

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



**CARACTERIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS Y LITOLOGÍAS  
ASOCIADAS A LAS MINERALIZACIONES Au-Cu EN EL  
DISTRITO MINERO LAS CLARITAS-KM 88 MEDIANTE LA  
INTERPRETACIÓN SATELITAL Y REVISIÓN DE TRABAJOS  
DE CAMPO. MUNICIPIO SIFONTES. ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE GRADO  
PRESENTADO POR LOS  
BACHILLERES FRENESIS  
GABRIELA ALCANTARA  
BACA Y LUIS HERNÁN  
VALLES HENNIG PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE  
GEÓLOGO**

**CIUDAD BOLÍVAR AGOSTO DE 2022**

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



ACTA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado, titulado "Caracterización de las estructuras y litologías asociadas a las mineralizaciones Au-Cu en el Distrito Minero Las Claritas-Km 88 mediante la interpretación satelital y revisión de trabajos de campo. Municipio Sifontes. Estado Bolívar", presentado por los bachilleres, Frenesis Gabriela Alcantara Baca titular de la cedula de identidad N° V-25.493.900 y Luis Hernán Valles Hennig, titular de la cedula de identidad N° V-26.225.000, como requisito parcial para optar al título de Geólogo, ha sido APROBADO de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:

Firma:

Profesor Enrique Acosta  
(Asesor)

Prof. JOSE SIMON GONZALEZ  
(Jurado)

Prof. Francisco Monteverde  
(Jurado)

Profesora Rosalva Rivas  
Jefe de Departamento de Geología



Profesor Francisco Monteverde  
Director de Escuela de Ciencias de la Tierra



En Ciudad Bolívar a los 27 días del mes de octubre 2023.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitirme tener la fortuna de celebrar este logro, con las personas más importantes.

A mis padres Luis Valles y Eukaris Hennig, por ser la motivación de mi vida, mi orgullo, solo ustedes saben lo importante y duro que ha sido para mí llegar hasta este momento en el que estoy a punto de culminar una etapa importante en mi vida, para iniciar otra.

A mis hermanos Hernán Valles, Karelis Valles y Eriannys Valles, ya que son la razón de poder sentirme tan orgulloso de culminar mi meta, les agradezco por siempre confiar en mí.

Y sin dejar a un lado le dedico esto a toda mi familia en especial a mis abuelos, tíos y primos, gracias por siempre estar presentes en cada momento especial e importante de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

A mi novia Maria Fernández por brindarme todo su apoyo, amor y por estar en esos momentos buenos y malos.

A los amigos que me regalo la UDO con los que compartí momentos tanto en la universidad como fuera de ella. Gracias Yamil La Cruz y Ali Douglas siempre estarán presentes.

**Valles, Luis**

## **DEDICATORIA**

Dedico principalmente el resultado de este trabajo a Dios, por darme la oportunidad de culminar esta meta.

A mi madre María por su gran amor paciencia y esfuerzo gracias a ella eh llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. Gracias por ser mi ejemplo de empeño y dedicación.

Dedico de manera especial a mi papa Roberto Alcantara que está en el cielo que en vida puso toda su confianza en mí por su apoyo constante, por llenar mi vida con sus valiosos consejos.

A mi hija Nathalia quien me impulsa a ser mejor cada día y ser mi mayor motivación

A mi esposo por haber sido mi apoyo ir de la mano conmigo a lo largo de toda mi carrera universitaria.

Sin dejar a un lado a mi familia y amigos que me apoyaron y me motivaron siempre en mi carrera para seguir adelante.

Para ustedes.

**Alcantara, Frenesis**

## **AGRADECIMIENTO**

Primero agradecer a Dios por ser mi guía, a mi familia, a mis padres Luis Valles y Eukaris hennig, por ser un apoyo incondicional en las buenas y en las malas, por brindarme su mano en cada tropiezo que he dado, por estar allí conmigo y por los principios y valores que han inculcado en mí.

Agradecido también a mi compañera Frenesis Alcantara. Que más q eso es una amiga. Gracias por brindarme tu compañía en esta experiencia. A todas y cada una de las personas que desean verme culminar mi éxito.

A mi tutor Enrique Acosta por brindarme su colaboración en esta investigación. Y a aquellos profesores que de buenas manera tuve su atención y enseñanzas lo cual fueron de gran utilidad para mis conocimientos.

A la universidad de Oriente núcleo Bolívar, por darme la formación tanto profesional como personal. Por ser una Institución con un personal incansable para instruir académicamente a cada alumno. Orgulloso de ser Udista por todo esto nuevamente gracias.

**Valles, Luis**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por ser mi guía y darme sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas y a mi madre por sus valores y principios que ha inculcado en mí. Gracias por ser mi inspiración apoyo y fortaleza.

A mi esposo y a mi hija por su comprensión y apoyo me ayudaron alcanzar mis objetivos. Les agradezco. Y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia.

A mi compañero Luis Valles, gracias por compartir conmigo este trabajo y por toda las experiencias y conocimientos que obtuvimos juntos en esta carrera.

Quiero agradecer a nuestro tutor de tesis profesor Enrique Acosta por brindarnos su colaboración durante todo este proceso, que en base a su experiencia y conocimiento, nos permitió realizar el desarrollo de este trabajo.

A la Universidad de oriente por ser la sede de todo el conocimiento adquirido en estos años y por formarme como profesional. A los profesores gracias por su dedicación y enseñanzas.

**Alcantara, Frenesis**

## RESUMEN

Se realizó una caracterización de las estructuras y litologías asociadas a las mineralizaciones de Au-Cu en el Distrito minero de Las Claritas-Km 88. El motivo de esta caracterización es dar a conocer el potencial auro-cuprífero de la zona. La metodología utilizada para la elaboración de este estudio consta básicamente de cuatro (4) etapas. La primera fue la etapa de oficina, la cual consistió en la recopilación de información bibliográfica y cartográfica y del área de estudio. La información bibliográfica consultada más resaltante fueron los informes inéditos de las compañías transnacionales CRISTALLEX INTERNACIONAL Y MINCA. La información cartográfica recolectada fue la imagen de radar NB-20-8, a escala 1:250.000, correspondiente al tramo km 67-km 90, la imagen del software Google Earth 2016, la Imagen “COPENICUS” de la NASA, También se revisó el mapa geológico de Venezuela, hoja 1 de 2, año 2006, a escala 1:750.000. La segunda etapa fue la interpretación y procesamiento de las imágenes satelitales, de manera manual, aplicando técnicas de interpretación y agrupándolas de acuerdo a su brillo, color, drenaje, textura. De esta manera se obtuvieron los mapas temáticos en borrador de drenaje, lineamientos, geomorfológicos y de unidades litológicas. La tercera etapa fue de procesamiento de los datos, donde se afinaron las interpretaciones previas y corrigieron errores, haciendo comparaciones con los estudios inéditos previos. Una vez que se llegó a una conformidad con los mapas temáticos fueron enviados a la mesa de dibujo, donde se procesaron las imágenes con las herramientas modernas ArcGIS, Global Mapper y Surfer. El producto final de esta etapa fue la integración del mapa geológico y estructural del área y la revisión de la potencialidad auro-cuprífera, basada en informaciones inéditas de perforaciones. La cuarta etapa fue la redacción del informe final. Desde el punto de vista geológico, el área correspondiente al Distrito minero Las Claritas-Km 88 está enmarcado en el contexto de los Cinturones de Rocas Verdes (CRV) y granitos asociados. A partir de las interpretaciones satelitales y la información disponible, se deduce que hay una relación entre los esfuerzos y las estructuras mineralizadas Au-Cu en el distrito minero; específicamente la mineralización es paralela a la foliación y esto permitió diferenciar 3 áreas principales de mineralización: El área de Conductor (incluyendo cuatro muertos, el Potaso), Mesones-Sofía y el área de Morrocoy, que incluye el área de Cordova. También se identificaron 2 modelos de yacimientos. El primero y más importante es de tipo estratiforme, el cuales representan el 95 % del depósito, ubicado en los lugares denominados Conductor y Morrocoy/Cordova. El Segundo modelo de mineralización es de tipo hidrotermal, y representa el 5 %, determinado en los sitios de Mesones/Sofía. La potencialidad Auro-Cuprífera de la zona fue descrita por la Empresa CRISTALLEX, basada en perforaciones. En este informe se reportan unas reservas de Oro (probadas y probable) de 464.362 ton de Au, con un tenor promedio de 1.12 gr/ton; mientras que las reservas de Cobre se ubicaron en el orden de 316.683 ton, con un tenor promedio de 0.14 %.

## CONTENIDO

	Página
ACTA DE APROBACIÓN .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	v
RESUMEN.....	viii
CONTENIDO .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	xii
LISTA DE TABLAS .....	xiii
LISTA DE APÉNDICES .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> ii
LISTA DE ANEXOS.....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	2
CAPÍTULO I.....	4
SITUACIÓN A INVESTIGAR .....	4
1.1 Situación objeto de estudio .....	4
1.2 Objetivos de la investigación .....	5
1.2.1 Objetivo general.....	5
1.2.2 Objetivos específicos .....	5
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 del área de estudio.....	7
2.2 Acceso al área de estudio .....	8
2.3 Características físicos – naturales del área de estudio .....	9
2.4 Hidrografía .....	10
2.5 Vegetación.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.6. Suelos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.7 Geomorfología .....	12
2.8. Geología Regional.....	12
2.8.1 Provincia Geológica De Pastora (PP).....	14
2.8.2 Geología Estructural Regional.....	16
CAPÍTULO III.....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
3.1 Antecedentes de la investigación .....	18
3.2 Fundamentos teóricos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.2.1 Petrología .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>



5.2.2. Interpretación geomorfológica .....	46
5.3 Establecimiento de la composición mineralógica de los afloramientos, a través de ensayos petrográficos .....	47
5.4 Evaluar el potencial aurífero y de otros materiales de la zona.....	51
5.5 Generar el mapa geológico del área de estudio a escala 1:25.000, mediante la aplicación de software Arcgis 10.1.....	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
Conclusiones .....	56
Recomendaciones.....	58
REFERENCIAS.....	59
APÉNDICES.....	62
ANEXOS .....	75

## LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación de la zona de estudio (Google Earth, 2018).....	7
2.2 Boceto que muestra el acceso al área de estudio, usando la carretera asfaltada Troncal 10 y caminos de tierra.....	8
2.3 Mapa geológico generalizado del Escudo de Guayana destacando la Provincia Geológica de Imataca y su relación litotectónica con los Cratones de Sudamérica y África (Mendoza, V. 2000).....	14
2.4 Provincias geológicas del Escudo de Guayana (Mendoza, V. 2012).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
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). .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.1 Etapas de la metodología del trabajo. ....	32
4.2 Ubicación de áreas con cuarzo flotante, observados durante el reconocimiento del sector Norte del Fondo.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.4 Levantamiento geológico de un enjambre de vetillas de cuarzo, cerca del campamento base.....	34
4.5 Descripción macroscópica de las muestras de rocas recolectadas .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.1 Mapa base topográfico, con ubicación de estaciones geológicas correspondiente al Fondo Rabanal y zonas vecinas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.2 Interpretación geomorfológica y estructural del área correspondiente al Fondo Rabanal.....	47
5.3 La muestra M-13 se observa con nicoles cruzados (10X/4X) una textura granolepiblastica cataclástica, formada por cristales xenoblásticos de Plagioclasa (Pl) de tamaño medio bordeado por agregados de Cuarzo (Q) de tamaño fino y bandas de mica Muscovita (Ms), Epidota (Ep) y Biotita (Bi). ....	48
5.4 En la muestra M-14 se observa con nicoles cruzados (10X/2X) una textura granolepiblastica inequigranular, definida por cristales de Feldespato (Fk), bordeados por paquetes de Biotita (Bi) y cristales de Cuarzo (Q) fracturados...	49
5.5 En la muestra M-9 se observa con nicoles cruzados (10X/2X) una textura granonematoblastica, minerales mayormente xenoblástico a hipidioblastico formado por cristales alargados de Anfíbol (Anf) y Plagioclasa (Pl).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

5.6 Ubicación en las muestras para análisis del elemento Au, recolectadas en el Fundo Rabanal.....	¡Error! Marcador no definido.
5.7 Bloques de cuarzo expuestos sobre el terreno, sin orientación preferencial. ¡Error! Marcador no definido.	
5.8 Mapa geológico del Fundo Rabanal y zonas aledañas.....	55

## LISTA DE TABLAS

	Página
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	8
2.2 Parámetros climatológicos, periodo 1974-1985 (CVG Tecmin, 1989).....	9
2.3 Provincias Geológicas del Escudo de Guayana (Mendoza, V. 1977 en Mendoza, V. 2012).....	12
2.4 Periodos de Orogénesis en Venezuela durante el Precámbrico (Mendoza, V. 1977, en Mendoza, V. 2012 .....	13
5.1 Estaciones geológicas levantadas en el Fundo Rabanal y zonas aledañas.....	39
5.2 Mediciones estructurales levantadas en el Fundo Rabanal. ....	43
5.3 Porcentaje de abundancia de minerales observados en la muestra M-9. ....	49
5.4 Porcentaje de abundancia de minerales observados en la muestra M-14.....	50
5.5 Porcentaje de abundancia de minerales observados en la muestra M-9.....	51
5.6 Valores químicos de Au determinados en muestras del Fundo Rabanal.....	52

## **LISTA DE ANEXOS**

1 Mapa geológico-estructural del Distrito minero Las Claritas-km 88.  
Municipio Sifontes. Estado Bolívar

2 Mapa litológico y modelo de yacimientos del Distrito minero Las  
Claritas-Km 88.

## INTRODUCCIÓN

En el área del km 88 se descubrió oro por primera vez en 1910, y actualmente esta región es muy conocida por la ocurrencia de ese mineral y la gran cantidad de explotaciones mineras realizadas hasta la fecha, principalmente en la década de los años 1980-1990. Anterior a ésta fecha, sólo existió una actividad minera intermitente. La única explotación organizada fue la realizada por los ingleses en la mina Carabobo, desde 1934 hasta 1939. Se desconoce la cantidad de oro extraído en esa mina. Cristinas son cuatro parcelas contiguas que cubren una superficie total de 3.885,6 hectáreas. Se localizan en el SE del Estado Bolívar a, aproximadamente, 760 km al SE de Caracas. Las coordenadas geográficas aproximadas de su punto central son N 6°12' y W 61°29'. La frontera de la Zona en reclamación con Guyana está a unos 30 km al Este, mientras que la frontera con Brasil dista unos 250 km al Sur de Las Cristinas. Una parte del área ha sido explotada, dando como resultado la existencia de numerosos pozos, lagunas y grandes depósitos de colas. Las áreas intervenidas por los pequeños mineros son del orden de las 2.000 Ha

Las minas de Las Cristinas, por muchos años, se han explotadas con métodos rudimentarios, mediante técnicas hidráulicas y mecánicas de forma artesanal. Estos métodos tradicionales de extracción de manera desordenada han determinado el descubrimiento del mineral entre otros aspectos, el empobrecimiento de grandes yacimientos del Mineral en diferentes partes de la Región y han generado grandes daños irreversibles al ambiente, como la pérdida del recurso suelo, desvío de quebradas y deforestación indiscriminada, entre otros.

En el año 2002 se realizó una negociación entre las empresas CVG y Cristalex Internacional, con el fin de explorar y explotar los yacimientos auríferos de Las

Cristinas. Durante las perforaciones diamantinas profundas y análisis químicos de testigos, se concluyó que el yacimiento es polimetálico, con predominio de Au-Cu.

En el conocimiento de la fragilidad y sensibilidad que representa la biodiversidad que comprende el área global que ocupa o pretende ocupar las actividades conexas de la minería, se entiende que debe existir un desarrollo racional y lo más armónico posible, considerando la variable ambiental y sociocultural en la fase de explotación y procesamiento, teniendo como meta entre otras cosas la recuperación de las áreas afectadas, las medidas de prevención, mitigación, atenuación y/o supresión de los impactos negativos en función de su significación o trascendencia, tal como lo exige el ordenamiento legal ambiental vigente estado venezolano.

En el mismo orden de idea, el proyecto pretende reforzar y fortalecer, el Octavo Motor insertado en el Plan de Emergencia Económica auspiciado por el Ejecutivo Nacional, comprendido en el Plan Estratégico Arco Minero del Orinoco, coadyuvando en elevar la economía de Venezuela, como una alternativa a la economía petrolera.

La presente investigación está diseñada de la siguiente forma: Capítulo I: destaca la situación a investigar y los objetivos 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 Situación objeto de estudio

Tradicionalmente la minería de extracción de oro se ha concentrado en los distritos mineros de El Callao, el Kilómetro 88 y sectores aledaños, donde ha servido como actividad primordial para el sustento económico. La explotación del oro, a mediante monitores hidráulicos y huecos o barrancos excavados artesanalmente, de manera ilegal, y su exportación hacia Colombia y otros países.

Mediante sondeos diamantinos, la empresa Cristalex Internacional demostró que Las Cristinas es el yacimiento polimetálico auro-cupriferó (Au-Cu) más grandes de Sudamérica, ubicado al sureste de Venezuela, en el Km. 88 del Estado Bolívar. Se estima que contiene 323 millones de toneladas de mineral, de los cuales los depósitos Conductora y Cuatro Muerto contienen 286 millones de toneladas con una ley de 1,13 g/t de oro y 0,14% de cobre, y los depósitos Mesones y Sofía 37,2 millones de toneladas con una ley de 1,07 g/t de oro y 0,35% de cobre (Mendoza, V.2012).

En el presente estudio se combina la interpretación de imágenes satelitales modernas con información inédita de las empresas transnacionales Cristalex Internacional y Minca; con el fin de actualizar la información geológica-metalogénica.

Es por todo esto que necesitamos conocer las características y el comportamiento de las estructuras asociadas a las mineralizaciones en el área de estudio a partir de la información obtenida de sondeos ya realizados.

Aunado a esto se realizará esta interpretación geológica-estructural, para fomentar la creación de una potencial mina a cielo abierto, inicialmente o subterránea.

El estudio consiste en realizar una interpretación litológica y de las estructuras presentes apoyadas con información inédita de las empresas CRISTALLEX Y MINCA, para observar el comportamiento de las estructura en profundidad. La interpretación se realizará a partir de la información obtenida de sondeos exploratorios previos. También se desprende que este trabajo de investigación sirva de base a futuro para realizar el modelo geológico del distrito minero.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Caracterizar las estructuras y litologías asociadas a las mineralizaciones Au-Cu en el distrito minero Las Claritas-Km 88 mediante la interpretación satelital y revisión de trabajos de campo. Municipio Sifontes. Estado Bolívar.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Interpretar el drenaje y cauces principales el área de estudio, aplicando técnicas de interpretación de sensores remotos.

2. Materializar en un mapa, la interpretación de las unidades geomorfológicas presentes en el área de estudio.
3. Determinar la geología estructural de la zona, mediante la interpretación de lineamientos, complementado con mediciones de trabajos previos de campo.
4. Generar el mapa geológico-estructural del área de estudio a escala 1:100.000, mediante la aplicación de software ArcGis 2015, indicando los sitios de actividad minera activa.
5. Revisar los potenciales auríferos y cupríferos de la zona, a través de información recolectada de los sondeos diamantinos previos y el modelo de yacimiento.

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

El proyecto surge por la necesidad de establecer las relaciones litológicas y estructurales de los depósitos auríferos y cupríferos ubicados en el Distrito Minero Las Claritas-Km 88. con miras a apoyar el denominado ARCO MINERO ORINOCO, para el aprovechamiento del material aurífero, apegado a métodos y normas técnicas de vanguardia, de manera organizada y efectiva, armonizando las técnicas de extracción a cielo abierto, con la conservación del ambiente.

Este proyecto de investigación realizará un estudio que comprende el análisis estructural y litológico, mediante la interpretación de lineamientos en la imagen satelital, soportada por información inédita de empresas transnacionales, ya sean datos estructurales o muestras de rocas de tal forma que tengamos la suficiente

información que procesada, nos permita tener una idea clara sobre la relación de la mineralización con el marco estructural y litológico.

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

Esta investigación permitió obtener la caracterización litológica y estructural, con resultados que proporcionen una visión global de la zona, donde se ha practicado a lo largo del tiempo explotaciones auríferas de manera artesanal. La información recolectada generará parámetros de importancia para estudios posteriores. Por otra parte los estudios de sensores, ayudaran a encontrar las relaciones entre las mineralizaciones de Au-Cu, las litologías y las estructuras geológicas.

Este estudio pretende proporcionar información geológica orientada hacia la ubicación de las estructuras necesarias para la existencia de Au-Cu en el terreno en estudio. El primer parámetro a revisar es la litología. El segundo parámetro a revisar es la existencia de una zona orientada, donde se emplazaron las mineralizaciones.

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

En la ejecución de esta investigación, encontramos restricciones que impidieron el normal desarrollo del proyecto, en las cuales podemos citar las siguientes:

- 1 Limitada información bibliográfica sobre la zona, debido a que la información sobre perforaciones y cálculos de reservas pertenece a empresas transnacionales.

- 2 Peligro para entrar a la zona de estudio, a verificar la interpretación debido a la presencia de bandas armadas lo cual dificulta realizar trabajos.

## CAPÍTULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

Las Cristinas se localizan al Sureste de Venezuela, en el estado Bolívar, Municipio Sifontes, a 670 de Caracas y a 370 km por carretera asfaltada al sur-sureste de la ciudad de Puerto Ordaz (Figura 2.1).



Figura 2.1 Ubicación de la zona de estudio (Google Earth, 2018).

A continuación se exponen las coordenadas U.T.M de los vértices de la poligonal cerrada que comprende la zona de estudio, según sistema de proyección UTM. Datum horizontal, red geocéntrica de Venezuela (Regven-elipsoide WGS84) huso 20 (Tabla 2.1).

### 2.1 Ubicación en coordenadas U.T.M del área de estudio.

Coordenadas UTM DATUM REGVEN del área de estudio		
A	ESTE	NORTE
B	660.000	690.500
C	680600	690.500
D	670.300	670.900
A	660.000	680.000
Área: 23 km <sup>2</sup>		

### 2.2 Acceso al área de estudio

El acceso se logra a través de la carretera asfaltada Troncal 10, que une a Puerto Ordaz, con la Republica de Brasil y caminos secundarios a los diferentes centros mineros. Así mismo se tiene accesibilidad a la zona por vía fluvial a través del Río Cuyuní. Por ultimo también se puede acceder por vía aérea, mediante helicópteros pequeños, los cuales pueden aterrizar en claros y helipuertos construidos para tal fin.

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

La información climatológica suministrada a continuación se procesó a partir de los datos obtenidos de la estación meteorológica privada de “Las Claritas”, propiedad de la Empresa Cristallex Internacional, 2007.

### **2.3.1 Temperatura**

El clima de Las Cristinas es tropical y húmedo, con una estación seca y una lluviosa. El promedio de temperatura anual alcanza los 26.3°C, con un pico en los meses de marzo y septiembre de 25.7°C. En febrero y Julio la temperatura alcanza los valores mínimos de 24.3°C y 24.5°C respectivamente. Estas variaciones climáticas son el resultado de fluctuaciones locales de la zona de convergencia inter-tropical (ZCI) durante el año, entre el solsticio de verano e invierno. La interacción atmosférica en la zona causa circulación de vientos de dirección nor-este.

### **2.3.2 Precipitación**

La precipitación de este clima tropical muestra que son principalmente eventos de corta duración, de pocas horas. La data obtenida en la estación privada “las Cristinas” entre 1992 y 2000 y desde diciembre de 2003 hasta el presente, indican que el área del proyecto en verano (más bajo que el promedio mensual es de 273 mm) que se extiende desde enero a abril y la estación de invierno (alto promedio de lluvia) que se extiende desde mayo a septiembre con un período de transición entre octubre y

diciembre. El área recibe una precipitación promedio anual de 3283 mm. El promedio mensual Máximo es de 454.8 mm y 437.8 mm en junio y julio respectivamente; y un mínimo de 76.6 mm y 120.1 mm en marzo y abril respectivamente.

### **2.3.3 Evaporación**

El porcentaje promedio regional de evaporación es equivalente a 58 % de la precipitación anual. Este resultado es una estimación del promedio anual de evaporación en Las Cristinas.

### **2.3.4 Humedad relativa**

El promedio anual de humedad relativa en este sitio es 81%, con un Máximo en junio, Julio y Agosto (84%) y el mínimo en abril y octubre (78.2% y 75.6% respectivamente).

### **2.3.5 Viento**

El promedio de la velocidad del viento es consistente a lo largo del año y es de 0.90 m/s. La categoría del viento entre 0.5 – 2.1m/s raramente es excedida.

## **2.4 Hidrografía**

El área de estudio está constituida fundamentalmente por la cuenca media del río Cuyuní y por la subcuenca del río Venamo (CVG Tecmin, 1987).

Cuenca media del río Cuyuní: el curso principal de esta cuenca tiene una orientación Oeste-Nor-Este y es alimentado por los ríos Venamo, Aponguau, Botanamo y Marwany (CVG Tecmin, 1987).

Subcuenca del río Venamo: está formada por el río Venamo y sus afluentes principales, los ríos Aponguau y Paripi, así como las quebradas Tunapán y Margarita (CVG Tecmin, 1987).

## **2.5 Vegetación**

La vegetación primaria es la típica del bosque tropical lluvioso, con su dosel a 30 m sobre el terreno. El suelo del bosque es relativamente abierto. La vegetación secundaria, consiste en matorrales, arbustos, enredaderas y varios tipos de pasto.

Desde el punto de vista bioclimático, el área se caracteriza por estar enmarcada dentro de la zona de vida correspondiente al Bosque Seco Tropical bajo este contexto. La zona agrupa en líneas generales bosques medios de cobertura uniforme pudiéndose diferenciar tres (3) formaciones vegetales consideradas como bosques

primarios; ellos son: bosques altos medios, bosques medios – medios y bosques medios – medios con emergentes (CVG Tecmin, 1987).

En general, el bosque se caracteriza por una exuberante vegetación que se refleja en la altura que alcanzan los árboles dominantes (20 metros), cuyos diámetros en algunos casos exceden los 60 cm. Los individuos arbóreos poseen en general fustes rectos, lisos y cilíndricos que ramifican a gran altura, predominando las especies de hojas angostas y semidecídúos (CVG Tecmin, 1987).

Asimismo, en el área puede observarse evidencias de intervención, originada a partir de tres causas: por extracción de material aurífero a pequeña y gran escala, por agricultura migratoria (conucos) y permanente; y por aprovechamiento de madera (CVG Tecmin, 1987).

## **2.6 Suelos**

Los estudios realizados por CVG-Edelca C.A (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 Tecmin, 1987).

Localmente los suelos son de origen residual derivados de la meteorización de rocas ígneas, particularmente andesitas y lavas, su textura es comúnmente arcillosa, mezclada con bloques subangulosos de cuarzo y rocas altamente meteorizadas, en

algunas partes se encuentran suelos compuestos por materiales no consolidados de naturaleza coluvio – aluvial (CVG Tecmin, 1987).

## **2.7 Geomorfología**

El relieve del área está caracterizado, casi en su totalidad por paisajes de Peniplanicies y Lomerío (CVG – Tecmin, 1987), sobre rocas ígneo-metamórficas, pequeñas áreas montañosas de mayor elevación, 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.

Los Lomeríos originados a partir de rocas meta-sedimentarias y meta-volcánicas de la Formación Yuruari, son los que presentan generalmente las menores elevaciones (lomas bajas) con cotas de 200 m.s.n.m y desniveles entre el tope y la base de 60 m; han sufrido severos procesos erosivos (CVG Tecmin, 1989).

## **2.8 Geología Regional**

El área de estudio está ubicada dentro del escudo Guayanés, el cual está relacionado con el Escudo Brasileño o Amazonia que hasta ahora se ha definido con la estructura geológica más antigua de Suramérica.

En Venezuela el escudo Guayanés ha sido dividido en cuatro Provincias Geológicas (Tabla 2.2).

Tabla 2.1 Provincias Geológicas del Escudo de Guayana (Mendoza, V. 1977).

<b>Según Menéndez (1968)</b>	<b>Según Mendoza (1977)</b>
Provincia Geológica de Imataca	Provincia Geológica Bolívar
Provincia Geológica de Pastora	Provincia Geológica Esequivo
Provincia Geológica de Roraima	Provincia Geológica Canaima
Provincia Geológica Cuchivero	Provincia Geológica Amazonas

### **2.8.1 Provincia Geológica de Pastora (PP)**

De las 4 provincias antes señaladas, el área de estudio está ubicada completamente en la 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) (Figura 2.2).

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 TTG o granitos sódicos, como el Complejo granítico de Supamo (Mendoza, V. 2012).

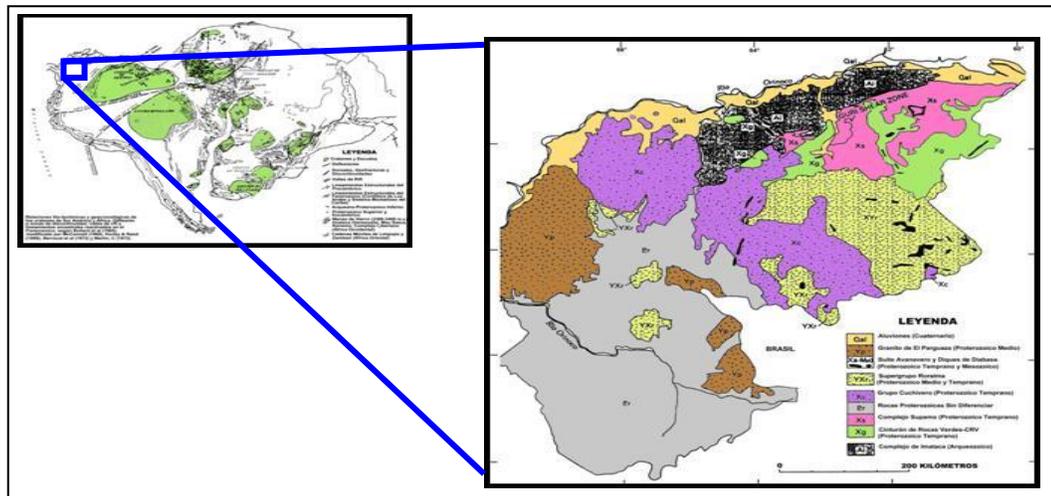


Figura 2.3 Mapa geológico generalizado del Escudo de Guayana destacando la Provincia Geológica de Pastora y su relación litotectónica con los Cratones de Sudamérica y África (Mendoza, V. 2000).

Menéndez, A. (1972) definió al CRV de Guasipati-El Callao formado por el “Supergrupo” Pastora, y por la “Formación Yuruari” suprayacente al “Grupo Carichapo”. 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).

Toda la secuencia está intrusionada por granitos potásicos o “sensu estricto”, dioritas y rocas gabroides con escasos y no bien definidos complejos máficos-ultramáficos, ofiolíticos o no, tipo Yuruan-Uroy, e intrusiones de diques anulares como Nuria y sills de diabasas y rocas asociadas norítico-gabroides con algo de cuarzo (Mendoza, V. 2012).

## 2.9 Geología Local

Las Cristinas está situada al oeste de Venezuela. Desde el punto de vista geológico, se ubica en terrenos graníticos-rocas verdes del proterozoico. La estratigrafía consiste en rocas metavolcánicas y metasedimentarias del Proterozoico bajo, con buzamiento al oeste (Figura 2.4).

La mineralización de Las Cristinas ésta relacionada a rocas volcánicas de composición máficas a intermedias.



Figura 2.4 Geología local del área de estudio (Mapa geológico de Venezuela, 2006, hoja 2, modificada para este estudio).

Diversos tipos de rocas intrusionan al conjunto estratigráfico, postulándose contemporáneas de carácter comagmáticos, con los niveles volcánicos. Una de las unidades intrusivas más prominentes es una brecha con turmalina. La brecha turmalina intrusiva contiene clastos de composición intermedia a félsica volcánica y posiblemente roca intrusivas entre parcial y totalmente reemplazadas por turmalina y cuarzo. La matriz de la brecha de turmalina intrusiva está compuesta por sílice masiva, turmalina de grano muy fino y minerales sulfurosos. Tanto el oro como el cobre están asociados con estas brechas. Los diques de composición aplítica a monzonítica están asociados espacialmente con estas brechas (Mendoza, V. 2005).

En la base de la secuencia estratigráfica se reconoce una intrusión diorítica sin volcánica. Esta intrusión generalmente es masiva con poco desarrollo y foliación. Dentro de este tipo de roca se han identificados concentraciones de oro y cobre. Los diques gabroides a dioríticos del Proterozoico en el área tiene una tendencia noreste y noroeste en una patrón conjugado y parecen haber intrusionado a lo largo de las estructuras post mineralizadas, generalmente, estos diques son estériles (Mendoza, V. 2005).

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Antecedentes de la investigación**

Los trabajos de carácter regional de mayor relevancia para el área investigada son los de Benaim, N. 1987; J.C. Wynn, D. P. Cox y otros, 1993; Sidder y Mendoza, V. 1995. El sector objeto de estudio posee un lugar importante para la actividad minera desde las primeras décadas del siglo XX, lo cual ha posibilitado que se hallan ejecutado diversos trabajos geológicos por compañías extranjeras o nacionales, de los cuales casi su totalidad se desconocen los datos esenciales obtenidos.

En la década de 1990 las compañías Queenstake Resources Ltd. e inversiones Disoluc C.A. realizaron explotación de aluviones auríferos de las Cristinas

Venezuelan Goldfield realizó un proyecto geológico-geoquímico de superficie en una malla de muestreo de 200 m x50 m; en la totalidad del área de la concesión de Oro I, en la que se definieron algunas anomalías geoquímicas de oro y cobre.

Promiven (PMG) efectuó un estudio geológico del aluvión de la Quebrada Amarilla en una malla de muestreo de 200 m x 50 m; en la que evaluó los diferentes horizontes sedimentarios.

Queenstake de Venezuela presentó propuesta de proyecto para una mina de explotación de arena aurífera en la concesión de Bizkaitarra.

Seguidamente, Queenstake de Venezuela realizó una exploración geológico-geoquímico de suelos de la concesión Bizkaitarra en una malla de 200 m x 50 m.

En las parcelas IA-11 y IA-01 se han realizado trabajos de exploración, mediante perforaciones diamantinas en los años 1994-1995 (Crystallex) y 2004 (Minera MS). De la primera no se tiene resultados y de la segunda hay algunos resultados pero incompletos

INGEOMIN realizó estudios geólogo-geoquímicos (muestreo de suelo, rocas y reconocimiento geológico) en el sector Bizkaitarra en el año 2004, los cuales sirvieron de base para la realización de este trabajo

La empresa Crystallex (2007) anunció la actualización de recursos, con base en 13.500 m de perforaciones adicionales a las realizadas por Placer Dome, para 629 Mt con un tenor promedio de 1.03 g/t Au para un total de 20.76 Moz Au de recursos medidos e indicados más 393 Mt de menas con un tenor promedio de con 0.86 g/t Au de recursos inferidos, hasta una profundidad desde superficie de 500 m (Mendoza, V. 2012).

La Empresa Minca (CVG 30%, P.D. Venezuela 70%) evaluó, a partir del año 1992 más de 12 millones de onzas de oro, mediante una intensa campaña de perforación (más de 800 sondeos a diamante en una red de 35 m x 70 m) que

equivalen a más de 300 Mt con 1.18 g/t de Au, con una ley de corte de 0.6 g/t Au, y 0.14% de Cu (Mendoza, V. 2012).

No conocemos datos posteriores de perforaciones, reservas y tenores, durante la Administración Directa y contratada de la CVG en los años 1997-2008.

### **3.2 Definición de términos básicos**

En esta sección se describen todos los conceptos técnicos que permiten la comprensión de la situación en estudio, para ello es necesaria una consulta bibliográfica que permita definir procedimientos para llevar a cabo de manera sistemática la investigación.

#### **3.2.1 Aluvión**

Sedimento no consolidado depositado por un río (Tarbuck, E, Lutgen, F. 2008).

#### **3.2.2 Enriquecimiento secundario**

Concentración, por procesos de meteorización, de cantidades mínimas de metales que están dispersos en la roca no meteorizada en concentraciones valiosas desde el punto de vista económico (Tarbuck, E, Lutgen, F. 2008).

### **3.2.3 Pórfido**

Roca ígnea de textura porfídica (Tarbuck, E, Lutgen, F. 2008).

### **3.2.4 Pirita**

Es un mineral del grupo de los sulfuros cuya fórmula química es  $\text{FeS}_2$  (tiene un 53,4% de azufre y un 46,4% de hierro). Frecuentemente maciza, granular fina, reniforme, globular, de forma cúbica, color amarillo latón, brillo metálico, dureza de 6 a 6,5, raya verde negruzca y fractura concoidea a irregular. (C.V.G. MINERVEN, 2006).

### **3.2.5 Oro**

Es un elemento químico de número atómico 79 situados en el grupo 11 de la tabla periódica. Su símbolo es Au (del latín Aurum). Es un metal de transición blanda, brillante, amarilla, pesada, maleable, dúctil (trivalente y univalente) que no reacciona con la mayoría de productos químicos, pero es sensible al cloro y al agua regia. El metal se encuentra normalmente en estado puro y en forma de pepitas y depósitos aluviales y es uno de los metales tradicionalmente empleados para acuñar monedas; se utiliza en la joyería, la industria y la electrónica. Es considerado por algunos como el elemento más bello de todos y es el metal más maleable y dúctil que se conoce. Una onza (28,35 g) de oro puede moldearse en una lámina que cubra  $28\text{m}^2$ . (C.V.G. MINERVEN, 2006).

### **3.2.6 Meteorización**

Desintegración y descomposición de una roca en la superficie terrestre o en un lugar próximo a ella (Tarbuck, E, Lutgen, F. 2008).

### **3.2.7 Pedolito**

Roca descompuesta en superficie debido a los agentes atmosféricos y que se transforman en suelos (Tarbuck, E, Lutgen, F. 2008).

### **3.2.8 Saprolita**

Es el producto final de la meteorización in situ, en la que se conserva la estructura rocosa, aunque la composición de la roca matriz se haya alterado y tenga menos resistencia que la roca sana. (C.V.G. MINERVEN, 2006) (Figura 3.1).

### **3.2.9 Cobre**

Metal de color rojizo pardo, brillante, maleable y dúctil. Numero atómico 29 y símbolo químico Cu (Tarbuck, E, Lutgen, F. 2008).

### **3.2.10 Los Depósitos de pórfidos de oro y de oro-cobre**

Se formaron en zonas de convergencia sobre zonas de subducción, en arcos de islas y en arcos magmáticos más preferentemente. La mineralización aurífera ocurre en y alrededor de los pórfidos, generalmente de composición diorítica a granodiorítica, emplazadas a niveles subvolcánicas en los CRV y comagmáticos y coevales con las rocas volcánicas andesíticas y dacíticas. Tales depósitos se

relacionan con fallas o alineamientos tectónicos regionales, paralelos a la antigua zona de subducción. Las Cristinas es interpretado como un depósito modelo pérfido de oro-cobre, similar en cierto modo a Omai, Valle Hondo. No obstante en Las Cristinas, más del 30% del oro está en vetas de hasta con 1 m de ancho y 10 ó más g/t Au. (Mendoza, V. 2005).

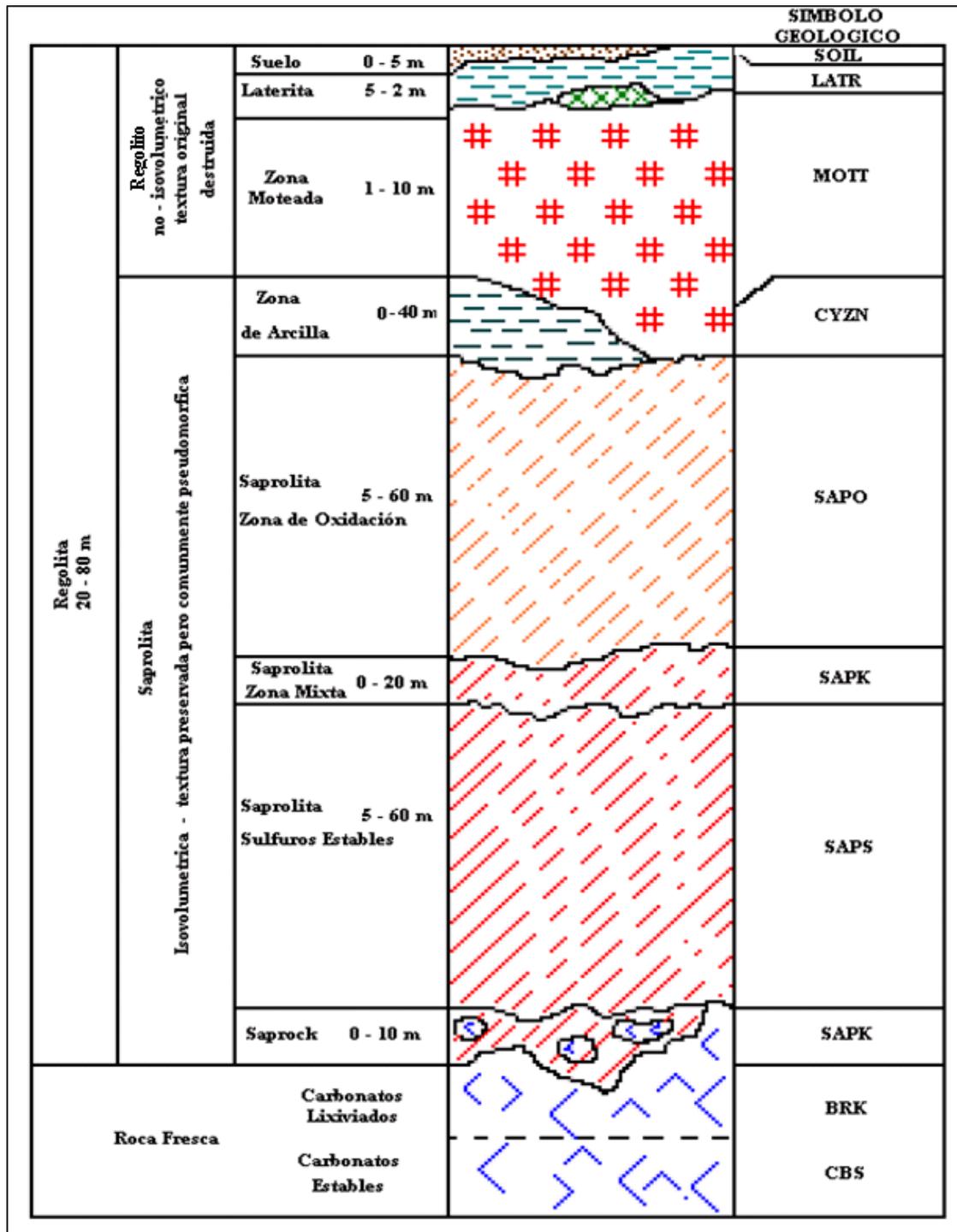


Figura 3.1 Perfil esquemático de meteorización en climas tropicales (Cristalex International, 2007).

### **3.2.11 Falla**

Plano de rotura de una masa rocosa a lo largo de la cual se produce movimiento (Tarbuck, E y Lutgen, F. 2008).

### **3.2.12 Falla de desplazamiento horizontal**

Falla a lo largo de la cual el movimiento es horizontal (Tarbuck, E, Lutgen, F. 2008).

### **3.2.13 Foliación**

Termino para designar el ordenamiento lineal de las características texturales de una roca, es exhibida a menudo por las rocas metamórficas (Tarbuck, E, Lutgen, F. 2008).

### **3.2.14 Pliegue**

Capa o serie de capas dobladas que originalmente eran horizontales y después se deformaron (Tarbuck, E, Lutgen, F. 2008).

## **3.3 Fundamentos teóricos**

Son los elementos que ayudan a la comprensión del tema tratado

### 3.3.1 Pórfidos cupríferos

Los pórfidos cupríferos son la fuente principal de cobre, contribuyendo más de la mitad de todo el cobre de mina en el mundo, y también son una fuente importante de oro. Estos depósitos son la fuente más importante de molibdeno y renio, este último un elemento del grupo del platino asociado a la estructura cristalina de la molibdenita. Además, se recupera plata y otros metales, incluyendo tungsteno, estaño, plomo y zinc en algunas operaciones de pórfidos (Figura 3.2) (Universidad de Chile, Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Departamento de Geología, 2004).



Figura 3.2 Zonación por efectos supergénicos en un pórfido cuprífero: Gossan o sombrero de hierro en la parte superior (óxidos e hidróxidos de hierro), seguido en profundidad por una zona lixiviada (escaso contenido metálico), luego de una zona oxidada (minerales oxidados de cobre; crisocola, atacamita, malaquita), luego una zona de enriquecimiento supergénico (sulfuros secundarios; calcosina, covelina) y la zona primaria o hipógena en profundidad (sulfuros primarios; bornita, calcopirita, pirita) (Universidad de Chile, Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Departamento de Geología, 2004).

### **3.3.2 Marco tectónico**

Márgenes convergentes de placas y arcos magmáticos ligados a subducción.

Pórfidos Cu-Mo = Márgenes continentales activos

· Pórfidos Cu-Au = Arcos de islas

Pórfidos de Mo = Parte interna (lado del continente) de arcos magmáticos).

· Pórfidos de Sn-W = Tras-arco (Universidad de Chile, Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Departamento de Geología, 2004).

### **3.3.3 Minería de superficie**

La minería de superficie es el sector más amplio de la minería, y se utiliza para más del 60% de los materiales extraídos. Puede emplearse para cualquier material. Los distintos tipos de mina de superficie tienen diferentes nombres, y, por lo general, suelen estar asociados a determinados materiales extraídos (González de V, L. 2002).

Las minas a cielo abierto suelen ser de metales; en las explotaciones al descubierto se suele extraer carbón; las canteras suelen dedicarse a la extracción de materiales industriales y de construcción (González de V, L. 2002).

### **3.3.4 Minas a cielo abierto**

Son minas de superficie que adoptan la forma de grandes fosas en terraza, cada vez más profundas y anchas. Los ejemplos clásicos de minas a cielo abierto son las minas de diamantes de Sudáfrica, en las que se explotan las chimeneas de Kimberlitas, depósitos de mineral en forma cilíndrica que ascienden por la corteza terrestre. La extracción empieza con la perforación y voladura de la roca (Banco Central de Venezuela 2010).

### **3.3.5 Explotaciones al descubierto**

Las explotaciones al descubierto se emplean con frecuencia, aunque no siempre, para extraer carbón y lignito. En el Reino Unido se obtienen más de 10 millones de toneladas de carbón anuales en explotaciones al descubierto. La principal diferencia entre estas minas y las de cielo abierto es que el material de desecho extraído para descubrir la veta de carbón, en lugar de transportarse a zonas de vertido lejanas, se vuelve a dejar en la cavidad creada por la explotación reciente (Banco Central de Venezuela 2010).

### **3.3.6 Minas de placer**

La minería de placer implica la excavación de depósitos de aluvión poco compactos, como arena, grava, limo o arcilla. Los minerales valiosos se separan de los materiales de aluvión mediante un sistema de cribas y lavaderos.

Entre los minerales de placer figuran metales como el oro, el platino o el estaño y gemas como diamantes y rubíes (Banco Central de Venezuela 2010).

Los placeres son depósitos de partículas minerales mezcladas con arena o grava. Las minas de placer suelen estar situadas en los lechos de los ríos o en sus proximidades (Banco Central de Venezuela 2010).

### **3.3.7 Minería subterránea**

La minería subterránea se puede subdividir en minería de roca blanda y minería de roca dura. Los ingenieros de minas hablan de roca “blanda” cuando no exige el empleo de explosivos en el proceso de extracción. En otras palabras, las rocas blandas pueden cortarse con las herramientas que proporciona la tecnología moderna (Banco Central de Venezuela 2010).

### **3.3.8 Criterios para la interpretación visual**

Una de las principales ventajas del análisis visual sobre el digital es su capacidad para incorporar a la interpretación de la imagen criterios complejos (Chuvieco, E. 1990).

### **3.3.8.1 Brillo**

El brillo hace referencia a la intensidad de energía recibida por el sensor para una determinada banda del espectro. En un producto fotográfico, los píxeles con tonos oscuros indican aquellas áreas sobre las que el sensor detectó una débil radiancia, mientras las zonas claras son producto de una mayor intensidad (Chuvienco, E. 1990).

### **3.3.8.2 Color**

El color resulta un elemento básico en la interpretación visual de imágenes. Aquellas superficies con alta reflectividad en el azul y baja en el resto, aparecen con ese color, mientras ofrecen un tinte rojo si absorben las longitudes cortas y reflejan las largas (Chuvienco, E. 1990).

### **3.3.8.3 Textura**

Esta variable hace referencia a la heterogeneidad espacial de una determinada cubierta, en definitiva al contraste espacial entre los elementos que la componen.

Visualmente se manifiesta como la rugosidad o suavidad de los tonos de gris. Cuanto más similares sean, la tonalidad será más homogénea en el interior de la cubierta, y la textura será más lisa. Por el contrario, si existe una alta heterogeneidad en los niveles de gris de esa cubierta aparecerá como muy rugosa, con textura grosera (Chuvienco, E. 1990).

#### **3.3.8.4 Sombras**

La variación de las condiciones de iluminación en una cubierta introduce una notable variedad en su firma espectral característica, de tal forma que una misma cubierta puede ofrecer valores de reflectividad bastante contrastados según se sitúe en una vertiente iluminada directamente por el sol, o en umbría (Chuvieco, E. 1990).

## **CAPÍTULO IV**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **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 identifica: según su nivel en explicativa.

##### **4.1.1 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 (Arias, F. 2006).

Teniendo en cuenta los objetivos propuestos del tema en estudio, la investigación se considera explicativa; porque trata de determinar la relación entre las mineralizaciones Au-Cu, las litologías y las estructuras geológicas, mediante la interpretación de imágenes satelitales.

## **4.2 Diseño de la investigación**

Arias, F. (2006), considera que el diseño de la investigación es la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado y la clasifica y define como sigue:

### **4.2.1 Investigación documental**

Es aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos (Arias, F. 2006).

El diseño de la investigación empleado es de tipo documental, ya que, se indagará 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 será recopilada en libros o bibliografías, trabajos previos referentes a este tema, tales como informes inéditos de empresas transnacionales, de avance de las hojas cartográficas NB-20-8, mapa de geología de Venezuela, año 1968. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos

### **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”.

La población, para el siguiente trabajo de investigación, está referida a las imágenes satelitales. La revisión visual de las imágenes proporcionará elementos distintivos para cada mapa temático a elaborar, Tales como drenaje, litologías y lineamientos.

### **4.4 Muestras de la investigación**

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

En esta investigación se consideró que la muestra es igual a la población, ya que todos los elementos a ser analizados están plasmados en imágenes satelitales y documentos.

### **4.5 Técnicas e instrumentos para 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 para 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).

Para este caso, las técnicas de recolección de datos, se implementara la observación directa dado a que se observaran directamente sobre las imágenes, donde se apreciaron las tonalidades, drenajes, lineamientos, fracturas y brillo.

#### **4.5.2 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, impresoras, pendrives, lápiz, libretas, glosarios, marcadores, hojas de acetato, hoja cartográfica e imágenes.

## **4.6 Etapas de la investigación**

A fin de realizar la investigación con mayor eficiencia y cumplir con los objetivos propuestos para la elaboración del estudio geológico, se dividió el trabajo en cuatro (4) etapas (Figura 4.1).

### **4.6.1 Etapa I Recopilación de la información**

Esta etapa comprende la recopilación y consulta de toda la información tanto bibliográfica como cartográfica existente del área de estudio, que sirve de base en la elaboración del proyecto.

#### **4.6.1.1 Recopilación documental y bibliográfica**

Para la realización de éste trabajo de grado, en la parte bibliográfica fueron revisados y analizados informes de avance técnicos de CVG TECMIN, C.A., textos académicos y trabajos de investigación recopilados en la Biblioteca de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar.

También se accedió a información inédita de las empresas CRISTALLEX Internacional y MINCA, CA.

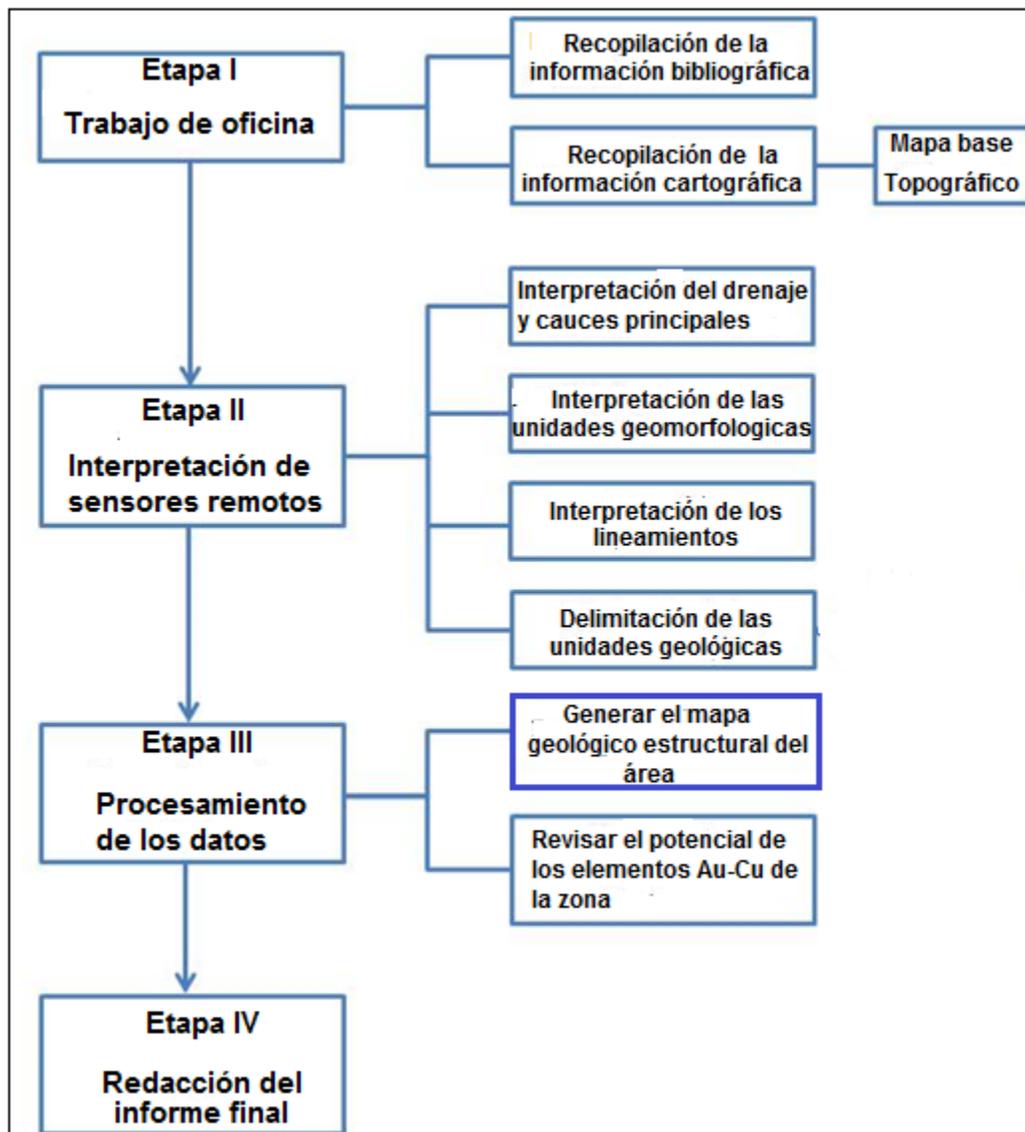


Figura 4.1 Flujograma de la metodología aplicada.

#### 4.6.1.2 Recopilación cartográfica

La información cartográfica que se utilizó como base fue imagen de radar NB-20-8, a escala 1:250.000, correspondiente al tramo km 67-km 90, carretera el Dorado-

Santa Elena de Uairén. Municipio Sifontes. Estado Bolívar, de igual forma se usaron las imagen del software Google Earth 2016 y se utilizó la Imagen “COPENICUS” de la NASA, También se revisó el mapa geológico de Venezuela, hoja 1 de 2, año 2006, a escala 1:750.000. El resultado de esta primera etapa fue la elaboración del mapa topográfico (Figura 4.2).

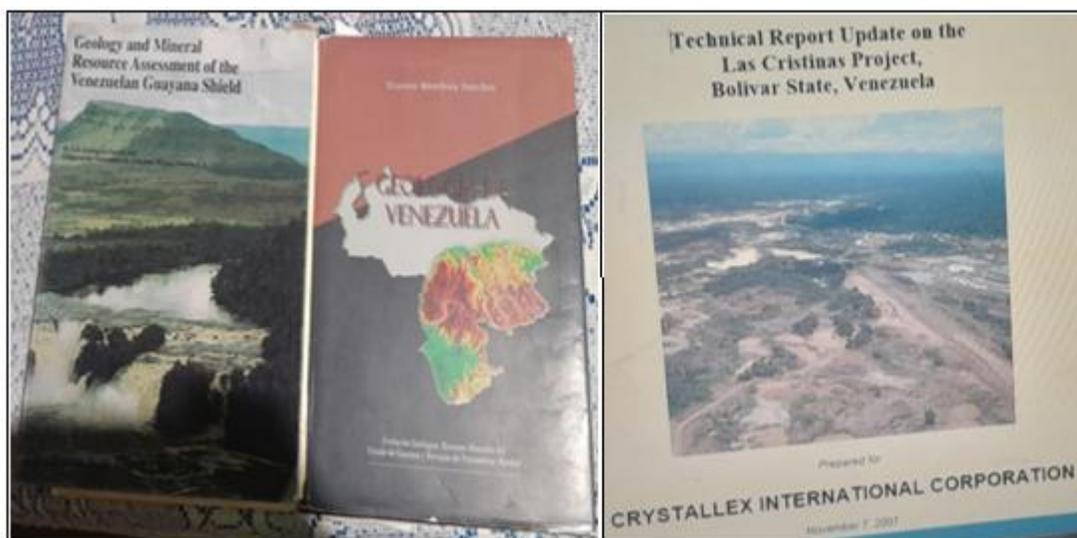


Figura 4.2 Algunos textos usados para la recopilación bibliográfica.

#### ✓ **Elaboración del mapa base topográfico**

Para la elaboración del mapa topográfico, se utilizó la Imagen “COPENICUS” de la NASA, la orto imagen de radar NB-20-8, a escala 1:250.000, resolución a blanco y negro, la imagen del software Google Earth 2016 (Figura 4.3).

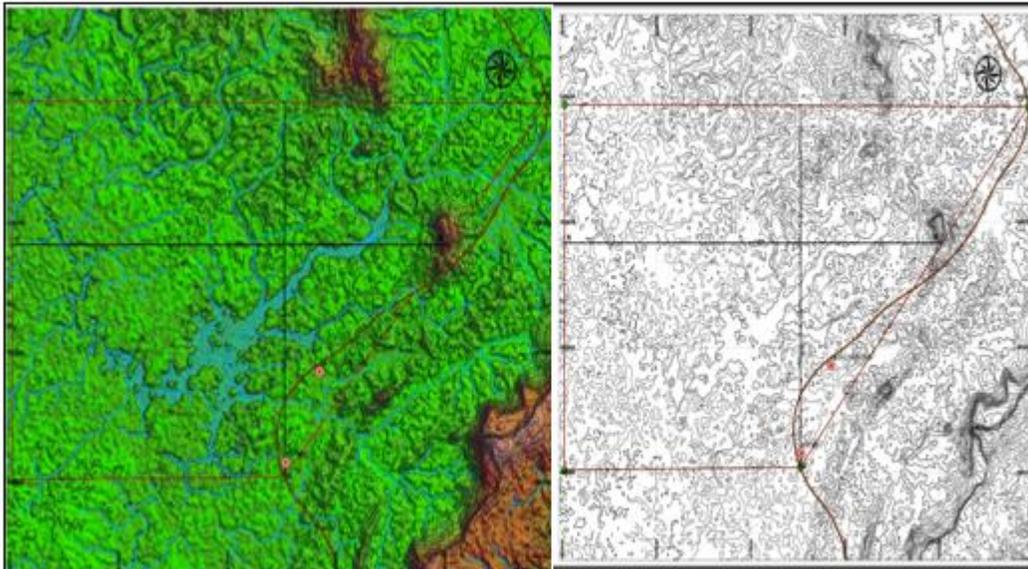


Figura 4.3 Imagen satelital de correspondiente a la zona de estudio (Imagen de la izquierda). Topografía de la zona deducida a partir de la imagen satelital (imagen derecha).

Seguidamente se hizo una extracción de la superficie de las imágenes con el programa computarizado Global Mapper 14.0 que en su herramienta de trabajo, genera las curvas de nivel y luego estas son exportadas al programa Surfer 11.0 y luego al formato ArcGis 2016, con el propósito de simular las condiciones topográficas presentes.

#### **4.6.2 Etapa II Interpretación de sensores remotos**

En esta etapa se visualizaron y procesaron las imágenes satelitales con las herramientas tecnológicas de procesamiento de imágenes, entre ellas Global Mapper, ArcGIS y Surfer

#### 4.6.2.1 Interpretación del drenaje y cauces principales

Se descargó desde Google Earth una imagen satelital del área, específicamente el satélite Copernicus. Se demarco el drenaje presente tomando como base la imagen satelital. Se corroboró el drenaje a través del DEM generado por Qgis empleando la herramienta de aplicación de drenaje (Figura 4.4).



Figura 4.4 Interpretación del drenaje del área de Las Cristinas-Km 88.

Luego se marcó el drenaje sobre un acetato. Una vez revisado por el asesor fue enviado al dibujante.

#### 4.6.2.2 Interpretación de las unidades geomorfológicas

Para elaborar el mapa geomorfológico se tomó como base el mapa topográfico, la hoja cartográfica NB-20-8, el mapa de geología regional perteneciente al Proyecto Inventario de los Recursos Naturales de la Región Guayana C.V.G Técnica Minera C.A a escala 1:250.000, año 1994.

Se aplicaron técnicas de sombreado (2.5D) sobre el modelo de elevación digital a través de la aplicación Qgis para análisis geomorfológico (Figura 4.5).



Figura 4.5 Delimitación de las unidades geomorfológicas mediante interpretación.

Luego a través de un acetato, se diferenciaron las unidades geomorfológicas usando los criterios de tonalidades, brillo, topografía y drenaje.

#### 4.6.2.3 Interpretación de la geología estructural

Para elaborar el mapa geológico-estructural se tomó como base el mapa topográfico. También se revisó el mapa geológico de Venezuela, hoja 1 de 2, año 2006, a escala 1:750.000 y la imagen del software Google Earth 2018. Seguidamente se montó sobre la imagen satelital una hoja de acetato, delimitando las unidades litológicas y complementando con los lineamientos estructurales (Figura 4.6).

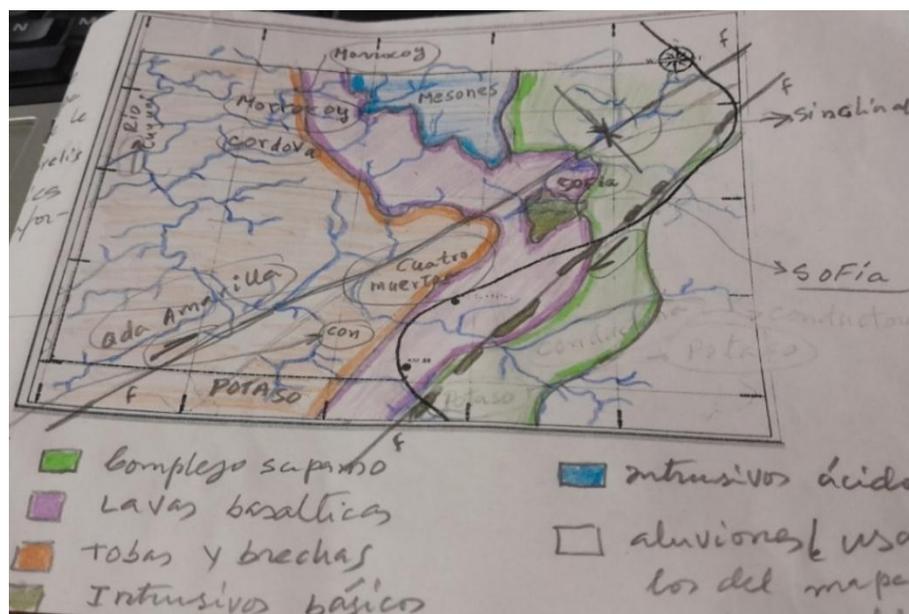


Figura 4.6 Mapa geológico-estructural deducido a partir de imágenes satelitales, complementado con información previa de campo.

También se hizo una leyenda litológica. Para la digitalización del mapa geológico-estructural se utilizaron las herramientas tecnológicas; Global Mapper 17.0 y ArcGIS 2016.

### **4.6.3 Etapa III Procesamiento de los datos**

Esta etapa permitió corroborar la existencia real de los datos colectados durante la etapa de recopilación bibliográfica y de interpretación. Se recopiló valiosa información sobre todo de perforaciones realizadas por las empresas extranjeras, la cual se utilizó para la corrección y elaboración de los mapas definitivos.

#### **4.6.3.1 Generación del mapa geológico-estructural**

Una vez que se hizo el cotejo interpretación-información inédita, se procedió a la revisión y corrección del mapa geológico interpretado. La información estructural se obtuvo directamente de los informes de la empresa CRISTALEX INTERNACIONAL.

#### **4.6.3.2 Potencial Au-Cu**

La fase exploratoria se inició en 1991 y duro 6 años. Durante su ejecución se realizaron diversos trabajos de geología con el objeto de determinar los lugares más promisorios para las perforaciones. Con las actividades de exploración sistemática quedo establecida la existencia de Oro y Cobre en cantidades suficiente para

mantener una mina en operación productiva durante 20 años, con lo que Las Cristinas se convirtió en el proyecto minero más importante del país.

#### **4.6.4 Etapa IV Redacción del 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.

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

El propósito de este capítulo es conocer las características y los potenciales de Oro y Cobre de la zona minera de Las Claritas, basado en la interpretación geológica-estructural y geomorfológica, respaldada mediante la información inédita de las empresas mineras transnacionales.

#### 5.1 Interpretación del drenaje y cauces principales en el área de estudio, aplicando técnicas de interpretación de sensores remotos.

De acuerdo con la interpretación de sensores remotos, se dedujeron cuatro (4) quebradas principales que atraviesan el área: Amarilla, Las Claritas, Sofía y Morrocoy. Estas quebradas son amplias y poco profundas y ocasionalmente fluyen durante la temporada de invierno (Figura 5.1).

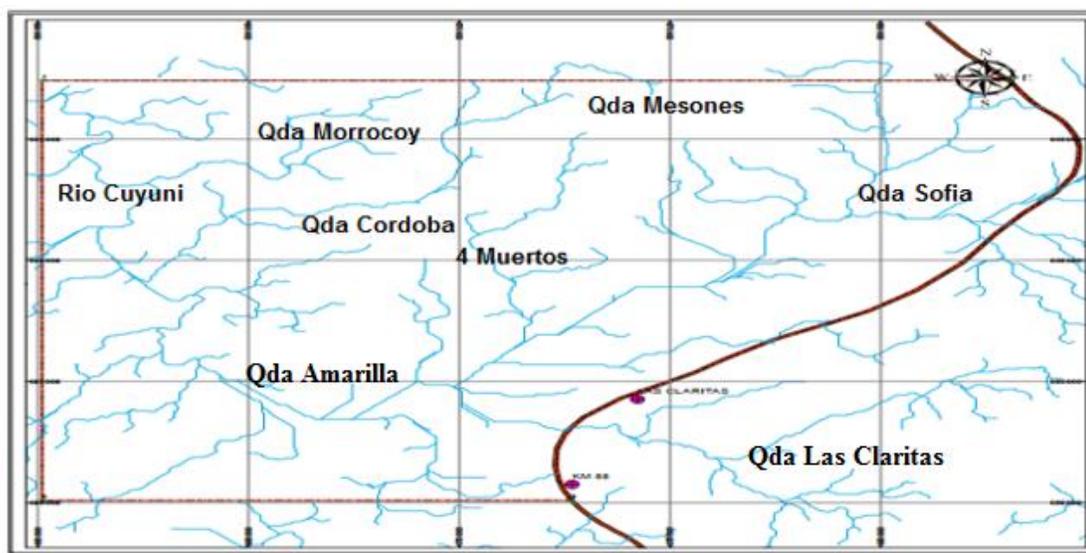


Figura 5.1 Drenaje interpretado de las quebradas principales (Google Earth, 2016).

El área ha sido deforestada mediante el uso de monitores hidráulicos por parte de mineros ilegales. Como resultado de cortes mineros alineados, las vías son inestables y no soportan el peso de los vehículos, dificultando el acceso a la zona (Figura 5.2).



Figura 5.2 Imagen Satelital de Google Earth, 2020, donde se observa la deforestación ambiental por parte de la minería aurífera, sector Las Claritas a lo largo de los cauces de las quebradas Amarilla, Las Claritas, Sofia y Morrocroy.

## **5.2 Materialización en un mapa, la interpretación de las unidades geomorfológicas presentes en el área de estudio**

Las características geomorfológicas del área de Las Cristinas esta influenciada por la topografía, suelos, vegetación, hidrografía, clima y las pendientes del terreno, combinada con la influencia antropogenica resultante de la actividad minera. La climatología, hidrología y la vegetación son consideradas los más importantes factores que controlan y regulan los procesos morfo dinámicos, específicamente erosión, intemperismo, sedimentación y la distribución de flujos en el área, particularmente susceptible a la erosión, la cual expone los suelos arcillosos que son posteriormente removidos.

Desde el punto de vista geomorfológico, se diferenciaron 3 unidades: Unidad de montaña alta, unidad de lomeríos bajos y unidad de valles aluviales.

### **5.4.1 Unidad de Montaña alta**

Estos relieves irregulares se generan exclusivamente en las rocas intrusivas máficas y representan territorialmente el 2 %.

La unidad de Montaña Alta está representada por 2 elevaciones ubicadas en los bordes del área. La primera y de mayor tamaño se ubica en la parte Norte. Topográficamente se aprecian cotas que oscilan entre 450 y 200 m.s.n.m. Las laderas de las Montañas Altas se caracterizan por pendientes laterales muy inclinadas, algunas fuertemente escarpadas, con pendientes superiores al 60 %.

La segunda Montaña Alta se ubica en el límite este, en contacto con la carretera asfaltada. Presenta cotas que oscilan entre 400 y 180 msnm.

#### **5.4.2 Unidad de Lomeríos bajos**

La unidad de Lomeríos bajos se caracteriza por su bajo relieve con una altura promedio entre 260 a 130 m.s.n.m. Está distribuida ampliamente en la parte central del mapa, abarcando una amplia extensión en el mapa de un 80 %. Se manifiestan por serranías alargadas, formando valles en v y también por mesetas conformadas por concreciones ferruginosas.

Se reconoció en campo por poseer una textura suavemente ondulada las litologías representativas de esta formas son las rocas graníticas y las rocas volcánicas.

#### **5.4.3 Unidad de Valles aluviales**

La unidad de Valle representa el 18 % de la superficie del terreno. Está distribuida uniformemente en el área correspondiente a la zona de estudio.

Comprende una gran extensión de terreno que consta de relieves bajos o de mínima altitud, con cotas inferiores a 120 m.s.n.m y pendientes entre 2 % y 4 %. Geológicamente, este relieve se genera en los sedimentos recientes, los cuales son extensamente explotados con monitores hidráulicos (Figura 5.3).

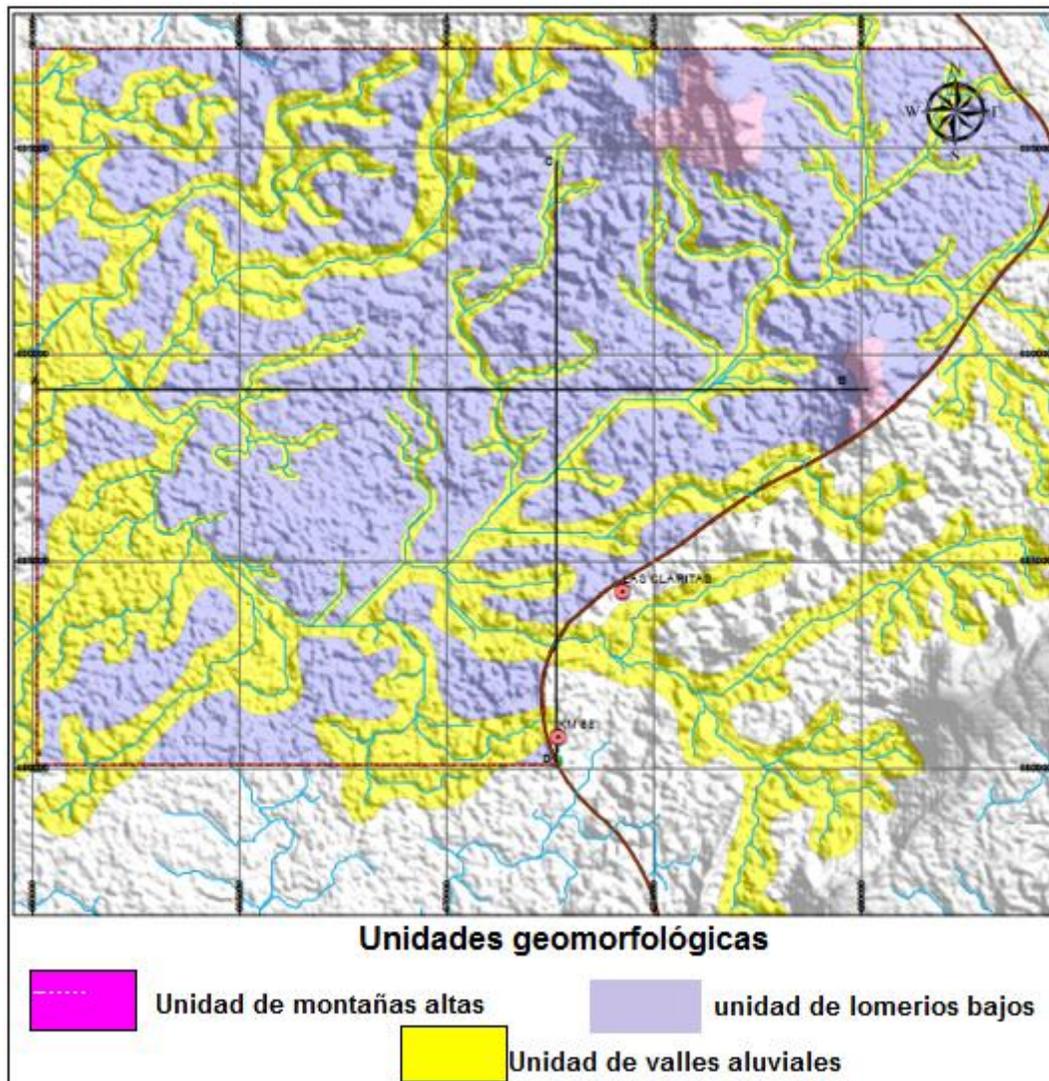


Figura 5.3 Representación de las 3 unidades geomorfológicas interpretadas en el distrito minero Las Claritas-Km 88.

En el área de Las Claritas, el relieve presenta topografía muy baja. La elevación promedio es de 130 msnm, con pequeñas colinas redondeadas, las cuales presentan una elevación máxima de 450 msnm y una mínima de 130 msnm.

### **5.3 Determinación de la geología estructural de la zona, mediante la interpretación de lineamientos, complementado con mediciones de trabajos previos de campo**

En la zona de estudio se interpretaron diferentes lineamientos geológicos, fallas transcurrentes y foliaciones, las cuales controlan el emplazamiento de cuerpos, estructuras y mineralizaciones. La interpretación satelital fue enriquecida con información de campo.

#### **5.3.1**

El intenso tectonismo expresado, entre otros factores, por el fallamiento de tipo transcurrente presente en rocas básicas y máficas a nivel regional, propiciaron la ocurrencia de numerosas zonas de cizallamiento. Estas se caracterizan por ser estructuras rectilíneas, a veces presentan ligeras curvas, extensión regional, ancho variable de algunos metros a decenas de metros.

#### **Fallamiento transcurrente**

En la zona se interpretó un fallamiento transcurrente horario. El cauce rectilíneo de la Quebrada Amarilla, en realidad es una de las fallas de rumbo N50°E. La otra falla es subparalela a la anterior y esta rellena con un cuerpo de intrusivo máfico.

### **5.3.2 Foliaciones**

Hay una relación entre los esfuerzos y las estructuras mineralizadas en Las Cristinas. Específicamente la mineralización es paralela a la foliación y es influenciada por la dirección extensional definida por la lineación mineral.

Las zonas de cizallamiento constituyen el más importante control de tipo estructural de la mineralización de oro y sulfuros metálicos. Por tratarse de planos de dilatación o zonas de alivio tensional, las zonas de cizalla favorecen la disposición de vetas de cuarzo y otras litologías.

Las explotaciones de oro existentes, tanto a nivel industrial como artesanal, están localizadas en zonas de cizalla.

### **5.3.2 Plegamiento**

Las rocas que conforman el CRV de Las Claritas-Km 88 presentan estructuras sinformes alrededor de los domos graníticos. El plano axial está dirigido en dirección N50°E, solapado con el cauce de la quebrada Amarilla.

De esta forma los depósitos y/o yacimientos están localizados en los flancos de este pliegue.

#### **5.4 Generación del mapa geológico-estructural del área de estudio a escala 1:100.000, mediante la aplicación de software ArcGIS 2015, indicando los sitios de actividad minera activa**

Dos importantes unidades litológicas están presentes. La más antigua representada por lavas andesíticas – basáltico masiva, de color verde a gris verdoso, casi sin metaforismo, con estructuras de almohadillas y abundantes amígdalas. Estas rocas abarcan casi toda la parte Norte y centro del área de estudio. En campo, ante la escasez de afloramiento, esta litología se reconoce por suelos arcillosos de color rojo intenso o amarillento, frecuentemente asociado a finas pisolitas de lateritas ferruginosas, Tectónicamente está afectada por fallamientos tipos transcurrentes rumbo NE.

Es probable que esta unidad estratigráficamente este localizada en la Formación El Callao, de edad Proterozoico Temprano.

La segunda unidad litológica, más reciente que la anterior, están constituidas por rocas volcánicas piroclásticas y brecha volcánicas epiclásticas. Los escasos afloramientos de esta unidad se presentan en forma de protuberancias aisladas y topes redondeados. La coloración de la roca es verde grisaseo a gris claro. Los suelos originados son arcillosos, de tonalidades claras (Figura 5.4).

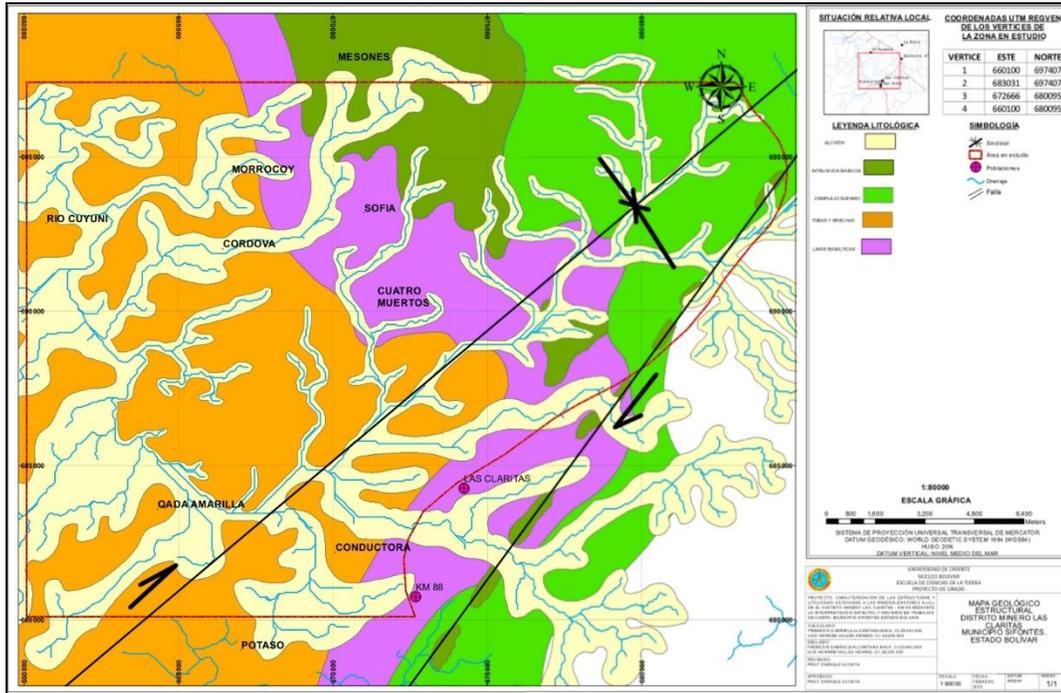


Figura 5.4 Mapa geológico-estructural del Distrito auro-cuprífero Las Cristinas- Km 88.

### 5.5 Revisión de los potenciales auríferos y cupríferos de la zona, a través de información recolectada de los sondeos diamantinos previos y el modelo de yacimiento

La Empresa Crystallex International en el año 2007 realizó una campaña de sondeos con recuperación de núcleos, logrando perforar 1264 hoyos, con 179.930 m de perforación, además de 108 trincheras, 185.373 determinaciones analíticas para Oro y 168.000 ensayos para el elemento Cobre; sin contar las que anteriormente, en los años 1994-97 la Empresa minera Placer Dome perforó 1.174 hoyos (Figura 5.5).

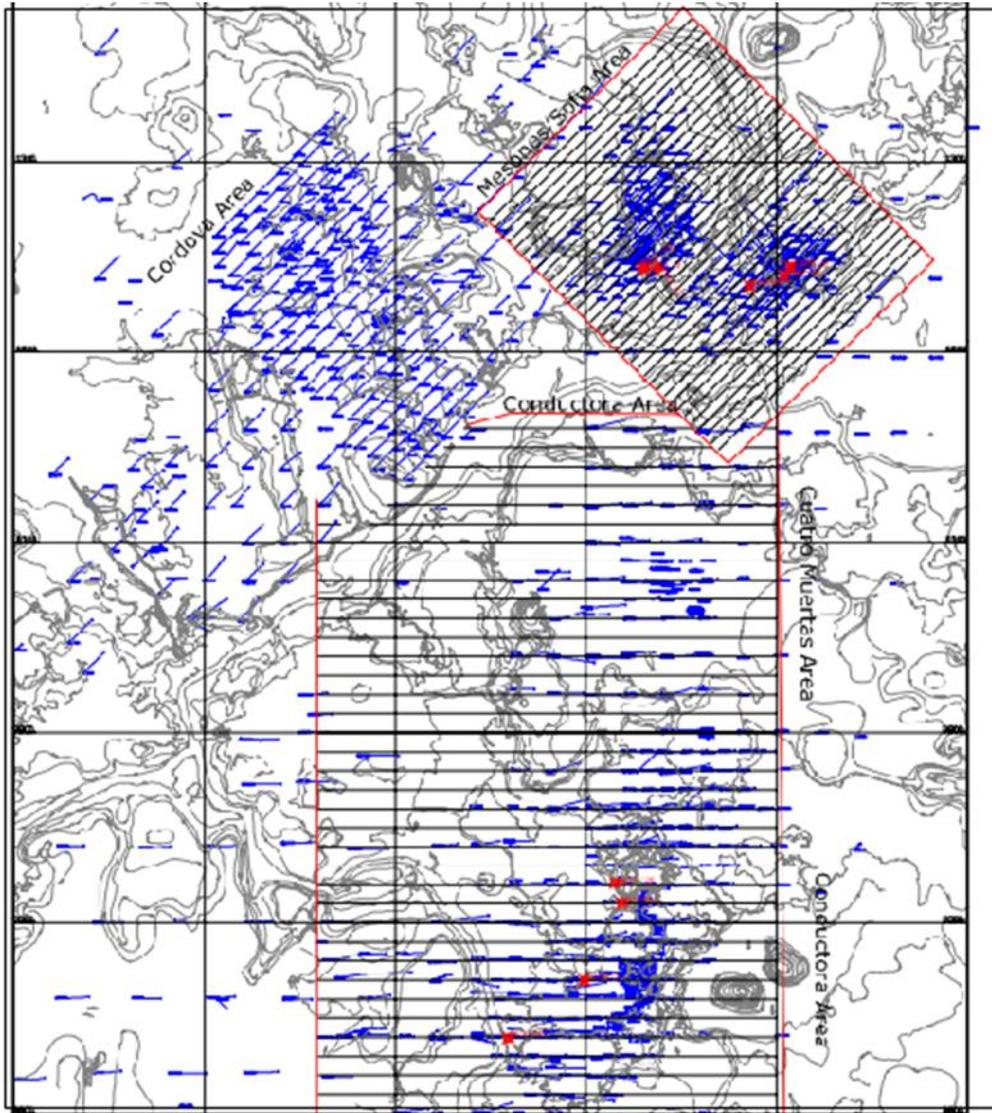


Figura 5.5 Imagen global de todas las perforaciones con recuperación de núcleos desarrolladas en el distrito minero de Las Claritas-Km 88 (Crystallex, 2007).

De la figura 5.5 se pudieron diferenciar 3 áreas principales de mineralización: El área de Conductor a (incluyendo cuatro muertos, el Potaso), Mesones-Sofia, El área de Morrocoy, que incluye el área de Cordova.

### 5.5.1 Potencial Aurífero

En la Tabla 5.1 se observan los valores determinados por la Empresa CRISTALLEX, en el año 2009. De acuerdo con estos datos, el total de reservas probadas y probables alcanza la cifra de 464.362 ton de Au en los 3 sectores antes indicados, con un Tenor 1.12 gr/ton. El sector mayor explorado es el de Conductora, con un 93 % de las reservas totales, seguido de Mesones/Sofia, con un 6 % y finalmente Morrocoy/Cordova con un 1 % de las reservas totales.

Tabla 5.1 Reservas totales probadas y probables de oro determinadas en la zona de estudio hasta el 2007 (Crystallex, 2009).

<b>Reservas Área</b>	<b>Reservas probadas (Ton)</b>	<b>Reservas Probables (Ton)</b>	<b>Total reservas (Probadas +Probables)</b>
Conductora	112,761	317.662	438.423
Mesones/Sofia	-	27.566	27.566
Morrocoy/Cordova	-	6.383	6.383
<b>TOTALES</b>			<b>464.362 Ton Au</b>

Es de hacer resaltar que este cálculo no incluye las reservas posibles

### 5.5.2 Potencial Cuprífero

La Tabla 5.2 resumen los valores totales del elemento Cobre determinados en toda la zona de estudio por la Empresa CRISTALLEX, en el año 2009.

Tabla 5.2 Reservas totales de Cobre determinadas en la zona de estudio hasta el 2007 (Crystallex, 2009).

<b>AREA</b>	<b>RESERVAS</b>	<b>TENOR PROMEDIO</b>
Conductora	316.683 ton	0.14 %
Mesones/Sofia		
Morrocoy/Cordova		

De acuerdo con la Tabla 5.2, la potencialidad del Cobre en el distrito es 316.683 ton, con un tenor promedio de Cu de 0.14 % y una vida útil de 20 años.

### **5.5.3 Modelo de yacimiento**

Los 2 tipos principales de mineralizaciones auríferas en la zona de estudio identificados de acuerdo a las investigaciones son de cuerpos estratiformes, los cuales representan el 95 % del depósito, ubicados en los lugares denominados Conductora y Morrocoy/Cordova (CRISTALLEX, 2009).

La otra mineralización es de tipo hidrotermal, asociado a brechas con cuarzo y turmalina, representa el restante 5 %, determinados en los sitios de Mesones/Sofia (CRISTALLEX, 2009) (Figura 5.6)

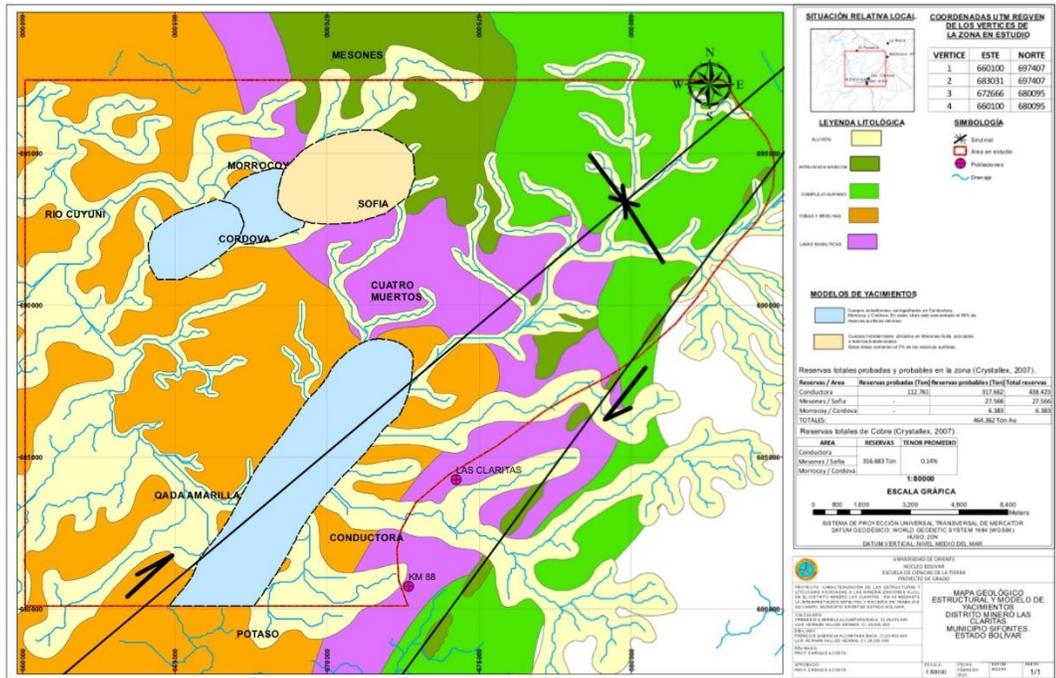


Figura 5.6 Modelos de mineralización presente en la zona de Las Claritas-Km 88.

Las mineralizaciones cupríferas están relacionadas con el intemperismo, el cual ejerce un control crítico sobre la distribución del Cobre en 3 capas diferentes o grupos. Estos son: Pedolito, Saprolita y Saprorock.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1 De acuerdo a la interpretación, los drenajes principales del Distrito Minero Las Claritas-Km 88 están representados en orden decreciente por el Rio Cuyuni, al oeste, la quebrada Amarilla, la cual atraviesa la parte central del área y las quebradas Sofia, Morrocoy, Cordova ubicadas al Norte. El cauce y las orillas de todas estas quebradas han sido explotadas intensamente para el elemento oro, por mineros artesanales usando monitores hidráulicos.

2 Para la interpretación geomorfológica, se usaron las imágenes satelitales, lográndose delimitar 3 unidades, basado en sus topografías e inclinaciones. Estas son unidad de montañas altas (cotas entre 450 y 180 m.s.n.m y pendientes superiores al 60%), unidad de lomeríos bajos (cotas entre 260 a 130 m.s.n.m y pendiente inferiores al 20 %) y la unidad de valles aluviales (cotas inferiores a 120 m.s.n.m y pendientes entre 2 % y 4 %).

3 De acuerdo a la interpretación estructural de las imágenes satelitales y a algunas mediciones de campo se identificaron fallas transcurrentes de dirección NE, foliaciones y pliegues sinclinal. El plano axial del sinclinal coincide con el cauce de La quebrada Amarilla y los depósitos de Au-Cu están localizados en los flancos de este pliegue.

4 A partir de la interpretación estructural se deduce que hay una relación entre los esfuerzos y las estructuras mineralizadas Au-Cu en el distrito minero Las Claritas-Km 88; específicamente la mineralización es paralela a la foliación y es influenciada por la dirección extensional definida por la

lineación mineral. Esto permitió diferenciar 3 áreas principales de mineralización: El área de Conductorá (incluyendo cuatro muertos, el Potaso), Mesones-Sofía y el área de Morrocóy, que incluye el área de Cordova.

5 A través de la interpretación de las imágenes satelitales se generó el mapa geológico-estructural del área a escala 1:100.000. En él se delimitaron las 2 litologías principales. En la parte Norte, la más antigua representada por lavas andesíticas – basáltico masiva, de color verde a gris verdoso, con estructuras de almohadillas y abundantes amígdalas. Estratigráficamente está localizada en la Formación El Callao, de edad Proterozoico Temprano. La segunda unidad litológica, más reciente que la anterior, están constituidas por rocas volcánicas piroclásticas y brecha volcánicas epiclásticas.

6 Los valores potenciales de Oro y Cobre de la zona, se tomaron del informe de la Empresa CRISTALLEX, año 2009. En este informe se reportan unas reservas de Oro (probadas y probable) para las 3 zonas perforadas (Conductorá, Mesones/Sofía y Morrocóy/Cordova) de 464.362 ton de Au, con un tenor promedio de 1.12 gr/ton; mientras que que las reservas de Cobre en las mismas zonas se ubicaron en el orden de 316.683 ton, con un tenor promedio de 0.14 % para toda la zona de estudio.

7 Se identificaron 2 modelos de yacimientos en el Distrito aurífero Las Claritas-Km 88. El primero y más importante es de tipo estratiforme, los cuales representan el 95 % del depósito, ubicados en los lugares denominados Conductorá y Morrocóy/Cordova. El Segundo modelo de mineralización es de tipo hidrotermal, y representa el restante 5 %, determinados en los sitios de Mesones/Sofía.

## **Recomendaciones**

1. En vista de la potencial riqueza mineral que existe en la zona, se propone realizar una cobertura aérea mediante el uso de drones de última generación y obtener imágenes en tiempo real para la realización de mapas geológicos y geomorfológicos en tiempo real. Este estudio permitirá el diseño de una cartografía geológica y geomorfológica y antrópica, con un análisis detallado del drenaje y de las formas de relieve.

2. Realizar estudios detallados de geología, geoquímica, geofísica, dataciones radiométricas, consecuentes planes de perforaciones a mayores profundidades, modelaje y evaluación final para establecer con mayor precisión la geometría y profundidad de las mineralizaciones de Au y Cu.

## REFERENCIAS

Arias, F. (2006) **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN**. McGraw-Hill Interamericana, S.A. 3era. Edición. P- 351.

Banco Central de Venezuela (2010) **CONCEPTOS AURIFEROS**.  
[http://200.74.197.135/orobcv/index.php?option=com\\_content&view=article&id=75%3Ageologia-del-oro-en-venezuela&Itemid=188&limitstart=6](http://200.74.197.135/orobcv/index.php?option=com_content&view=article&id=75%3Ageologia-del-oro-en-venezuela&Itemid=188&limitstart=6) 10 de Junio del 2017,

Betancourt, B. y Tomedez, M. (2010) **CARACTERIZACIÓN PETROQUÍMICA DE LAS ROCAS AFLORANTES EN EL CERRO SIETE PICOS, AL SUR DE EL CALLAO, MUNICIPIO EL CALLAO, ESTADO BOLÍVAR**. Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, Escuela de Ciencias de la Tierra, Ciudad Bolívar, Venezuela; trabajo de grado no publicado.

Crystallex International Corporation (2007) **TECHNICAL REPORT UPDATA ON THE LAS CRISTINAS PROJECT, BOLIVAR STATE, VENEZUELA**. Informe inédito de uso interno.

Crystallex international corporation (2009) **ANNUAL REPORT UPDATA ON THE LAS CRISTINAS PROJECT, BOLIVAR STATE, VENEZUELA**. Informe inédito de uso interno.

Crystallex international corporation (2009) **ANNUAL INFORMATION FORM FOR THE YEAR ENDED DECEMBER 31, 2010. LAS CRISTINAS PROJECT, BOLIVAR STATE, VENEZUELA**. Informe inédito de uso interno.

C.V.G. Técnica Minera (C.V.G. TECMIN, 1987) **INFORME DE AVANCE NB-20-8 CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS Y VEGETACIÓN**. Tomo 2. Gerencia de Proyectos especiales. Proyecto Inventarios de los Recursos Naturales de la Región Guayana. Bolívar, Venezuela. Pp 110- 305.

Foucault, A. y Raoult, J (1985) **DICCIONARIO DE GEOLOGÍA**. Edit. Masson, S.A. P- 315.

González de Juana, Clemente; De Iturralde J.M y Picard, Cadillat X. (1980) **GEOLOGIA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLIFERAS**. Caracas

González de V, L. (2002) **INGENIERIA GEOLÓGICA**, Pearson Educación, Madrid: editorial Prentice Hall, pp. 346-348.

Mendoza, V. (2000) **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y DE LOS RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA (Y su relación con el Escudo Suramericano)**. HECLA. Venezuela. Pp 146-228.

Mendoza, V. (2012) **EVOLUCIÓN GEOLOGICA, RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA Y REVISION DEL PRECAMBRICO MUNDIAL**. Minería Gran Colombia Gold Corp. Bogotá, Colombia. Pp 420-512.

Tarbutk, E, Lutgen, F. (2008) **CIENCIAS DE LA TIERRA**. Editorial Pearson Educación S.A. Madrid, España. 8va Edición. P.237-241.

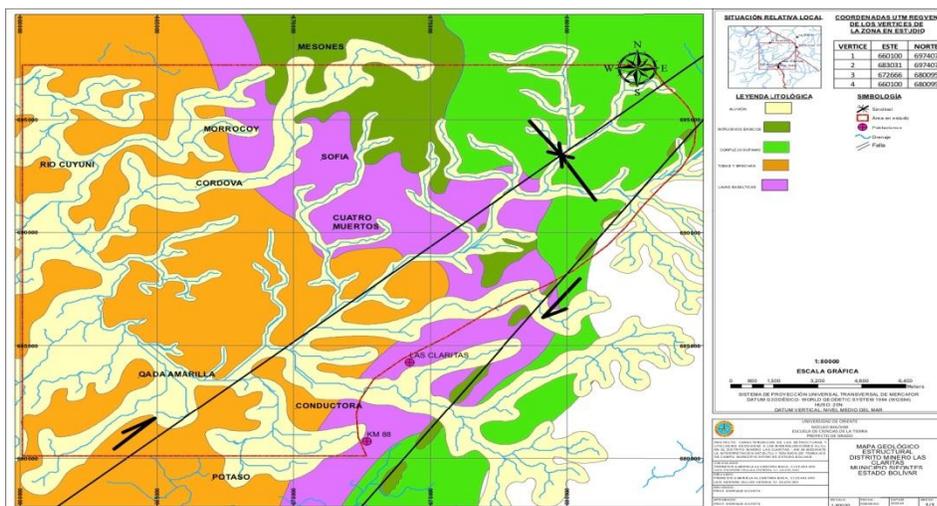
Universidad de Chile, Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Departamento de Geología, 2004). **PORFIDOS CUPRIFEROS**. Nociones de yacimientos metálicos. Santiago de Chile. Pp 1-12

U.S Geological Survey And Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A. (2.002). **GEOLOGY AND MINERAL RESOSOURCE**

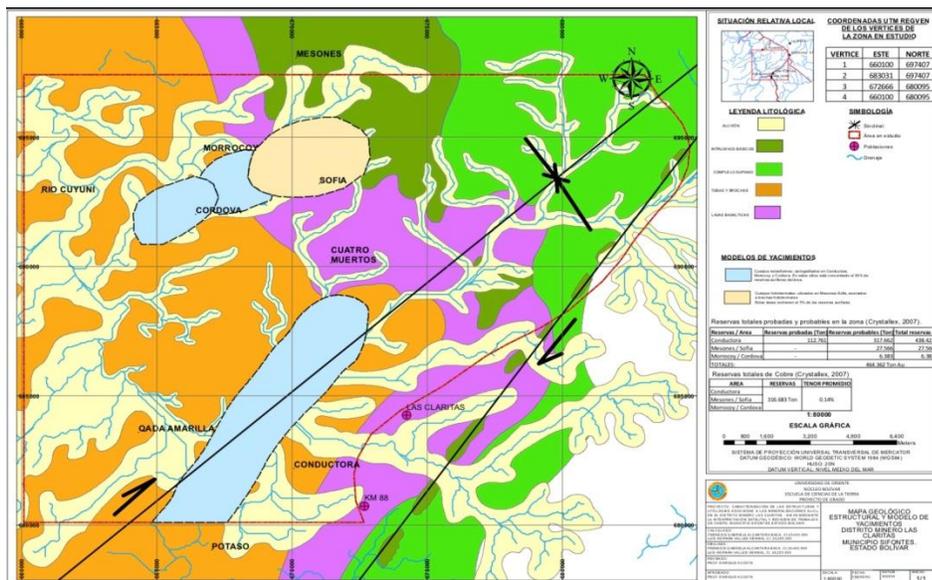
**ASSESSMENT OF THE VENEZOLAN GUAYANA SHIELD. U.S**  
Department of the interior. Boletin 2.062.

Valery, Tibusay y Gómez, Maria (2011) **ACTUALIZACIÓN GEOLÓGICA Y MINERA, MEDIANTE PERFORACIONES DIAMANTINAS DE LA CONCESION BIZKAITARRA, UBICADA EN LAS CLARITAS, KM 88, MUNICIPIO AUTÓNOMO SIFONTES. ESTADO BOLÍVAR.** Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, Escuela de Ciencias de la Tierra, Ciudad Bolívar, Venezuela, Trabajo de grado no publicado. Pp 35-48.

# ANEXOS



**Mapa geológico-estructural del Distrito minero Las Claritas-km 88. Municipio Sifontes. Estado Bolívar**



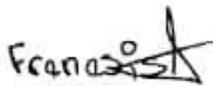
**Mapa litológico y modelo de yacimientos del Distrito minero Las Claritas-Km 88.**

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

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 “



AUTOR

Frenesis Gabriela Alcantara Baca

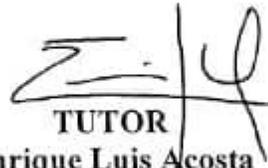
C.I: 25.493.900



AUTOR

Luis Hernán Valles Hennig

C.I: 26.225.000



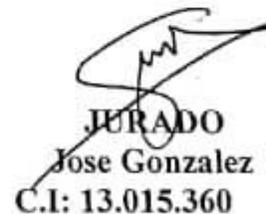
TUTOR

Enrique Luis Acosta

C.I: 5082874



JURADO  
Francisco Monteverde  
C.I: 17.602.152



JURADO  
Jose Gonzalez  
C.I: 13.015.360

POR LA COMISIÓN DE TESIS