DE ORO EN LA EXPLORACIÓN MINERA.
REGOLITA RESIDUAL.
ANOMALIA FUERTE.
SAPROLITA
PALEOSOL

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sub-líneas de investigación:

Área	Sub-área
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA.	**GEOLOGÍA.**

Resumen (abstract):

RESUMEN

La geoquímica de suelo es un método de prospección utilizado para ubicar recursos minerales a través del estudio de la proporción, distribución y migración de los elementos que se obtiene de una capa guía de los diferentes horizontes; previo un estudio de orientación. Su objetivo es la detección directa de los depósitos de elementos a través de las anomalías en la concesión Chocó 02, la cual está ubicada en el Distrito Aurífero de El Callao, estado Bolívar. El presente estudio ha sido conformado a través de cinco (5) etapas logrando obtener un enfoque sistemático de la investigación estableciendo: estructuración, desarrollo y redacción del informe integrado de la siguiente manera en la metodología de trabajo: la etapa de oficina, la cual está fundamentada en: la recolección, revisión y clasificación, tanto del material técnico (datos geológicos, datos geotécnicos); la etapa de campo consta en la toma de muestras de suelo siguiendo los lineamientos del protocolo de la empresa, para ello se requirió de instrumentos de medición como: metro, brújula, GPS, talonarios de ticket que siguen una secuencia numérica para posterior identificación de la muestra, bolsas de muestreo que sirven para la recolección y protección de la muestra, cinta de flag tape que es usada como guía para localizar los puntos de recolección dentro de las líneas del infill (cerrado de mallado), marcadores, lápices, lupa; etapa de laboratorio donde las muestras son examinadas con terminación en absorción atómica para la determinación de oro en ppb; etapa del procesamiento de información se basa en el análisis e interpretación de los resultados mediante métodos estadísticos (Diagrama de Caja Gráfica) y métodos geoquímicos el cual permitirá representar gráficamente en mapas de anomalías y de isovalores, con la ayuda de programas como: Excel, Pasw Statistics 18 y Surfer 8.0; lo que determinara la etapa de redacción del informe final donde se consolidan las conclusiones y recomendaciones. Este proyecto esta orientado en la Reinterpretación Geoquímica de Suelos de la Concesión Chocó 02, basados en la información que fue obtenida por estudios hechos en el 2.004 por la empresa El Callao Holding, los cuales se pretenden confirmar por medio de un muestreo geoquímico dentro del cerrado de malla 100 x 50 metros un estudio más preciso y al detalle.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Gómez, Miguel	ROL	CA [ ] AS [ ] TU [X] JU [ ]
	CVLAC	C.I: 4.031.652
	e-mail	ing-miguelgomezh@yahoo.com.
	e-mail	
Acosta, Enrique	ROL	CA [ ] AS [ ] TU [ ] JU [X]
	CVLAC	C.I: 5.082.874
	e-mail	enriquelacosta@yahoo.com
	e-mail	
Sampol, María	ROL	CA [ ] AS [ ] TU [ ] JU [X]
	CVLAC	C.I: 8.850.664
	e-mail	marisampol3@hotmail.com
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2.011	08	03

Lenguaje Spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
Tesis-Nombre Archivo.Doc
TESIS REINTERPRETACION DE SUELOS CHOCO 02.DOC

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: Promotora Minera de Guayana P.M.G., S.A. GRUPO RUSORO MINING. Campamento Gerencia de Exploración, Sector La Ramona, El Callao - Estado Bolívar.

(Opcional)

Temporal: **10 años.** **(Opcional)**

Título o Grado asociado con el trabajo: **GEOLOGO.**

Nivel Asociado con el Trabajo: **PREGRADO.**

Área de Estudio: **DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA.**

Otra(s) Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

UNIVERSIDAD DE ORIENTE. NÚCLEO BOLÍVAR.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU Nº 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda ***"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC Nº 696/2009".***

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SECRETARÍA
CONSEJO UNIVERSITARIO

JUAN A. BOLAÑOS CURVELO
Secretario

C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/ YGC/ maruja

Apartado Correos 094 / Telfs: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : "Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización."

Nibitay García.

AUTOR 1

AUTOR 2

TUTOR