

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



**INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DE LAS  
ESTRUCTURAS QUE PUEDAN ALBERGAR  
MINERALIZACIONES AURÍFERAS, EN EL SECTOR CERRO  
GUACAMAYO, MUNICIPIO PIAR, UPATA. ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE  
GRADO PRESENTADO POR  
LOS BACHILLERES LUIS  
CABELLO E YSABELLA  
DOBLE PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE GEÓLOGO**

**CIUDAD BOLÍVAR, OCTUBRE DE 2024**



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

**ACTA DE APROBACIÓN**

Este trabajo de grado, titulado **“INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DE LAS ESTRUCTURAS QUE PUEDAN ALBERGAR MINERALIZACIONES AURÍFERAS, EN EL SECTOR CERRO GUACAMAYO, MUNICIPIO PIAR, UPATA. ESTADO BOLÍVAR”**, presentado por los bachilleres: **Luis Felipe Cabello Campos** e **Ysabella de Jesús Maria Doble Casañas**, portadores de la cédula de identidad N°: V-29.642.080 y V-28.240.378, respectivamente, como requisito parcial para optar al título de: **GEÓLOGO**, ha sido **APROBADO** por el jurado integrado por los profesores de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente.

Nombre:

Firma

Profesor Enrique Acosta

(Asesor)

(Jurado)

(Jurado)

Profesora Rosario Rivadulla  
Jefe del Dpto. de Geología

Profesor Francisco Monteverde  
Director de Escuela

En Ciudad Bolívar a los \_\_\_\_\_ del mes de \_\_\_\_\_ de 2024

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente quiero agradecer a Dios por haberme otorgado perseverancia , por cada aprendizaje y por concederme fortaleza. Por serme fiel en lo próspero y en lo adverso , en los momentos de alegría y en los de dificultad, sin tu guía Dios padre no hubiese sido posible llegar hasta aquí. También quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres Luisa Casañas y Javier Doble, por su amor, confianza, por sus palabras de aliento en los momentos de desánimo y porque gracias al apoyo de ellos he logrado muchas cosas y jamás me cansaré de agradecerles por estar presente en cada etapa. Solo rezo para que Dios me dé suficiente tiempo para retribuir y mostrarles lo agradecida que estoy por todos sus sacrificios. A mi hermanito Santiago Doble por su disposición para escucharme, su colaboración en momentos de dificultad y su comprensión a lo largo de este camino, han sido un regalo que valoro enormemente. A mi familia extendida y amigos cercanos, por su apoyo y gestos de cariño que han sido un recordatorio constante que no estoy sola en este camino. También quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi prima Eugenia Toledo por compartir sus conocimientos y por inspirarme a alcanzar mis metas, valoraré siempre el impacto positivo que has tenido en mi vida académica. A mis compañeros de estudio Luis, Fabiangely, Ámbar, Deimary y María, gracias por su valiosa amistad y colaboración, han hecho que esta etapa sea especial e inolvidable. Juntos hemos creado recuerdos que sin duda alguna atesoraré por siempre. A mis profesores por ser mis guías, mentores y fuente de inspiración, especialmente al profesor Enrique Acosta, nuestro tutor. A la Univesridad de Oriente por abrirme sus puertas y permitir formarme intelectual y profesionalmente.

*Ysabella Doble*

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar a Dios por guardarme a mí y a mi familia durante estos años fuera de casa. A mi madre, María de los Ángeles por ser el pilar de mi vida, mi principal estímulo para seguir todos los días, mi motor y mejor amiga. Mi padre, Yrus Antonio por darme ánimos en los momentos más importantes, mi cómplice y mejor amigo. Mi tía y mi segunda madre, Ángela María por su esfuerzo y cariño incondicional. Mi hermana, María Antonieta por estar siempre a mi lado sin importar nada.

A mis tíos Hector, Anicett, Yasmin, Hermes, Luis Miguel por fomentar mis primeros pasos en este camino universitario lejos de casa. Por siempre estar a disposición para mí. A la señora Aurora por adoptarme como su nieto, ser mi amiga y consejera. A Petra Figueroa, Antonio Abreu, Armando Rivera Y Kathy Pérez, por tenderme la mano en momentos fundamentales y brindarme tantas alegrías.

Edgar Pinedo, Antonella Abreu y Anakarina Marcano, por impulsarme siempre a ser mejor persona, cuidarme y quererme como su familia. A Yoselin del Valle Martínez, por ser mi compañera en este camino y ofrecerme tanto cariño, apoyo y motivación.

Alexander Reina, José Rodríguez, José Carlos Ruiz y Armando Rivera Pérez, mis hermanos de la vida, que me incluyeron en sus casas como familia. Gracias por tenerme presente a pesar de los kilómetros de distancia. A Ysabella, Deimary, Fabiangely, Ámbar y todas las personas que de una u otra manera formaron parte de mi ciclo universitario, con las que compartí los altos y bajos durante todo el trayecto.

A la Universidad de Oriente por ser mi casa de estudio, al Profesor Enrique Acosta por aceptar ser nuestro tutor y a cada uno de los profesores que en estos 5 años han compartido sus conocimientos, gracias por su esfuerzo.

*Luis Cabello*

## **DEDICATORIA**

Primeramente a Dios por sostenerme emocional, física y espiritualmente a lo largo de este trayecto académico. No fue fácil, pero abriste camino a través de todo. A mis padres, Luisa Casañas y Javier Doble, por creer en mí, por estar a mi lado en cada paso del camino y por ser mi mayor motivación. A mi hermanito por estar siempre a mi lado, celebrando mis logros y ayudándome a superar los desafíos. A mis tíos y tías, por sus consejos, palabras de aliento y la confianza que han depositado en mí, que ha sido un impulso invaluable para alcanzar esta meta. A mi tío Edgar Casaña, que en paz descansa, se que estaría muy orgulloso de mí, le entrego este logro.

Esta tesis no solo es el resultado de mi esfuerzo individual, sino también del apoyo y colaboración de cada uno de ustedes. Con todo mi amor y gratitud dedico esta tesis a ustedes por ser un pilar fundamental en el cumplimiento de este sueño.

***Ysabella Doble***

Esta tesis se la dedico a mis padres María de los Ángeles e Yrus Antonio, que confiaron e invirtieron en mi formación académica. A mis hermanas María Antonieta y Kelis Anayrus, para que les sirva de motivación y trabajen por alcanzar sus objetivos. Y a mis queridos sobrinos Esteban y Julián.

***Luis Cabello***

## RESUMEN

Este trabajo de grado estuvo orientado a la “interpretación geológica de las estructuras que puedan albergar mineralizaciones auríferas, en el Sector Cerro Guacamayo, municipio Piar, Uputa. Estado Bolívar“. El mencionado cerro se encuentra a 20 km aproximadamente al Noroeste de la población de Santa Barbara, abarcando una extensión aproximada de 1988 hectáreas. La metodología utilizada en la elaboración de este estudio consta de 4 fases: La primera es la fase de oficina, donde se recopiló información bibliográfica y cartográfica referente al cerro, así como también información de sus adyacencias. La información cartográfica utilizada fueron la hoja de Catastro Minero Nacional 7739-II-SO y 7738-I-NO, a escala 1:25000, la hoja 7739 de San Lorenzo a escala 1:100.000 del año 1979, también se utilizó la ortoimagen de radar 7739-II perteneciente al proyecto Cartosur II a escala 1:50000 año 2005 resolución a color, la Imagen satelital Asterdem ASTGTM2NO7W63 a escala 1:250.000 año 2011 y las imágenes de satelital Landsat y Google Earth 2021. Las imágenes de satélite fueron procesadas mediante las herramientas tecnológicas Global Mapper 14.0 y Autocad; con la elaboración del mapa topográfico como resultado de esta primera Fase. La segunda fase fue la interpretación de varias imágenes de sensores y de satélites, a diferentes escalas, para la obtención de mapas temáticos preliminares de las estructuras geológicas, geomorfológicas, drenajes y el mapa geológico-estructural. También se interpretaron los lineamientos estadísticamente mediante el diagrama de rosas para determinar la tendencia preferencial de fracturamiento de las rocas. Una vez recopilada y revisada toda la información bibliográfica se procedió a correlacionar estos datos con los resultados obtenidos mediante el procesamiento de las imágenes satelitales y comparar los contactos litológicos, lineamientos estructurales, la litología y la morfología del relieve observado para generar la cartografía geológica y los mapas definitivos. La tercera fase consistió en la construcción de los mapas Geológico-Estructural, Geomorfológico, lineamientos y drenajes. Por último una etapa final que consistió en el análisis y descripción de los mapas obtenidos para relacionarlos con las estructuras geológicas capaces de albergar mineralizaciones importantes de oro. Por medio del mapa geomorfológico se determinaron los relieves característicos del cerro los cuales son Lomas, Planicies, Peniplanicies, Valles, y Laderas.

## CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
DEDICATORIA .....	vi
RESUMEN .....	vii
CONTENIDO.....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	xi
LISTA DE ANEXOS.....	xiv
LISTA DE APÉNDICE .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	3
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.....	6
1.5 Limitaciones de la investigación .....	6
CAPÍTULO II.....	7
GENERALIDADES .....	7
2.1 Ubicación geográfica y acceso al área.....	7
2.1.1 Acceso al área de estudio .....	8
2.2 Características físicas y naturales del área de estudio .....	8
2.2.1 Clima.....	9
2.3 Vegetación .....	11
2.4 Suelos.....	11
2.5 Geomorfología .....	11
2.6 Geología regional .....	12
2.6.1 Provincia Geológica de Pastora (PP) .....	13
2.7 Geología local .....	19
CAPÍTULO III .....	21
MARCO TEÓRICO.....	21
3.1 Antecedentes o estudios previos .....	21

3.2 Fundamentos teóricos .....	21
3.2.1 Interpretación.....	22
3.2.2 Fotogeología.....	22
3.2.3 Alcances de la interpretación geológica.....	22
3.2.4 Proyecto Cartosur II.....	22
3.2.5 Global Mapper 15.0 .....	23
3.3 Definición de términos básicos .....	24
3.3.1 Sistemas de información geográfica (SIG) .....	24
3.3.2 Ventajas del uso de los sistemas de información geográfica .....	26
3.3.3 Teledetección y los sensores remotos .....	26
3.3.4 Sistema de teledetección espacial.....	27
3.3.5 Fuente de energía.....	27
3.3.6 Objeto de estudio .....	27
3.3.7 Sistema sensor .....	28
3.3.8 Sistema de recepción–comercialización .....	28
3.3.9 Intérprete .....	28
3.3.10 Usuario final .....	28
3.3.11 Elementos usados para una interpretación .....	29
3.3.12 Características de la radiación electromagnética .....	31
3.3.13 Espectro electromagnético .....	32
CAPÍTULO IV .....	33
METODOLOGÍA DEL TRABAJO .....	33
4.1 Tipo de investigación.....	33
4.2 Diseño de la investigación .....	34
4.3 Población de la investigación.....	34
4.4 Muestra de la investigación.....	35
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	35
4.5.1 Técnicas de recolección de datos.....	36
4.6 Etapas de la investigación.....	36
4.6.1 Fase I Trabajo de oficina.....	37
4.6.2 Fase II Interpretación de Sensores remotos (Mapas temáticos).....	41
4.6.3 Fase III Procesamiento de la información.....	45
4.6.4 Fase IV Redacción del informe final .....	47
CAPÍTULO V .....	48
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....	48
5.1 Interpretación de las imágenes satelitales para delimitar las unidades litológicas aflorantes y estructuras geológicas en la zona de estudio .....	48
5.1.1 Unidades litológicas.....	48
5.1.2 Estructuras geológicas .....	50
5.2 Analisis de los lineamientos interpretados en las imágenes satelitales, utilizando el diagrama de rosas .....	51

5.3 Descripción de la geomorfología y el drenaje de la zona, mediante la elaboración del mapa geomorfológico .....	53
5.4 Elaboración del mapa geológico a escala 1: 10.000, con las estructuras y las unidades estratigráficas aflorantes .....	56
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>58</b>
Conclusiones .....	58
Recomendaciones.....	59
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>61</b>
<b>APÉNDICES</b> .....	<b>66</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2. 1 Ubicación de la zona de estudio en la hoja cartográfica 7739 a escala 1:100.000, correspondiente a San Lorenzo.....	7
Figura 2. 2 Provincias geológicas del Escudo de Guayana, Venezuela, (Mendoza, V. 2000) .....	13
Figura 2. 3 CRV de la Provincia Pastora, en la región de Guasipati- El Callao (Menéndez, 1972) .....	15
Figura 4. 1 Flujograma de la metodología. ....	37
Figura 4. 2 Mapa topográfico del Cerro Guacamayo. ....	39
Figura 4. 3 Interpretación de la Hoja NB-20-3, a escala 1:250.000 (CVG Tecmin, año).....	40
Figura 4. 4 Imagen satelital Asterdem ASTGTM2NO7W63 a escala 1:250.000 año 2011.....	41
Figura 4. 5 Interpretación del mapa topográfico. ....	42
Figura 4. 6 Interpretación de los drenajes del cerro Guacamayo. ....	43
Figura 4. 7 Delimitación de las diferentes unidades de relieves del área. ....	44
Figura 4. 8 Interpretación de lineamientos, deducidos a partir del mapa topográfico.....	45
Figura 4. 9 Software Strereonet, para la generación del “Diagrama de Rosas”.46	
Figura 4. 10 Integración en un solo mapa geológico- estructural de la información obtenida de los mapas de drenaje, lineamientos y geomorfológico.....	47
Figura 5. 1 Corte geológico N-S indicando el contacto discordante entre las rocas basálticas y las graníticas. ....	50
Figura 5. 2 En la imagen derecha se observa al Cerro Guacamayo y en la imagen izquierda la interpretación de los lineamientos. Nótese la discontinuidad y rotación línea de cresta hacia el oeste, así como las fallas escalonadas.....	51

Figura 5. 3 Interpretación y jerarquización de los lineamientos (en color rojo lineamientos cortos y en color negro los lineamientos principales). .....	52
Figura 5. 4 Diagrama de Rosas de los lineamientos del Cerro Guacamayo. ...	53
Figura 5. 5 Unidades geomorfológicas deducidas a partir del plano topográfico y las imágenes satelitales.....	54
Figura 5. 6 Corte Topografico resaltando las diferentes Topoformas del Cerro Guacamayo.....	56
Figura 5. 7 Mapa geológico interpretado del Cerro Guacamayo y zonas aledañas. ....	57

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2. 1 Coordenadas correspondientes al Cerro Guacamayo. ....	8
Tabla 3. 1 Uso frecuente de la bandas del satélite Landsat-TM (Chuvieco, E. 1990).	29
Tabla 3. 2 Intervalos de frecuencias en las distintas regiones del espectro (Fernández, I. 2001).	32

## **LISTA DE ANEXOS**

1. Mapa base topográfico de la zona de estudio.
2. Mapa geomorfológico deducido a partir de la interpretación de la Imagen satelital Asterdem ASTGTM2NO7W63 a escala 1:250.000 año 2011 y del mapa topográfico.
3. Mapa de lineamientos deducido a partir de la Imagen satelital Asterdem ASTGTM2NO7W63 a escala 1:250.000 año 2011 y del plano topográfico.
4. Mapa de geológico-estructural deducido a partir de la Imagen satelital Asterdem ASTGTM2NO7W63 a escala 1:250.000 año 2011 y del mapa litológico.

## **LISTA DE APÉNDICE**

Apéndice A	Mediciones de lineamientos interpretados en la Imagen satelital Asterdem ASTGTM2NO7W63 a escala 1:250.000 año 2011. ....	71
------------	--	----

## INTRODUCCIÓN

La teledetección permite identificar características de la superficie que indican la presencia de depósitos minerales. Esto es crucial durante la fase de exploración, ya que las imágenes de satélite pueden revelar pistas sobre la geología subyacente sin necesidad de exploración física directa.

La interpretación geológica de imágenes satelitales ha demostrado ser una herramienta invaluable para comprender la composición y estructura de la Tierra. A través de la observación detallada de estas imágenes, se pueden identificar características geológicas clave, como formaciones rocosas, fallas tectónicas y depósitos minerales. Esta información es crucial para la exploración y explotación de recursos naturales, la evaluación de riesgos geológicos, entre otros aspectos.

El desarrollo del presente tema de investigación pretende definir deformaciones y las posibles fuentes de mineralización aurífera de las vetas emplazadas en rocas del Proterozoico, mediante la interpretación de las imágenes satelitales modernas en base a una investigación de las características litológicas y estructurales .

A raíz de la sobreexplotación aurífera del Callao, las exploraciones se han enfocado hacia otras zonas no tradicionales, donde se contabilizan más de 30 minas nuevas a cielo abierto, sin incluir a las ya tradicionales, tales como El Cume, Tierra Blanca, Potosí; etc, lo cual demuestra que dentro de poco podríamos estar hablando del “DISTRITO AURÍFERO DE GUASIPATI-UPATA”.

El trabajo de Grado se realizó en el Sector Cerro Guacamayo, Municipio Piar, Upata, estado Bolívar. Mediante el uso de imágenes satelitales, se interpretó el Cerro Guacamayo, ubicado al sureste de Upata, y al noreste del estado Bolívar.

El presente trabajo de investigación está estructurado en cinco capítulos. En el Capítulo I, se presenta la situación a investigar, abarca los objetivos, justificación y limitaciones de la investigación. El Capítulo II, corresponde a la ubicación del área de estudio, las condiciones físico-naturales, el marco geológico regional y local. En el Capítulo III, se exponen los antecedentes, fundamentos teóricos y conceptos básicos que sustentan la investigación. La metodología empleada para el desarrollo de la investigación, se muestra en el Capítulo IV. El Capítulo V, se destinó al análisis e interpretación de los resultados obtenidos en cada una de las etapas de la metodología aplicada. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones generadas del análisis de los resultados como consecuencia final del estudio.

# CAPÍTULO I

## SITUACIÓN A INVESTIGAR

### 1.1 Planteamiento del problema

El Escudo Guayanés es una zona extensa y abarca una gran parte del sur del territorio nacional, sin embargo es una zona de difícil acceso, estas dos características la hacen ideal para su prospección mediante el análisis de imágenes satelitales, y con ayuda de estas realizar estudios sobre la geología y composición superficial de la zona adyacente a la falla de Guri.

La prospección mediante el estudio de imágenes satelitales, es muy importante para zonas extensas y de difícil acceso que abarcan una gran parte de sur del territorio. Sin embargo, con la ayuda de herramientas tecnológicas de teledetección se realizan estudios sobre la geología, geomorfología, suelos, vegetación, etc.

Esta investigación tuvo como fundamento la interpretación y posteriormente, la elaboración de los mapas geológico-estructural y geomorfológico de la zona, en los cuales se ilustran los relieves característicos del área, así como también los rasgos geológico-estructurales, con la finalidad de construir el modelado en 3D.

Este estudio se estuvo dirigido a examinar las imágenes satelitales del Sector Guacamayo, municipio Piar, Upatá. Estado Bolívar, para ubicar estructuras relacionadas con la génesis del elemento oro, ya que los precios actuales del elemento oro y la planificación del gobierno de ordenar los recursos de la minería metálica, a través del denominado ARCO MINERO DEL ORINOCO así lo argumentan.

Durante el desarrollo del presente proyecto de investigación se dió respuesta a las siguientes preguntas:

Por qué a la fecha no se han reportado explotaciones auríferas importantes en la zona de Las Guacamayas?

Es factible que existan yacimientos importantes en el sector Guacamayo, donde el marco geológico es muy parecido a otros sectores de tradición minera, para el elemento Au?

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Interpretar geológica y estructuralmente, las estructuras que puedan albergar mineralizaciones auríferas, en el Sector Cerro Guacamayo, municipio Piar, Upata. Estado Bolívar

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Interpretación de las imágenes satelitales (Imagen Landsat y Google Earth) de las unidades litológicas aflorantes y estructuras geológicas predominantes en la zona de estudio.
2. Analizar los lineamientos geológicos interpretados en las imágenes satelitales, utilizando el diagrama de Rosas.

3. Describir la geomorfología y el drenaje de la zona, mediante la elaboración del mapa geomorfológico.
4. Elaborar y representar en un mapa geológico a escala 1: 10000 las unidades estratigráficas aflorantes y las estructuras geológicas.

### **1.3 Justificación de la investigación**

En la actualidad no se tienen estudios realizados de esta índole en el Sector Guacamayo, por lo cual se plantea esta investigación para así dejar un precedente referente a la búsqueda de estructuras geológicas, capaces de albergar mineralizaciones auríferas de importancia geoeconómica, interpretando las imágenes satelitales. También se espera que la presente información, sea utilizada como referencia en investigaciones posteriores que se lleven a cabo en el sector, y otros cinturones de rocas verdes similares, donde ya se conocen alrededor de 400 explotaciones auríferas.

En este sentido se plantea realizar un estudio integrado que comprende el análisis estructural, soportada por información satelital, de tal forma que tengamos la suficiente información, que procesada, nos permita tener una idea clara sobre la presencia de la mineralización en el área.

#### **1.4 Alcance de la investigación**

Este estudio pretende proporcionar información geológica orientada hacia la ubicación de las estructuras necesarias para la existencia de oro en el terreno en estudio. El primer parámetro a revisar es la litología y el segundo parámetro a revisar es la existencia de una zona orientada, donde se emplazen vetas de cuarzo.

En el presente trabajo de investigación se interpretaron las imágenes de estos cinturones de rocas verdes. Se elaboraron los mapas geológico-estructural, geomorfológico y de drenaje. Una vez realizada la interpretación, el paso siguiente sería ir a campo a verificar la interpretación.

#### **1.5 Limitaciones de la investigación**

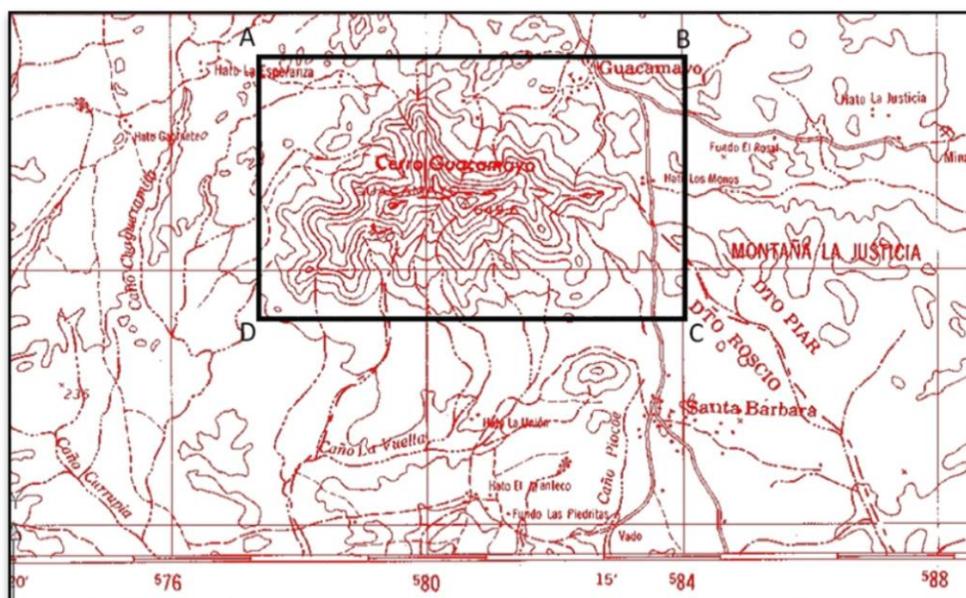
1. La Escasa información bibliográfica y cartográfica del área de estudio.
2. La zona en estudio se encuentra muy alejada, razón por la cual se debe contratar un transporte privado para llegar a la zona, lo que es un gasto económico importante.

## CAPÍTULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 Ubicación geográfica y acceso al área

La zona de estudio se localiza justo en la frontera de los municipios Piar y Roscio del estado Bolívar. Limita al sur con la población de Santa Barbara, al este con la zona boscosa denominada montaña de La Justicia, al norte con el Cerro La Esperanza y al oeste con el Hato La Esperanza (Figura 2.1).



**Figura 2. 1 Ubicación de la zona de estudio en la hoja cartográfica 7739 a escala 1:100.000, correspondiente a San Lorenzo.**

El área de estudio está delimitada por las coordenadas REGVEN mencionadas en la Tabla 2.1

**Tabla 2.1 Coordenadas correspondientes al Cerro Guacamayo.**

<b>Ubicación en coordenadas UTM del área de estudio (Google Earth, 2018).</b>		
<b>PUNTOS</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
A	854.981,00	577.584,00
B	854.981,00	584.112,00
C	850.856,00	584.179,00
D	850.856,00	577.584,00
ÁREA: 19.881.960 m <sup>2</sup>		

### **2.1.1 Acceso al área de estudio**

El acceso a la zona se hace en vehículos rústicos, a través de la Troncal 10, hasta el negocio denominado los Primos, después de las curvas de Santa María. Seguidamente se hace un desvío hacia el Oeste, por una carretera parcialmente asfaltada, que conduce a la población de Santa Bárbara. En el kilómetro 21; se pasa el primer portón, se recorre una Trocha patroleada, en plena sabana, la cual en época de lluvia se torna intransitable, aun para vehículos rústicos.

### **2.2 Características físicas y naturales del área de estudio**

El análisis de los parámetros climatológicos se ha realizado en base a la información adquirida de la Estación Meteorológica de Upata, por ser la estación más cercana a la zona de estudio.

## **2.2.1 Clima**

En Upata , la temporada de lluvia es opresiva y nublada, la temporada seca es bochornosa y mayormente nublada y es muy caliente durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 20 °C a 35 °C y rara vez baja a menos de 18 °C o sube a mas de 37 °C.

### **2.2.1.1 Precipitación**

La temporada más húmeda dura 7,1 meses, del 9 de mayo al 12 de diciembre. El mes con más días mojados en Upata es julio, con un promedio de 18,2 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 4,9 meses del 12 de diciembre al 9 de mayo. El mes con menos días mojados en Upata es marzo, con un promedio de 2,5 días con por lo menos 1 milimetro de precipitación.

### **2.2.1.2 Temperatura**

La temporada calurosa dura 2,3 meses, del 29 de febrero al 16 de mayo , y la temperatura máxima promedio diaria es más de 34 °C. El mes más cálido del año en Upata es abril, con una temperatura máxima promedio de 34 °C y mínima de 22 °C.

La temporada fresca dura 2,9 meses, del 10 de junio al 5 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 30 °C. El mes más frio del año en Upata es julio, con una temeperatura mínima promedio de 21 °C y máxima de 29 °C.

### **2.2.1.3 Nubes**

El mes más despejado del año es julio, durante el cual en promedio el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 42% del tiempo.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 10 de octubre; dura 7,8 meses y se termina aproximadamente el 2 de junio.

El mes más nublado del año en Upata es abril, durante el cual en promedio el cielo está nublado o mayormente nublado el 77% del tiempo.

### **2.2.1.4 Viento**

La velocidad promedio del viento por hora en Upata tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 4,8 meses , del 26 de diciembre al 20 de mayo, con velocidades promedio del viento de más de 10,6 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Upata es marzo, con vientos a una velocidad promedio de 13,3 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 7,2 meses, del 20 de mayo al 26 de diciembre. Siendo agosto el mes con vientos calmados a una velocidad promedio de 7,9 kilómetros por hora.

### **2.3 Vegetación**

Vegetación de sabana en zonas de suelos ácidos o pedregosos y bosques de galería con pendientes abruptas y suaves, donde se alternan vegetación boscosa con sabanas de trachypogón y chaparrales; selvas de transición hacia el bosque tropical húmedo y selvas deciduas.

### **2.4 Suelos**

En general, los suelos en el municipio Piar son arcillosos, pesados y ácidos. Esto puede influir en la agricultura y otras actividades relacionadas con el uso del suelo.

Los suelos pedregosos se encuentran en la clasificación de Leptosoles. Estos suelos son muy superficiales, con poco espesor, y se forman sobre roca dura o áreas muy pedregosas, generalmente en laderas de fuerte pendiente.

Los suelos fuertemente ácidos con una alta actividad de arcillas acumulada en su subsuelo pertenecen al grupo de los Alisoles. Los Alisoles son suelos minerales cuya génesis se encuentra condicionada por el clima: trópico húmedo o sub-húmedo.

### **2.5 Geomorfología**

Los procesos de ablación han sido intensos y se han visto favorecidos por la tectónica, que se refleja en relieves alargados (lomas, filas, diques) siguiendo el tren estructural regional, y por el tipo de litología a partir de la cual se han modelado.

En la zona de estudio predomina un tipo de paisaje de Lomerío (C.V.G. TECMIN, 1989), donde los procesos erosivos han actuado de manera intensa, generando una disección fuerte; caracterizado por un conjunto de relieves de lomas de topografía escarpada, con pendientes que oscilan entre 30%-60%, que localmente pueden superar este rango; separadas por vegas encajonadas asociadas a los cursos de agua que drenan el área. Este relieve modelado en rocas del “Cinturón de Rocas Verdes”, constituido por lavas andesíticas y lavas basálticas del Grupo Carichapo, conjuntamente con rocas intrusivas básicas.

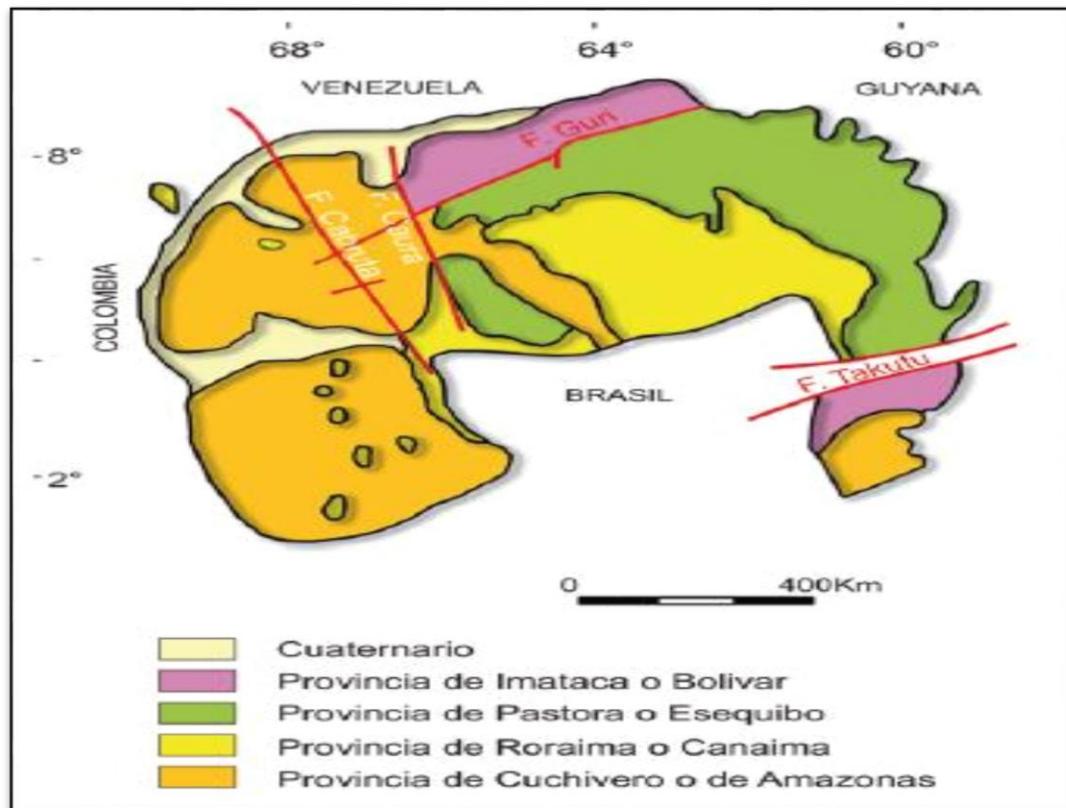
## **2.6 Geología regional**

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, cuyo trabajo general regional es parte de la base de esta síntesis (Sidder y Mendoza, V. 2012), así como de la información aportada por compañías privadas mineras, como consecuencia del auge minero que registró Guayana entre 1990-1993 (Mendoza, V. 2012)

En Venezuela, el Escudo de Guayana 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 la Provincia Geológica de Pastora (Mendoza, V. 2012).

La provincia de Imataca, en función a la clasificación petrológica, pertenece al denominado Cinturón Granulítico; la provincia de Pastora pertenece a los Cinturones de Rocas Verdes y Cuchivero se caracteriza por grandes extensiones de granitos

(1800 a 2000 m.a) y granitos post-tectónicos (1500 m.a). Por su parte, la provincia de Roraima es una cobertura de sedimentos discordantes sobre rocas pertenecientes a la provincia de Pastora o Cuchivero.



**Figura 2. 2 Provincias geológicas del Escudo de Guayana, Venezuela, (Mendoza, V. 2000)**

### **2.6.1 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 Esequibo 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 15 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 TTG o granitos sódicos, como el Complejo granítico de Supamo (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 2.4).

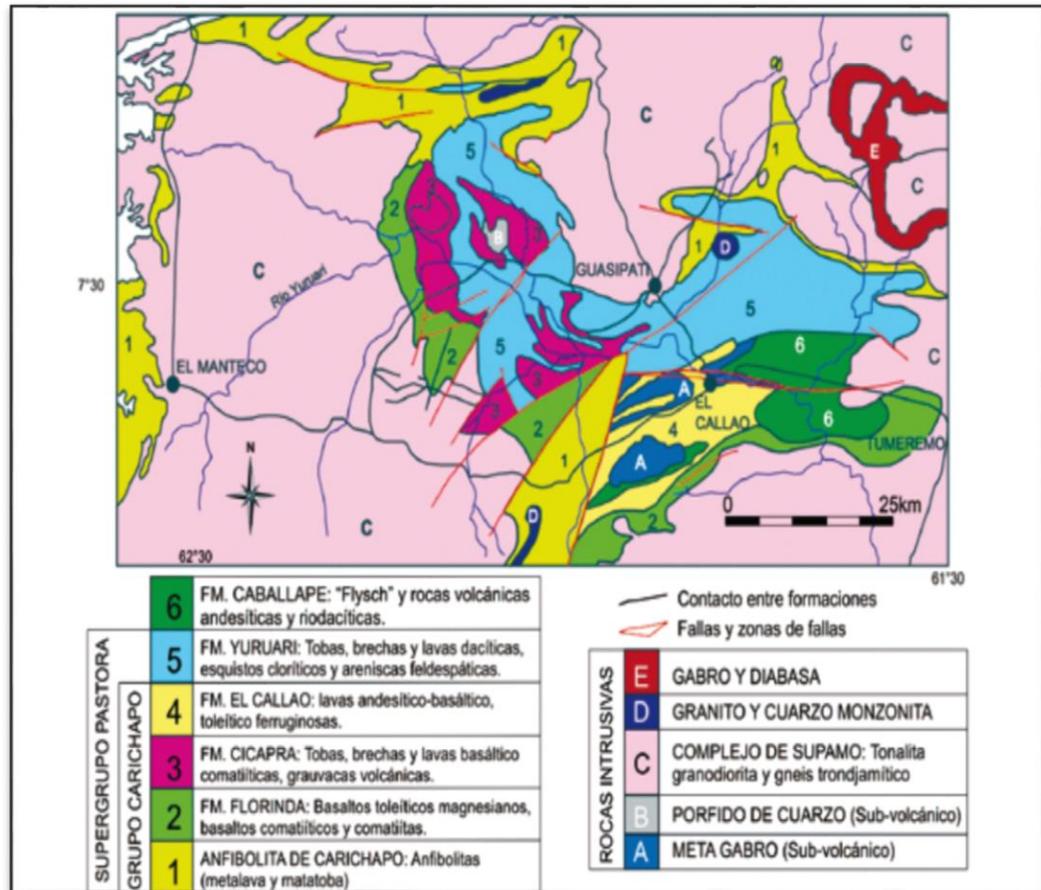


Figura 2. 3 CRV de la Provincia Pastora, en la región de Guasipati- El Callao (Menéndez, 1972)

### Grupo Carichapo

En este grupo se encuentran las rocas más antiguas de los cinturones de rocas verdes. El Supergrupo Pastora en la región de Guasipati- El Callao se compone del Grupo Carichapo( Formaciones Cicapra, Florinda y El Callao) y de la formación Yuruari (Menéndez, 1968, 1994).

#### ➤ Formación El Callao

Fue descrita por la primera vez en la zona de El Callao por Korol (1965) y Menéndez, A. (1968), citados por Mendoza, 2.003; 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 Cicapra. El relieve representativo de esta formación es de colinas con crestas irregulares cuyas cotas varían entre 300 y 800m de altura, destacándose entre 100 y 500m sobre los terrenos adyacentes.

#### ➤ **Formación Cicapra**

El espesor de la secuencia se ha determinado en unos 2000m. La componen tobas andesítica 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-biotíticoepidóticos-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.

#### ➤ **Formación Florinda**

Está compuesta de metabasaltos almohadillados, toleiticokomatíticos o magnesianos, intercalados con rocas ígneas posiblemente intrusivas alteradas con abundante talco y carbonatos, de composición komatítica y que se describieron originalmente (Menéndez, 1968) como respentinitas de Currupia

### ➤ **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 Cicapra en algunos lugares. Según Menéndez, en dirección Sur se omite Cicapra, 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 residual arcillosos y rojizos, con un patrón rectangular en el drenaje.

### ➤ **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.

### ➤ **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.

### ➤ **Complejo Granítico de Supamo**

El Complejo granítico Supamo fue considerado por Moreno y Mendoza (1972, 1975) como un conjunto de rocas graníticas, intrusivas, y/o reactivadas, en rocas del “Supergrupo Pastora”, con alto contenido de Na<sub>2</sub>O, 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<sub>2</sub>O y bajo a normal de Na<sub>2</sub>O, o granitos “sensus stricto”, fueron consideradas por

esos autores, 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).

## **2.7 Geología local**

El área de estudio esta enmarcada geológicamente dentro de la Provincia Geologica de Pastora o Provinca del oro, constituida por cinurones de rocas verdes (CRV) del Arqueano, intrusionada por rocas graníticas.

El Cerro Guacamayo forma parte de la Formación El Callao, perteneciente al grupo Carichapo. Está conformada por rocas basálticas de color negro a verde oscuro, muy foliadas y metamorfizadas a la Facies de la Anfibolita.

Intrusionando al Cerro Guacamayo y en contacto de falla discordante, se interpretaron grandes masas de granitos sódicos pertenecienes al Complejo Granitico de Supamo.



## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Antecedentes o estudios previos**

CVG. Tércmin (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-20-3, lo cual permitió definir algunos aspectos litológicos de las provincias geológicas de Pastora y Roraima.

Moreno, L. y Mendoza, V. (1975) describieron remanentes de Cinturones de Rocas Verdes (CRV), en la región del Alto Supamo, los cuales denominó metabasitas, correspondiente a rocas básicas anfibolitizadas, como producto de las intrusiones graníticas del complejo de Supamo e intrusivos jóvenes potásicos.

#### **3.2 Fundamentos teóricos**

“Dentro del proceso de elaboración del proyecto de investigación, una vez que se ha reducido el trabajo a términos precisos y explícitos, es decir, restringido y delimitado a unas dimensiones manejables, es necesario situar el marco de referencia teórica que orienta el estudio en todos sus aspectos”. (Balestrini, M. 2006).

“En este sentido, el marco teórico, es el resultado de la selección de aquellos aspectos más relacionados del cuerpo teórico epistemológico que se asume, referidos al tema específico elegido para su estudio”. (Balestrini, M. 2006).

### **3.2.1 Interpretación**

Es el arte de identificar elementos basándose en deducción y reconocimiento además de comprender todo estudio relacionado con los objetos fotográficos y el análisis de su significado (Fernández, I. 2001).

### **3.2.2 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 (Fernández, I. 2001)

### **3.2.3 Alcances de la interpretación 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 (Fernández, I. 2001).

### **3.2.4 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 Km<sup>2</sup> esparcida en la región Guayana hasta frontera con Brasil (IGVSB, 2000).

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, 2000).

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, 2000).

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, 2000).

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.

### **3.2.5 Global Mapper 15.0**

Este programa es mucho más que un visor capaz de desplegar las imágenes con datos vectoriales y de elevación. Este 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 (Bercha Group Calgary. 1993).

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 (Bercha Group Calgary. 1993).

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 (Bercha Group Calgary. 1993).

### **3.3 Definición de términos básicos**

#### **3.3.1 Sistemas de información geográfica (SIG)**

“Un SIG consiste en una herramienta informática de gestión y análisis integral de datos con referencia espacial”. Estas soluciones combinan un sistema gestor de bases de datos y una serie de herramientas específicas para el manejo de información espacial, permitiendo la realización de múltiples operaciones, tales como consultas, cruzamientos de datos, generación cartográfica, estadísticas, informes, complejos modelos territoriales, etc., que, por otros medios resultarían especialmente difíciles de abordar (Chuvieco, E. 1990).

Los SIG permiten así recoger una visión integrada del territorio municipal, tanto en lo temático como en lo espacial. A partir de información recogida en el

banco de datos, el sistema es capaz de realizar complejos y exhaustivos análisis sobre la problemática y potencialidad medioambiental del medio, de manera consistente y a una escala adecuada para la toma de decisiones. En este sentido, la posibilidad que ofrece para simular acciones futuras o marcar pautas de comportamiento frente a determinadas actuaciones previstas en el territorio, lo convierten en un instrumento de gran utilidad para el gestor ambiental (Chuvieco, E. 1990).

Un SIG, también puede definirse como “un sistema de información que se utiliza para ingresar, almacenar, recuperar, manipular, analizar y obtener datos referenciados geográficamente o datos geoespaciales, a fin de brindar apoyo en la toma de decisiones sobre planificación y manejo de usos del suelo, recursos naturales, medio ambiente, transporte, instalaciones urbanas y otros registros administrativos (Chuvieco, E. 1990).

Un sistema de computación para un SIG está compuesto de hardware, software y procedimientos diseñados para manejar la captura de datos, el procesamiento, el análisis, el modelado y la visualización de datos geoespaciales. La fuente de datos geoespaciales son mapas digitalizados, fotografías aéreas, imágenes satelitales, tablas estadísticas y otros documentos relacionados (Chuvieco, E. 1990).

Los datos geoespaciales se clasifican en datos gráficos (datos geométricos) y atributos (datos temáticos). Los datos gráficos tienen 3 elementos: punto (nodo), línea (o arco) y área (o polígono), tanto en formato vectorial como raster, que representan la geometría de la topología, tamaño, forma, posición y orientación (Chuvieco, E. 1990).

La función del usuario es seleccionar la información pertinente, fijar los estándares necesarios, diseñar esquemas de actualización eficiente en términos de

costos, analizar las salidas SIG para propósitos semejantes y planificar la implementación (Chuvieco, E. 1990).

### **3.3.2 Ventajas del uso de los sistemas de información geográfica**

Los SIG representan una manera dinámica y práctica de organización de la data. Las principales ventajas del uso de estos sistemas radica en : los datos geoespaciales están mejor mantenidos, pueden ser compartidos e intercambiados libremente, y en un formato estándar; la revisión y actualización son más fáciles de realizar; la información es mas sencilla de buscar, analizar; y, representan productos con mayor valor agregado; los datos geoespaciales; la productividad del personal mejora y éste es mas eficiente; se ahorra tiempo y dinero; pueden tomarse mejores decisiones, entre otras (Fernández, I. 2001).

### **3.3.3 Teledetección y los sensores remotos**

La teledetección o percepción remota es la técnica empleada para obtener información a distancia sobre objetos y zonas de la superficie terrestre, basada fundamentalmente en el análisis de las imágenes obtenidas desde aeronaves y satélites preparados para ello. Las cámaras y otros instrumentos que registran esta información se denominan sensores, que son transportados en aviones y satélites artificiales (plataformas), estos sistemas de teledetección se emplean de forma habitual para el reconocimiento, la generación de mapas y la observación de los recursos y el medio ambiente de la Tierra, también se han empleado para explorar otros planetas (Fernández, I. 2001).

La mayoría de los sensores remotos registran la energía electromagnética radiada o reflejada por los objetos presentes en la superficie terrestre. La forma más familiar de energía electromagnética es la luz. Cuando la película de una cámara se expone a la luz, está registrando la energía electromagnética. Muchos sistemas sensores se basan en la toma de fotografías; otros en el registro de energía electromagnética invisible como rayos infrarrojos o microondas (Fernández, I. 2001).

### **3.3.4 Sistema de teledetección espacial**

Un sistema de teledetección espacial está conformado de los siguientes elementos: fuente de energía, objeto de estudio, sistema sensor, sistema de recepción – comercialización, interprete y usuario final (Chuvieco, E. 1990).

### **3.3.5 Fuente de energía**

Supone el origen del flujo energético detectado por el sensor. Puede tratarse de un foco externo al sensor, es decir emite su propia fuente de energía (teledetección activa). La fuente de energía natural más importante es la radiación solar (Chuvieco, E. 1990).

### **3.3.6 Objeto de estudio**

En el caso del planeta Tierra, es la superficie terrestre, que está formada por distintas masas de vegetación, suelos, agua o infraestructuras, que reciben la señal energética procedente de la fuente de energía y la refleja o emiten de acuerdo a las

características que tengan los elementos u objetos sobre la superficie (Chuvieco, E. 1990).

### **3.3.7 Sistema sensor**

Está compuesto por el sensor, propiamente dicho y la plataforma que lo sustenta. Tiene como función principal captar la energía procedente de las cubiertas terrestres, codificarla y grabarla o enviarla directamente al sistema de recepción (Chuvieco, E. 1990).

### **3.3.8 Sistema de recepción–comercialización**

Es donde se recibe la información transmitida por el satélite, se graba en un formato apropiado, luego de pasar por las correcciones pertinentes, se distribuye a los intérpretes.

### **3.3.9 Intérprete**

Es el que analiza la información normalmente en forma de imágenes analógicas o digitales, convirtiéndolas en una clave temática o cuantitativa, que se orienta a facilitar la evaluación del problema en estudio (Chuvieco, E. 1990).

### **3.3.10 Usuario final**

Es el encargado de analizar el documento futuro de la interpretación, así como decidir sobre las consecuencias que de él se deriven. Los usos frecuentes de las bandas del satélite Landsat, se muestran a continuación (Tabla 3.1).

**Tabla 3. 1 Uso frecuente de la bandas del satélite Landsat-TM (Chuvienco, E. 1990).**

<b>BANDA 1</b> <b>(0.45-0.52<math>\mu</math>M)</b>	Separación de suelos y vegetación azul-verde. Distribución de sedimentos en el agua.
<b>BANDA 2</b> <b>(0.52-0.60<math>\mu</math>M)</b>	Vigor de la vegetación (salud), verde-rojo. Formas culturales, turbidez en aguas.
<b>BANDA 3</b> <b>(0.60-0.69 <math>\mu</math>M)</b>	Absorción clorofiliana. Discriminación de vegetación, rojo.
<b>BANDA 4</b> <b>(0.76-0.90<math>\mu</math>M)</b>	Estimar cantidad de biomasa. Acumulación de materia orgánica. Delimitar cuerpos de agua. Infrarrojo cercano.
<b>BANDA 5</b> <b>(1.55-1.75<math>\mu</math>M)</b>	Presencia de humedad en vegetación y suelos. Distinguir nieve y nubes. Masa de agua en las hojas. Infrarrojo medio.
<b>BANDA 6</b> <b>(10.4-12.5<math>\mu</math>M)</b>	Sensible a la temperatura de la superficie terrestre. Localizar puntos de actividad. Geotérmica. Infrarrojo lejano.

### **3.3.11 Elementos usados para una interpretación**

Son 08 los elementos o rasgos pictóricos que permiten identificar los detalles y objetos del terreno mediante sus imágenes fotográficas. Ellos son: forma, tamaño o dimensión, tono y color, textura, sombra, modelo o patrón, localidad y asociación (Chuvienco, E. 1990).

#### **3.3.11.1 Forma**

Cada elemento u objeto distinto del terreno posee una forma características que pueden ser reconocidas por su forma bidimensional. Ejm: (las vías férreas, las carreteras principales y las carreteras secundarias) (Chuvieco, E. 1990).

#### **3.3.11.2 Tamaño o dimensión**

El tamaño con que se observan los objetos en la imagen depende del tamaño propio de los objetos y de la escala de la fotografía, en el modelo estereoscópico, es fácil diferenciar una montaña de una colina, un edificio de una casa (Chuvieco, E. 1990).

#### **3.3.11.3 Tono y color**

Es una de las características más importantes en el análisis de percepción remota en blanco y negro. Generalmente la gradación de tonalidades que se observa en cualquier imagen obtenida por un sensor remoto es producto de una gradación proporcional de la intensidad de la energía captada por el sensor usado. Ejm: suelos descubiertos, carreteras, caminos (Chuvieco, E. 1990).

#### **3.3.11.4 Textura**

Es la repetición en el agrupamiento del detalle tonal de un mismo elemento en las fotografías, dada por la alternancia de zonas iluminadas y zonas de sombra. Se clasifica en macrotextura, mesotextura y microtextura, dependiendo de los detalles que la producen (Chuvieco, E. 1990).

### **3.3.12 Características de la radiación electromagnética**

La radiación electromagnética consiste en una oscilación perpendicular de un campo eléctrico y magnético. La radiación electromagnética transporta energía de un punto a otro, esta radiación se mueve a la velocidad de la luz (siendo la luz un tipo de radiación electromagnética) (Fernández, I. 2001).

La firma espectral es el modo peculiar con que un determinado elemento refleja o emite la energía a distintas longitudes de onda, teniendo en el espectro electromagnético puntos o rangos específicos de bandas de absorción (Fernández, I. 2001).

Las características más importantes de la radiación electromagnéticas están dadas por la Teoría Cuántica y la Teoría Ondulatoria. La Teoría Cuántica sugiere que la radiación Electromagnética es absorbida y emitida en unidades discretas llamadas quantum o fotones. La Teoría Ondulatoria establece que la energía electromagnética se propaga en forma de ondas que en el vacío viajan a la velocidad de la luz (Fernández, I. 2001).

#### **3.3.12.1 Parámetros de la radiación electromagnética**

Según la Teoría Ondulatoria los parámetros más importantes que definen las propiedades de la radiación electromagnética son: la longitud de onda, la amplitud, la frecuencia y la velocidad (Fernández, I. 2001).

### 3.3.13 Espectro electromagnético

El espectro electromagnético se puede definir como “un continuo que consiste en el arreglo ordenado de la Radiación Electromagnética, de acuerdo a la longitud de onda y/o frecuencia”. La Energía Electromagnética que se esquematiza en el Espectro Electromagnético es un vehículo con capacidad ilimitada de propagar información (Fernández, I. 2001)..

A continuación se hará una breve descripción de las diferentes regiones o bandas que integran el espectro Electromagnético (Tabla 3.2).

**Tabla 3. 2 Intervalos de frecuencias en las distintas regiones del espectro (Fernández, I. 2001).**

<b>Región del espectro</b>	<b>Intervalo de frecuencias (Hz)</b>
Radio – microondas	$0 - 3 \times 10^{12}$
Infrarrojo	$3 \times 10^{12} - 4,6 \times 10^{14}$
Luz Visible	$4,6 \times 10^{14} - 7,5 \times 10^{14}$
Ultravioleta	$7,5 \times 10^{14} - 6 \times 10^{16}$
Rayos X	$6 \times 10^{16} - 1 \times 10^{20}$
Radiación gamma	$1 \times 10^{20} - \dots\dots\dots$

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DEL TRABAJO**

#### **4.1 Tipo de investigación**

Arias, F. (2006), en cuanto a los tipos de investigación, existen muchos modelos y diversas clasificaciones. Sin embargo, lo importante es precisar los criterios de investigación. En este sentido, se identifican: Tipos de investigación según su nivel: Descriptiva y Explicativa.

Según Arias, F. (2006) “La Investigación Explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis”.

Teniendo en cuenta los objetivos propuestos del tema en estudio, la investigación se considera explicativa; porque trata de determinar la geología y la morfología, así como también las características morfoestructurales del área, mediante la interpretación de imágenes satelitales; con el fin de obtener las estructuras dominantes y que puedan albergar oro.

## **4.2 Diseño de la investigación**

Arias, F. (2006), considera la investigación documental como “es aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos”.

El diseño de la investigación empleado en la presente investigación es de tipo documental, ya que se indagó en fuentes bibliográficas y referencias cartográficas, para obtener la mayor cantidad de información, que sirva como base para la elaboración del presente proyecto de investigación.

La información bibliográfica es recopilada en libros o bibliografías, trabajos previos referentes a este tema. En cuanto a la información cartografía se utilizaron las hojas Catastro Minero Nacional 7739-II-SO y 7738-I-NO, a escala 1:25000, la hoja 7739 de San Lorenzo a escala 1:100.000 del año 1979, también se utilizó la ortoimagen de radar 7739-II perteneciente al proyecto Cartosur II a escala 1:50000 año 2005 resolución a color, la interpretación de la hoja NB-20-3, de CVG Tecmin, a escala 1:250.000, El mapa geológico de Venezuela, hoja 1 de 2, año 2006, a escala 1:750.000 y la imagen del software Google Earth 2017.

## **4.3 Población de la investigación**

Arias, F. (2006) define la población como “Un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las

conclusiones de la investigación, esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”.

En este caso la población objetivo es el área ubicada en el sector cerro Guacamayo.

#### **4.4 Muestra de la investigación**

La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible (Arias, F. 2006).

En esta investigación la muestra es igual a la población, ya que los objetos de estudio están plasmados en una imagen, y en conjunto fueron analizados de acuerdo a los parámetros de interpretación.

#### **4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información. Son ejemplos de técnicas; La observación directa, la encuesta en sus modalidades (entrevista o cuestionario), análisis documental, análisis de contenido, etc. (Arias, F. 2006).

## **4.5.1 Técnicas de recolección de datos**

### **4.5.1.1 Análisis documental**

Permite la recolección de información ajustada a la investigación con el propósito de complementar y sustentar los datos obtenidos; a través de libros, normas, tesis, publicaciones electrónicas, registros técnicos o cualquier otra información que sirva de ayuda y se encuentre disponible.

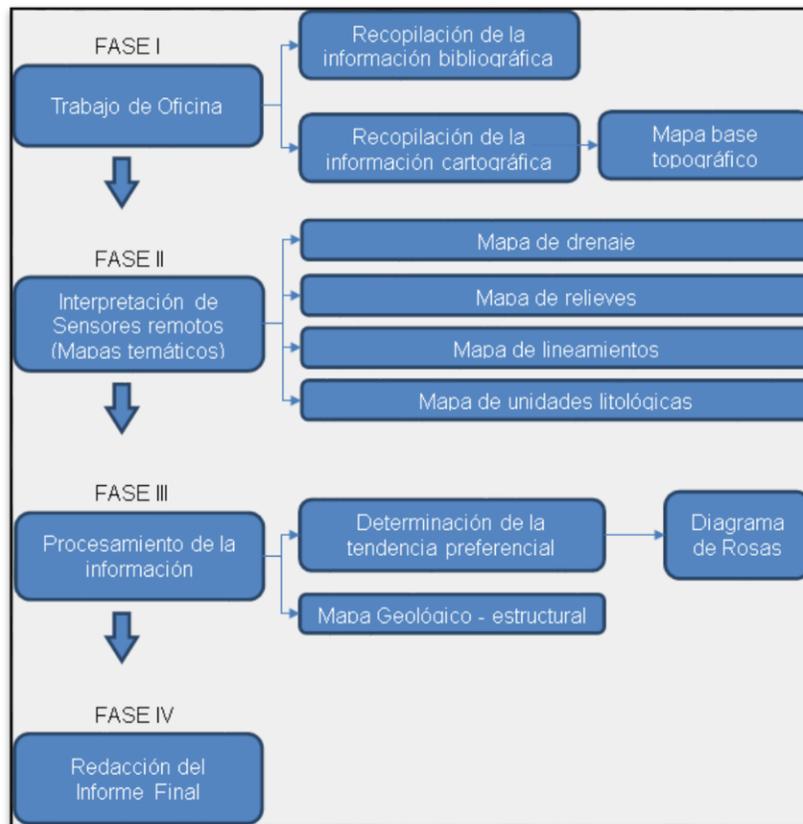
### **4.5.1.2 Instrumentos para recolección de datos**

Los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información. Ejemplo: fichas, formato de cuestionario, guías de entrevista, lista de cotejo, grabadores, escala de actitudes u opinión (tipo likert), etc. (Arias, F. 2006).

Se utilizaron recursos tanto en físico como en digital para obtener, registrar o manipular los productos generados y para su posterior análisis e interpretación. Entre los instrumentos utilizados tenemos: computadoras, escáner, impresoras, fotocopadoras, pendrives, lápiz, libretas, glosarios, marcadores, hojas de acetato, hoja cartográfica e imágenes satelitales.

## **4.6 Etapas de la investigación**

Constituyen todas las actividades vinculadas para dar respuesta al objetivo general. Estas se dividieron en 4 fases (Figura 4.1).



**Figura 4. 1 Flujograma de la metodología.**

#### **4.6.1 Fase I Trabajo de oficina.**

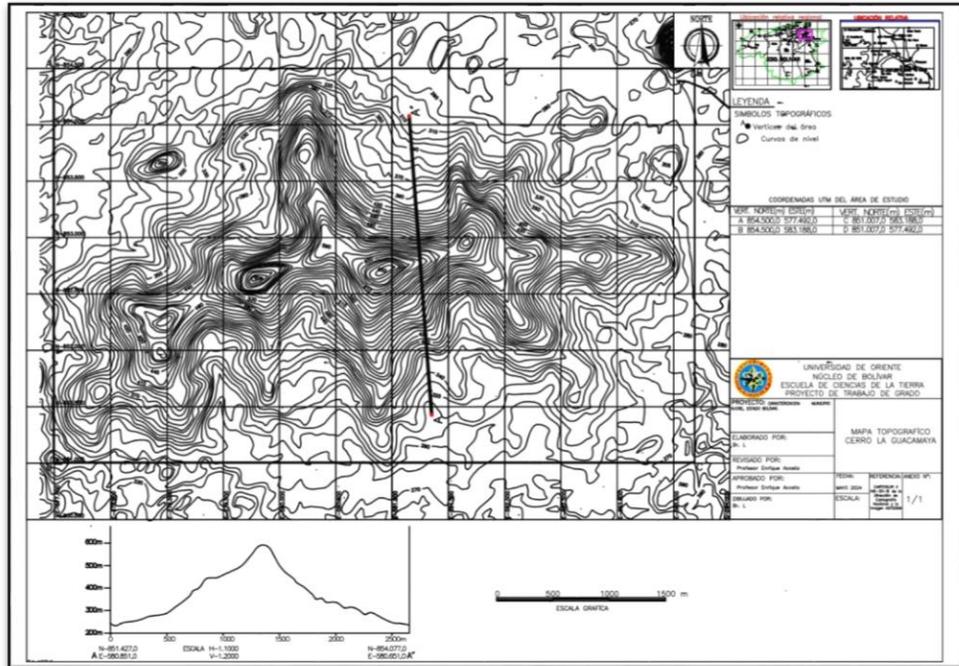
Esta fase es considerada el punto de partida de todo proyecto de investigación, y consistió en la búsqueda detallada de referencias bibliográficas y cartográficas. El resultado, fue la elaboración del mapa topográfico.

➤ **Recopilacion bibliográfica**

Entre estas tenemos: Bibliografías de trabajos previos en zonas cercanas. Igualmente se accedió a la red de internet e información de sitios web.

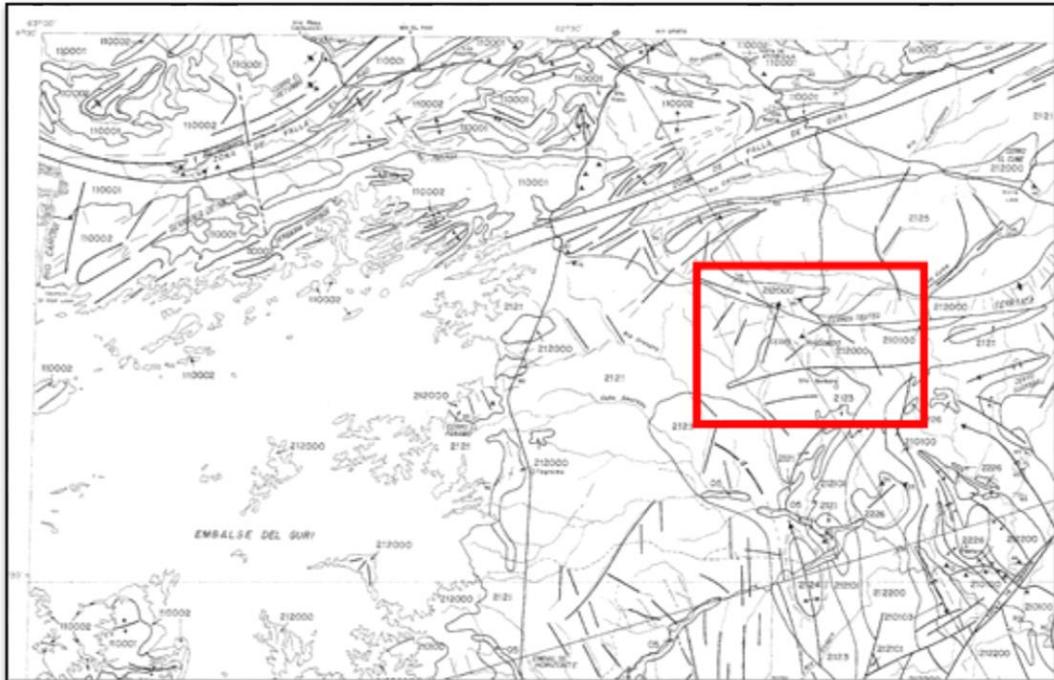
➤ **Recopilacion cartográfica**

En cuanto a la información cartográfica, se revisaron y utilizaron las hojas Catastro Minero Nacional 7739-II-SO y 7738-I-NO, a escala 1:25000, la hoja 7739 de San Lorenzo a escala 1:100.000 del año 1979, también se utilizó la ortoimagen de radar 7739-II perteneciente al proyecto Cartosur II a escala 1:50000 año 2005 resolución a color. El resultado final de esta fase fue la elaboración del mapa base topográfico (Figura 4.2).

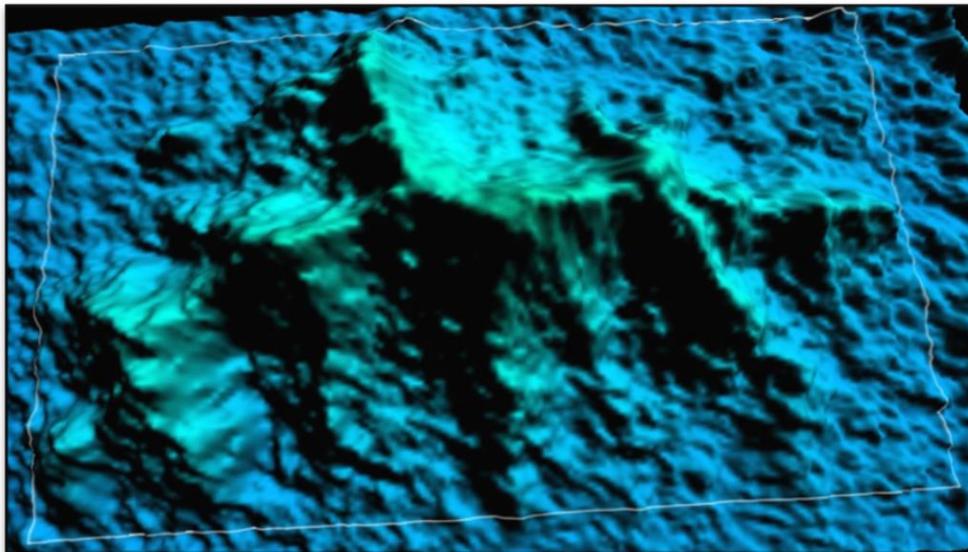


**Figura 4. 2 Mapa topográfico del Cerro Guacamayo.**

También se revisó la interpretación de la hoja NB-20-3, de CVG Tecmin, a escala 1:250.000, El mapa geológico de Venezuela, hoja 1 de 2, año 2006, a escala 1:750.000 y la imagen del software Google Earth 2017 (Figura 4.3 y 4.4).



**Figura 4. 3 Interpretación de la Hoja NB-20-3, a escala 1:250.000 (CVG Tecmin, año).**



**Figura 4. 4 Imagen satelital Asterdem ASTGTM2NO7W63 a escala 1:250.000 año 2011.**

#### **4.6.2 Fase II Interpretación de Sensores remotos (Mapas temáticos)**

A partir del mapa topográfico de la hoja cartográfica San Lorenzo N° 7739 a escala 1:100.000, elaborada a partir de información satelital Landsat y Google Earth, se generaron cuatro mapas temáticos de:

- Drenaje
- Geomorfológico
- Lineamientos
- Geológico-estructural

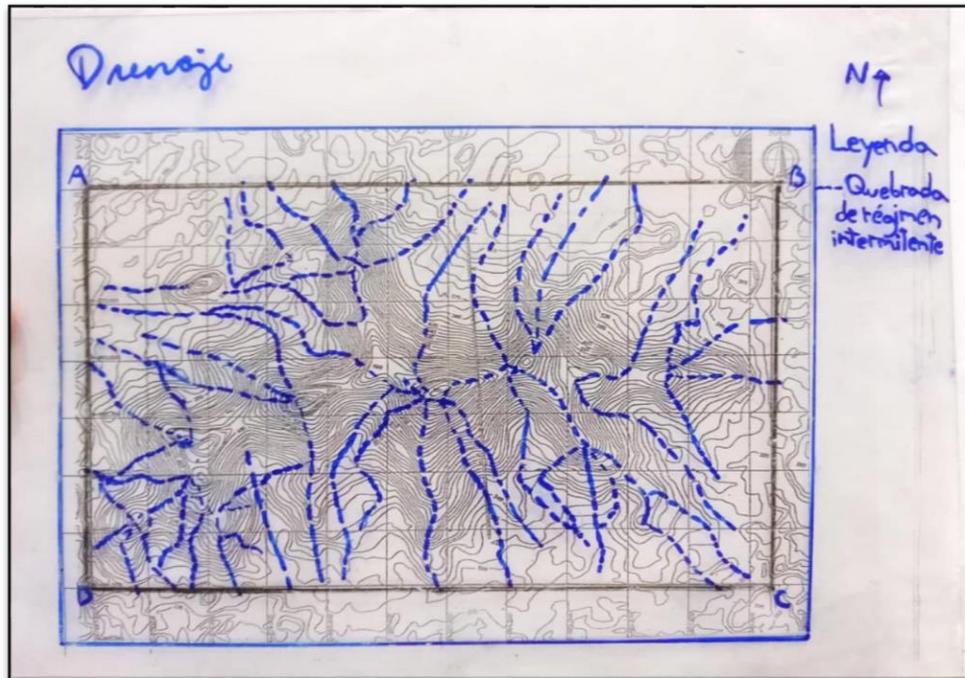
Para la elaboración de los mapas temáticos fue necesario ampliar la imagen de la hoja N° 7739, lo que permitió una visualización mas detallada, facilitando la interpretación de la información geográfica. Posteriormente se delimitó el área de estudio con un rectángulo bajo los vértices A,B,C y D. La imagen fue impresa y sobre ella se colocó el acetato sobre el cual se realizó la interpretación (Figura 4.5).



**Figura 4. 5 Interpretación del mapa topográfico.**

#### **4.6.2.1 Interpretación de los drenajes**

La elaboración del mapa de drenaje se hizo a partir del mapa topográfico, fue necesario aplicar la regla de las "V", que nos permitió determinar por donde va la escorrentía y el lugar donde finalizan su recorrido; localizar las áreas más altas e identificar cursos del agua en el mapa. Seguidamente se colocó el papel de acetato y con ayuda de un marcador punta fina se fueron dibujando las líneas de drenaje siguiendo la dirección de flujo de agua, desde las áreas más altas y posteriormente marcar donde los cursos de agua posiblemente se unen. Tomando en cuenta que el drenaje va paralelo a los lineamientos, ya que los lineamientos controlan el drenaje (Figura 4.6)



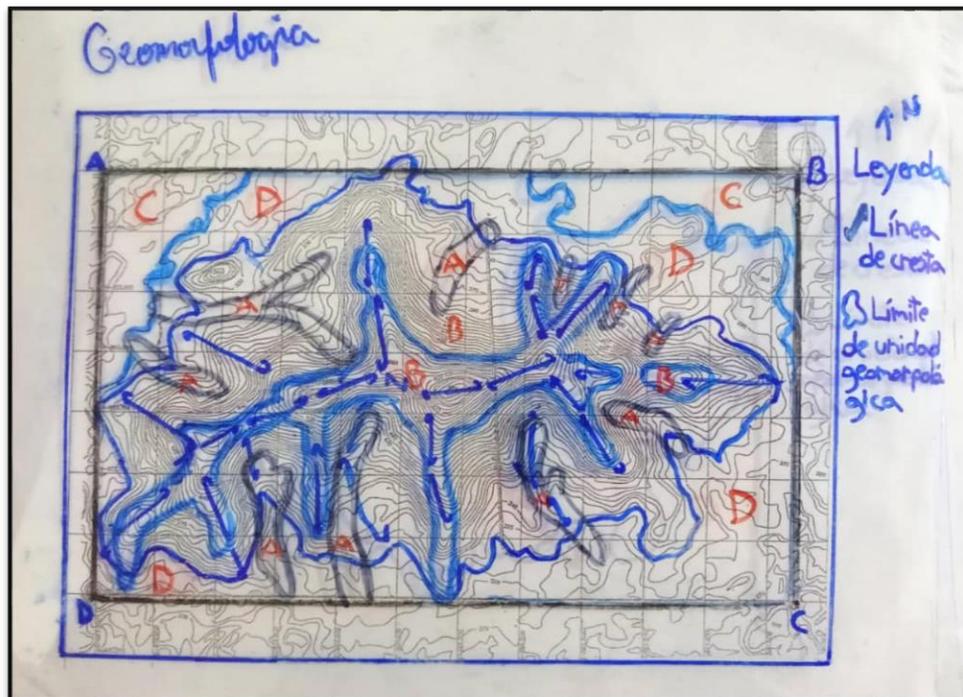
**Figura 4. 6 Interpretación de los drenajes del cerro Guacamayo.**

#### 4.6.2.2 Interpretación de los paisajes

Para las formas del relieve se identificaron características del terreno para así comprender mejor las toposformas presente, se localizaron y se dibujaron con ayuda de un acetato y un marcador punta fina las áreas más elevadas.

Para la delimitación de las diferentes paisajes presentes en el área de estudio. Nos valimos de características topográficas, además del brillo, textura, tono y forma.

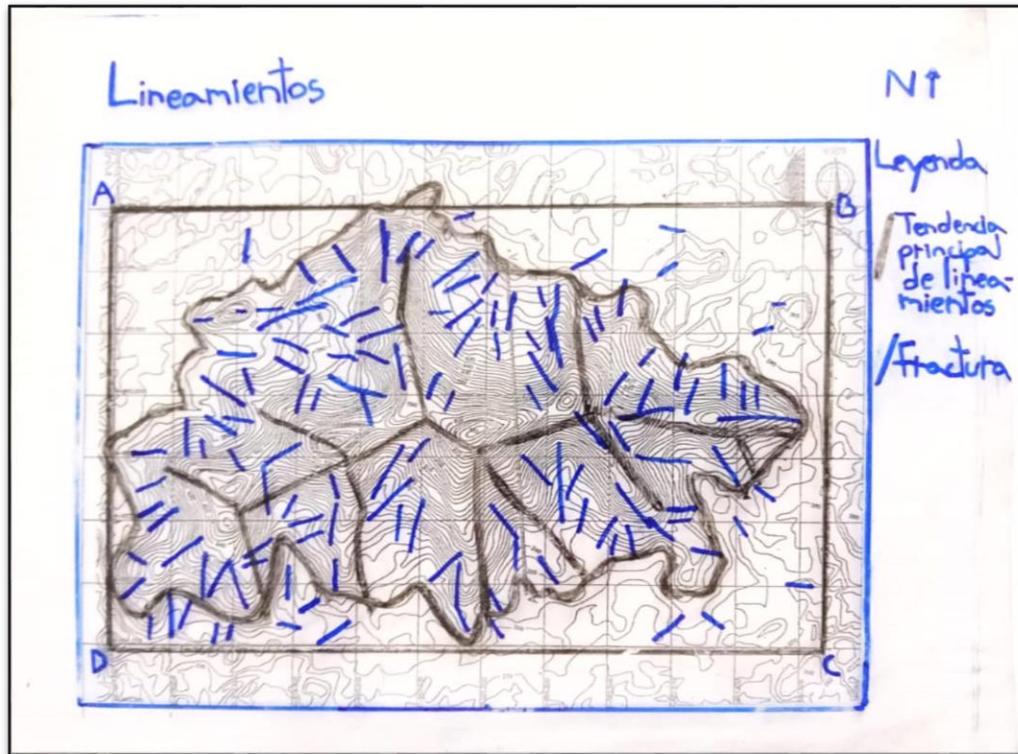
Se delimitaron cuatro unidades de paisajes, las cuales fueron denominadas como A, B, C y D (Figura 4.7).



**Figura 4. 7 Delimitación de las diferentes unidades de relieves del área.**

#### **4.6.2.3 Interpretación de lineamientos**

Para la interpretación de los lineamientos primeramente se buscaron patrones lineales en el mapa topográfico, como las crestas y cambios bruscos en las curvas de nivel, lo que sirvió como indicativo de los lineamientos estructurales, A continuación, haciendo uso de un acetato y un marcador punta fina se trazaron líneas rectas sobre el mapa que representan los lineamientos distinguidos, tales como los puntos de divisoria de agua o línea de cresta. Se identificó un total de 130 lineamientos (Figura 4.8).



**Figura 4. 8 Interpretación de lineamientos, deducidos a partir del mapa topográfico.**

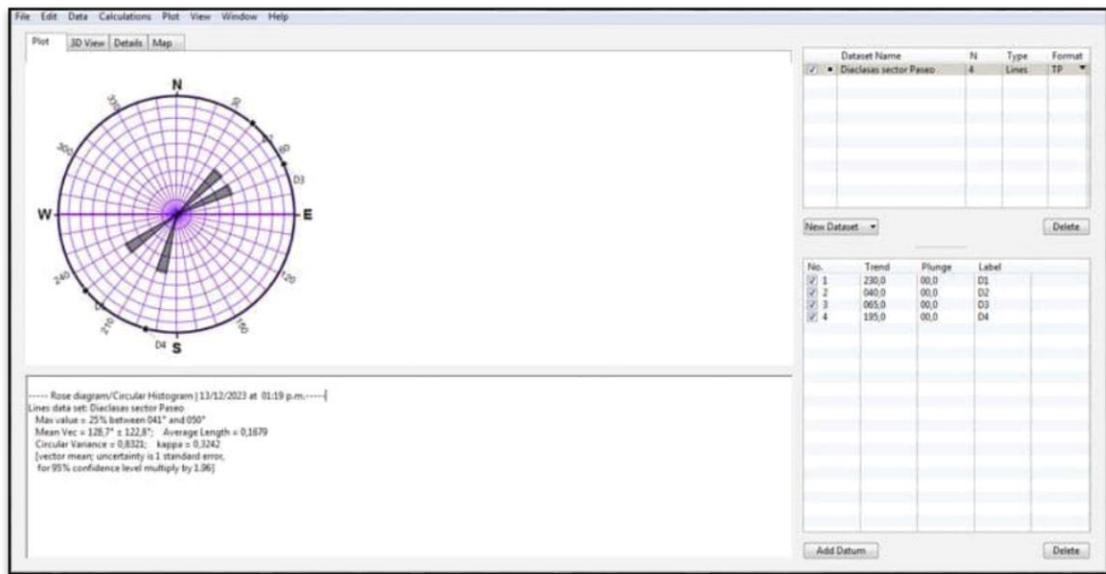
Finalmente, con ayuda de un transportador se realizó la medición de rumbos de las fracturas identificadas en el mapa de lineamientos (ANEXO 1).

#### **4.6.3 Fase III Procesamiento de la información**

##### **4.6.3.1 Determinación de la tendencia preferencial**

Se elaboró el diagrama de rosas utilizando los datos obtenidos, como lo son Los datos de rumbos de las fracturas obtenidos en la interpretación de los lineamientos. primeramente, se convirtieron los datos de rumbo a azimut para poder

ingresarlos a la data del software y así obtener el diagrama; Luego fueron digitalizados y con la ayuda de un software especializado en diagrama de rosas (Stereonet), aplicando intervalos cada 30° y posteriormente analizarlo para poder conocer cual es la tendencia preferencial de fracturamiento de la zona (Figura 4.9).

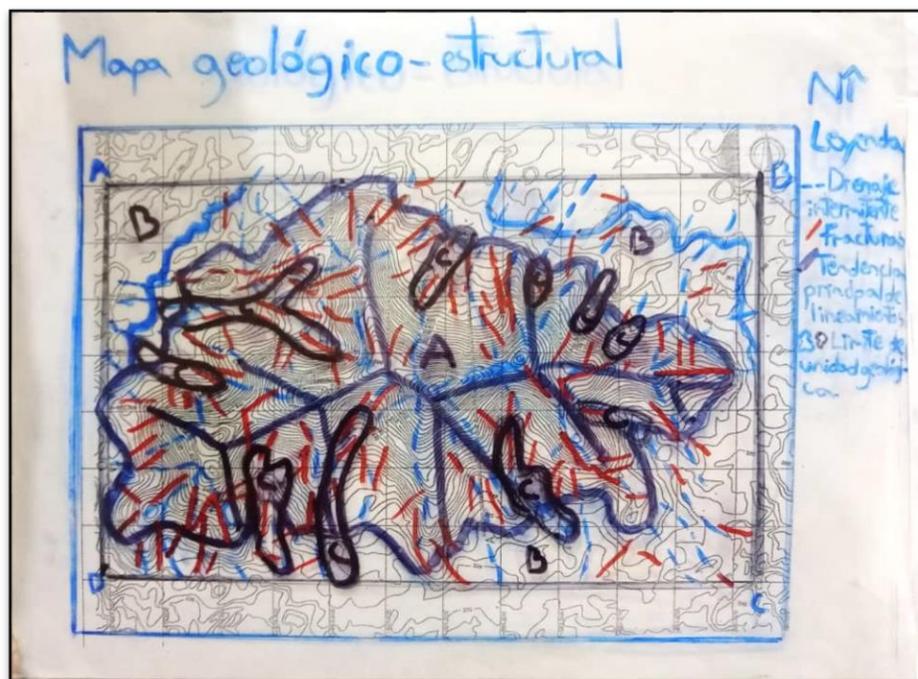


**Figura 4. 9 Software Stereonet, para la generación del “Diagrama de Rosas”.**

#### 4.6.3.2 Mapa Geologico- estructural

Se utilizó la información obtenida de los mapas de drenaje, lineamientos y geomorfológico para integrarla en un solo mapa geológico- estructural. Utilizando diferentes colores y símbolos para representar las diferentes unidades geológicas, lineamientos y formas del relieve presente en la zona.

Luego se procedió a la elaboración de leyendas y símbolos utilizados en cada uno de los mapas realizados. Incluyendo información detallada sobre las unidades geológicas, lineamientos y formas de relieve representadas.



**Figura 4. 10 Integración en un solo mapa geológico- estructural de la información obtenida de los mapas de drenaje, lineamientos y geomorfológico.**

Después de realizar la interpretación con ayuda del asesor, se llevó a la mesa de dibujo con el dibujante, para las digitalizaciones.

#### **4.6.4 Fase IV Redacción del informe final**

Finalizadas cada una de las etapas en la investigación y obtención de información para el desarrollo de este trabajo de grado, se procedió a realizar el informe final.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

En este capítulo se analizan los datos recopilados de los diferentes mapas temáticos interpretados.

#### **5.1 Interpretación de las imágenes satelitales para delimitar las unidades litológicas aflorantes y estructuras geológicas en la zona de estudio**

La integración de datos visuales provenientes de los sensores remotos con la información detallada proporcionada por los mapas, permitió identificar las litologías y las estructuras geológicas.

##### **5.1.1 Unidades litológicas**

De acuerdo con la interpretación realizada se pudieron diferenciar 3 litologías bien diferenciadas en cuanto a su textura, drenaje, relieve y altura topográfica, a las cuales, se les asignó como nombre las letras A, B y C.

Estas litologías fueron clasificadas como A: Unidad de lavas basálticas, B: Unidad de rocas graníticas del Complejo de Supamo y C: Unidad de aluviones

##### **5.1.1.1 Descripción de las unidades litológicas**

Estas unidades litológicas se describen en orden cronológico:

➤ **Unidad de rocas volcánicas**

Es el blanco de la presente investigación. Cubre el 50 % del área, es el Cerro Guacamayo, orientado dirección EW, algo curvado por efectos tectónicos. Es la topografía mas predominante en la región, con cotas que oscilan entre 600 msnm y 425 msnm.

El reconocimiento visual indico un relieve positivo, homogéneo, uniforme, con direcciones preferenciales de estructuras. El drenaje se observo rectangular corto, en las zonas de pocas fracturas y angular en las zonas con control estructural por fracturamiento. Su textura es lisa y predominan los tonos grises.

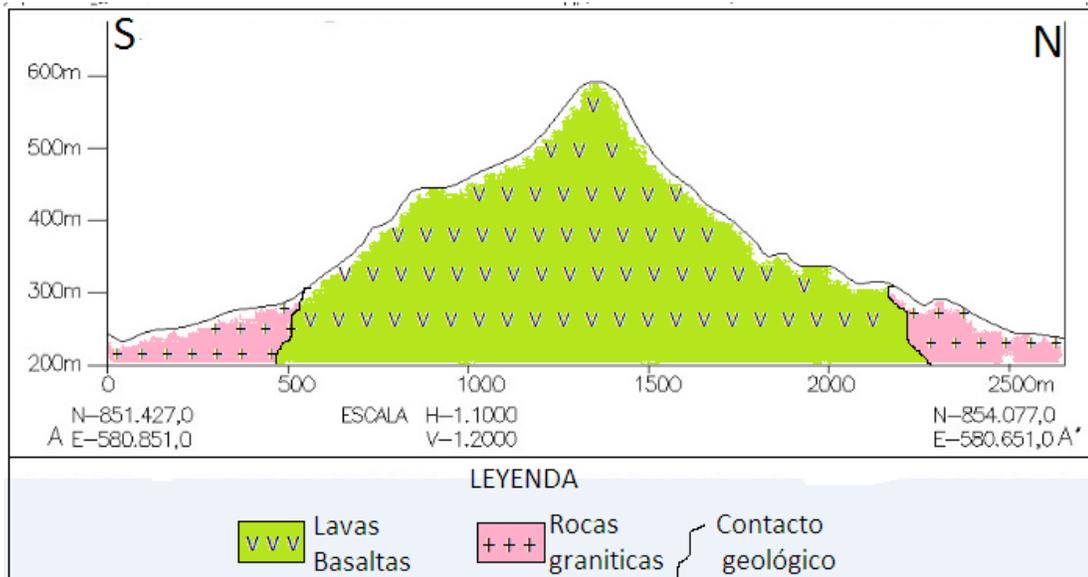
➤ **Unidad de rocas graníticas del Complejo de Supamo**

Representan territorialmente el 40 % del área. Esta distribuida al Norte y al Sur, donde forma relieves de Lomerios.

Su respuesta a las imágenes satelitales es: Relieve positivo, homogéneo, drenaje dendrítico de carácter intermitente en zonas de poca fractura y rectilíneo en zonas con control estructural por fracturas. Textura rugosa, muy fracturada, buena densidad de afloramientos y predominio de tonalidades pálidas.

➤ **Unidad de aluviones**

Cubre el 10 % del área. Se interpretaron con relieves negativos, de forma irregular siguiendo los drenajes de las quebradas, drenaje rectilíneo, textura lisa, con predominio de colores pálidos (Figura 5.1).

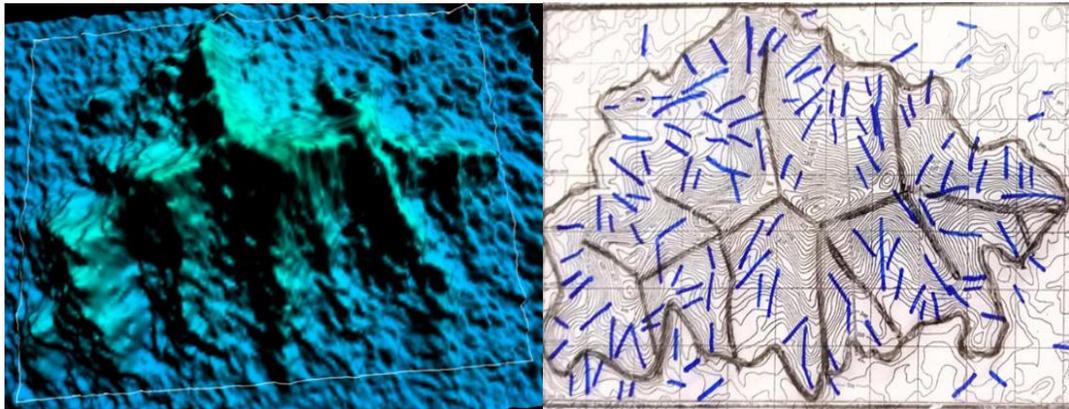


**Figura 5. 1 Corte geológico N-S indicando el contacto discordante entre las rocas basálticas y las graníticas.**

### 5.1.2 Estructuras geológicas

La zona se encuentra ubicada a 5 km, al Sur de la mega estructura conocida como la Falla de Guri. Basado en la interpretación de los lineamientos sobre la imagen satelital, se pudo reconocer una estructura de deformación poco conocida en el escudo Guayanes, como es el caso de una falla de tipo espina de pescado.

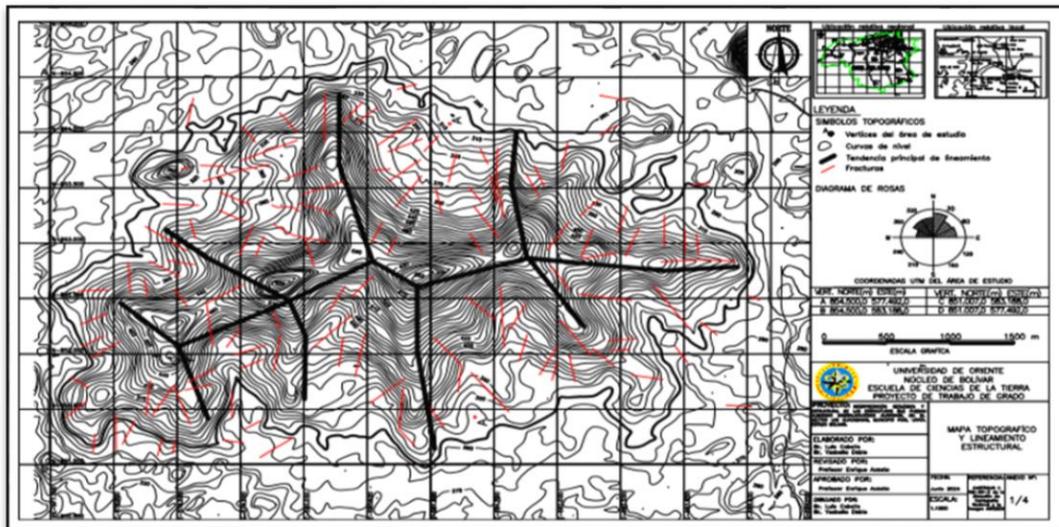
Seguramente el Cerro Guacamayo, inicialmente estaba orientada EW. De acuerdo a la posición de su cresta o mediaagua. Posteriormente el cerro es sometido a 2 regímenes de deformación: Hacia el Este ocurre una compresión, formándose cabalgamientos y hacia el Oeste distensión, creando fallas escalonadas (Figura 5.2).



**Figura 5. 2 En la imagen derecha se observa al Cerro Guacamayo y en la imagen izquierda la interpretación de los lineamientos. Nótese la discontinuidad y rotación línea de cresta hacia el oeste, así como las fallas escalonadas.**

### **5.2 Analisis de los lineamientos interpretados en las imágenes satelitales, utilizando el diagrama de rosas**

Con el propósito de reconocer la tendencia preferencial de fracturamiento de la zona, interpretaron sobre el mapa base 130 lineamientos (APÉNDICE 1) (Figura 5.3).

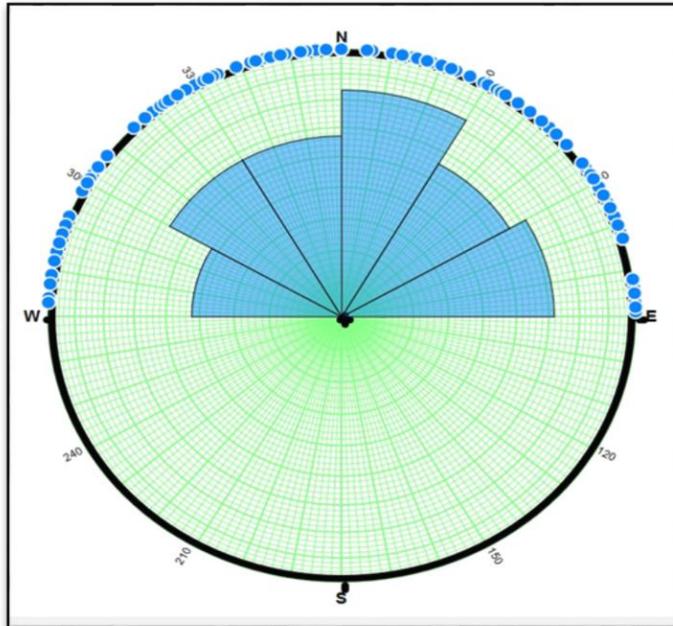


**Figura 5. 3 Interpretación y jerarquización de los lineamientos (en color rojo lineamientos cortos y en color negro los lineamientos principales).**

Los 130 valores de lineamientos fueron procesados con el software Stereonet (Figura 5.3).

En la figura 5.4 se observa que la tendencia principal o preferencial de fracturamiento es en dirección N0 a 30 E . La segunda tendencia preferencial esta orientada en dirección N60 a 90 E, la cual se puede relacionar con la falla de Guri.

Hay una tercera tendencia de fracturamiento en NW, la cual se interpreta como fracturas de relajación.

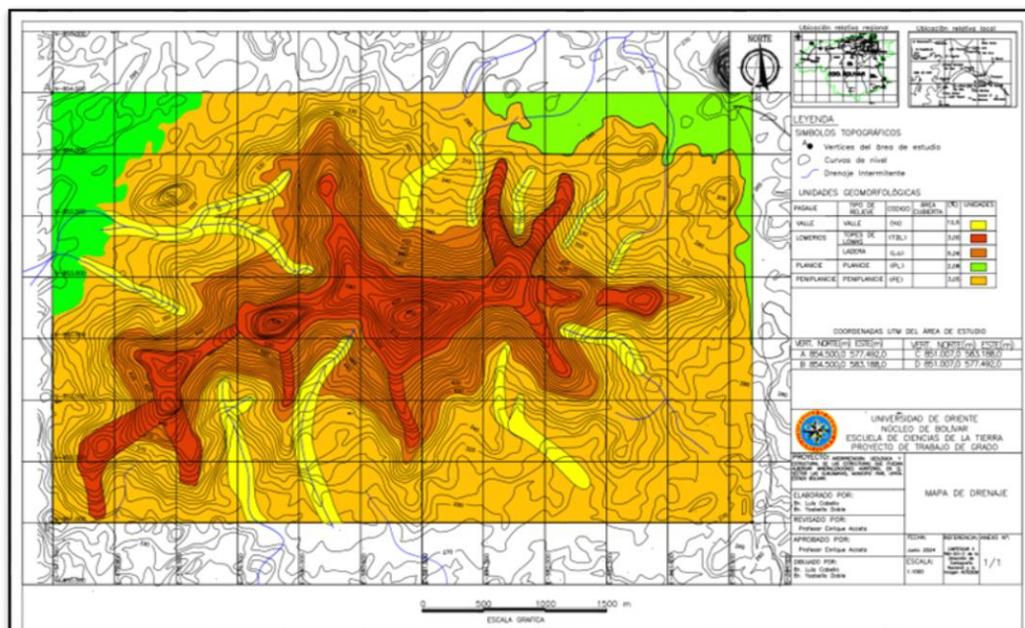


**Figura 5. 4 Diagrama de Rosas de los lineamientos del Cerro Guacamayo.**

### **5.3 Descripción de la geomorfología y el drenaje de la zona, mediante la elaboración del mapa geomorfológico**

El área de estudio se trata de un cerro de pendiente pronunciada, cuya cota mayor es de 653 m.s.n.m. y la cota menor es de 265 m.s.n.m. De acuerdo con la interpretación geomorfológica de la zona, se delimitaron cinco unidades geomorfológicas, las cuales fueron descritas como: Paisaje de lomeríos, el cual abarca los relieves de topes de Lomas y Laderas, Paisaje de Planicie o relieve de planicie, Paisaje de Peniplanicie y Paisaje de Valle (Figura 5.5)

5.3.1 Relieve de Topes de Lomas: Constituyen territorialmente el 20 %. Forman las mayores elevaciones del área de estudio, con cotas topográficas entre 520 msnm a 652 msnm. Presentan pendientes superiores a 60 %, perfil convexo, patrón de drenaje dendrítico denso, profundidad de disección alta y en partes afloramientos, la dinámica erosional es en forma de surcos.



**Figura 5. 5 Unidades geomorfológicas deducidas a partir del plano topográfico y las imágenes satelitales.**

5.3.2 Relieve de Laderas: Constituyen elevaciones entre 300 msnm a 520 msnm. Representa el 30 % del área. Sus pendientes oscilaban entre 30 % a 40 %, lo que genera un drenaje enrejado denso y una profundidad de disección alta. la dinámica erosional es en forma de surcos.

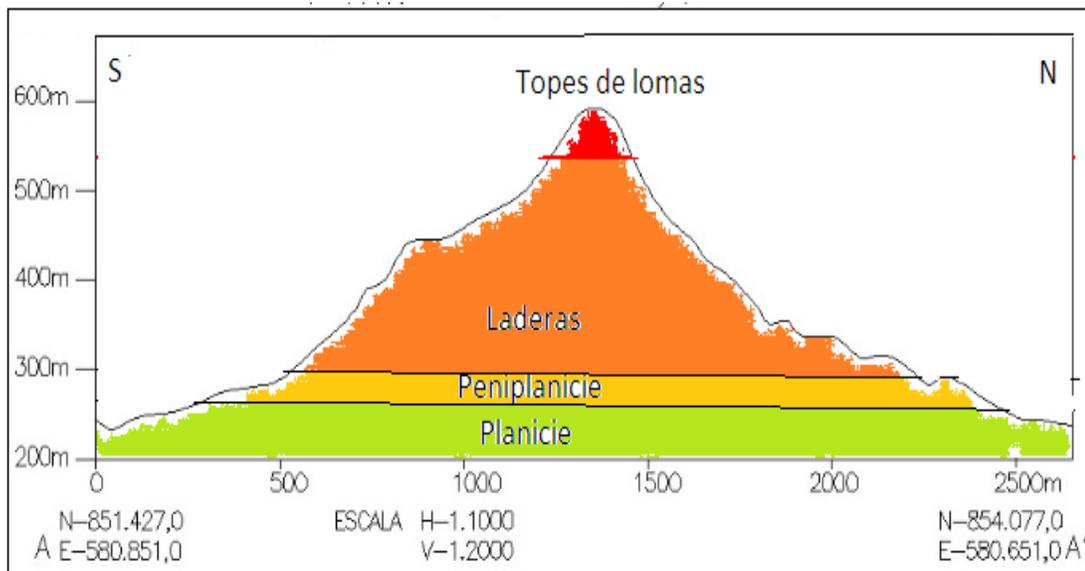
5.3.3 Relieve de Peniplanicie: Es la topoforma más sobresaliente. Son de alturas medias, con cotas topográficas entre 280 msnm a 300 msnm. de forma suavemente ondulada, perfil convexo, patrón de drenaje dendrítico poco denso, profundidad de disección media, suelo residual y en partes afloramientos, la dinámica erosional es en forma de surcos.

5.3.4 Relieve de Planicie: Ocupa un 5 % del área. Se ubica en la parte baja. Se caracteriza por sus alturas inferiores a 280 msnm y pendientes suaves, inferiores a 12 %, con drenaje dendrítico.

5.3.5 Relieve de Valles: Se interpreto la presencia valles, a traves de los cuales circulan quebradas de régimen intermitente, las cuales fluyen de forma esporádica, no fluyen de manera constante a lo largo del año. Esto puede ser por factores como las temporadas de lluvias.

### **5.3.6 Perfil topográfico**

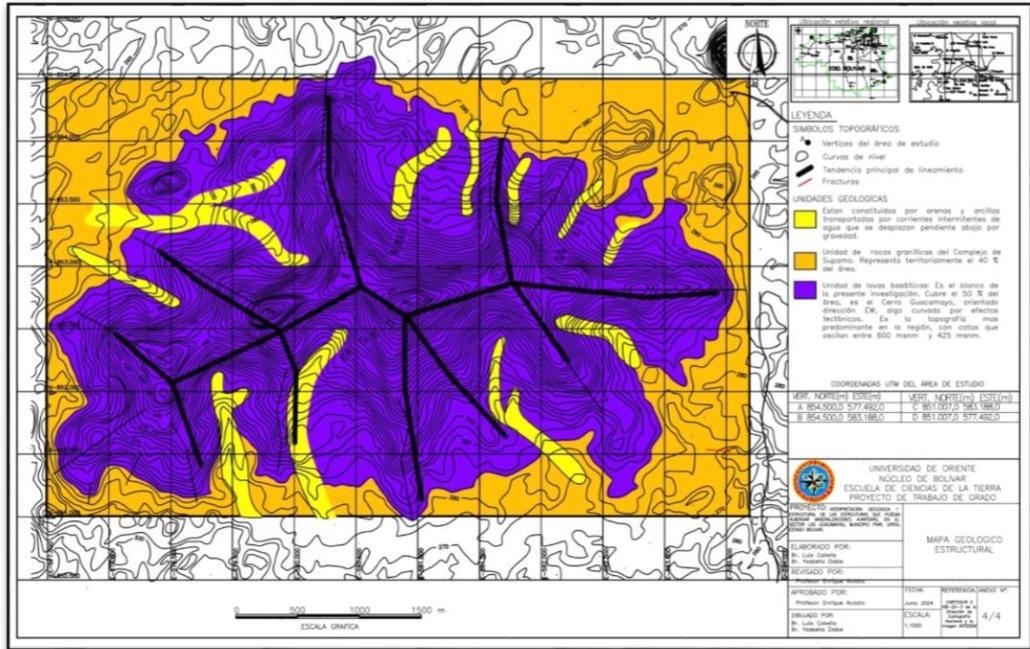
Para la comprobación de la geomorfología del área del Cerro Guacamayo se hizo un perfil transversal, en dirección N-S. El perfil tiene una longitud de 2.5 km y atraviesa al Cerro Guacamayo por su parte mas alta. El corte es simétrico y resaltan las pendientes que en resumen general es de 45 % (Figura 5.6).



**Figura 5. 6 Corte Topografico resaltando las diferentes Topoformas del Cerro Guacamayo.**

#### **5.4 Elaboracion del mapa geológico a escala 1: 10.000, con las estructuras y las unidades estratigráficas aflorantes**

En la Figura 5.7 se ilustra el mapa geológico del Cerro Guacamayo a escala 1:10.000, donde se representa la distribución de las 3 unidades litológicas: Rocas volcánicas del Grupo Carichapo, Rocas correspondientes al Complejo Granítico de Supamo. Granito y los Aluviones; así como la ubicación de la estructura geológica conocida como espina de pescado.



**Figura 5. 7 Mapa geológico interpretado del Cerro Guacamayo y zonas aledañas.**

El binomio roca caja-estructuras geológicas crean las condiciones ideales para el emplazamientos de vetas ricas en elementos de valor geoeconómico, con el fin de visualizar el potencial de los recursos del subsuelo y tomar decisiones hacia el siguiente nivel de la exploración.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. Basado en la interpretación de las imágenes, se reconocieron 3 litologías predominantes en el área. Estas son rocas de la Provincia de Pastora, específicamente del Grupo Carichapo, el Complejo Granítico de Supamo y los aluviones del Cuaternario.
2. En la interpretación de los lineamientos, la estructura del Cerro Guacamayo es un arreglo complejo tipo espina de pescado, donde se observa hacia el Este compresión, formándose cabalgamientos y hacia el Oeste distensión, creando fallas escalonadas.
3. El análisis estadístico de los lineamientos mostro que la tendencia preferencial de fracturamiento observadas en el área presentó una orientación N 0° a 30° E, relacionándose con la mega estructura regional la Falla de Guri.
4. De acuerdo a la interpretación de las imágenes se pudieron identificar cinco (5) topoformas, todas diferenciables por su pendientes y alturas topográficas. Estas fueron: Paisaje de lomeríos, el cual abarca los relieves de topes de Lomas y Laderas, Paisaje de Planicie o relieve de planicie, Paisaje de Peniplanicie y Paisaje de Valles.

5. La interpretación del drenaje en las imágenes se observó que presenta red dendrítica intermitente que se extiende desde las crestas del cerro, pendiente abajo. También se delimitó otro drenaje tipo rectangular, asociado con las estructuras geológicas de la zona, como las fracturas.
6. La elaboración del mapa geológico- estructural a escala 1: 10.000 mediante la integración de diferentes mapas temáticos permitió una interpretación más precisa de la geología y las estructuras del Cerro Guacamayo, así como afinar los contactos geológicos.
7. La interpretación de la litología y estructural corroborada con la información bibliográfica y de profesionales que han desarrollado trabajos en el área, permiten afirmar que la masa rocosa que constituye al Cerro Guacamayo es volcánica y pudo servir como roca caja para la posible presencia de depósitos de vetas auríferas en las cercanías.
8. El marco geológico-estructural de tensión-compresión permite generar zonas de debilidad mediante las cuales pueden intrusar soluciones hidrotermales ricas en oro.

## **Recomendaciones**

1. Programar una salida a campo para la revisión y validación del mapa interpretado, para hacer los ajustes necesarios y obtener la versión final del mapa geológico-estructural del Cerro Guacamayo.

2. Una vez obtenido el mapa definitivo, iniciar un muestreo geoquímico manual, a batea, en quebradas de primer y segundo orden que drenan a partir de las lomas del cerro, con muestreo sistemático de concentrados pesados cada 50 m.
  
3. De resultar el muestreo geoquímico positivo para oro, hacer trincheras de 4 m de profundidad en los sitios donde más se note la presencia de oro en la batea. De aparecer vetas y/o cualquier estructura que pudiese albergar oro en las trincheras, proponer una campaña de perforación diamantina con toma de núcleos.
  
4. Usar otros sensores e imágenes satelitales, con mejor resolución, para generar mapas topográficos precisos y detallados, que puedan permitir la realización de una interpretación más detallada y así obtener resultados con más precisión.

## **REFERENCIAS**

Acuña Ballestrini (2001), **CÓMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. 5 Edición. Distribución: BL Consultores Asociados, Servicio Editorial.

Arias, F. (2006). **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA**. (5° Edición). Episteme, Caracas, Venezuela.

Bercha Group Calgary. (1993) **APLICACIONES DE LA PERCEPCIÓN REMOTA AL MONITOREO AMBIENTAL**. Caracas, Venezuela, pp 32-48.

C.V.G. TECMIN C.A. (1987). **MANUAL METODOLÓGICO (VERSIÓN PRELIMINAR) DEL PROYECTO DE INVENTARIO DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA REGIÓN GUAYANA (P.I.R.N.R.G.)**. Ciudad Bolívar.

Chuvienco, E. (1990) **FUNDAMENTOS DE TELEDETECCIÓN ESPACIAL**. Rialp, S.A. 1ra edición. Pp-451.

Fernández, I. (2001) **ANÁLISIS VISUAL DE IMÁGENES OBTENIDAS DEL SENSOR ETM+ SATÉLITE LANDSAT**, Universidad de Valladolid, Escuela Técnica Superior de ingenierías agrarias. Valencia, España, p 36.

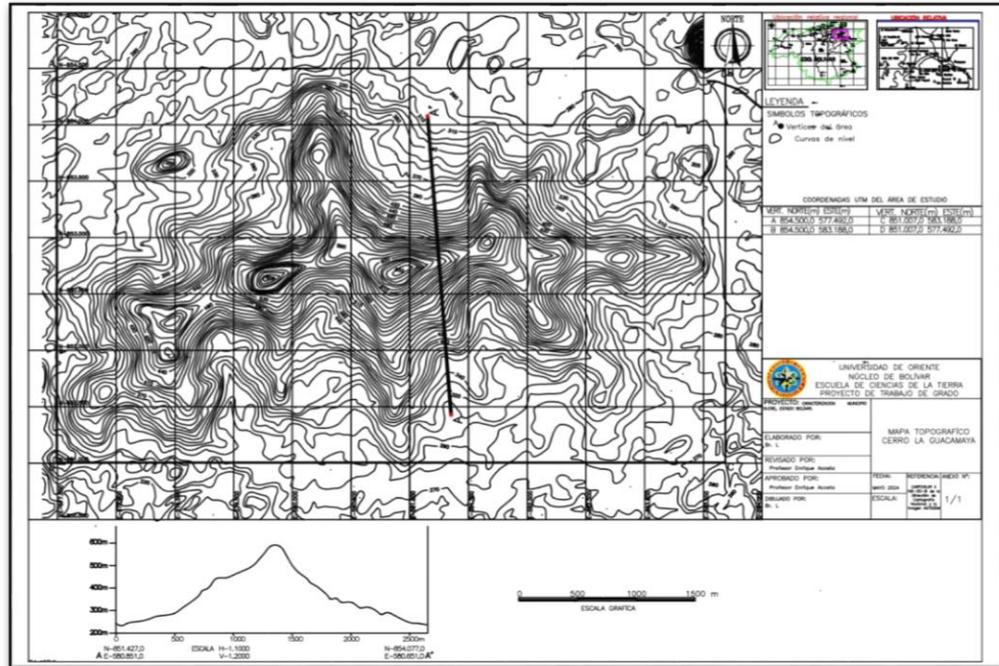
González de Juana, C., Iturralde, M y Picard, X., 1980. **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y SUS CUENCAS PETROLÍFERAS**. Caracas, Venezuela. Editado por Fuvines.

Mendoza, V. (2000). **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO GUAYANA EN VENEZUELA (Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SURAMERICANO)**. Ciudad Bolívar.

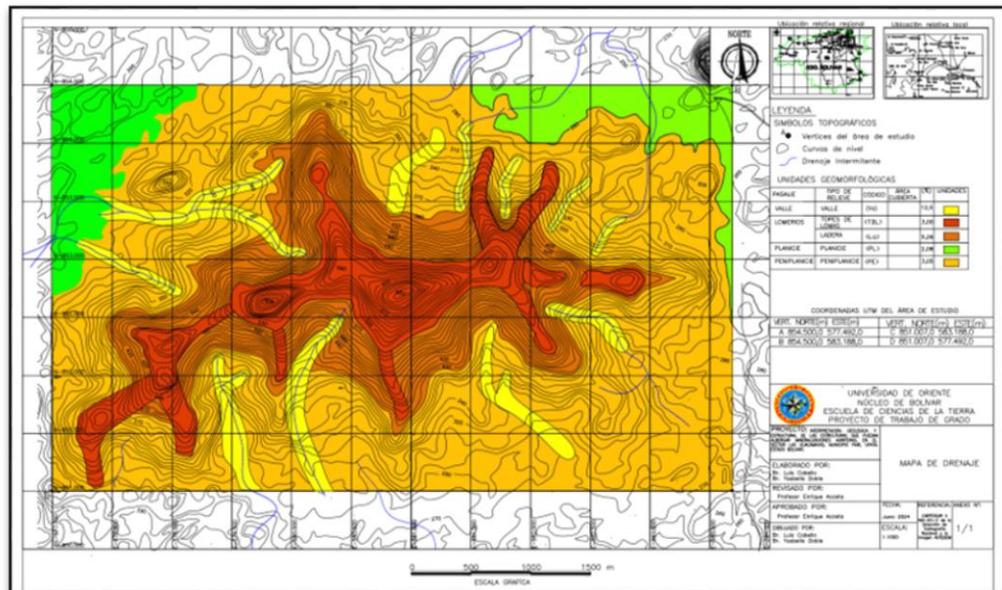
PDVSA-Intevep (1997) **CÓDIGO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA (CGV)** [<http://www.pdvsa.com/lexico/excursio/exc-gp90.htm>]

Weather Spark (2016) **EL CLIMA Y EL TIEMPO PROMEDIO EN TODO EL AÑO EN UPATA** [<https://es.weatherspark.com/y/28533/Clima-promedio-en-Upata-Venezuela-durante-todo-el-a%C3%B1o>]

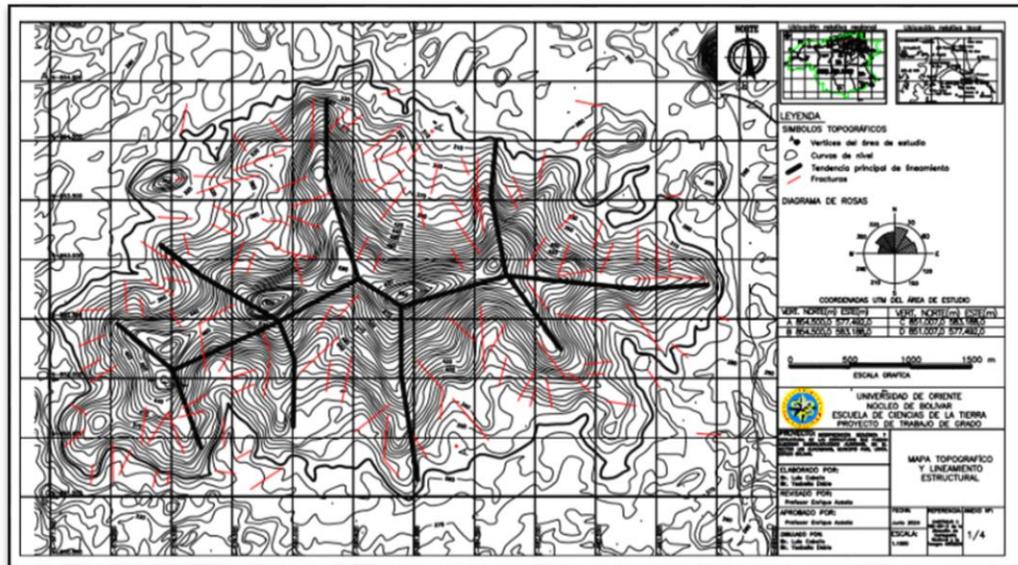
# ANEXOS



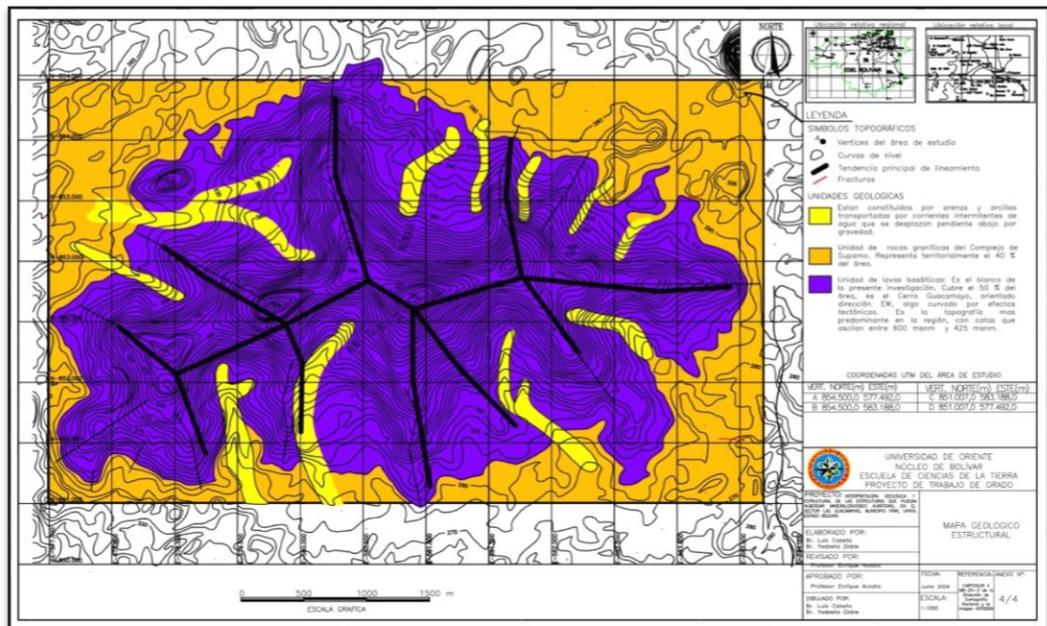
Anexo 1. Mapa base topográfico de la zona de estudio.



Anexo 2. Mapa geomorfológico deducido a partir de la interpretación de la Imagen satelital Asterdem ASTGTM2NO7W63 a escala 1:250.000 año 2011 y del mapa topográfico.



**Anexo 3. Mapa de lineamientos deducido a partir de la Imagen satelital Asterdem ASTGTM2NO7W63 a escala 1:250.000 año 2011 y del mapa topográfico.**



**Anexo 4. Mapa geológico-estructural deducido a partir de la Imagen satelital Asterdem ASTGTM2NO7W63 a escala 1:250.000 año 2011 y del mapa litológico.**

# APÉNDICES

# APÉNDICE A

**Medición de rumbos de las fracturas identificadas en el mapa de lineamientos  
del Cerro Guacamayo**

Nro	NE	NW	AZ
1		N27W	333
2	N45E		45
3	N14E		14
4	N6E		6
5	N45E		45
6	N29E		29
7	N40E		40
8	N 0		0
9	N14E		14
10		N15W	345
11	N30E		30
12	N72E		72
13	N65E		65
14	N72E		72
15	N56E		56
16		N11W	349
17	N61E		61
18		N21E	339
19	N32E		32
20	N 0		0
21	N47E		47
22		N57W	303
23	N55E		55
24	N50E		50
25	N60E		60
26	N68E		68
27	N84E		84
28		N0	0
29		N0	0
30		N30W	330
31		N58W	302
32		N81W	279
33		N56W	304
34		N18W	342
35		N86W	274
36	N18E		18

37	N20E		20
38		N59W	301
39		N15W	345
40		N68W	292
41		N11W	349
42		N68W	292
43		N76W	284
44		N70W	290
45		N60W	300
46		N62W	298
47	N66E		66
48	N88E		88
49	N89E		89
50	N87E		87
51	N66E		66
52	N61E		61
53		N33W	327
54		N40W	320
55	N10E		10
56	N33E		33
57	N43E		43
58		N5W	355
59	N23E		23
60	N22E		22
61		N7W	353
62	N33E		33
63	N50E		50
64	N85E		85
65	N50E		50
66	N63E		63
67	N37E		37
68	N10E		10
69	N12E		12
70		N38E	322
71	N0		0
72		N37W	323
73		N25W	335
74		N42W	318

75		N3W	357
76	N26E		26
77	N15E		15
78	N33E		33
79	N17E		17
80		N13W	347
81		N38W	322
82		N45W	315
83		N78W	282
84	N82E		82
85	N82E		82
86		N42W	318
87		N83W	277
88		N32W	328
89		N36W	324
90	N88E		88
91	N0		0
92	N0		0
93	N0		0
94	N22E		22
95	N18E		18
96	N73E		73
97	N23E		23
98	N34E		34
99	N40E		40
100	N10E		10
101		N17W	343
102		N26W	334
103		N28W	332
104		N37W	323
105		N14W	346
106	N12E		12
107		N36W	324
108		N12W	348
109	N17E		17
110	N73E		73
111	N73E		73
112		N53W	307

113		N60W	300
114		N87W	273
115	N73E		73
116		N53W	307
117		N27W	333
118	N85E		85
119		N72W	288
120	N58E		58
121		N34W	326
122	N59E		59
123	N70E		70
124		N8W	352
125		N74W	286
126	N0		0
127	N20E		20
128	N22E		22
129		N8W	352
130	N5E		5

**Apéndice A Mediciones de lineamientos interpretados en la Imagen satelital Asterdem ASTGTM2NO7W63 a escala 1:250.000 año 2011.**

## **METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO-1/6:**

<b>TÍTULO</b>	Interpretación geológica y estructural de las estructuras que puedan albergar mineralizaciones auríferas, en el sector Cerro Guacamayo, Municipio Piar, Umeta. Estado Bolívar,
---------------	--

### **AUTOR (ES):**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>CÓDIGO ORCID / E MAIL</b>
Cabello Campos Luis Felipe	<b>ORCID:</b> <b>E MAIL:</b> <b>luisfelipecabellocampo@gmail.com</b>
Doble Casañas Ysabella de Jesús Maria	<b>ORCID:</b> <b>E MAIL:ysabellad.15@gmail.com</b>

### **Palabras o frases claves:**

<b>interpretacion de imágenes</b>
<b>mapa geológico-estructural</b>
<b>estructuras geológicas</b>
<b>tendencia preferencial de fracturamiento</b>
<b>elemento oro</b>

## METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO-2/6

Área	Subárea
Departamento de Geología	Geología

### RESUMEN (ABSTRACT):

Este trabajo de grado estuvo orientado a la “interpretación geológica de las estructuras que puedan albergar mineralizaciones auríferas, en el Sector Cerro Guacamayo, municipio Piar, Uputa. Estado Bolívar“. El mencionado cerro se encuentra a 20 km aproximadamente al Noroeste de la población de Santa Barbara, abarcando una extensión aproximada de 1988 hectáreas. La metodología utilizada en la elaboración de este estudio consta de 4 fases: La primera es la fase de oficina, donde se recopiló información bibliográfica y cartográfica. La información cartográfica utilizada fueron la hoja de Catastro Minero Nacional 7739-II-SO y 7738-I-NO, a escala 1:25000, la hoja 7739 de San Lorenzo a escala 1:100.000 del año 1979, también se utilizó la ortoimagen de radar 7739-II perteneciente al proyecto Cartosur II a escala 1:50000 año 2005 resolución a color, la Imagen satelital Asterdem ASTGTM2NO7W63 a escala 1:250.000 año 2011 y las imágenes de satelital Landsat y Google Earth 2021. Las imágenes de satélite fueron procesadas mediante las herramientas tecnológicas Global Mapper 14.0 y Autocad; con la elaboración del mapa topográfico como resultado de esta primera Fase. La segunda fase fue la interpretación de varias imágenes de sensores y de satélites, a diferentes escalas, para la obtención de mapas temáticos preliminares de las estructuras geológicas, geomorfológicas, drenajes y el mapa geológico-estructural. También se interpretaron los lineamientos estadísticamente mediante el diagrama de rosas. Una vez recopilada y revisada toda la información bibliográfica se procedió a correlacionar estos datos con los resultados obtenidos mediante el procesamiento de las imágenes satelitales y comparar los contactos litológicos, lineamientos estructurales, la litología y la morfología del relieve observado para generar la cartografía geológica y los mapas definitivos. La tercera fase consistió en la construcción de los mapas Geológico-Estructural, Geomorfológico, lineamientos y drenajes. Por último una etapa final que consistió en el análisis y descripción de los mapas obtenidos para relacionarlos con las estructuras geológicas capaces de albergar mineralizaciones importantes de oro.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO-3/6**

**CONTRIBUIDORES:**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>ROL / CÓDIGO ORCID / E_MAIL</b>				
Enrique Luis Acosta	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU<sub>x</sub></b>	<b>JU</b>
	<b>ORCID:</b>				
	<b>E_MAIL</b>	Acosta.enrique176@gmail.com			
	<b>E_MAIL</b>				
Edixon Ramon Salazar	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU<sub>x</sub></b>
	<b>ORCID:</b>				
	<b>E_MAIL</b>	Edixonsal@gmail.com			
	<b>E_MAIL</b>				
Rosario Rivadulla	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU<sub>x</sub></b>
	<b>ORCID:</b>				
	<b>E_MAIL</b>	Udorivadulla@gmail.com			
	<b>E_MAIL</b>				

**FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:**

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>DÍA</b>
<b>2024</b>	<b>10</b>	<b>18</b>

**LENGUAJE. SPA**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO-4/6**

**ARCHIVO (S):**

<b>NOMBRE DE ARCHIVO</b>	<b>TIPO MIME</b>
<b>NBOTTG_FCKY2024</b>	<b>. MS.word</b>

**ALCANCE**

**ESPACIAL:** Cerro Guacamayo, Upata, Estado Bolívar, Venezuela

**TEMPORAL:** un (1) año.

**TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

Geólogo

**NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

Pregrado

**ÁREA DE ESTUDIO:**

Departamento de Geología

**INSTITUCIÓN:**

Universidad de Oriente

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO-5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

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

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC 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.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
SISTEMA DE BIBLIOTECA  
RECIBIDO POR *Ragley*  
FECHA *5/8/09* HORA *5:20*

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

*Juan A. Bolaños Cury*  
JUAN A. BOLAÑOS CURY  
Secretario



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

JABC/YOC/maruja

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

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO-6/6**

**DERECHOS**

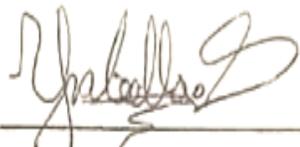
**De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado (Vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009)**

**“Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo, quien lo participara al Consejo Universitario para su autorización “**



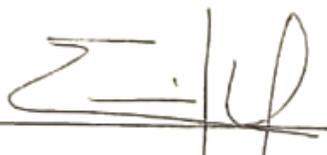
---

**Br Luis Felipe Cabello Campos  
AUTOR**



---

**Br. Doble Casañas Ysabella de Jesús M  
AUTORA**



---

**Enrique Luis Acosta  
TUTOR**