

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



ELABORACIÓN DEL MODELO GEOLÓGICO, MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE LA INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE IMÁGENES SATELITALES, DATOS GEOQUÍMICOS Y GEOFÍSICOS, DEL SECTOR MINERO AURÍFERO SUPAMO-PARAPAPOY, LOCALIZADO AL SUR DE LA POBLACIÓN EL MANTECO, MUNICIPIO PIAR. ESTADO BOLÍVAR

TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR LOS BACHILLERES JORGE PERRUOLO Y OSIRIS JAVIER, PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO GEÓLOGO

CIUDAD BOLÍVAR, MARZO DE 2018

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**



ACTA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, intitulado **“ELABORACIÓN DEL MODELO GEOLÓGICO, MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE LA INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE IMÁGENES SATELITALES, DATOS GEOQUÍMICOS Y GEOFÍSICOS, DEL SECTOR MINERO AURÍFERO SUPAMO-PARAPAPOY, LOCALIZADO AL SUR DE LA POBLACIÓN EL MANTECO, MUNICIPIO PIAR. ESTADO BOLÍVAR”**, **JORGE PERRUOLO**, titular de la cedula de identidad N° **V-25.036.193**, y **OSIRIS JAVIER**, titular de la cedula de identidad N° **V-24.542.552**, como requisito parcial para optar al título de Ingeniero geólogo, ha sido **APROBADO**, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los siguientes profesores:

Nombre:

Firma:

Profesor Enrique Acosta

(Asesor)

(Jurado)

(Jurado)

Profesor Javier Ramos Madrid
Jefe de Departamento de
Ingeniería Geológica

Profesor Francisco Monteverde
Director de Escuela de
Ciencias de la Tierra

Ciudad Bolívar, Marzo de 2018

DEDICATORIA

Al Gran arquitecto del Universo por todo lo que me regala, su capacidad de sorprenderme y llenarme de expectativas positivas. A mi amado padre Jorge Perruolo, máxima autoridad y motivo de inspiración, por su apoyo incondicional, y siempre estar allí.

A mi amada madre, Carmen Gómez, por brindarme su amor, cariño, impulsarme a seguir adelante y creer en mí. Te amo madre. A mis hermanas, Bárbara Perruolo, Valentina Perruolo, y hermano Moisés Scaringelli por apoyarme, este éxito también les pertenece. A mi abuela Carmen Silva, por brindarme esa gran oportunidad de ingresar a la Universidad de Oriente, a mi abuelo Pedro Perruolo por siempre demostrar su apoyo. A Yennis Dorta, por todo su cariño y palabras de apoyo. A mi vecino, asesor y amigo, al ilustre profesor Enrique Acosta. A mis tíos, primos, amistades, y profesores que demostraron su apoyo.

Jorge Perruolo

A Dios, por haberme dado la oportunidad de alcanzar el objetivo que siempre soñe, ya que es Él quien hace posible la vida. A mi bella Madre Norbis Rebolledo, por ser una gran compañera, ese apoyo incondicional y ejemplo, que me impulsa a seguir adelante. Te amo con todo el alma. A mis hermanas Diana Patete, Victoria Patete y hermano Lenin Vicente por darme su amor y apoyo incondicional en todo momento.

A mis tías Carmen Rebolledo, María Rebolledo, Zuleima Rebolledo, Ana Rebolledo y tío Pedro Rebolledo, por todos esos consejos y enseñanzas que han sido fundamentales a lo largo de mi vida. A mis primos, panas, amistades y profesores que siempre me mostraron su apoyo.

Javier Osiris

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Oriente por haberme abierto sus puertas y hacerme crecer personal y profesionalmente.

A la empresa RH Ingeomin, por concederme la oportunidad de desarrollar este trabajo.

A nuestro profesor, Enrique Acosta.

A los panas, Cesar García, Michael Anuel, Lenin Figueroa, Jhonny Solano, José Gómez, Cristóbal Ferrer, Junior Cardozo, Jesús Rodríguez, Luis Pérez, Santiago Ramírez, Marcos Mendoza, Renzo Hernández, Álvaro Salandy, Yetsy Parra, Loismar Hernández, Eukaris Ríos, Arlin Osorio, Albani Infante, Paulina Carvacho, Marianne Infante, María García, Harvey Liendo, Freiry Vásquez, Andrés Rodríguez, José Balsa, Reinaldo Gruber.

A los Profesores, Larry Herrera, Cristóbal González, Ángel Montenegro, Asdrúbal Barroso, Henry Ramírez, Zulimar Gámez, Berenice Sandoval y Ángel Paulo.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, consistió en la elaboración de un modelo geológico, mediante la integración de la interpretación geológica de imágenes satelitales, datos geoquímicos y geofísicos, del sector minero aurífero Supamo-Parapapoy, localizado al sur de la población de El Manteco, Municipio Piar. Estado Bolívar. Para tal fin, se procesó la información recolectada en el área por INGEOMIN, C.A, en el año 2008, consistente de una data geoquímica de 191 muestras de suelos y un mapa geofísico de magnetismo total, que cubre el 30 % del área. Los antecedentes mineros de la zona, demuestran la presencia de extensos e importantes aluviones, ricos en oro, en los cauces de los ríos Parapapoy y Supamo; pero a la fecha no se ha establecido a ciencia cierta el yacimiento primario de oro. El estudio constó de 4 etapas. La etapa I consistió en la recopilación y procesamiento de la información cartográfica y bibliográfica. En la etapa II, se hizo la interpretación de las imágenes satelitales, para la elaboración de los mapas temáticos de geomorfología, geológico y estructural; con el fin de determinar zonas potenciales para albergar yacimientos primarios de oro. En la tercera etapa, se procesaron estadísticamente los valores determinados en las muestras de suelos, determinándose una zona anómala, ubicada al Norte, y elaborándose el mapa geoquímico. La integración de los mapas geológico-estructural, geoquímico y geofísico se logró en la cuarta etapa y se elaboró el mapa litogeoquímico y de campo magnético total de la zona. Una vez solapados los mapas, se determinaron nuevas áreas de explotación, que permitirán organizar a toda la comunidad minera que labora en la zona. De acuerdo a la interpretación del mapa geofísico y geológico apoyado con los valores de campo de muestro de suelos, se determinó una zona anómala en la intercepción de dos fallas principales, la cual ofrece las mejores condiciones para albergar mineralizaciones primarias del elemento Au.

CONTENIDO

ACTA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN.....	v
CONTENIDO.....	vi
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABLAS	xii
LISTA DE ÁPENDICE	xiii
LISTA DE ANEXOS	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. SITUACIÓN A INVESTIGAR.....	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Objetivos de la investigación.....	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Justificación de la investigación	5
1.4 Alcance de la investigación	5
1.5 Limitaciones de la investigación.....	6
CAPÍTULO II. GENERALIDADES.....	7
2.1 Ubicación geográfica del área en estudio	7
2.2 Acceso al área de estudio.....	8
2.3 Características físico naturales de la zona de estudio	9
2.3.1 Clima	9
2.3.2 Precipitación.....	10
2.3.3 Hidrografía	11
2.3.4 Vegetación	11
2.3.5 Suelos.....	12

2.3.6 Geomorfología	12
2.4 Geología regional.....	14
2.4.1 Provincia Geológica de Pastora (PP).....	14
2.4.1.1 Grupo Carichapo	16
2.4.1.2 Formación El Callao	16
2.4.1.3 Formación Cicapra	17
2.4.1.4 Formación Yuruari	17
2.4.1.5 Grupo Botanamo	18
2.4.1.6 Formación Los Caribes	18
2.4.1.7 Formación Caballape	18
2.4.1.8 Complejo Granítico de Supamo	19
2.4.1.9 Distrito Aurífero de Guariche	19
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO	22
3.1 Antecedentes o estudios previos	22
3.2 Definición de términos básicos	24
3.2.1 Fotogeología.....	24
3.2.2 Alcances de la fotointerpretación geológica	25
3.2.3 Proyecto Cartosur II	25
3.2.4 Global Mapper 15.0.....	26
3.2.5 Muestreo geoquímico	27
3.2.6 Geoquímica	27
3.2.7 Método geoquímico de exploración	27
3.2.8 Anomalías geoquímicas	28
3.2.9 Anomalías epigenéticas en las rocas de caja.....	28
3.2.10 Espectrometría de absorción atómica	29
3.2.11 Parámetros estadísticos	30
3.2.12 Anomalía	30
3.2.13 Geofísica	30
3.2.14 Prospección geofísica	31

3.2.15 Geomagnetismo	31
3.2.16 Gravimetría	31
3.2.17 Rocas ígneas.....	31
3.2.18 Clasificación de las rocas ígneas	32
3.2.19 Modelo geológico.....	32
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	33
4.1 Tipo de investigación	33
De acuerdo con los objetivos planteados, el tipo de investigación es aplicada.	33
4.1.1 Investigación aplicada	33
4.2 Diseño de la investigación.....	33
4.2.1 Diseño de investigación documental.....	34
4.3 Población de la investigación	34
4.4 Muestra de la investigación	34
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
4.5.1 Técnicas de recolección de datos	35
4.5.1.1 Observación indirecta	35
4.5.2 Instrumentos de recolección de datos.....	36
4.6 Etapas de la investigación.....	36
4.6.1 Etapa I recopilación de la información.....	37
4.6.1.1 Información documental	37
4.6.1.2 Información cartográfica.....	37
4.6.2 Etapa II Interpretación de imágenes satelitales	39
4.6.2.1 Mapa geomorfológico.....	39
4.6.2.2 Mapa geológico-estructural.....	40
4.6.2.3 Identificación de estructuras y áreas potenciales para el elemento Au ..	41
4.6.3 Etapa III Procesamiento de datos geoquímicos.....	42
4.6.3.1 Análisis estadístico de datos geoquímicos	42
4.6.3.2 Determinación de los valores anómalos	43
4.6.3.3 Elaboración de mapa geoquímico para el elemento Au	43

4.6.3.4 Revisión del mapa geofísico de campo magnético total.....	44
4.6.4 Etapa IV Integración de los mapas geológico, geoquímico y geofísico	45
4.6.5 Conclusiones y recomendaciones.....	46
4.6.6 Redacción de informe final	46
CAPÍTULO V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .	47
5.1 Identificación de las áreas potenciales para el elemento oro (Au), a través de la interpretación de las imágenes de radar e imágenes satelitales ...	47
5.1.1 Identificación de las litologías	47
5.1.1.1 Cinturones de rocas verdes (CRV)	47
5.1.1.2 Rocas graníticas.....	47
5.2 Determinación de las anomalías para el elemento Au, mediante el tratamiento estadístico de los valores químicos de las muestras de suelos	49
5.2.1 Tratamiento estadístico de los valores químicos de las muestras de suelos	49
5.2.2 Determinación de valores anómalos.....	51
5.2.3 Cartografía de la zona anómala	52
5.3 Cotejo de las estructuras geológicas relacionadas con el elemento Au, usando el mapa geofísico.....	53
5.3.1 Cotejo de las estructuras geológicas y el mapa geofísico	56
5.4 Integración de los mapas geológicos, geoquímicos y geofísicos; para la determinación de nuevas zonas prospectivas.....	57
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
Conclusiones.....	59
Recomendaciones	61
REFERENCIAS.....	62
APENDICES	66
ANEXOS	79

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Imagen satelital mostrando la poligonal cerrada correspondiente a la zona de estudio (Google Earth, 2017).	7
2.2 Ubicación de la estación climatológica Arekuna (MARNR 2001).....	10
2.3 Imagen satelital donde se representan los paisajes de la zona de estudio (Google Earth, 2017).	13
2.4 Provincias geológicas del Escudo de Guayana (Mendoza, V. 2012).....	15
2.5 Relaciones estratigráfico-tectónicas de las formaciones El Callao, Yuruari, Cicapra, (Inferior y superior) y Florinda, con respecto al Complejo Granítico TTG de Supamo y a los plutones intrusivos de Cerro Pelón y Mandingal (Aponte, 2005 en Mendoza, V. 2012).	16
2.6 Mapa geológico simplificado de Guariche (USGS-CVG Tecmin, 1993) D=diabasa, XRG=rocas graníticas, XSP=Complejo de Supamo, RXC=Grupo Roraima, MXS Micaesquisto o filitas tobaceas félsicas, XM1=Metatobas y metalavas máficas e intermedias.	21
4.1 Flujograma sistematizado con las actividades desarrolladas en la presente investigación.	36
4.2 Interpretación de un fragmento del mapa NB-20-7, a escala 1:250.000. El rectángulo en rojo corresponde a la zona de estudio (CVG TECMIN C.A., 1993).....	37
4.3 Parte de la interpretación de la hoja 7539, Guri, a escala 1:500.000 (Mibam, 1990).....	38
4.4 Imagen 7539-II, a escala 1:50.000, indicando el área de estudio.	38
4.5 Interpretación de unidades litológicas, presentes en el área de estudio, usando la ortoimagen de radar satelital 7539-II a escala 1:50.000.	40
4.6 Interpretación de fracturas presentes en la zona de estudio.....	41

4.7 Revisión de la data geoquímica del área de estudio, suministrada por la empresa INGEOMIN C.A., 2008.....	42
4.8 Mapa con valores anómalos para el elemento Au, en la zona de estudio.	44
4.9 Mapa del Campo Magnético Total de la zona de estudio (INGEOMINC.A, 2008).....	45
5.1 Interpretación de la ortoimagen de radar 7539-II, a escala 1:50.000, mostrando las diferentes litologías presentes en la zona de estudio.....	48
5.2 Ubicación de las muestras de suelos, de acuerdo a sus coordenadas (González, J. y Alfonso, R. 2016).....	49
5.3 Gráfico estadístico de control usando los valores de Q1, Q3 y la mediana para muestras de suelos del sector Supamo-Parapapoy.....	50
5.4 Diagrama apilado del modelo de elevación y anomalía, del sector aurífero Supamo-Parapapoy, el Manteco, municipio Piar, estado Bolívar.	52
5.5 Ubicación de la anomalía de acuerdo a los valores del muestreo de suelos....	53
5.6 Interpretación estructural de la zona minera Supamo-Parapapoy.....	54
5.7 Interpretación de la situación original, antes del fallamiento destral, que desplazo la secuencia 750 m.	55
5.8 Interpretación estructural del cauce del río Parapapoy.	56
5.9 Área coincidente del mapa geofísico y el área de estudio.....	56
5.10 Mapa integrado de litogeoquímica y campo magnético total, del área correspondiente a la zona minera aurífera Supamo Parapapoy.	58

LISTA DE TABLAS

	Página
2.1 Ubicación en coordenadas UTM del área de estudio.....	8
2.2 Características de la estación meteorológica Arekuna (MARNR, 2001).....	9
2.3 Promedios mensuales y anuales de la precipitación (mm) (MARN, 2001).	10
5.1 Valores de los parámetros estadístico en muestras de suelos.....	51
5.2 Clasificación de las frecuencias de la zona de estudio, de acuerdo con intervalos de clase.	54

LISTA DE ÁPENDICE

	Página
A Intervalos de muestreos de suelos	67
A.1 Data de muestreo geoquímico de suelo de Supamo – Parapapoy	68

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS 1	80
Mapa Integrado Litogeoquímico con Intensidad de Campo Magnético	81

INTRODUCCIÓN

Debido a los precios del elemento oro y a la planificación del gobierno de ordenar los recursos de la minería metálica, a través del denominado ARCO MINERO DEL ORINOCO, la Empresa Ingeomin, C.A, llevo a cabo en el año 2008, una exploración geológica, geoquímica y geofísica.

En el siguiente trabajo se interpreta y analizan los resultados geoquímicos y geofísicos obtenidos como consecuencia del estudio geológico realizado en base a la prospección geológica y los análisis químicos efectuados por la empresa INGEOMIN, C.A; en el año 2008, en el sector de minería aurífera denominada Supamo-Parapapoy, ubicada al norte de la población de El Manteco, estado Bolívar.

Con base en los datos proporcionados por la empresa Ingeomin, C.A; y más de 50 años de explotación aurífera en la zona, por parte de mineros artesanales; y mediante el uso de programas modernos de computación, se construyó una base de datos, que sirvió para la elaboración del modelo geológico.

El modelo geológico, que consta de la integración de mapas geoquímico, geofísico y estructural, constituyó la base del presente estudio. La meta fue recomendar nuevas zonas de explotación.

Para lograr los objetivos propuestos y elaborar el modelo geológico, se propusieron 5 objetivos, los cuales se cumplieron en un 100 %. El resultado final de esta investigación es proponer nuevas áreas de explotación para la llamada pequeña minería.

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 darse un bosquejo general de la geología reinante 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 Planteamiento del problema

El Distrito aurífero de El Callao es muy similar al cinturón de rocas verdes (CRV) de Abitibi, y para El Callao, Mendoza, V. (1992) estimó unas 2.000 Toneladas de oro.

Guilloux, L. (1994), calculó un potencial de 740 Tn de oro en solo 12 concesiones (6000 ha) de Minerven en El Callao, con más de 100.000 ha, en todo el distrito aurífero de El Callao. La Provincia Geológica de Pastora (98%), e Imataca, contienen unos 90.000 km² de CRV para un potencial mínimo de unas 5.000 Toneladas de oro. Mendoza, V. (1992), estimó ese potencial promedio en unas 8.000 toneladas de oro y Sarmenteros (1991) en 10.000 Toneladas de oro. (CVG TECMIN C.A., 1993); con el servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), se determinó un potencial de 4.3 a 5.4 grandes depósitos por cada 1.000 km² de CRV, o sea unos 300 a 400 depósitos importantes de oro para todo el Escudo de Guayana, y particularmente de ellos 1% a 5% podrían ser gigantes, con varios millones de onzas de oro cada uno.

Los CRV del Escudo de Guayana, contienen importantes depósitos de vetas hipotermales de cuarzo aurífero del subtipo de bajo contenido de sulfuros (< 5%).

El problema objeto de estudio en la presente investigación, es elaborar un modelo geológico del sector aurífero Supamo-Parapapoy, mediante la interpretación e integración de una base de datos suministrada por el Instituto de Geología y Minas con sede en Ciudad Bolívar (INGEOMIN, 2007).

Mediante estos datos, se elaboraron una serie de mapas, los cuales fueron superpuestos, para determinar, primeramente el modelo geológico de la zona y en segundo lugar, las posibles anomalías auríferas. A su vez, identificar posibles estructuras geológicas presente en la roca, su geoquímica y la aplicación de métodos geofísicos para la verificación de las estructuras. Todo esto con la intención de conocer las concentraciones del elemento Au y las posibles anomalías, que permitan ubicar nuevas ocurrencias que puedan ser explotadas racional y económicamente, teniendo como base, los precios actuales del precioso metal.

Adicionalmente se hace un aporte en cuanto al conocimiento geológico, geoquímico y geofísico de las rocas que constituyen a la Provincia Geológica de Pastora, específicamente el sector Supamo-Parapapoy.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Elaborar el modelo geológico, mediante la integración de la interpretación geológica de imágenes satelitales, datos geoquímicos y geofísicos, del sector minero aurífero Supamo-Parapapoy, localizado al sur de la población El Manteco, Municipio Piar. Estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Identificar las áreas potenciales para el elemento oro (Au), a través de la Interpretación de las imágenes de radar e imágenes satelitales.

2. Determinar las anomalías para el elemento Au, mediante el tratamiento estadístico de los valores químicos de las muestras de suelos.

3. Cotejar las estructuras geológicas relacionadas con el elemento Au, usando el mapa geofísico.

4. Integrar los mapas geológicos, geoquímicos y geofísicos en uno solo; para la determinación de nuevas zonas potenciales de explotación aurífera.

1.3 Justificación de la investigación

La elaboración de un mapa integral que reúna las características geológicas, geoquímicas y geofísicas del sector minero Supamo-Parapapoy, permitirá la evaluación del modelo geológico y estructural de la zona además de indentificar nuevas áreas mediante la revisión de la data de trabajos previos.

De esta manera se logra la actualización de la cartografía, ya que no existe una información actualizada que permita generar estudios del área para el aprovechamiento racional de estos recursos minerales.

1.4 Alcance de la investigación

Esta investigación permitirá obtener la caracterización geoquímica, geofísica y geológica; con resultados que proporcionan un diagnóstico detallado de las condiciones geológicas de esta zona, donde se ha practicado a lo largo del tiempo, explotaciones auríferas de manera ilegal. La información recolectada genera parámetros de importancia para estudios posteriores. Por otra parte los estudios de sensores remotos, ayudarán a establecer las relaciones entre las mineralizaciones auríferas y las litologías.

1.5 Limitaciones de la investigación

1. Escasa información bibliográfica del área de estudio.
2. No contar con presupuesto para el chequeo en campo, de la interpretación geológica y el cotejo de la información suministrada por INGEOMIN, C.A (1993)
3. La información fue procesada sin alterar su contenido, sin que los autores de la presente investigación, constaten su veracidad.

CAPÍTULO II GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica del área en estudio

La zona en estudio se ubica al SE del estado Bolívar, en el sur del municipio autónomo Sifontes, sector Supamo-Parapapoy está ubicado a unos 120 Km. al sur de la población El Manteco, estado Bolívar (Figura 2.1).

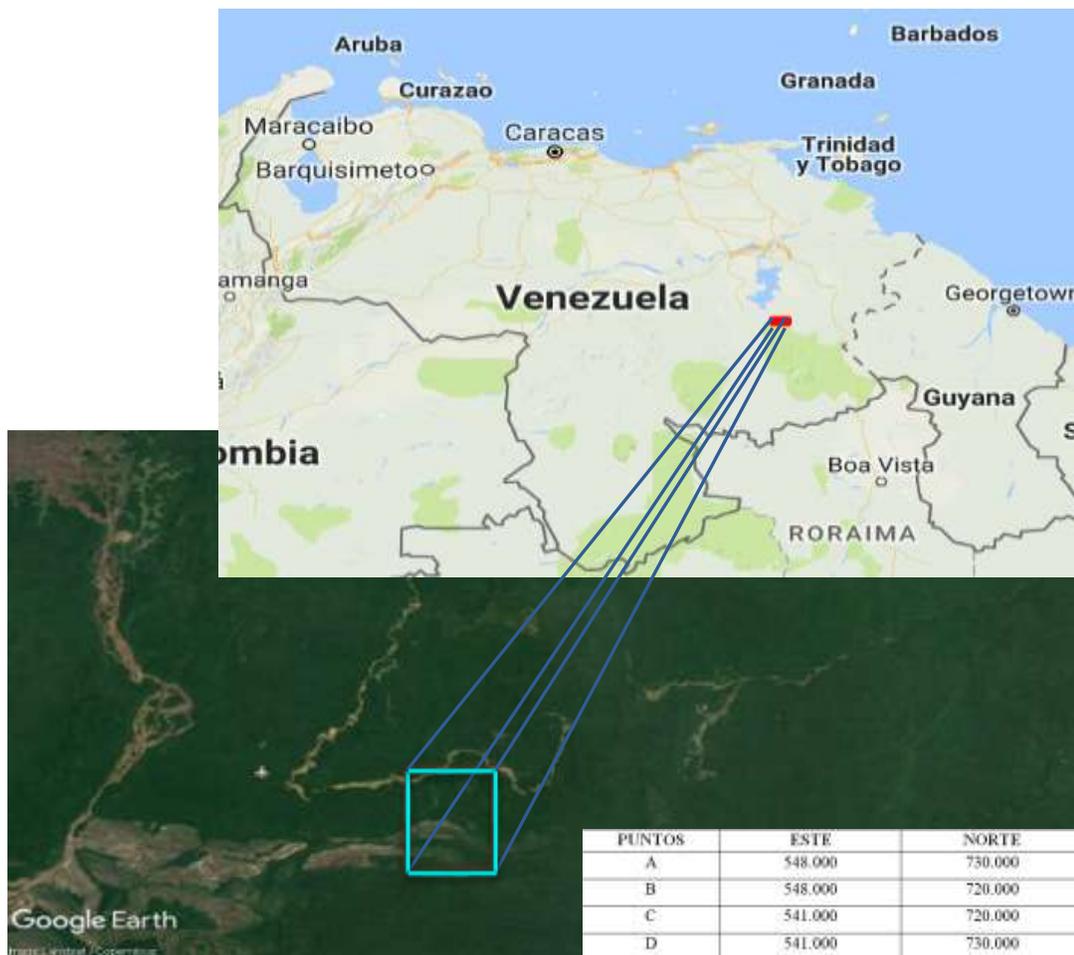


Figura 2.1 Imagen satelital mostrando la poligonal cerrada correspondiente a la zona de estudio (Google Earth, 2017).

La zona ocupa un área de 70 km², de las cuales, la parte correspondiente a los ríos Supamo y Parapapoy están dedicadas a la explotación aurífera aluvional. Se encuentra enmarcada dentro de las siguientes coordenadas UTM (Tabla 2.1).

Tabla 2.1 Ubicación en coordenadas UTM del área de estudio.

PUNTOS	ESTE	NORTE
A	548.000	730.000
B	548.000	720.000
C	541.000	720.000
D	541.000	730.000

2.2 Acceso al área de estudio

Los accesos a la zona de estudio se realizan generalmente por vía terrestre saliendo desde el poblado de El Manteco a través de una pica-carretera de unos 120 km. de longitud, elaborada por empresas madereras; este recorrido es de 6 a 8 horas debido a las malas condiciones del terreno. Al norte y paralelo al río Parapapoy existe una infraestructura de caminos en mal estado, que comunican todos los frentes de trabajo. Estos caminos son transitados solo por vehículos adecuados para terrenos fangosos.

La segunda opción de acceso es por vía aérea saliendo desde el aeropuerto de El Manteco, con un tiempo de vuelo de media hora hasta las pistas de la zona, donde se encuentran la denominada Pista del Medio con unos 600 m de longitud y 80 de ancho y otra pista llamada Pista Vieja con 500 m de largo y 80 de ancho.

También se puede acceder por vía fluvial a través de los ríos Supamo y Parapapoy en época de invierno.

2.3 Características físico naturales de la zona de estudio

2.3.1 Clima

Para realizar la caracterización climática en el área de estudio, se usaron los datos de la estación meteorológica de Arekuna, ubicada muy cerca de los límites de la cuenca del río Supamo, con el fin de analizar la distribución espacial de los parámetros climáticos. Esta estación perteneció a la red climatológica del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARNR, 2001).

En la Tabla 2.2, se presentan la identificación de la estación Arekuna, tales como serial, tipo, organismo que la administra y la ubicación geográfica (latitud, longitud y altitud). La estación está actualmente en funcionamiento.

Tabla 2.2 Características de la estación meteorológica Arekuna (MARNR, 2001).

Estación Arekuna	Serial	Tipo	Altitud	Latitud Norte	Longitud Oeste
6928	6928	C1	345 msnm	6°31''	62°53''

2.3.1.1 Clasificación climática según Koppen

En la Figura 2.2, se puede observar la ubicación física de la misma.

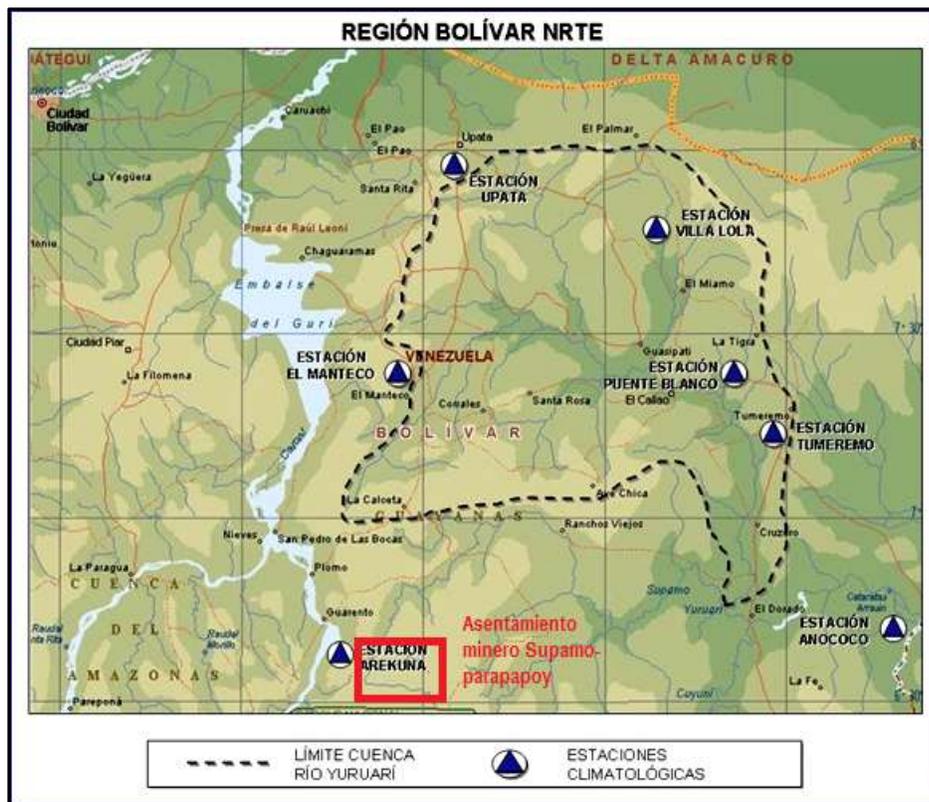


Figura 2.2 Ubicación de la estación climatológica Arekuna (MARNR 2001).

A continuación se describen los parámetros climatológicos registrados en la estación Arekuna.

2.3.2 Precipitación

En la Tabla 2.3 se aprecian los promedios mensuales y anuales de precipitaciones en la estación Arekuna, durante el periodo 1965-1997.

Tabla 2.3 Promedios mensuales y anuales de la precipitación (mm) (MARN, 2001).

Ene	Feb	Mar	Ab	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
48	32	25	72	227	467	451	477	333	193	139	69

De la Tabla 2.3 se deduce que el régimen de precipitación en el área de estudio, está influenciado por diversos factores, entre ellos: el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la dirección prevaleciente de los vientos y factores locales geográficos principalmente. (CVG – EDELCA, 2002).

En la estación Arekuna el promedio del período (32 años) de la precipitación es de alrededor de 253.23 mm. La precipitación tiene una distribución unimodal con el máximos en Agosto (477,0 mm), la precipitación mínima promedio que se da en el mes de marzo con 25.0 mm. (CVG – EDELCA, 2002).

2.3.3 Hidrografía

El área pertenece a la cuenca del río Cuyuní, parte alta; la sub - cuenca la conforma el río Parapapoy, éste último desemboca en el río Supamo, el cual desagua en el río Yuruán, este último en el río Yuruari el cual confluye en el río Cuyuní. El río Parapapoy nace al Sureste del Cerro Supamo es de régimen permanente, tiene un área de drenaje de 295 km² y posee una longitud de 45 km.; mientras que el Supamo nace al Sureste de la Piedra de Supamo, posee un régimen permanente y un área de drenaje de 4765 km², con una longitud de cauce de 205 km (Corporación Venezolana de Guayana, electrificación del Caroní (CVG – EDELCA, 2002).

2.3.4 Vegetación

Según los datos obtenidos por diferentes estratos, los bosques altos (siempre verdes) se observan en zonas de diques y rocas volcánicas y los bajos en sitios de depresiones, correspondiente a la estación Arekuna, en la cuenca del río Supamo en el año 2002. Se caracterizan por ser:

1. Bosques de altura media, menos de 25 metros de altura, de densidad media 65%.
2. Bosques bajos, menor de 15 metros de altura, de densidad media 60%.

2.3.5 Suelos

Los estudios realizados por C.V.G.- EDELCA (2002), indican que los suelos son del tipo Ultisol y Oxisol. Estos suelos evolucionaron de rocas graníticas y volcánicas pertenecientes al Complejo de Supamo y el Grupo Carichapo. Cabe considerar que son suelos moderadamente profundos a muy profundos, de textura franco arcillo-arenoso y arcillo-arenoso y arcilloso, en profundidades, son de baja fertilidad natural. (CVG – EDELCA, 2002).

2.3.6 Geomorfología

De acuerdo a la interpretación de la imagen satelital Google Earth, activada en modo relieve, se definieron los siguientes paisajes: lomeríos, altiplanicies y peniplanicies. (CVG TECMIN 1993)

En la zona de estudio, el paisaje predominante es el de lomeríos y se dividió en lomerío medio (LM) y lomerío alto (LA). (CVG TECMIN 1993)

El paisaje de lomerío medio (LM), se localiza territorialmente al norte de la zona, conformado por intrusiones hipoabisales magmáticas a manera de dique, con pendientes de 12 % y 30 %. Representa el 10 % del área.

El Paisaje de lomerío alto (LA), representa el 30 %, con pendientes entre 30 % y 60 %, ubicados al sureste, asociados al cinturón de rocas verdes del Grupo

Carichapo sin diferenciar. A su vez desarrolla lomeríos bajos, constituidos por loma, llanura coluvio-aluvial y los valles coluvio-aluvionales, con pendientes de 4 % y 8 %.

Las altiplanicies (AP) están relacionadas con relieve de mesas vinculadas a las altiplanicies de la Provincia Geológica de Roraima con pendientes laterales de > 60%, territorialmente abarcan el 25 %.

El paisaje de peniplanicie (PP) corresponde al paisaje de mayor superficie, representa el 35 % del área, con pendientes entre 4 % y 8 %. Se relaciona con intrusivos graníticos del Complejo de Supamo, que poseen una topografía suavemente ondulada con pendientes disertadas por drenajes intermitentes que conforman de vegas coluvio-aluviales (Figura 2.3).

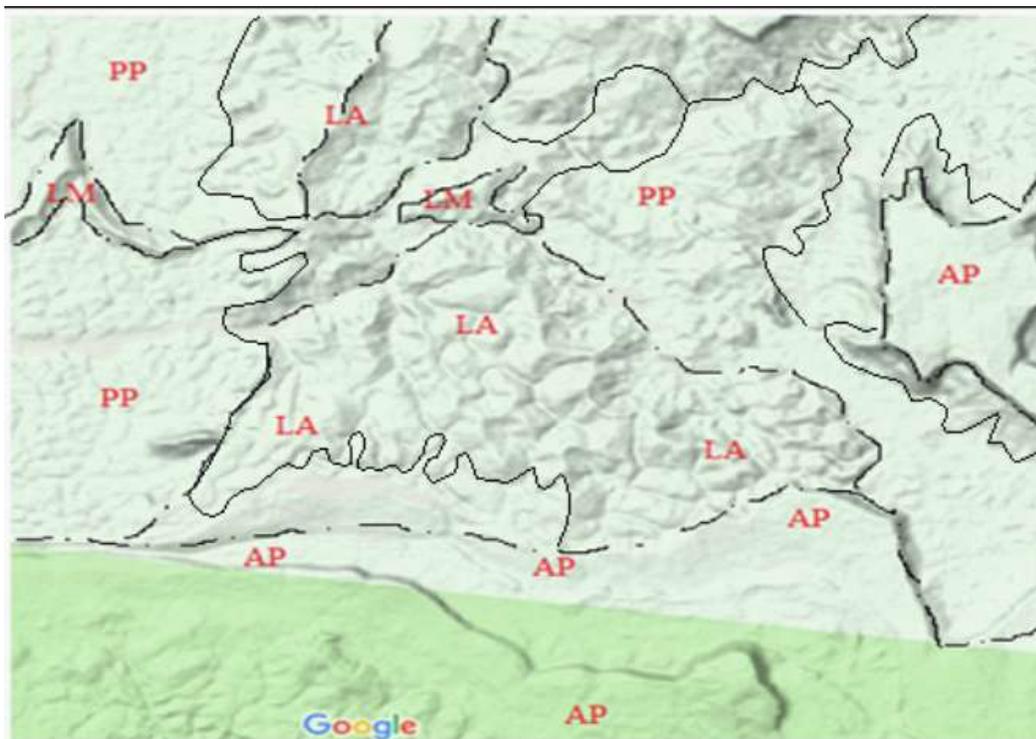


Figura 2.3 Imagen satelital donde se representan los paisajes de la zona de estudio (Google Earth, 2017).

2.4 Geología regional

El Escudo de Guayana se extiende al Sur del Río Orinoco y ocupa algo más del 50% de la superficie de Venezuela. El estudio más actualizado sobre el mismo fue realizado por el U.S.G.S – CVG TECMIN (1993), cuyo trabajo general regional es parte de la base de esta síntesis (Sidder, W y Mendoza, V. 1995), así como de la información aportada por compañías privadas mineras, Homestakes entre otras, como consecuencia del auge minero que registró Guayana entre 1990-1993 y que ha continuado con menor intensidad hasta el presente, y que culminó con los proyectos mineros importantes (Mendoza, V. 2012).

El Escudo de Guayana (EG), en Venezuela, se compone de las siguientes 4 provincias geológicas o unidades equivalentes Roraima, Cuchivero, Pastora e Imataca. En la zona de estudio afloran solamente unidades litológicas de las Provincias Geológicas de Pastora y Roraima (Mendoza, V. 2012). Por lo que se hará mención a estas últimas.

2.4.1 Provincia Geológica de Pastora (PP)

La Provincia Pastora (PP) se extiende, desde la Falla de Gurí al Norte hasta las proximidades del Parque Nacional Canaima al Sur (km 95 carretera El Dorado-Santa Elena), por el Este hasta los límites con la Zona en Reclamación del Esequivo y al Oeste hasta el Río Caura (Mendoza, V. 2012).

La PP o provincia del oro, 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, menos tectonizados y menos metamorfizados, tipo Botanamo, formados en la cuenca delante del arco de islas y

complejos graníticos Tonalita Tronyemita Granodiorita (TTG) o granitos sódicos, como el Complejo granítico de Supamo (Mendoza, V. 2012).

Menéndez, A. (1972) definió al CRV de Guasipati-El Callao formado por el “Supergrupo” Pastora, y por la “Formación” Yuruari suprayacente al “Grupo Carichapo” (GC). El GC está constituido de base a tope, según ese autor, por la Anfibolita de Carichapo, y en orden sucesivo ascendente por las “formaciones” Florinda, Cicapra y El Callao (Mendoza, V. 2012) (Figura 2.4).

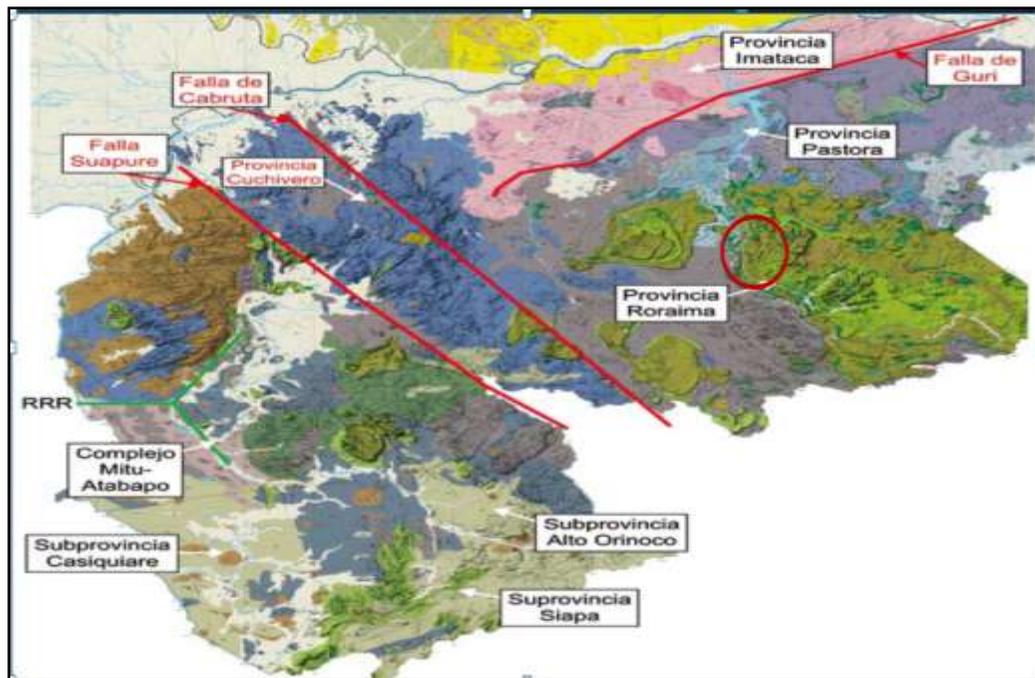


Figura 2.4 Provincias geológicas del Escudo de Guayana (Mendoza, V. 2012).

El “Supergrupo Pastora” para Menéndez, A. (1967), citado por Mendoza, V. 2012; se compone del Grupo Carichapo (Formaciones Cicapra, Florinda y El Callao) y la Formación Yuruari (Figura 2.5).

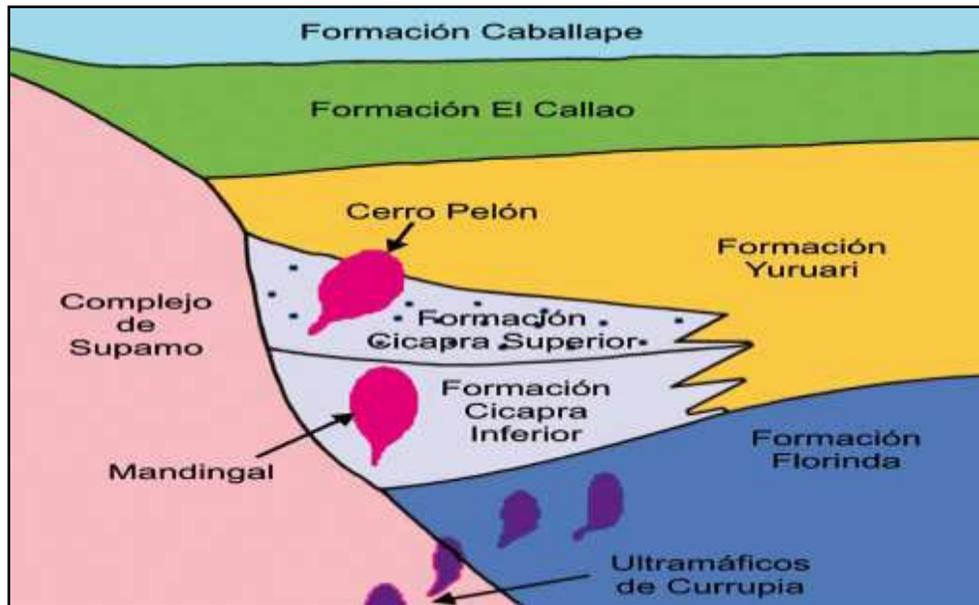


Figura 2.5 Relaciones estratigráfico-tectónicas de las formaciones El Callao, Yuruari, Cicapra, (Inferior y superior) y Florinda, con respecto al Complejo Granítico TTG de Supamo y a los plutones intrusivos de Cerro Pelón y Mandingal (Aponte, 2005 en Mendoza, V. 2012).

2.4.1.1 Grupo Carichapo

En este grupo se encuentran las rocas más antiguas de los cinturones de rocas verdes. Está integrada por las formaciones El Callao y Cicapra e infrayace de forma concordante a la Formación Yuruari.

2.4.1.2 Formación El Callao

Fue descrita por primera vez en la zona de El Callao por Korol (1965) y Menéndez, A. (1968), citados por Mendoza, V. (2003); los cuales la colocan en la porción inferior del Grupo Carichapo. Se encuentra integrada esencialmente por flujos basálticos, con poca concentración de potasio y efusiones de lava andesítica, generalmente con estructura almohadillada, presentando una relación transicional con

respecto a la Formación. Cicpra. El relieve representativo de esta formación es de colinas irregulares cuyas cotas varían entre 300 y 800 m de altura, destacándose entre 100 y 500 m sobre los terrenos adyacentes. Menéndez, A. (1968)

2.4.1.3 Formación Cicpra

El espesor de la secuencia se ha determinado en unos 2000 m. La componen tobas andesíticas submarinas, grauvacas, turbidíticas y pizarras. Según Menéndez, A. (1968) también existen, aunque en menor cantidad, tobas líticas, aglomerados de tipo volcánicos y pequeños espesores de esquistos porfidoblásticos actinolítico-biotítico-epidóticos-albíticos, comúnmente con bajo contenido de cuarzo. El relieve típico de estas secuencias es de terrenos muy planos, con suelo muy arcilloso, de tonalidades rojo vino.

2.4.1.4 Formación Yuruari

Descrita originalmente por Menéndez, A. (1968), litológicamente está representada por rocas epiclásticas de grano fino con estratificación fina, variando a laminar, así como turbiditas con areniscas feldespáticas y limolitas y arcillas negras.

Se agrupan en paquetes de estratificación rítmica, de unos 50 m de grosor. A escala local se observan brechas tobáceas y filitas manganíferas, junto a tobas basálticas con dacitas intercaladas; pudiéndose localizar también lentes de esquistos clorítico-calcáreos. Espesor: unos 1000 m. La Formación Yuruari transiciona con la Formación Cicpra en algunos lugares. Según Menéndez (1968), en dirección Sur se omite Cicpra, contactando entonces, también transicionalmente, con la Formación El Callao. Con respecto a la suprayacente Formación Caballape, la relación es aparentemente discordante, probablemente tectónica. El relieve común sobre la

Formación Yuruari es de colinas bajas y suelos de tipo arcillosos y rojizos, con un patrón rectangular en el drenaje.

2.4.1.5 Grupo Botanamo

De acuerdo a Benaim, N. (1972) este nombre sirvió para designar a las formaciones Caballape y Los Caribes, que constituyen la parte más joven de los cinturones de rocas verdes y se encuentran de manera discordante sobre el Supergrupo Pastora.

2.4.1.6 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” del Rio Botanamo a la Formación Los Caribes fué transicional y gradacional y así parece ser también el cambio en 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 como es el referido caso.

2.4.1.7 Formación Caballape

Yace discordantemente sobre las rocas del Supergrupo Pastora y en general no son cortadas por intrusiones de granitos del tipo Complejo de Supamo, es decir que claramente son de edad post- Pastora y post- Supamo. El Léxico Estratigráfico de Venezuela (LEV), publica una columna con granitos del complejo de Supamo reactivado en el Grupo Botanamo. En la zona del 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 andesíticas a riódacíticas que según Benaim, N. (1972) 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 con ella, como se observa en el desarrollo minero de McKenzie y Charles Richard de la mina aurífera Tomi, explotada a cielo abierto y localizado a unos 12 Km al Noreste de el Callao y próximo a la Quebrada Caballape.

2.4.1.8 Complejo Granítico de Supamo

El Complejo granítico Supamo fue considerado por Moreno, L. y Mendoza, V. (1975) como un conjunto de rocas graníticas, intrusivas, y/o reactivadas, en rocas del “Supergrupo Pastora”, con alto contenido de Na_2O , tales como tonalitas, trondjemitas, granodioritas (TTG) cuarzo-monzonitas, gneises y migmatitas equivalentes (Mendoza, V. 2012).

Las rocas graníticas con normal a alto contenido de K_2O y bajo a normal de Na_2O , o granitos “sensus stricto”, fueron consideradas como granitos más jóvenes, evolucionados e inclusive intrusivos en el Complejo granítico Supamo y hasta intrusivos removilizados en los CRV más jóvenes, como el Granito de Vuelvan Caras intrusivo en las rocas del área del río Marwani (Mendoza, V. 2012).

2.4.1.9 Distrito Aurífero de Guariche

El Distrito Aurífero de Guariche se localiza a unos 100 km al Sur de El Manteco y comprende las parcelas y concesiones El Triunfo (1-12), Supamo-Parapapoy, Turagua, Guarura y otros (Mendoza, V. 2012).

Geológicamente se compone de rocas del Supergrupo Roraima y de ventanas del basamento, constituido por el Complejo granítico TTG Supamo intrusivas en roca

de un CRV del tipo Pastora. Toda la secuencia ha sido atravesada por diabasas de diferentes edades (Mendoza, V. 2012).

- Diabasas Rocas del Complejo granítico TTG Supamo.
- Rocas graníticas más jóvenes, intrusivas en el Complejo granítico TTG Supamo.
- Rocas sedimentarias de Roraima • Micaesquistos y filitas, metacherts y metatobas félsicas.
- Metalavas y metatobas máficas a intermedias.

Los principales lineamientos y fallas tienen dirección N-NW y NW. Tales estructuras suelen estar acompañadas de zonas de cizallas, brechas tectónicas y desarrollo de fuerte esquistosidad (Mendoza, V. 2012).

La mineralización aurífera se encuentra en vetas emplazadas en dos dominios: uno gabroide (gabros, dioritas, tonalitas, granodioritas), y otro dominio de esquistos máficos a ultramáficos, con alto contenido de magnesio, tipo Metalavas magnesianas de Florinda, del CRV de Guariche (Mendoza, V. 2012).

Las vetas de cuarzo aurífero más productivas son aquellas con mayores contenidos de óxidos de hierro, manganeso y con alteración de ankerita y pirita, aunque calcopirita y pirrotita suelen estar presentes en cantidades muy pequeñas (Mendoza, V. 2012) (Figura 2.6).

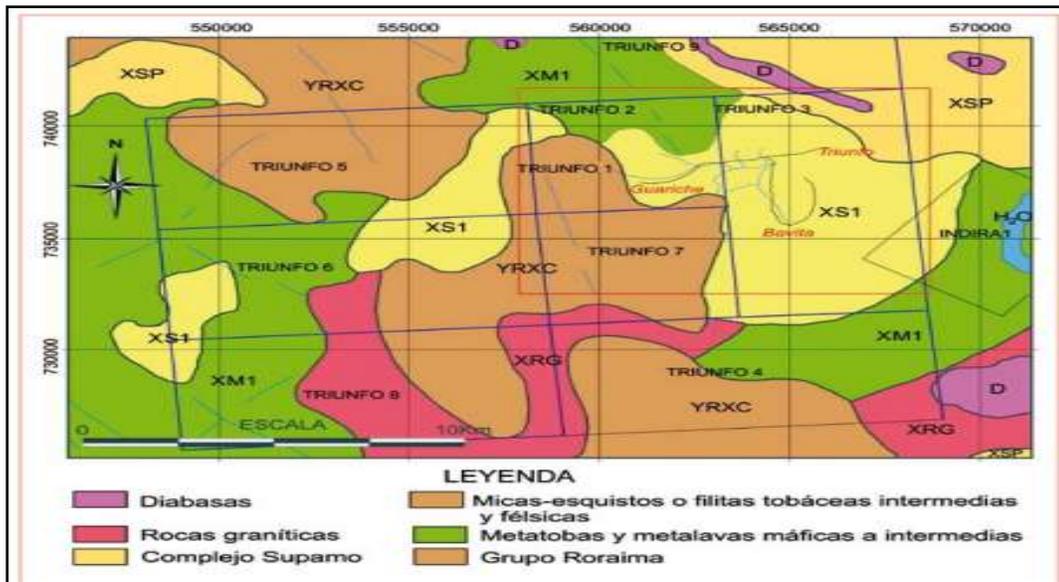


Figura 2.6 Mapa geológico simplificado de Guariche (USGS-CVG Tecmin, 1993) D=diabasa, XRG=rocas graníticas, XSP=Complejo de Supamo, RXC=Grupo Roraima, MXS Micaesquisto o filitas tobáceas félsicas, XM1=Metatobas y metalavas máficas e intermedias.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes o estudios previos

Según Fedupel, (2011) Los antecedentes de la investigación “Se refieren a la revisión de trabajos previos sobre el tema en estudio, realizados por instituciones de educación superior. Los antecedentes pueden ser: trabajos de grado, postgrado, trabajos de ascenso, resultados de investigaciones institucionales, ponencias, conferencias, congresos, revistas especializadas”.

Guzmán, R. y Machado, T. (2009) realizaron su trabajo de grado titulado **“Evaluación Geológica, Mineralógica y Petrográfica del Área “A” del proyecto de reconocimiento del sector Supamo – Parapapoy del Municipio Piar, Estado Bolívar”**, cuyas conclusiones fueron: las unidades geológicas que se encuentran en el área “A” corresponden al Complejo de Supamo, al Grupo Carichapo (S.D), intrusivas básicas y aluviones cuaternarios, todos estos pertenecientes a la Provincia de Pastora y Los análisis mineralógicos realizados en la zona de estudio arrojaron en su gran mayoría la presencia de minerales tales como magnetita, hematita, pirita, ilmenita, cromita, granate, circón y rutilo. Estos minerales son considerados como indicadores de oro o minerales asociados al oro, ya que en muchas ocasiones se encuentran acompañados, ya sea por su dureza, alta resistencia química a la meteorización.

González, J. y Nicholls, D. (2008) realizaron su trabajo de grado titulado **“Compilación de información Geológica y Mineralógica del sector Supamo – Parapapoy, Estado Bolívar, y comparación con modelos estructurales de depósitos auríferos”**. Su objetivo fue el de obtener un cúmulo de información, que serán los primeros pasos en alcanzar un mayor grado de estudio, tanto geológico como geoquímico, en el área para encaminar trabajos de exploración hacia áreas más

prospectivas. Donde concluyen que: los resultados permitieron obtener una analogía con el modelo descriptivo de oro lateótico de Gregory E. Mckelvey, y a pesar de no contar con la totalidad de los resultados químicos de Au, existen grandes perspectivas de encontrar un depósito tipo Mother Lode, que son vetas de cuarzo con pocos sulfurosos. Se tiene una gran extensión en el área cubierta por lateritas, donde se puede esperar un volumen apreciable de oro. La presencia de titanio (Ti) y vanadio (V), permiten aseverar la existencia de mineralizaciones de oro (Au).

Lo señalado indica que de acuerdo a los datos arrojados por los diferentes análisis practicados a las muestras, la zona estudiada es muy prospectiva desde el punto de vista económico, ya que hay presencia en buena cantidad del elemento oro. Como también es importante mencionar que el oro está asociado a zona de fallas de grandes longitudes y direcciones de quebrada.

Usó, M. (2007) desarrollo el “**Informe diagnóstico geológico de la zona de pequeña minería Supamo – Parapapoy. Ingeomin, Región Guayana**”. El cual tuvo por objetivo presentar los resultados alcanzados, en las diferentes actividades vinculadas con la determinación del potencial aurífero de un área de 26.100 ha aproximadamente, con el fin de descubrir otros depósitos para la pequeña minería, donde los resultados de la investigación fueron: del total del área de la parcela solo un 20% presenta un alto potencial de contener probablemente una o varios depósitos auríferos primarios, con vetas de cuarzo aurífero, zonas de fallas mineralizadas y sulfuros auríferos diseminados, todo de un común cinturón de rocas verdes. La zona de estudio se caracteriza por presentar oro, en vetas y en zonas de fallas, que puede ser aprovechado por la pequeña minería.

Díaz, A. (2005) realizó su trabajo de grado titulado “**Caracterización Física y Mineralógica de los sedimentos del Río Supamo. Municipio Autónomo Roscio, Estado Bolívar**”. Su objetivo general fue hacer un reconocimiento en varias partes

del río Supamo para realizar un muestreo y posteriormente aplicarle diferentes análisis, tales como: granulométricos, morfoscópicos, mineralógicos y cyclozycer. De acuerdo a los datos obtenidos por medio de los referidos análisis se concluyó que: El material extraído del río era de grano fino a grano grueso, según las clases granulométricas de acuerdo al tamaño del fragmento; además con forma sub. - angular a sub. – redondeada con un contenido mayor a 88.5% de cuarzo; consiste en un material de composición fina con alto contenido de arcilla.

En función a estos resultados se tiene que los sedimentos contenidos en el río Supamo, son arenas finas con abundante material arcilloso y rico en cuarzo; que algunos han sufrido transporte y otros son característicos de su fuente de origen.

CVG. TECMIN C.A. (1989), en los inicios del **Proyecto Inventario de los Recursos Naturales de la Región Guayana (P.I.R.N.R.G.)** realizó estudios geológicos regionales sobre el área cubierta por la hoja de radar NB-20-7, lo cual permitió definir algunos aspectos de las provincias geológicas de Pastora y Roraima.

Moreno, L. y Mendoza, V. (1972) Sexto Congreso Interguayanos (1984), describieron remanentes de Cinturones de Rocas Verdes (CRV), en la región del Alto Supamo, los cuales denomino metabasitas, correspondiente a rocas básicas anfibolitizadas, como producto de las intrusiones graníticas del complejo de Supamo e intrusivos jóvenes potásicos.

3.2 Definición de términos básicos

3.2.1 Fotogeología

“Consiste en la actividad de examinar las imágenes con el propósito de identificar e interpretar la geología. El proceso básico consiste en la colección,

extracción y clasificación de datos que luego de un análisis lógico identifica, mide e interpreta el significado de objetos o expresiones del terreno” (Chuvieco, E. 1990).

3.2.2 Alcances de la fotointerpretación geológica

La fotointerpretación geológica o fotogeología está considerada como un elemento complementario de gran valor en la ejecución de los estudios geológicos.

Debe involucrar controles representativos de trabajo de campo según el nivel de estudio (Chuvieco, E. 1990).

3.2.3 Proyecto Cartosur II

Este proyecto emprendido por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), hoy en día una realidad.

Consiste en la producción de ortoimágenes en formato digital y en papel con 5m de resolución a escala 1:50.000, con intervalos de curvas de nivel de 40 m derivadas del modelo de elevación del terreno sobre una superficie de 266.616 Km² esparcida en la Región Guayana hasta la frontera con Brasil (IGVSB, 1998).

El proyecto empleó el Radar de Abertura Sintética (SAR) el cual es un radar de avanzada que opera en banda X capaz de generar imágenes de radar con tamaño del píxel entre el rango de 0,5 a 5m y exactitud en los datos de elevación de 5 a 50 m (IGVSB, 1998).

El radar emite y recibe las señales de dos antenas de radar separadas, montadas de forma rígida a un lado del avión con una separación de 0,59 metros (IGVSB, 1998).

A partir de la digitalización de las imágenes de radar se obtuvieron diversos productos, tales como: ortofotomapas en soporte papel, cd con archivos digitales de los ortofotomapas, cd con archivos digitales de los DTM, curvas de nivel y toponimia (IGVSB, 1998).

Las imágenes de radar digitalizadas ortorectificadas pueden ser tratadas por diversos programas de computación que permiten una mejor visualización de las áreas contenidas en las imágenes. Entre estos programas se encuentran Global Mapper y Microdem (IGVSB, 1998).

3.2.4 Global Mapper 15.0

Este programa es mucho más que un visor capaz de desplegar la imágenes con datos vectoriales y de elevación. Éste transforma, edita, imprime, realiza seguimiento con GPS además de ser compatible en el empleo de SIG (Sistemas de Información Geográfica) a un bajo costo y fácil uso. También permite diseñar modelos digitales de elevación (Digital Elevation Model, DEM) con cualquier data (Blue Marble Geographics, 2017).

Este programa posee diversas opciones para proporcionar vista en 3D, diseño de perfiles topográficos, cálculos de distancias, áreas y volumen, generación de contornos, rectificación de imágenes (Blue Marble Geographics, 2017).

Este es un programa distribuido por el Servicio Geológico de Estados Unidos (United State Geological Survey, USGS) bajo el nombre de dlgv32 Pro, a través de Global Mapper Software, LLC, empresa fundada en el 2001 (Blue Marble Geographics, 2017).

3.2.5 Muestreo geoquímico

El muestreo geoquímico es la forma corriente de obtener muestras representativas de un determinado material natural, colectado de una manera estandarizada. La cantidad de material debe estar adecuada a la finalidad del muestreo, a los requerimientos analíticos y a la conservación del remanente en repositorios como material de referencia para futuras investigaciones. La metodología de muestreo condiciona el grado de certidumbre de los resultados y normalmente constituye un porcentaje muy significativo del costo total de un proyecto. En consecuencia, es conveniente establecerla previamente mediante protocolos cuidadosamente elaborados para distintos medios, fines y escalas (Griem, S. y Griem, K. 2008).

3.2.6 Geoquímica

“Según la definición original de Goldschmidt la geoquímica es la ciencia que se ocupa de dos ramos, la determinación de la abundancia relativa y absoluta de los elementos de la tierra y el estudio de la distribución y de la migración de elementos individuales en varias partes de la tierra con el objetivo de descubrir los principios, que controlan la distribución y la migración de los elementos” (Rose, T. 1979).

3.2.7 Método geoquímico de exploración

El método geoquímico de exploración o prospección es un método indirecto. La exploración geoquímica a minerales incluye cualquier método basándose en la medición sistemática de una o varias propiedades químicas de material naturalmente formado. El contenido de trazas de un elemento o de un grupo de elementos es la propiedad común, que se mide. El material naturalmente formado incluye rocas, suelos, capas de hidróxidos de Fe formadas por meteorización llamadas 'Gossan',

sedimentos glaciares, vegetación, sedimentos de ríos y lagos, agua y vapor. La exploración geoquímica está enfocada en el descubrimiento de distribuciones anómalas de elementos (Rose, T. 1979).

3.2.8 Anomalías geoquímicas

Una anomalía es una desviación con respecto a la norma. Una anomalía geoquímica es una variación de la distribución geoquímica normal correspondiente a un área o a un ambiente geoquímico. Una anomalía se expresa por medio de números, que se pueden separar de un grupo más amplio de números constituyendo el fondo geoquímico. Para ser detectada una anomalía tiene que desviarse claramente de este fondo. En sentido estricto, un depósito mineral como un fenómeno escaso y anómalo por sí mismo es una anomalía geoquímica. La distribución geoquímica relacionada con la génesis o la erosión del depósito mineral también es una anomalía (Rose, T. 1979).

3.2.9 Anomalías epigenéticas en las rocas de caja

Se describen como aureolas químicas, mineralógicas e isotópicas generadas por los procesos de mineralización, de escape y de lixiviación de los elementos a través de los fluidos, que causan la mineralización y que pasan por canales desde el cuerpo mineralizado hacia las rocas de caja. Estas anomalías están superpuestas a las rocas preexistentes y se ubican en las rocas de caja de un cuerpo mineralizado (Rose, T. 1979).

El desarrollo más extensivo de anomalías epigenéticas se observa cerca de depósitos hidrotermales y canales de transporte de fluidos. La viscosidad baja de los fluidos favorece su penetración a lo largo de fracturas y por intersticios de la roca hacia la roca de caja. Las anomalías epigenéticas están caracterizadas por cantidades

anómalas de elementos distribuidas cerca de canales hidrotermales, por la alteración hidrotermal de minerales de las rocas de caja y la lixiviación de elementos en sectores del corrido de los fluidos formadores de la mineralización. Factores que controlan la formación de las aureolas son, entre otros, los gradientes de temperatura, el estado de oxidación de los iones involucrados, la movilidad de los elementos participantes, los sistemas de fracturas, la permeabilidad y la reactividad de las rocas (Rose, T.1979).

3.2.10 Espectrometría de absorción atómica

Aparte de la determinación de los componentes principales de una muestra, el método por absorción atómica es especialmente apto para el análisis cuantitativo de trazas de más de 40 elementos metálicos con una precisión de por lo menos 2%. El límite de detección varía entre 0,1 y 1ppm. Se basa en la producción de un estado excitado de un átomo causada por la absorción de un fotón por el átomo. Cuando la luz, que contiene el espectro del elemento específico pasa por una mezcla de gas de átomos no excitados de este elemento específico, las longitudes de ondas características para este elemento son absorbidas parcialmente produciendo de tal modo el espectro de líneas característico para este elemento. Para la mayoría de los elementos el espectro de líneas se ubica en la región ultravioleta y de la luz visible del espectro electromagnético.

Como la intensidad de la absorción depende directamente de la cantidad de átomos presentes y capaces de absorber, la extinción de la muestra y la concentración del elemento específico están relacionadas linealmente. A través de calibración se obtiene la concentración del elemento en la muestra (Bates, R. Jackson, J. 1984).

3.2.11 Parámetros estadísticos

Un parámetro estadístico es un número que se obtiene a partir de los datos de una distribución estadística. Los parámetros estadísticos sirven para sintetizar la información dada por una tabla o por una gráfica (Bates, R. y Jackson, J. 2001).

Las medidas de centralización nos indican en torno a qué valor (centro) se distribuyen los datos.

3.2.12 Anomalía

“Son valores que se encuentran fuera del ámbito de distribución, en este trabajo una anomalía es una desviación de los patrones geoquímicos, se considera como anomalía positiva a los valores por encima del umbral superior y anomalía negativa los que se encuentran por debajo del umbral inferior” (Rose, T. 1979).

3.2.13 Geofísica

La geofísica “es la ciencia que se encarga del estudio de la Tierra desde el punto de vista de la física. Su objeto de estudio abarca todos los fenómenos relacionados con la estructura, condiciones físicas e historia evolutiva de la Tierra. Al ser una disciplina principalmente experimental, usa para su estudio métodos cuantitativos físicos como la física de reflexión y refracción de ondas mecánicas, y una serie de métodos basados en la medida de la gravedad, de campos electromagnéticos, magnéticos o eléctricos y de fenómenos radiactivos. En algunos casos dichos métodos aprovechan campos o fenómenos naturales (gravedad, magnetismo terrestre, mareas, terremotos, tsunamis, etc.) y en otros son inducidos por el hombre (campos eléctricos y fenómenos sísmicos)” (Griem, K. y Griem, S. 2008).

3.2.14 Prospección geofísica

Usa métodos cuantitativos para la localización de recursos naturales como petróleo, agua, yacimientos de minerales, cuevas, etc o artificiales como yacimientos arqueológicos (Griem, K. y Griem, S. 2008).

3.2.15 Geomagnetismo

Estudia el campo magnético terrestre, tanto el interno generado por la propia Tierra como el externo, inducido por la Tierra y por el viento solar en la ionosfera (Griem, K. y Griem, S. 2008).

3.2.16 Gravimetría

Estudia el campo gravitatorio terrestre a través de observaciones en tierra y observaciones satelitales (Griem, K. y Griem, S. 2008).

3.2.17 Rocas ígneas

Las rocas ígneas (del latín ígneos) o magmáticas se forman a partir de la solidificación de un fundido silicatado o magma. Las rocas ígneas, generadas por consolidación de magmas, se clasifican en función de su ambiente de formación, pudiendo consolidarse en el interior de la corteza terrestre y zonas profundas (rocas plutónicas), o en la superficie terrestre y zonas próximas (rocas volcánicas) (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

Ambos tipos, proceden de la consolidación de un fundido de composición fundamentalmente silicatada (magma), en el que existen cristales y, en algunos casos, fragmentos de rocas en suspensión, así como una proporción variable de gases que

pueden separarse bajo unas condiciones termodinámicas favorables. La fracción sólida de un magma proviene fundamentalmente del propio fundido, (una parte del mismo cristaliza durante su ascenso hacia zonas superficiales), pudiendo contener fragmentos del material a partir del cual se ha generado, o incluso de los materiales atravesados durante su ascenso. La fracción gaseosa procede esencialmente de los gases y vapores existentes en la zona de generación del magma, y en pequeña escala de los que se han ido incorporando durante su ascenso (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

La excesiva profundidad a la que se encuentra la parte externa del núcleo (2.500 – 5.200 km) hace totalmente imposible que esos materiales semi hundidos lleguen hasta la superficie terrestre. Es necesario, por tanto, la existencia de una serie de fenómenos que fuercen la fusión, tanto de materiales de la corteza como del manto, produciéndose así la formación de magmas, a partir de los cuales se originarán las rocas ígneas (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.2.18 Clasificación de las rocas ígneas

Las clasificaciones más utilizadas son las descriptivas, las químicas las cuales estiman la concentración de elementos u óxidos, y las modales basadas en la proporción de fases minerales presentes en la roca (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.2.19 Modelo geológico

El modelo geológico constituye un compendio de las características y propiedades estáticas de un yacimiento. Consta de modelos más detallados, de acuerdo con las diversas disciplinas de la geología, es decir, un modelo geológico consta de otros tres modelos: el estructural, el sedimentario, estratigráfico y el litológico. (Pirela, M y Ramírez, R 2017).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

En este capítulo se sintetizan las actividades desarrolladas en oficina, para cumplir con los objetivos propuestos.

4.1 Tipo de investigación

De acuerdo con los objetivos planteados, el tipo de investigación es aplicada.

4.1.1 Investigación aplicada

Según Sabino, C. (2000) “La investigación aplicada, depende de los descubrimientos y avances de la investigación básica, pero se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos.

La investigación aplicada busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar.”

En base a lo planteado esta investigación es de tipo aplicada, ya que se generó un modelo geológico, aplicando métodos multidisciplinarios, que explica las mineralizaciones auríferas del sector y así resolver un problema conocido y encontrar respuestas a preguntas específicas a través del desarrollo de los objetivos planteados.

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación es documental.

4.2.1 Diseño de investigación documental

Según Arias, F. (1999) la investigación documental “Es aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otro tipo de documentos”. En atención a lo antes expuesto, esta investigación se clasificó como documental ya que la información se obtuvo a través de informes previos de INGEOMIN, C.A, que datan de los años 2008 y 2009; consultas bibliográficas, trabajos de grado, sumarios geológicos, papers, consultas en la red y otros documentos previos realizados por otros autores, y que están relacionados con los temas de estudio.

4.3 Población de la investigación

La población o universo se refiere “Al conjunto para el cual son válidas las conclusiones: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas) involucradas en la investigación” (Morlés, 1994 en Arias, F. 1999). En esta investigación la población está representada por los estudios geológicos, geoquímicos y geofísicos, desarrollados en el área correspondiente al sector minero Supamo-Parapapoy, localizada al sur de la población El Manteco, municipio Piar. Estado Bolívar.”

4.4 Muestra de la investigación

Arias, F. (2006), define la muestra como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”.

Las muestras extraídas de la población, están representadas por la data geológica y geoquímica y por el mapa de campo magnético total, realizados durante trabajos de campo previos, realizados por la Empresa INGEOMINC.A.

La empresa INGEOMIN C.A. hizo un muestreo aleatorio de suelos, para determinar zonas anómalas, mediante determinaciones químicas. De igual forma, cubrieron una malla de geofísica de 500 m x 500 m.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Son los dispositivos y estrategias usadas por el investigador para la redacción y almacenamiento de datos en forma física o digital.

4.5.1 Técnicas de recolección de datos

Arias, F. (2006) define la técnica como “Un instrumento de recolección de datos de cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”. En tal sentido, se puede decir que las técnicas usadas durante la presente investigación fue la revisión bibliográfica y cartográfica; para revisar y validar la información referente a la data y los planos elaborados por la empresa INGEOMIN C.A., y publicaciones en internet.

4.5.1.1 Observación indirecta

Permitió observar e identificar a distancia, mediante la interpretación de imágenes satelitales, las litologías, topoformas y eventos o factores geológicos presentes en el área, entre los patrones de investigación destacan, relieve, rugosidad, drenaje, lineamientos y tonalidad. Esta interpretación fue cotejada con la información geoquímica y el mapa magnético.

4.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos empleados para recolectar la información necesaria en el desarrollo de la investigación fueron los siguientes:

1. Computadores portátiles.
2. Memoria digital (pendrive) y Cuadernos de anotaciones.
3. Imágenes satelitales de Google Earth y Cartosur.
4. Mapas topográficos y Geológicos.

4.6 Etapas de la investigación

En el presente estudio se elaboró un flujograma sistematizado que representa las cuatro (4) etapas, que serán descritas en el diseño de la investigación, en atención a los objetivos y problemáticas planteada (Figura 4.1).

ETAPA I
Recopilación de la Información
Información Documental
Información Cartográfica
ETAPA II
Interpretación de Imágenes Satelitales
Mapa Gemorfológico
Mapa Geológico-Estructural
Identificación de Estructuras y Áreas Potenciales de Au
ETAPA III
Procesamiento de Datos Geoquímicos
Análisis Estadístico para el Elemento Au
Determinación de Valores Anómalos
Mapa Geoquímico del Elemento Au
Etapa IV
Integración de los mapas geológicos, geoquímicos y geofísicos
Mapa Litogeoquímico y de Campo Magnético Total de la Zona de Estudio
REDACCIÓN DEL INFORME FINAL

Figura 4.1 Flujograma sistematizado con las actividades desarrolladas en la presente investigación.

4.6.1 Etapa I recopilacion de la información

Se refiere a la etapa inicial de todo trabajo de investigación; la cual comprende la recopilación documental, bibliográfica y cartográfica.

4.6.1.1 Información documental

Para el desarrollo de la investigación se consultó la literatura previa del área (trabajos de grado, trabajos de investigación, informes técnicos, artículos, entre otros) en la biblioteca de la Universidad de Oriente. También, la empresa INGEOMINC.A., (2008) aportó la data geoquímica del muestreo de suelos, con los datos de ubicación y resultados de laboratorio de 191 muestras, analizadas con el espectrógrafo de masa (plasma) (Apéndice A).

4.6.1.2 Información cartográfica

En cuanto a la información cartografía se utilizó la interpretación de la imagen de radar NB-20-7, a escala 1:250000 realizada en el Proyecto inventario de los Recursos Naturales de la Región Guayana, (PIRNG, de CVG TECMINC.A., 1993) (Figura 4.2).

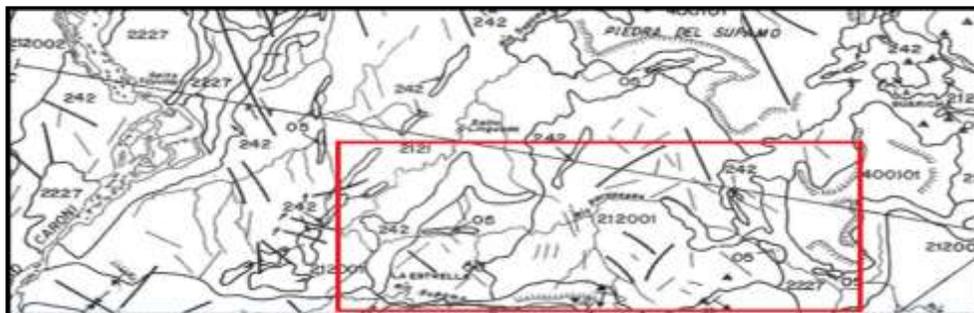


Figura 4.2 Interpretación de un fragmento del mapa NB-20-7, a escala 1:250.000. El rectángulo en rojo corresponde a la zona de estudio (CVG TECMIN C.A., 1993).

También se consultaron la hoja 7539, Guri, de MIBAM, 1990; a escala 1:500.000 y la ortoimagen de radar 7539-II perteneciente al Proyecto Cartosur II a escala 1:50.000 año 2005 resolución a color y la imagen del software Google Earth 2017 (Figuras 4.3 y 4.4).

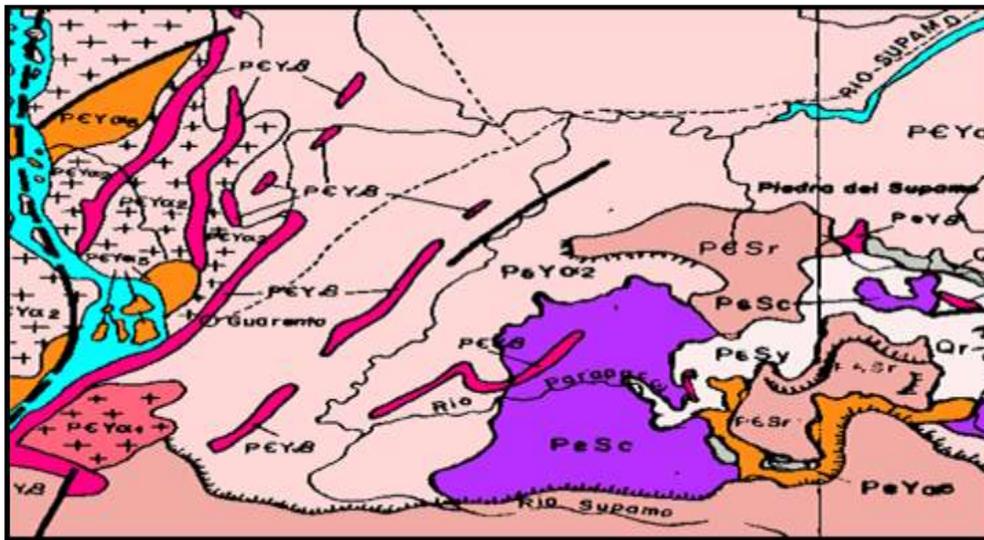


Figura 4.3 Parte de la interpretación de la hoja 7539, Guri, a escala 1:500.000 (Mibam, 1990).

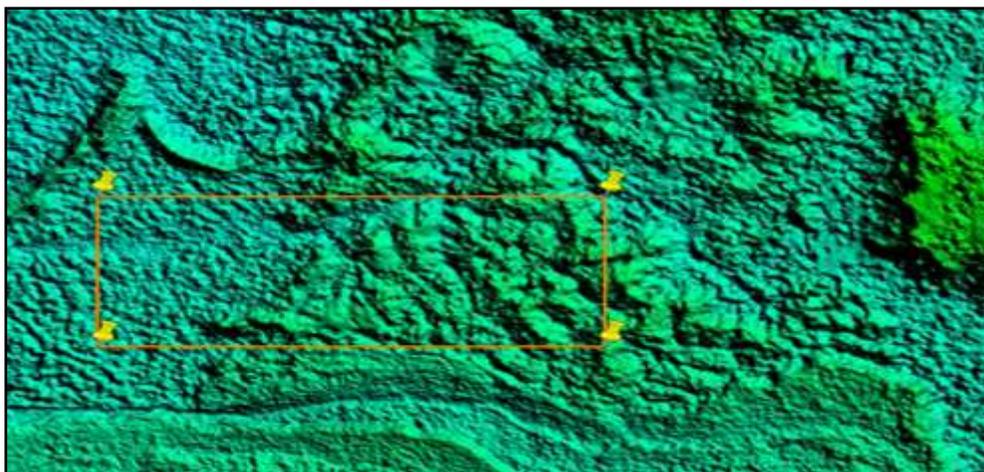


Figura 4.4 Imagen 7539-II, a escala 1:50.000, indicando el área de estudio.

De igual forma, se revisó el mapa magnético total, realizado por INGEOMIN C.A., 2008.

4.6.2 Etapa II Interpretación de imágenes satelitales

Esta etapa consistió principalmente en la interpretación de diversos parámetros de interpretación y fotogrametría en las imágenes. Entre estos, se visualizaron el relieve, la litología, el drenaje y las estructuras geológicas. Los resultados de esta actividad fueron el mapa geomorfológico, el mapa geológico- estructural y la identificación de estructuras y áreas potenciales para ocurrencias auríferas del sector minero Supamo-Parapapoy.

4.6.2.1 Mapa geomorfológico

Para elaborar el mapa geomorfológico se tomó como base la hoja cartográfica NB-20-7, mapa de geología regional perteneciente al Proyecto Inventario de los Recursos Naturales de la Región Guayana C.V.G TECMIN C.A (1993). a escala 1:250000, se utilizó también la ortoimagen de radar 7539-II a escala 1:50000 año 2005, para la digitalización del mapa se manejaron las herramientas tecnológicas; Google Earth, 2017, Global Mapper 17.0, y AUTOCAD 2016.

Implementando el programa Global Mapper 17.0 se abrió la imagen 7539-II, donde se pueden observar los parámetros que permiten definir, el relieve, la textura, la tonalidad, la escala y sus respectivas coordenadas, luego se representaron los puntos de la poligonal cerrada A, B, C y D.

Seguidamente se abre el programa mencionado y se dibuja las unidades geomorfológicas interpretadas de la ortoimagen de radar 7539-II, donde se

identificaron los diferentes tipos de paisaje (lomas, planicies, peniplanicies, laderas), con base en los distintos paisajes, tipos de relieves y formas de terreno.

4.6.2.2 Mapa geológico-estructural

Para elaborar el mapa geológico-estructural se tomó como base la ortoimagen de radar 7539-II a escala 1:50000 año 2005. Para la digitalización del mapa geológico-estructural se utilizaron las herramientas tecnológicas; Global Mapper 17.0, AUTOCAD 2016.

A través del programa Global Mapper 17.0 se abrió la ortoimagen de radar 7539-II, donde se pueden observar los parámetros que permiten definir, el relieve, la textura, la tonalidad, la escala y sus respectivas coordenadas, luego se representó los puntos de la poligonal cerrada A, B, C y D (Figura 4.5).

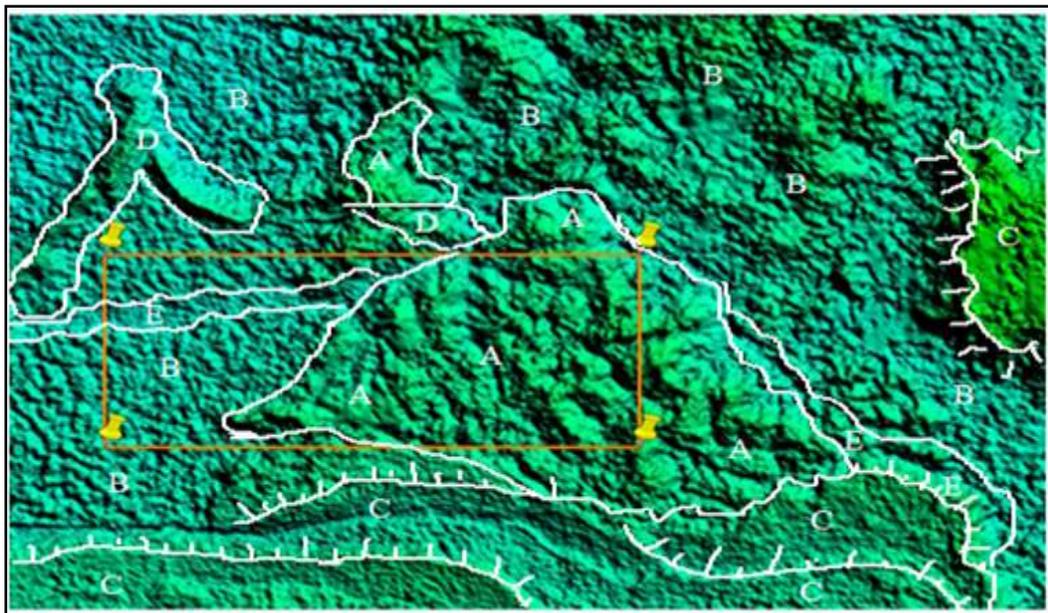


Figura 4.5 Interpretación de unidades litológicas, presentes en el área de estudio, usando la ortoimagen de radar satelital 7539-II a escala 1:50.000.

Seguidamente se abre el programa mencionado anteriormente y se interpretan las unidades litológicas, de acuerdo a su textura, relieve y tonalidad.

4.6.2.3 Identificación de estructuras y áreas potenciales para el elemento Au

Las estructuras relacionadas con las mineralizaciones auríferas, generalmente son las fracturas, a través de las cuales, se pueden emplazar soluciones hidrotermales ricas en oro. Para la identificación de estas estructuras, se interpretaron las discontinuidades con base a los lineamientos y drenajes observados en la imagen satelital (Figura 4.6).



Figura 4.6 Interpretación de fracturas presentes en la zona de estudio.

Una vez marcadas las fracturas, se procedió a medir su rumbo, usando un medidor de ángulos (transportados) y anotar su valor. Finalmente, se procesaron estadísticamente todas las mediciones, usando el diagrama de rosas.

4.6.3 Etapa III Procesamiento de datos geoquímicos

A los resultados de los análisis químicos de las 191 muestras del sector (INGEOMIN C.A., 2008), se le aplicó un tratamiento estadístico básico utilizando gráficos de control, con el programa computarizado EXCEL.

4.6.3.1 Análisis estadístico de datos geoquímicos

Para realizar el tratamiento estadístico básico, a los valores químicos, primero se depuró la data. De la ordenación del Apéndice A, se observó que el resultado de 97 de las muestras se ubican en el límite de detección del método químico, o sea 0.01 gr/ton; lo que representa el 51 % de las muestras de suelos (Figura 4.7).



Figura 4.7 Revisión de la data geoquímica del área de estudio, suministrada por la empresa INGEOMIN C.A., 2008.

Del restante 49 %, solo 14 muestras sobrepasan los 10 gr/ton lo que representa el 15 % de las muestras de suelos. El valor más alto reportado fue de 4.48 gr/ton

4.6.3.2 Determinación de los valores anómalos

Para la elaboración de los controles se calcularon cuartil 1 (Q1), mediana y cuartil 3 (Q3). El valor de fondo del comportamiento químico corresponde a la mediana. Para determinar los valores del umbral se aplicaron las expresiones siguientes (Hildebrand y Ott., 1997; citado por Araya y otros).

$$U = Q3 + (R1 \times 1,5) \quad (4.1)$$

$$R1 = Q3 - Q1 \quad (4.2)$$

Dónde:

Q1 es el valor del cuartil 1 y Q3 es el valor del cuartil 3

R1 es el rango intercuartil.

Los valores de umbral son los valores límites por encima del cual un conjunto de datos se consideran anómalos o desviados del patrón geoquímico de un área determinada, es este trabajo se consideran anómalos los valores que se encuentran fuera del ámbito de la distribución.

4.6.3.3 Elaboración de mapa geoquímico para el elemento Au

Para elaborar el mapa geoquímico se cartografiaron, de la base de datos depurada, las coordenadas y el valor correspondiente a cada muestra, luego se exportó esta información al programa computarizado SURFER 8.0 y el programa automáticamente, elabora un mapa, con un código de colores. Los valores más altos del código de colores, se comparan con el valor umbral calculado. Los valores por encima de este umbral son considerados como anómalos (Figura 4.8).

En general, es posible separar 5 zonas con características bien distintivas, cuyos límites están asociados a cambios litológicos y/o a la presencia de sistemas de fallas y fracturas (INGEOMINC.A, 2008) (Figura 4.9).

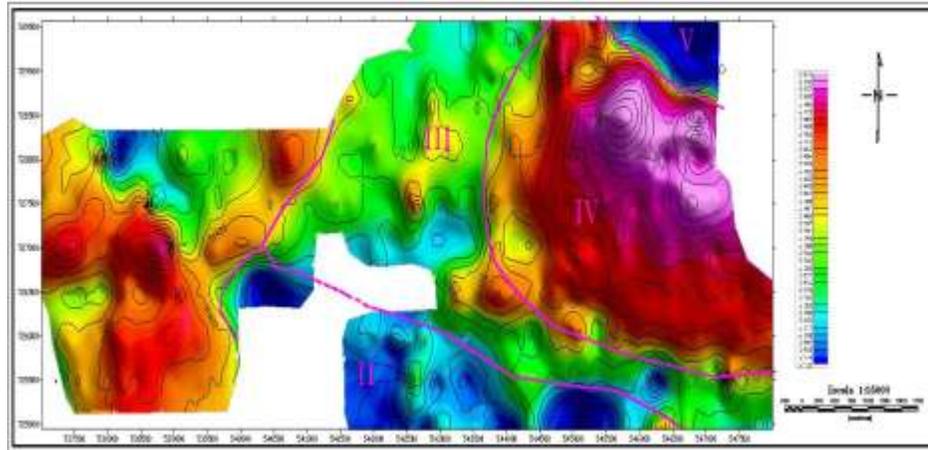


Figura 4.9 Mapa del Campo Magnético Total de la zona de estudio (INGEOMINC.A, 2008).

4.6.4 Etapa IV Integración de los mapas geológico, geoquímico y geofísico

Para la integración de la información geológica, geoquímica y geofísica, se solaparon todos los mapas, escalados, en uno solo. El resultado de esta actividad fue el mapa litogeoquímico, apoyado con el método de campo magnético total.

El solapamiento de la información y los mapas geológico, geoquímico y geofísico, aportó información actualizada, con respecto a la relación litología-estructura-mineralizaciones; confirmado por las actividades de campo realizadas por INGEOMIN C.A (2008) y los valores geoquímicos de las muestras. Este mapa servirá de plataforma para soportar planes de explotación racional y rentable de los recursos auríferos de la zona.

4.6.5 Conclusiones y recomendaciones

Una vez procesada, recopilada y analizada la información generada con base a los objetivos propuestos, se procedió a determinar todos los elementos característicos; documentales, de campo e interpretación de los resultados, se presentan las conclusiones y recomendaciones: conclusiones respectivas que se ha encontrado en la investigación, así como las recomendaciones a considerar a la hora de realizar trabajos similares.

4.6.6 Redacción de informe final

Una vez culminadas todas las etapas que conforman la metodología de trabajo, y luego de examinar los análisis de los resultados, cumpliendo con los objetivos establecidos, se llevó a cabo la organización del informe final, cumpliendo con las normas establecidas en el Manual para la elaboración de trabajos de grado de la Universidad de Oriente. (2011)

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Identificación de las áreas potenciales para el elemento oro (Au), a través de la interpretación de las imágenes de radar e imágenes satelitales

El parámetro más importante a considerar, a la hora de estudiar áreas auríferas potenciales, es la litología.

5.1.1 Identificación de las litologías

En el transcurso del estudio interpretativo, se describieron cinco (5) unidades litológicas representativas del área seleccionada, partiendo de un patrón fotométrico a nivel regional, lo que permitió interpretar las unidades litológicas, las cuales se describen de base a tope.

5.1.1.1 Cinturones de rocas verdes (CRV) durante la revisión visual de las imágenes, se ubicaron geográficamente en la parte centro-sur. Están presentes en el 25% de la zona, en forma de montañas alargadas que finalizan abruptamente, de forma triangular, presentan drenaje rectangular controlado por fallas y fracturas. Sus rasgos son textura rugosa, color verde-amarillento y lomas alargadas. Generan suelos arcillosos de color rojizo. En el mapa se denotan con el código A.

5.1.1.2 Rocas graníticas este litotipo representa el 35 % de la zona en estudio. Presenta una respuesta fácilmente reconocible, por un relieve bajo, en relación a las secuencia de rocas verdes, conforman áreas de colinas, las cuales se presentan en forma cómica y desnuda. Presenta textura lisa, drenaje dendrítico, fracturamiento moderado y su meteorización produce suelos arenosos de color amarillo crema. En el mapa se denotan con el código B.

5.1.1.3 Rocas sedimentarias es una de las litologías más abundantes en la zona de estudio, representa el 30 %. Se ubica preferentemente al Sur y al Este de la zona de estudio, donde conforman los monumentos naturales altaplanicies. En el mapa se denotan con el código C.

5.1.1.4 Intrusivos máficos representan el 5 % del área. Se ubican en la parte central y hacia el oeste; son de forma triangular, un paisaje de lomerío medio y se presentan en forma discontinua, debido al fallamiento. En el mapa se denotan con el código D.

5.1.1.5 Sedimentos recientes esta litología, según la interpretación representa el 5% del área. Su respuesta al radar es fácilmente reconocible, por presentar áreas planas desprovistas de vegetación, un relieve bajo, textura lisa, un paisaje de peniplanicies. Constituyen los sedimentos modernos, transportados por los cauces principales. Algunas veces se observan claros en los cauces principales, producto de las actividades de extracción minera,. En el mapa se denotan con el código E (Figura 5.1).

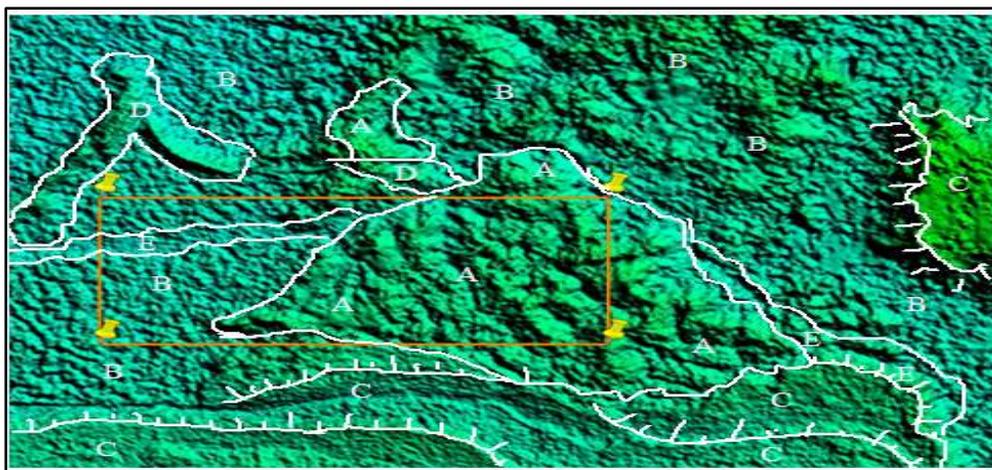


Figura 5.1 Interpretación de la ortoimagen de radar 7539-II, a escala 1:50.000, mostrando las diferentes litologías presentes en la zona de estudio.

5.2 Determinación de las anomalías para el elemento Au, mediante el tratamiento estadístico de los valores químicos de las muestras de suelos

En el Apéndice A, se muestran los valores de 191 muestras de suelos, recolectadas por la Empresa INGEOMIN C.A. en el año 2008.

De igual forma, estas muestras fueron cartografiadas, con su ubicación por coordenadas, por González, J. y Alfonzo, R. 2016 (Figura 5.2).

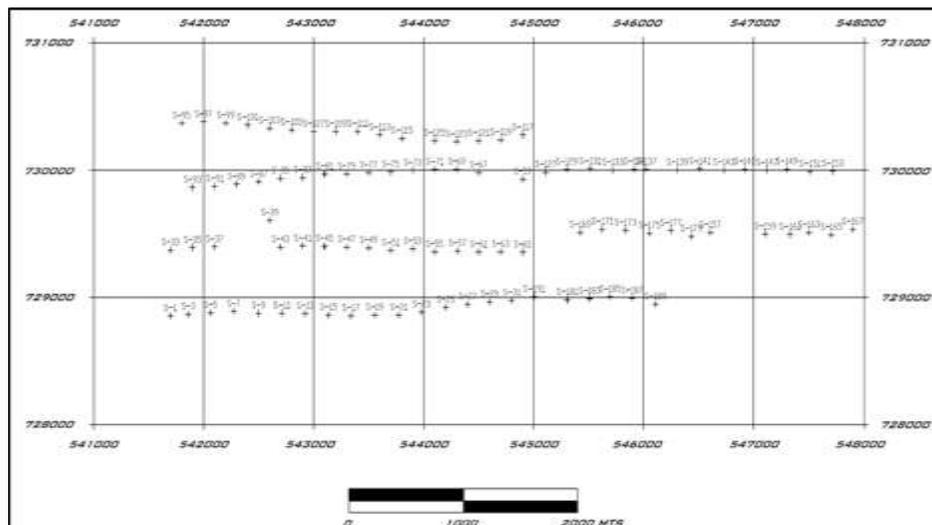


Figura 5.2 Ubicación de las muestras de suelos, de acuerdo a sus coordenadas (González, J. y Alfonzo, R. 2016).

5.2.1 Tratamiento estadístico de los valores químicos de las muestras de suelos

Una vez examinada la ubicación de las muestras de suelos, se procedió a revisar los valores químicos. Se observa que los mejores valores corresponden a los intervalos de muestras número 95 al 104 y 133 al 137, ubicadas el borde centro-norte del mapa.

De la ordenación del Apéndice A, se observa que el resultado de 97 de las muestras se ubican en el límite de detección del método químico, o sea 0.01 gr/ton; lo que representa el 51 % de las muestras de suelos.

Del restante 49 %, sólo 14 muestras sobrepasan los 4.48 gr/ton lo que representa el 15 % de las muestras de suelos. El valor más alto reportado fue de 10 gr/ton.

Para la elaboración del gráfico de control de tenor aurífero (gr/ton) vs muestras, se calcularon cuartil 1 (Q1), mediana y cuartil 3 (Q3) (Figura 5.3).

Para ello, los valores se ordenaron en una Tabla EXCEL y se procesaron estadísticamente (Figura 5.3).

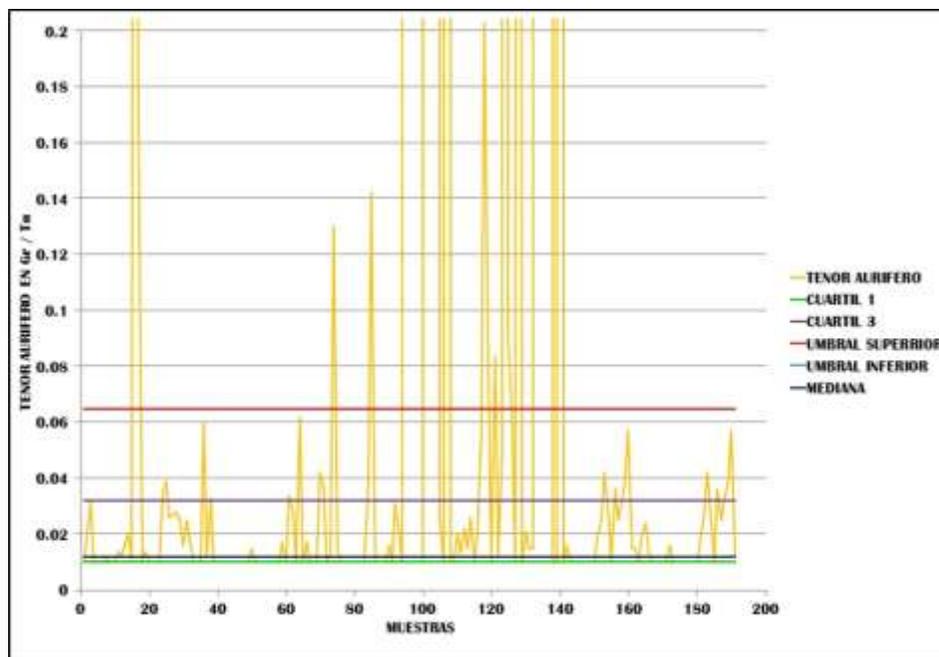


Figura 5.3 Gráfico estadístico de control usando los valores de Q1, Q3 y la mediana para muestras de suelos del sector Supamo-Parapapoy.

En la Tabla 5.1 se hace un resumen de los parámetros de control estadístico, para las muestras de suelos del sector minero Supamo-Parapapoy.

Tabla 5.1 Valores de los parámetros estadístico en muestras de suelos.

Parámetro de control	Valor calculado	unidades
Mediana	0.012	gr/ton
Umbral superior	0.062	gr/ton
Umbral inferior	0.010	gr/ton
Cuartil 1 (Q1)	0.009	gr/ton
Cuartil 3 (Q3)	0.033	gr/ton

5.2.2 Determinación de valores anómalos

Para determinar los valores anómalos, primero se calculó el rango intercuartil, mediante la ecuación 4.2.

$$R1 = Q3 - Q1 \rightarrow (0.033 - 0.009) \text{ gr/ton} = 0.024 \text{ gr/ton} \quad (4.2)$$

Para calcular el valor umbral, se aplicó la ecuación 4.1

$$U = Q3 + (R1 \times 1.5) \rightarrow 0.033 + (0.024 \times 1.5) \text{ gr/ton} \quad (4.3)$$

$$U = 0.069 \text{ gr/ton}$$

Por lo tanto, todas las muestras con valores \geq a 0.069 gr/ton, son anómalos.

5.2.3 Cartografía de la zona anómala

En la Figura 5.4 se grafican los valores anómalos, correspondientes al área de estudio, mediante el diagrama apilado del modelo de elevación y las anomalías

Se observa que de acuerdo a la escala de valores, existe una sola zona anómala. Se ubica en la intersección de 2 fallas, que controlan parte del drenaje de la zona. La primera falla, tiene dirección aproximada N10°W y controla el cauce de la quebrada La Estrella; y la segunda, de dirección EW, controla un tramo del Río Parapapoy. Las muestras ubicadas dentro de la zona son, desde la 95 al 104 y 133 al 137 (Figura 5.5).

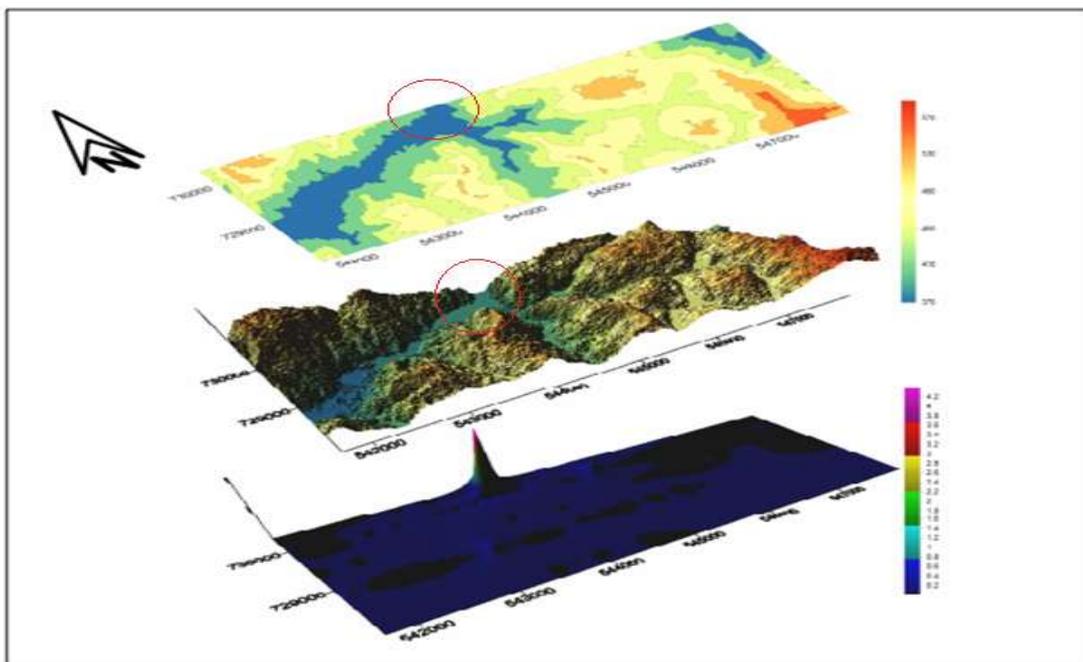


Figura 5.4 Diagrama apilado del modelo de elevación y anomalía, del sector aurífero Supamo-Parapapoy, el Manteco, municipio Piar, estado Bolívar.

De la Figura 5.5, se observa que la zona anómala, hasta donde envolvió el muestreo de suelos, tiene forma elíptica y ocupa un área aproximada de 1 km².

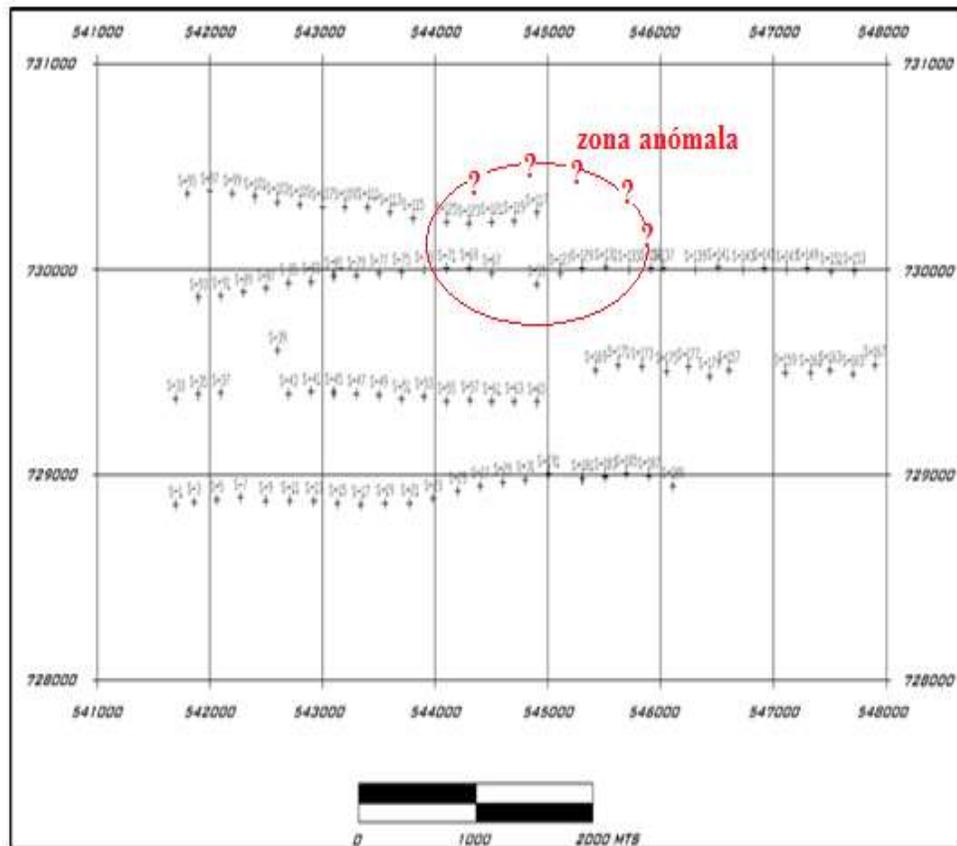


Figura 5.5 Ubicación de la anomalía de acuerdo a los valores del muestreo de suelos.

5.3 Cotejo de las estructuras geológicas relacionadas con el elemento Au, usando el mapa geofísico

Con base en la información geológica estructural interpretada en la imagen satelital a escala 1:50.000, se lograron cartografiar los diferentes sistemas de fracturas y sus relaciones cronológicas, fundamentado en 56 mediciones (Figura 5.6).

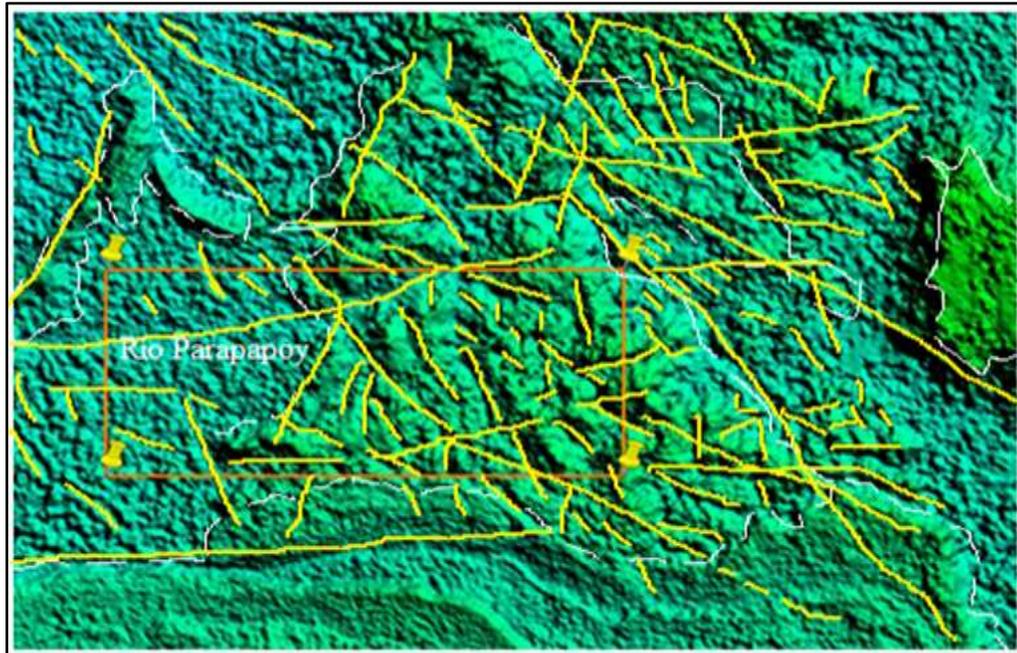


Figura 5.6 Interpretación estructural de la zona minera Supamo-Parapapoy.

De la interpretación identificaron 3 familias de falla, bien marcadas y definidas (Tabla 5.2).

Tabla 5.2 Clasificación de las frecuencias de la zona de estudio, de acuerdo con intervalos de clase.

Intervalo	Frecuencias al NW	Frecuencias al NE
0° a 15°	–	–
15° a 30°	15	6
30° a 45°	1	–
45° a 60°	1	–
60° a 75°	24	–
75° a 90°	5	4
TOTALES	46	10

De la interpretación, se deduce que el evento más antiguo está orientado en dirección $N60^{\circ}-75^{\circ}W$, el cual es principal. Este evento forma fallas largas, con trazas bien definidas.

El segundo evento, está en dirección EW. Este evento corta y secciona a las fallas anteriores y también desplaza la parte norte del CRV, por espacio de 750 m (Figura 5.7).

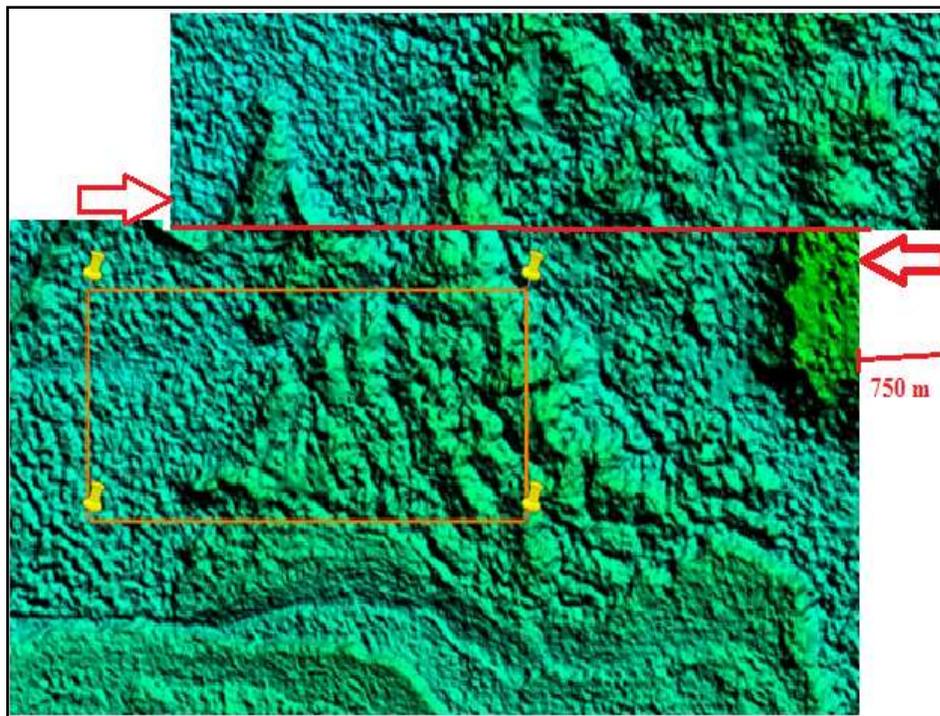


Figura 5.7 Interpretación de la situación original, antes del fallamiento destal, que desplazo la secuencia 750 m.

El tercer evento es el más joven y está orientado $N15^{\circ}-30^{\circ}W$. Durante este evento, se forman fallas cortas, que desplazan y seccionan a los sistemas de fallas anteriores y al propio Río Parapapoy, hacia el Norte (Figura 5.8).



Figura 5.8 Interpretación estructural del cauce del río Parapapoy.

5.3.1 Cotejo de las estructuras geológicas y el mapa geofísico

Para verificar la interpretación estructural, se solapó por coordenadas, el área coincidente en ambos mapas (Figura 5.9).

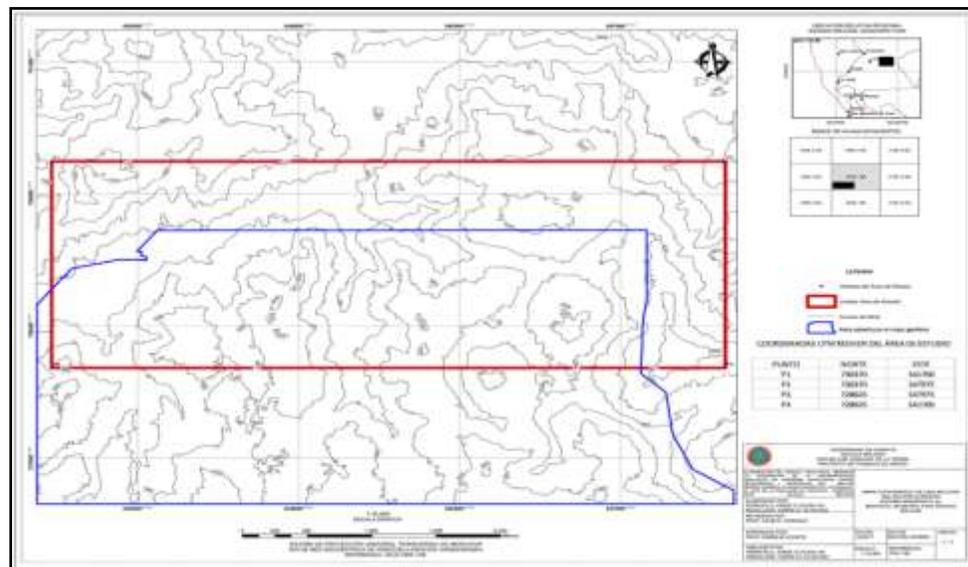


Figura 5.9 Área coincidente del mapa geofísico y el área de estudio.

De la figura 5.9, se observa que el mapa geofísico, solo abarca el 56.1 % del área de estudio.

5.4 Integración de los mapas geológicos, geoquímicos y geofísicos; para la determinación de nuevas zonas prospectivas

Una vez finalizados los mapas geológicos y de las anomalías geoquímicas para el elemento Au, el siguiente paso fue solapar ambos mapas con el mapa geofísico, para determinar nuevas áreas de explotación que puedan ser organizadas en concesiones para mineros artesanales (Figura 5.10).

En efecto, al solapar los mapas, mediante coordenadas, se observa que la zona anómala coincide con el desplazamiento, hacia el Norte del río Parapapoy, en el mapa geológico; pero el mapa geofísico, no cubre esa zona. Lo que si delimita bien mapa geofísico, es que la parte topográficamente más alta, corresponde con los mayores valores de intensidad de campo magnético, lo que indica un cuerpo diferenciado mafico-ultramafico, en el tope del CRV y hacia la base, se encuentra la parte mafica-felsica. Esto quiere decir que en la zona de estudio ha habido 2 o más erupciones volcánicas, con la formación de rocas de diferentes composición magnética.

Una vez revisada la información geológica y geofísica y cotejada con el muestreo geoquímico de suelos y las imágenes satelitales, se infiere que el modelo de ocurrencia aurífera en el sector minero Supamo-Parapapoy es el de vetas de cuarzo aurífero, de bajo tenor y bajo contenido de sulfuro.

El hecho de que toda la explotación sea sobre aluviones transportados por el río Parapapoy (puntos claros en la imagen) y hay ausencia de trabajos en tierra, indica que el río es la entidad concentradora de la mineralización.

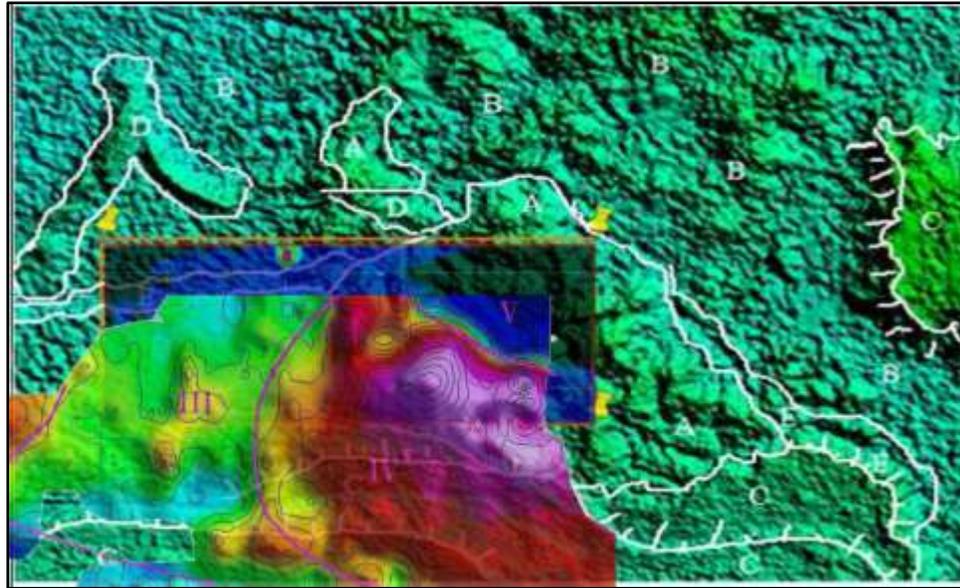


Figura 5.10 Mapa integrado de litogeoquímica y campo magnético total, del área correspondiente a la zona minera aurífera Supamo Parapapoy.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. En la interpretación de la imagen satelital, correspondiente a la zona de estudio, se diferenciaron cinco (5) unidades litológicas representativas, partiendo de un patrón fotométrico a nivel regional. Estas son de base a tope: la unidad de Cinturones de Rocas Verdes (CRV), el Complejo de Supamo, las rocas sedimentarias de la Provincia geológica de Roraima, los intrusivos máficos y los aluviones.
2. Desde el punto de vista geoeconómico, la unidad aluvional es la más importante y se nota por los claros en la imagen en el cauce del Río Parapapoy. Estos yacimientos auríferos secundarios han sido explotados por más de 60 años, y a la fecha, se desconoce la fuente primaria de esas mineralizaciones.
3. Mediante la interpretación de imágenes satelitales, se ubicó un área que reúne las mejores condiciones para albergar depósitos del elemento de oro. Esta área se ubica en un cruce de fallas de rumbos EW y N15°W, que controlan tectónicamente los cauces del Río Parapapoy y la quebrada La Estrella respectivamente. Esta interpretación fue corroborada por una anomalía de suelos, en el área, deducida de la interpretación estadística de las muestras.
4. El tratamiento estadístico de las 191 muestras de suelos recolectadas en la zona de estudio indican que el valor de la mediana es 0.012 gr/ton; los umbrales inferior y superior 0.010 gr/ton y 0.062 gr/ton respectivamente; mientras que el valor umbral es 0.069 gr/ton. Al revisar los valores estadísticos, el modelo propuesto es de lateritas/saprolitas de bajo sulfuros.

5. De acuerdo con la cartografía geoquímica, hasta donde envolvió el muestreo de suelos, existe una zona anómala, que se ubica en la intersección de 2 fallas, que controlan parte del drenaje de la zona. Esta anomalía se presenta abierta hacia el norte, tiene forma elíptica y ocupa un área aproximada de 1 km².
6. Basado en la información geológica estructural interpretada, se logró cartografiar 3 sistemas de fracturas y sus relaciones cronológicas. El evento más antiguo y principal está orientado en dirección N60°-75°W. El segundo evento, está en dirección EW. El evento más joven está orientado N15°-30°W.
7. Al superponer el mapa geológico y el mapa geoquímico de anomalías, estos concuerdan muy bien; pero el mapa geofísico, no abarca estas áreas.
8. La interpretación del mapa geofísico de campo magnético total, proporcionado por INGEOMIN (2008), sirvió para darle más sentido a la interpretación estructural, aunque no cubrió el área total. Su mejor aplicación fue para interpretar, de acuerdo a los valores, que el CRV de Parapapoy es un cuerpo diferenciado mafico-ultramafico, en el tope y hacia la base, se encuentra la parte mafica-felsica..
9. La superposición de los mapas geológico y geoquímico indica que el la mejor zona, es la ubicada al norte de la confluencia de la quebrada La Estrella en el Río Parapapoy. De acuerdo con la imagen satelital aun no ha sido explotada.
10. El modelo de ocurrencia aurífera en el sector minero Supamo-Parapapoy es el de vetas de cuarzo aurífero, de bajo tenor y bajo contenido de sulfuro.

Recomendaciones

1. Realizar geología a detalle en la zona anómala y al norte de esta, mediante otra fase de muestreo de suelos. De persistir los valores, realizar trincheras, para determinar las fuentes primarias del elemento Au.

2. De persistir los valores y encontrarse la estructura mineralizada, proponer una fase de sondeos, para establecer la geometría y la continuidad de la estructura mineralizada.

3. Aplicar los lineamientos establecidos en la presente investigación, en relación a los parámetros de extracción y el control.

4. Extrapolar el procedimiento metodológico a zonas adyacentes, para localizaciones de zonas potenciales para extracción de material aurífero, con las mismas cualidades de calidad.

5. Organizar a las comunidades mineras asentadas en la zona, para proporcionar un matriz social, que permita continuar con un estudio de evaluación ambiental y el impacto que generaría una futura extracción minera en la zona.

6. Realizar una exploración geológica a detalle, con perforaciones de 100 m de profundidad, en la parte Este, donde se encuentran los valores de campo magnético total más altos, para prospectar rocas ultramáficas, ya que en ellas se concentran otras menas de valor geoeconómico.

REFERENCIAS

Arias, F. (1999) **“ELABORACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN”**. 5 Edición. Distribución: BL Consultores Asociados, Servicio Editorial. pp. 15-17.

Arias, F. (2006). **“EI PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA”**. Caracas: Editorial Episteme, 6ta Edición. P 73.

Bates, R. y Jackson, J. (2001) **“STRUCTURAL AND TECTONIC PRINCIPLES”**. Harper & Row, New York, p p 50-55, 157-173.

Benaim, N. (1997) **“REVISIÓN DEL GRUPO BOTANAMO. FORMACIÓN VENAMO”**. Boletín. Geológico. Caracas, Ministerio de Energía y Minas (MEM), 18 (31), p. 7-10.

Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G. TECMINC.A. 1989) **“INFORME DE AVANCE NC-20-14. CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS Y VEGETACIÓN”** Tomo I, II y III. Gerencia de Proyectos Especiales. Proyecto Inventario de los Recursos Naturales de la Región de Guayana. Bolívar, Venezuela. pp 1-73.

C.V.G. TECMIN C.A. (1993) **“MANUAL METODOLÓGICO (VERSIÓN PRELIMINAR) DEL PROYECTO DE INVENTARIO DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA REGIÓN GUAYANA, INFORME DE AVANCE DE LA HOJA NB-20-7 (P.I.R.N.R.G.)”**. Ciudad Bolívar, p p 17, 124.

Chuvieco, E. (1990) **“FUNDAMENTOS DE TELEDETECCIÓN ESPACIAL”**. Rialp, S.A. 1ra edición, p p 404,451.

Díaz, A. (2005) **“CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MINERALÓGICA DE LOS SEDIMENTOS DEL RÍO SUPAMO. MUNICIPIO AUTÓNOMO ROSCIO. ESTADO BOLÍVAR”**. Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra, Ciudad Bolívar, Venezuela; trabajo de grado no publicado, p p 25-50.

Fedupel, (2011) Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. 4ta Edición. Caracas.

González, J. y Nicholls, D. (2008) **“COMPILACIÓN DE INFORMACIÓN GEOLÓGICA Y MINERALÓGICA DEL SECTOR SUPAMO – PARAPAPOY, ESTADO BOLÍVAR, Y COMPARACIÓN CON MODELOS ESTRUCTURALES DE DEPÓSITOS AURÍFEROS”**. Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra, Ciudad Bolívar, Venezuela, trabajo de grado no publicado, p p 38-42.

González, J. y Alfonzo, R. (2016) **“DETERMINACIÓN DE LAS POSIBLES ANOMALIAS PARA EL ELEMENTO AU MEDIANTE EL PROCESAMIENTO DE DATOS GEOQUÍMICOS DE SUELOS, EN UN ÁREA DE 18.400 HECTÁREAS, UBICADA EN EL SECTOR MINERO SUPAMO-PARAPAPOY, LOCALIZADA AL SUR DE LA POBLACIÓN EL MANTECO, MUNICIPIO PIAR. ESTADO BOLIVAR”**. Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra, Ciudad Bolívar, Venezuela, trabajo de grado no publicado, p p 8-72..

Google Earth, (2017) **“PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA PC BAJO SISTEMA OPERATIVO MICROSOFT WINDOWS”**. Disponible en: <http://www.googleearth.com> Fecha de consulta 16 de Enero 2018.

Griem, W., (1999). **“TEXTURAS DE ROCAS METAMÓRFICAS”**. 25 de Enero 2017. [[http://www.geovirtual2.cl/geología general/ggcap06b.htm](http://www.geovirtual2.cl/geología%20general/ggcap06b.htm)].

Griem, K. y Griem, S. (2008) **“APUNTES GEOLOGÍA GENERAL”**. Universidad de Atacama, p p 12, 19, 33. 45.

Guilloux, L. (1994) **PROYECTO Ronoquia**. Puerto Ordaz. Estudio Geo-Económico. pp. 85-93.

Guzmán, R. y Machado, T. (2009) **“EVALUACIÓN GEOLÓGICA, MINERALÓGICA Y PETROGRÁFICA DEL ÁREA “A” DEL PROYECTO DE RECONOCIMIENTO DEL SECTOR SUPAMO-PARAPAPOY DEL MUNICIPIO PIAR. ESTADO BOLÍVAR”**. Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra, Ciudad Bolívar, Venezuela; trabajo de grado no publicado, pp 25-50.

Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMINC.A. 2008) **“RECONOCIMIENTO Y EXPLORACIÓN DE ORO EN EL SECTOR SUPAMO- PARAPAPOY. ESTADO BOLÍVAR”**. Estado Bolívar, p p1,80.

Menéndez, A. (1972) **“REVISIÓN DE LA ESTRATIGRAFÍA DE LA PROVINCIA DE PASTORA SEGÚN EL ESTUDIO DE LA REGIÓN DE GUASIPATI”**. Guayana Venezolana: Boletín de Geología, Caracas, Vol. 10. pp 309-338.

Mendoza, V., (1992) **GEOLOGÍA REGIONAL DEL ESTADO BOLÍVAR. III SIMPOSIO INTERNACIONAL DEL ORO.** Asociación Venezolana de Oro, Caracas.

Mendoza, V. (2012). **EVOLUCIÓN GEOLÓGICA, RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA Y REVISIÓN DEL PRECÁMBRICO MUNDIAL.** Gran Colombia Gold Corp. Bogotá. Colombia. 3era Edición.

Moreno, L. y Mendoza, V. (1975) **PETROQUÍMICA DE METABASITAS DEL ALTO SUPAMO, SURESTE DE LA GUAYANA VENEZOLANA.** X Conferencia Interguayanana, Belem, Brasil, 1975, Memorias, pp 389-413.

Pirela, M y Ramírez R. (2017) **MODELO GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL DEL YACIMIENTO VEN1 DE NOROESTE DEL LAGO DE MARACAIBO.** Minería y Geología v.33 pp 44-57

Rose, T. (1979) **DICCIONARIO DE GEOLOGÍA.** Edit. Masson, S.A, pp 315, 318.

Sabino, C. (2002) **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.** Caracas editorial Panapo, p p 8-23.

Sidder, W. y Mendoza, V. (1995) **MINERAL DEPOSITS OF DE GUAYANA SHIELDS.** En U.S Geol. Bull N 2124 A, p p 01-020.

Usó, M. (2007) **INFORME DIAGNÓSTICO GEOLÓGICO DE LA ZONA DE PEQUEÑA MINERÍA SUPAMO – PARAPAPOY.** INGEOMIN, REGIÓN, pp 13-67.

APENDICES

APÉNDICE A
Intervalos de muestreos de suelos

Tabla A.1 Data de muestreo geoquímico de suelo de Supamo – Parapapoy.

 Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular para las Industrias Básicas y Minería		Instituto Nacional de Geología y Minería		 INGEOMIN		 Venezuela AHORA ES DE TODOS	
Fecha	# Muestra	Este	Norte	Altura	Zona	Tipo	Au		
09/03/2007	0066	541668	728142	427	A	Suelo	< 0,010		
09/03/2007	0067	541793	728159	457	A	Suelo	< 0,010		
09/03/2007	0068	541899	728156	502	A	Suelo	< 0,010		
09/03/2007	0069	541997	728152	505	A	Suelo	< 0,010		
09/03/2007	0070	542100	728157	504	A	Suelo	< 0,010		
09/03/2007	0071	542200	728159	505	A	Suelo	< 0,010		
10/03/2007	0072	542300	728134	468	A	Suelo	< 0,010		
10/03/2007	0073	542400	728154	462	A	Suelo	< 0,010		
10/03/2007	0074	542400	728154	462	A	Suelo	< 0,010		
10/03/2007	0075	542500	728150	428	A	Suelo	< 0,010		
10/03/2007	0076	542604	728163	453	A	Suelo	< 0,010		
10/03/2007	0077	542701	728156	433	A	Suelo	< 0,010		
10/03/2007	0078	542801	728156	460	A	Suelo	< 0,010		
10/03/2007	0079	542900	728161	471	A	Suelo	< 0,010		
10/03/2007	0080	542900	728161	471	A	Suelo	< 0,010		
10/03/2007	0081	543000	728152	462	A	Suelo	< 0,010		
15/03/2007	0082	543100	728158		A	Suelo	< 0,010		
15/03/2007	0083	543200	728160		A	Suelo	< 0,010		
15/03/2007	0084	543300	728163		A	Suelo	0,048		
15/03/2007	0085	543400	728166		A	Suelo	< 0,010		
15/03/2007	0086	543500	728168		A	Suelo	0,013		
15/03/2007	0087	543600	728176		A	Suelo	< 0,010		
15/03/2007	0088	543700	728183		A	Suelo	0,03		
15/03/2007	0089	543803	728181		A	Suelo	< 0,010		
14/03/2007	0090	543900	728178		A	Suelo	< 0,010		
14/03/2007	0091	544000	728179		A	Suelo	0,019		
14/03/2007	0092	544100	728178		A	Suelo	< 0,010		
14/03/2007	0093	544200	728178		A	Suelo	< 0,010		
14/03/2007	0094	544304	728184		A	Suelo	< 0,010		
14/03/2007	0095	544400	728180		A	Suelo	< 0,010		
14/03/2007	0096	544500	728179	341	A	Suelo	< 0,010		
14/03/2007	0097	544600	728183		A	Suelo	0,01		
14/03/2007	0098	544700	728167		A	Suelo	< 0,010		
14/03/2007	0099	544800	728184		A	Suelo	< 0,010		
14/03/2007	0100	544900	728028		A	Suelo	0,010		
14/03/2007	0201	545000	728247		A	Suelo	< 0,010		
09/03/2007	0202	541696	728853		A	Suelo	0,01		
09/03/2007	0203	541751	728862		A	Suelo	0,19		
09/03/2007	0204	541860	728867		A	Suelo	0,032		
09/03/2007	0205	541963	728871		A	Suelo	< 0,010		
09/03/2007	0206	542064	728877		A	Suelo	0,010		
09/03/2007	0207	542163	728864		A	Suelo	< 0,010		

Continuación de la tabla A.1

09/03/2007	0208	542273	728883		A	Suelo	0,011
09/03/2007	0209	542382	728884		A	Suelo	0,011
09/03/2007	0210	542498	728874		A	Suelo	0,010
09/03/2007	0211	542609	728871		A	Suelo	0,010
09/03/2007	0212	542711	728874		A	Suelo	0,014
09/03/2007	0213	542819	728869		A	Suelo	0,012
10/03/2007	0214	542924	728871		A	Suelo	0,017
10/03/2007	0215	543023	728862		A	Suelo	0,02
10/03/2007	0216	543135	728860		A	Suelo	0,01
10/03/2007	0217	543234	728859		A	Suelo	0,645
10/03/2007	0218	543339	728855		A	Suelo	0,169
10/03/2007	0219	543441	728853		A	Suelo	0,011
10/03/2007	0220	543555	728860		A	Suelo	0,014
10/03/2007	0221	543656	728856		A	Suelo	0,010
10/03/2007	0222	543773	728858		A	Suelo	0,010
10/03/2007	0223	543875	728862		A	Suelo	0,010
10/03/2007	0224	543981	728883		A	Suelo	0,010
10/03/2007	0225	544096	728890		A	Suelo	0,035
11/03/2007	0226	544200	728920	501	A	Suelo	0,039
11/03/2007	0227	544300	728936	480	A	Suelo	0,026
11/03/2007	0228	544400	728944	459	A	Suelo	0,027
11/03/2007	0229	544500	728953	425	A	Suelo	0,028
11/03/2007	0230	544598	728962	435	A	Suelo	0,025
11/03/2007	0231	544700	728961	409	A	Suelo	0,016
11/03/2007	0232	544800	728974	426	A	Suelo	0,025
11/03/2007	0233	544900	728986	450	A	Suelo	0,017
17/03/2007	0234	541700	729369		A	Suelo	0,01
17/03/2007	0235	541800	729376		A	Suelo	< 0,010
17/03/2007	0236	541900	729339		A	Suelo	< 0,010
17/03/2007	0237	542001	729385		A	Suelo	0,06
17/03/2007	0238	542100	729396		A	Suelo	0,012
17/03/2007	0239	542200	729395		A	Suelo	0,033
17/03/2007	0240	542605	729407		A	Suelo	< 0,010
17/03/2007	0241	542801	729412		A	Suelo	< 0,010
17/03/2007	0242	542901	729405		A	Suelo	< 0,010
18/03/2007	0243	543000	729407		A	Suelo	< 0,010
18/03/2007	0244	542700	729394		A	Suelo	< 0,010
18/03/2007	0245	543200	729398		A	Suelo	< 0,010
18/03/2007	0246	543100	729400		A	Suelo	< 0,010
18/03/2007	0247	543400	729389		A	Suelo	< 0,010
18/03/2007	0248	543300	729394		A	Suelo	< 0,010
18/03/2007	0249	543600	729382		A	Suelo	< 0,010
18/03/2007	0250	543500	729388		A	Suelo	< 0,010
18/03/2007	0251	543800	729382		A	Suelo	0,015

Continuación de la tabla A.1

18/03/2007	0252	543700	729367		A	Suelo	< 0,010
18/03/2007	0253	544000	729375		A	Suelo	< 0,010
18/03/2007	0254	543900	729380		A	Suelo	< 0,010
18/03/2007	0255	544200	729356		A	Suelo	< 0,010
18/03/2007	0256	544100	729357		A	Suelo	< 0,010
18/03/2007	0257	544400	729352		A	Suelo	0,010
18/03/2007	0258	544308	729362		A	Suelo	< 0,010
18/03/2007	0259	544600	729359		A	Suelo	< 0,010
20/03/2007	0260	544900	729927		A	Suelo	0,017
18/03/2007	0261	544800	729357		A	Suelo	< 0,010
18/03/2007	0262	544500	729355		A	Suelo	0,034
20/03/2007	0263	545001	729901	391	A	Suelo	0,028
18/03/2007	0264	544700	729356		A	Suelo	< 0,010
20/03/2007	0265	544700	729956		A	Suelo	0,062
18/03/2007	0266	544900	729353		A	Suelo	< 0,010
20/03/2007	0267	544800	729954	430	A	Suelo	0,017
20/03/2007	0268	544500	729979		A	Suelo	< 0,010
20/03/2007	0269	544600	729968	384	A	Suelo	< 0,010
20/03/2007	0270	544300	730004		A	Suelo	0,010
20/03/2007	0271	544200	730011	404	A	Suelo	0,042
20/03/2007	0272	544100	730003		A	Suelo	0,037
20/03/2007	0273	544000	730013	434	A	Suelo	< 0,010
20/03/2007	0274	543900	729996		A	Suelo	0,013
20/03/2007	0275	543799	729990		A	Suelo	0,13
20/03/2007	0276	543700	729983		A	Suelo	0,015
20/03/2007	0277	543400	729975	372	A	Suelo	< 0,010
20/03/2007	0278	543500	729978		A	Suelo	0,010
20/03/2007	0279	543199	729964	394	A	Suelo	< 0,010
20/03/2007	0280	543300	729967		A	Suelo	0,010
20/03/2007	0281	543000	729951	400	A	Suelo	< 0,010
20/03/2007	0282	543100	729960		A	Suelo	< 0,010
20/03/2007	0283	542800	729925	407	A	Suelo	0,01
20/03/2007	0284	542900	729940		A	Suelo	< 0,010
20/03/2007	0285	542600	729909	431	A	Suelo	0,038
20/03/2007	0286	542700	729934		A	Suelo	0,142
20/03/2007	0287	542400	729907	428	A	Suelo	< 0,010
20/03/2007	0288	542500	729906		A	Suelo	0,010
20/03/2007	0289	542200	729876	458	A	Suelo	< 0,010
20/03/2007	0290	542300	729887		A	Suelo	< 0,010
20/03/2007	0291	542000	729865	444	A	Suelo	0,016
20/03/2007	0292	542100	729870		A	Suelo	0,010
20/03/2007	0293	541800	729863	472	A	Suelo	0,031
20/03/2007	0294	541900	729862		A	Suelo	0,021
20/03/2007	0295	541700	729870		A	Suelo	< 0,010

Continuación de la tabla A.1

28/04/2007	0295	541700	730371	496	A	Suelo	0,023
28/04/2007	0296	541800	730366	466	A	Suelo	0,023
28/04/2007	0297	541900	730375	454	A	Suelo	0,01
28/04/2007	0298	542000	730377	463	A	Suelo	0,028
28/04/2007	0299	542100	730375	514	A	Suelo	0,01
28/04/2007	0300	542200	730367	498	A	Suelo	0,01
28/04/2007	0301				A		
10/05/2007	0301	545134	729480	502	A	Suelo	<0.010
28/04/2007	0302	542400	730353	511	A	Suelo	0,016
28/04/2007	0303	542500	730336	506	A	Suelo	0,028
28/04/2007	0304	542600	730328	468	A	Suelo	0,01
28/04/2007	0305	542700	730333	433	A	Suelo	0,032
28/04/2007	0306	542800	730314	434	A	Suelo	0,025
28/04/2007	0307	542900	730305	438	A	Suelo	<0.010
28/04/2007	0308	543000	730301	436	A	Suelo	0,019
28/04/2007	0309	543100	730306	442	A	Suelo	<0.010
28/04/2007	0310	543200	730300	444	A	Suelo	<0.010
28/04/2007	0311	543300	730304	432	A	Suelo	0,02
28/04/2007	0312	543400	730302	444	A	Suelo	0,013
28/04/2007	0313	543501	730290	432	A	Suelo	0,022
28/04/2007	0314	543600	730275	403	A	Suelo	0,015
28/04/2007	0315	543700	730250	411	A	Suelo	0,026
28/04/2007	0316	543803	730248	404	A	Suelo	0,01
29/04/2007	0317	545000	730300	436	A	Suelo	0,02
29/04/2007	0318	544900	730274	399	A	Suelo	0,057
29/04/2007	0319	544800	730257	409	A	Suelo	0,203
29/04/2007	0320	544700	730236	370	A	Suelo	0,081
29/04/2007	0321	544600	730227	388	A	Roca	0,011
29/04/2007	0322	544500	730228	384	A	Suelo	0,084
29/04/2007	0323	544400	730225	376	A	Suelo	0,012
29/04/2007	0324	544300	730220	377	A	Roca	
10/05/2007	0324	545223	729497	488	A	Suelo	0,048
29/04/2007	0325	544015	730217	383	A	Suelo	4,48
29/04/2007	0326	544100	730230	365	A	Roca	
10/05/2007	0326	545314	729503	481	A	Suelo	0,091
04/05/2007	0327	545052	729979	383	A	Suelo	0,061
04/05/2007	0328	545110	729982	398	A	Suelo	<0.010
04/05/2007	0329	545234	729998	391	A	Suelo	1.003
04/05/2007	0330	545301	730003	399	A	Suelo	0,01
04/05/2007	0331	545421	730014	452	A	Suelo	0,021
04/05/2007	0332	545512	730008	471	A	Suelo	0,015
04/05/2007	0333	545625	729989	485	A	Suelo	0,015
04/05/2007	0334	545719	729999	498	A	Roca	0,01
04/05/2007	0335	545807	729998		A	Suelo	0,02

Continuación de la tabla A.1

04/05/2007	0336	545915	730006	519	A	Roca	0,024
04/05/2007	0337	546100	730001	532	A	Suelo	0,013
04/05/2007	0338	546020	730003	529	A	Suelo	0,01
04/05/2007	0339	546211	730002	541	A	Roca	<0.010
05/05/2007	0340	546307	729999	521	A	Suelo	0,01
05/05/2007	0341	546405	729999	532	A	Suelo	0,01
05/05/2007	0342	546510	730008	526	A	Roca	<0.010
05/05/2007	0343	546603	729995	514	A	Suelo	0,016
05/05/2007	0344	546730	729999	525	A	Suelo	0,01
05/05/2007	0345	546816	730003	516	A	Roca	<0.010
05/05/2007	0346	546920	730005	510	A	Suelo	0,01
05/05/2007	0347	547014	730010	497	A	Suelo	0,01
05/05/2007	0348	547120	729997	493	A	Roca	<0.010
05/05/2007	0349	547308	730006	432	A	Roca	0,01
05/05/2007	0350	547299	730005	500	A	Roca	<0.010
05/05/2007	0351	547414	729993	521	A	Suelo	0,01
05/05/2007	0352	547510	729987	525	A	Suelo	0,019
05/05/2007	0353	547605	729990	471	A	Suelo	0,025
05/05/2007	0354	547718	729989	462	A	Suelo	0,042
05/05/2007	0355	547901	730005	419	A	Suelo	0,028
05/05/2007	0356	547990	730008	409	A	Suelo	0,01
06/05/2007	0357	546506	729521	496	A	Suelo	0,036
06/05/2007	0358	546606	729508	499	A	Suelo	0,025
06/05/2007	0359	546705	729472	472	A	Suelo	0,032
06/05/2007	0360	547104	729494	476	A	Suelo	0,039
06/05/2007	0361	547217	729475	513	A	Suelo	0,057
06/05/2007	0362	547329	729492	528	A	Suelo	0,015
06/05/2007	0363	547412	729535	524	A	Suelo	0,015
06/05/2007	0364	547503	729509	555	A	Suelo	0,01
06/05/2007	0365	547605	729529	545	A	Suelo	0,02
06/05/2007	0366	547707	729490	527	A	Suelo	0,024
06/05/2007	0367	547831	729509	494	A	Suelo	0,013
06/05/2007	0368	547900	729533	424	A	Suelo	0,01
06/05/2007	0369	547974	729557	468	A	Suelo	<0.010
10/05/2007	0370	545425	729509	480	A	Suelo	0,01
10/05/2007	0371	545530	729526	433	A	Suelo	0,01
10/05/2007	0372	545623	729534	449	A	Suelo	<0.010
10/05/2007	0373	545720	729543	441	A	Suelo	0,016
10/05/2007	0374	545834	729525	445	A	Suelo	0,01
10/05/2007	0375	545907	729517	470	A	Roca	<0.010
10/05/2007	0376	546054	729504	482	A	Suelo	0,01
10/05/2007	0377	546105	729532	487	A	Suelo	0,01
10/05/2007	0378	546247	729523	477	A	Suelo	<0.010
10/05/2007	0379	546319	729507	479	A	Suelo	0,01

10/05/2007	0380	546433	729478	463	A	Suelo	<0.010
11/05/2007	0381	545225	729011	445	A	Suelo	0,01
11/05/2007	0382	545305	728980	520	A	Suelo	0,019
11/05/2007	0383	545524	729002	496	A	Suelo	0,025
11/05/2007	0384	545509	728989	495	A	Roca	0,042
11/05/2007	0385	545657	729006	533	A	Suelo	0,028
11/05/2007	0386	545696	729003	521	A	Suelo	0,01
11/05/2007	0387	545831	728995	503	A	Roca	0,036
11/05/2007	0388	545897	728992	500	A	Roca	0,025
11/05/2007	0389	546017	728992	485	A	Suelo	0,032
11/05/2007	0390	546106	728944	479	A	Suelo	0,039
11/05/2007	0391	545101	728999	495	A	Suelo	0,057
11/05/2007	0392	545003	729003	456	A	Suelo	0,012

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

Título	“ELABORACIÓN DEL MODELO GEOLÓGICO, MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE LA INTERPRETACIÓN GEOLOGICA DE IMÁGENES SATELITALES, DATOS GEOQUÍMICOS Y GEOFÍSICOS, DEL SECTOR MINERO AURÍFERO SUPAMO-PARAPAPOY, LOCALIZADO AL SUR DE LA POBLACIÓN EL MANTECO, MUNICIPIO PIAR. ESTADO BOLÍVAR”
Subtítulo	

Autor

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Perruolo, Jorge	CVLAC	25.036.193
	e-mail	Perruolo_jorge@hotmail.com
	e-mail	

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Javier, Osiris	CVLAC	24.542.552
	e-mail	Osielig@hotmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Cinturones de rocas verdes (CRV)
Anomalías
Interpretación
Estructuras geológicas
Contactos geológicos
Aluviones auríferos
Tratamiento estadístico
Solapamiento de mapas

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

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Departamento de Ingeniería Geológica	Geología

Resumen (abstract): El presente trabajo de investigación, consistió en la elaboración de un modelo geológico, mediante la integración de la interpretación geológica de imágenes satelitales, datos geoquímicos y geofísicos, del sector minero aurífero Supamo-Parapapoy, localizado al sur de la población de El Manteco, Municipio Piar. Estado Bolívar. Para tal fin, se procesó la información recolectada en el área por INGEOMIN, C.A, en el año 2008, consistente de una data geoquímica de 191 muestras de suelos y un mapa geofísico de magnetismo total, que cubre el 30 % del área. Los antecedentes mineros de la zona, demuestran la presencia de extensos e importantes aluviones, ricos en oro, en los cauces de los ríos Parapapoy y Supamo; pero a la fecha no se ha establecido a ciencia cierta el yacimiento primario de oro. El estudio constó de 4 etapas. La etapa I consistió en la recopilación y procesamiento de la información cartográfica y bibliográfica. En la etapa II, se hizo la interpretación de las imágenes satelitales, para la elaboración de los mapas temáticos de geomorfología, geológico y estructural; con el fin de determinar zonas potenciales para albergar yacimientos primarios de oro. En la tercera etapa, se procesaron estadísticamente los valores determinados en las muestras de suelos, determinándose una zona anómala, ubicada al Norte, y elaborándose el mapa geoquímico. La integración de los mapas geológico-estructural, geoquímico y geofísico se logró en la cuarta etapa y se elaboró el mapa litogeoquímico y de campo magnético total de la zona. Una vez solapados los mapas, se determinaron nuevas áreas de explotación, que permitirán organizar a toda la comunidad minera que labora en la zona. De acuerdo a la interpretación del mapa geofísico y geológico apoyado con los valores de campo de muestro de suelos, se determinó una zona anómala en la intercepción de dos fallas principales, la cual ofrece las mejores condiciones para albergar mineralizaciones primarias del elemento Au.

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

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail
Acosta, Enrique	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC 5.082.874
	e-mail enriquelacosta@yahoo.com
Ramos, Javier	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC 14.145.647
	e-mail jdramos@udo.edu.ve
Zerpa, Wilmer	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC 4.485.703
	e-mail Wilmerzerpa13@gmail.com

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2018	05	08

Lenguaje: spa

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

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Proyecto SupamoParapapoy.	Application/msword

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: Área de Supamo-Parapapoy (Opcional)

Temporal: _____ (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: Ingeniería Geológica

Nivel Asociado con el Trabajo: PRE-GRADO

Área de Estudio: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA GEÓLOGICA

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: UNIVERSIDAD DE ORIENTE

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



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU N°

Cumaná,

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 N° 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.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLAÑOS CURVELO

Secretario

CC 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 / Telf: 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 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.”

AUTOR 1

AUTOR 2

TUTOR

ANEXOS

ANEXOS 1

Mapa Integrado Litogeoquímico con Intensidad de Campo Magnético

