

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



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA PRELIMINAR DE LA
PARTE NORTE DEL CERRO LA RAMONA, CON EL FIN DE
DETERMINAR SU POTENCIAL PARA OCURRENCIAS DE
COLTAN, UBICADO EN EL SECTOR LOS GALLITOS,
MUNICIPIO CEDEÑO DEL ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE
GRADO PRESENTADO POR
LAS BACHILLERES ANA
CRISTINA PATETE
CAMPOS Y BRENDA DEL
CARMEN NACARATI
RODRÍGUEZ PARA
OPTAR AL TÍTULO DE
GEÓLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, MAYO DE 2024



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

ACTA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, titulado, “**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA PRELIMINAR DE LA PARTE NORTE DEL CERRO LA RAMONA, CON EL FIN DE DETERMINAR SU POTENCIAL PARA OCURRENCIAS DE COLTAN, UBICADO EN EL SECTOR LOS GALLITOS, MUNICIPIO CEDEÑO DEL ESTADO BOLÍVAR**”, presentado por las bachilleres **Ana Cristina Patete Campo y Brenda del Carmen Nacarati Rodríguez**, portador de la cedula de identidad **V-27.248.832 y V-26.870.903 respectivamente**, como requisito parcial para optar al título de Geólogo, ha sido **APROBADO** de acuerdo los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre y apellido del Prof.:

Firma:

Enrique Acosta

(Asesor)

Rosario Rivadulla

(Jurado)

Edixon Salazar

(Jurado)

Profesor Rosario Rivadulla
Jefe del Departamento de
Geología

Profesor Francisco Monteverde
Director de la Escuela de
Ciencias de La Tierra

Ciudad Bolívar, Mayo de 2024

DEDICATORIA

Quiero expresar mi profunda gratitud con Dios principalmente por darme la fuerza y la perseverancia para completar este hermoso proyecto.

A mi familia por su amor incondicional, su apoyo y su paciencia. A mis amigos y colegas por su apoyo

Al profesor Enrique Acosta excelente tutor académico en mi campo de estudio sus conocimientos han sido una fuente inagotable de aprendizaje e inspiración

A la Universidad de Oriente núcleo Bolívar por darme la oportunidad de pertenecer a la casa más alta del Oriente.

Ana Cristina

AGRADECIMIENTO

A DIOS, mi guía y protector por su amor incondicional y su constante presencia en mi vida. Gracias por darme la fuerza y la sabiduría para enfrentar los desafíos académicos y por bendeciré con este logro.

A mis padres José R. Patete y Bertha M. Campos por su apoyo y amor inquebrantable y su paciencia infinita, gracias por su amor infinito por ser mi roca en los momentos más difíciles y por creer en mí siempre, Los amo.

A mis primas Rosa V, Salazar y Yosimar Tocuyo por ser una fuente de motivación en mi vida , gracias por estar presente en cada paso de mi camino académico, este logro lo comparto con ustedes porque con su amor y aliento me han impulsado a seguir adelante.

A mi abuelita y tías por creer en mí y hacer de este camino más llevadero. A mi amiga de años y también compañera de tesis Brenda Nacarati quien ha sido mi aliada de estudios desde hace muchos años. Gracias por estar en cada momento, este trabajo es un testimonio de nuestra amistad y todo lo que hemos logrado juntas.

A mis amigos cercanos Aleixiliz Martínez y Jorman Toicen gracias por su amistad, risas y distracciones en los momentos más estresantes, gracias por estar siempre presentes y por ayudarme a mantener el equilibrio entre mi vida personal y académica.

A todas las personas que han sido parte de mi vida y que han contribuido de alguna manera a mi formación académica y personal. Gracias por ser parte de este camino y compartir conmigo esta alegría.

Ana Cristina

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, Padre, Hijo y Espíritu Santo por su guía y amor incondicional en todo momento, gracias padre por ti estamos logrando esta primera meta.

A mí madre y hermanos por su ayuda incondicional en todo momento.

A la Universidad de Oriente, por brindarnos la oportunidad de pertenecer a la casa más alta de Oriente.

Al Profesor Enrique Acosta, por apoyarnos como tutor de nuestra tesis y brindarnos las herramientas para la realización de este trabajo de investigación.

A mis amigos y compañeros de clases por su paciencia, apoyo y confianza en todo momento desde el primer día.

A todos mil gracias, Dios los bendiga grandemente.

Brenda del Carmen

AGRADECIMIENTO

A DIOS, Mi amado padre celestial, por darme salud, sabiduría, entendimiento, conocimiento, fortaleza, y por llenar mi vida de Oportunidades cada día, por su amor tan grande, por haberme permitido lograr todos mis objetivos durante este trayecto.

A mi querida madre, Maritza Rodríguez, tú eres mi regalo más preciado, mi guía, y ejemplo a seguir, tu amor y cariño incondicional ha sido pilar para mi crecimiento académico y personal. Estoy inmensamente agradecida por ayudarme a alcanzar todas mis metas, y siempre querer lo mejor para mí, te amo muchísimo.

A mis hermanos Marigel y Miguel Nacarati por siempre estar apoyándome en todo momento.

A mi amiga de años y compañera de tesis, Ana Patete, más que una amiga una hermana, por apoyarme desde el primer día, por su amistad, confianza, paciencia y comprensión, por estar tanto en las buenas como en las malas. A Janna Arrijoja, por creer en mí y apoyarme siempre desde la distancia. A mis amigos y compañeros de estudio Álvaro Hernández y Moisés Mota, por apoyarme, por todas las veces que me ayudaron y compartieron sus conocimientos conmigo durante la carrera.

A mi amiga y hermana Auglimar Ochoa, gracias por tu amistad, cariño y lealtad, por apoyarme y acompañarme en este camino. DIOS te siga bendiciendo.

A todos los profesores de la Universidad de Oriente Núcleo Bolívar, que nos ayudaron a formarnos profesionalmente.

Brenda del Carmen

RESUMEN

Se realizó una caracterización geológica preliminar a la parte Norte del Cerro La Ramonera, situado en el Sector Los Gallitos, municipio Cedeño del estado Bolívar, para determinar el potencial de los elementos Ta ($(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Ta}_2\text{O}_6$) y Nb (Nb_2O_6) ambos presentes en un mineral denominado Coltan. Para obtener la información requerida, se programó un trabajo de campo para realizar el reconocimiento general de la zona, y así poder establecer las características físicas y naturales del área, la geomorfología, vegetación, suelo, drenaje, entre otros. El nivel de investigación fue descriptivo porque se especificó la litológica y mineralogía de las muestras tomadas en campo. Analítica porque se visualizaron y describieron las muestras. La metodología aplicada a este proyecto consistió en cuatro (4) etapas, en el orden siguiente: Etapa I: trabajo de oficina compuesta por la recopilación bibliográfica y cartográfica. La etapa II: fue la exploración de campo, donde se realizó el reconocimiento, además el levantamiento topográfico-geológico y la selección de los lugar de la toma de muestras, con instrumentos adecuados como GPS, brújula, piqueta de geólogo, cinta métrica, suruca, batea, pala y barra minera. También durante esta etapa se recolectaron 7 muestras de las cuales 3 fueron rocas y 4 concentrados pesados de bateas (C.P). La etapa III consistió en la revisión visual de las muestras de C.P en campo, la cual se hizo bajo la supervisión de un minero experto. La IV etapa fue de interpretación de los resultados. Las muestras de rocas fueron revisadas de forma macroscópica con una lupa de 10X, para la determinación cuantitativa de los minerales constituyentes y el tipo de roca. También en esta misma etapa se elaboró el mapa topográfico-geológico y se determinó el potencial del Cerro La Ramonera como fuente primaria de ocurrencias de Coltan. Desde el punto de vista geológico, en el cerro se cartografió el Granito Rapakivi de El Parguaza, el cual es Intrusionado por Vetas Pegmatíticas de cuarzo, ricas en Ta y Nb. Por efecto de fracturamiento mecánico y erosión, forman coluviones de importancia geoeconómica.

CONTENIDO

	Página
ACTA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN.....	vii
CONTENIDO.....	viii
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABLAS	xiv
LISTA DE APÉNDICES	Error! Bookmark not defined.
LISTA DE ANEXOS	xvi
INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO I. SITUACIÓN A INVESTIGAR.....	19
1.1 Situación objeto de estudio	19
1.2 Objetivo general	20
1.2.1 Objetivos específicos.....	21
1.3 Justificación de la investigación.....	21
1.4 Alcance de la investigación.....	22
1.5 Limitaciones de la investigación	22
CAPÍTULO II. GENERALIDADES.....	23
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio	23
2.2 Acceso al área de estudio	24
2.3 Características físico – naturales del área de estudio	24
2.3.1 Clima	Error! Bookmark not defined.
2.4 Hidrografía	27
2.5 Vegetación	28

2.5.1 Vegetación de bosques de galería	29
2.6 Suelos.....	29
2.7 Geomorfología	30
2.8 Geología regional	32
2.8.1 Complejo de Imataca.....	Error! Bookmark not defined.
2.8.2 Fajas de Ascanio	Error! Bookmark not defined.
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO	41
3.1 Antecedentes de la investigación	41
3.2 Fundamentos teóricos	43
3.2.1 Propiedades específicas que condicionan la calidad de los afloramientos de granitos.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.2 Características de la roca	Error! Bookmark not defined.
3.3 Definición de términos básicos	47
3.3.1 Geología	Error! Bookmark not defined.
3.3.2 Geomorfología	Error! Bookmark not defined.
3.3.3 Topografía	Error! Bookmark not defined.
3.3.4 Tectónica	Error! Bookmark not defined.
3.3.5 Tectonismo	Error! Bookmark not defined.
3.3.6 Relieve	Error! Bookmark not defined.
3.3.7 Buzamiento	Error! Bookmark not defined.
3.3.8 Rumbo	Error! Bookmark not defined.
3.3.9 Azimut	Error! Bookmark not defined.
3.3.10 Estructuras Geológicas	Error! Bookmark not defined.
3.3.11 Fallas	Error! Bookmark not defined.
3.3.12 Pliegues.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.13 Diaclasa	Error! Bookmark not defined.
3.3.14 Roca.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.15 Rocas ígneas	Error! Bookmark not defined.
3.3.16 Rocas metamórficas	Error! Bookmark not defined.

3.3.17 Granito	Error! Bookmark not defined.
3.3.18 Diabasa	Error! Bookmark not defined.
3.3.19 Texturas holocristalina	Error! Bookmark not defined.
3.3.20 Interpretación geoquímica usando métodos gráficos	Error! Bookmark not defined.
defined.	
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO	52
4.1 Tipo de investigación.....	52
4.1.1 Investigación descriptiva	52
4.1.2 Investigación exploratoria	53
4.2 Diseño de la investigación	53
4.2.1 Diseño documental.....	53
4.2.2 Diseño de campo	54
4.3 Etapa de la investigación	56
4.3.1 Etapa I Recopilación de la información	56
4.3.2 Etapa II Exploración de campo.....	59
4.3.3 Etapa III Trabajo de laboratorio.....	63
4.3.4 Etapa IV. Discusión de los resultados.....	65
4.4 Población de la investigación.....	Error! Bookmark not defined.
4.5 Muestras de la investigación	Error! Bookmark not defined.
4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
4.6.1 Técnicas de recolección de datos.....	Error! Bookmark not defined.
4.6.2 Instrumentos de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
CAPÍTULO V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	68
5.1 Identificación de las unidades geológicas presentes en el afloramiento Cerro El Toro, mediante el levantamiento de la geología de superficie	68
5.1.1 Unidades geológicas.....	69
5.2 Determinación de la mineralogía y la composición química de las muestras	Error! Bookmark not defined.

5.2.1 Determinación de la Mineralogía.....	Error! Bookmark not defined.
5.2.2 Descripción microscópica de la sección delgada de la Muestra M-2 ..	Error! Bookmark not defined.
5.2.3 Determinación de la composición química del afloramiento Cerro El Toro	Error! Bookmark not defined.
5.2.4 Interpretación geoquímica usando métodos gráficos .	Error! Bookmark not defined.
5.2.5 Gráfico de concentración de FeO/MgO Versus SiO ₂ o Diagrama de Miyashiro	Error! Bookmark not defined.
5.3 Cartografía geológica del área mediante la elaboración de los mapas topográfico y geológico	Error! Bookmark not defined.
5.4 Determinación de la tendencia preferencial de fracturamiento por medio del diagrama de rosas	Error! Bookmark not defined.
5.5 Cálculo el recurso rocoso del Cerro El Toro mediante el método computarizado de las secciones verticales	Error! Bookmark not defined.
5.6 Análisis de la calidad de la roca y sus posibles usos en la industria de la construcción como roca ornamental.....	Error! Bookmark not defined.
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
Conclusiones	88
Recomendaciones.....	89
REFERENCIAS.....	91
ANEXOS	931

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación del Cerro La Ramonera en la imagen satelital Google Earth, 2016.....	23
2.2 Trocha o vía de tierra usadas para acceder al afloramiento Cerro El Toro y vehículo rustico utilizado para los desplazamientos en el área de estudio.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Porción de la imagen satelital, en 3D, correspondiente al sector El Potrero..	Error! Bookmark not defined.
2.4 Relieve de montañas bajas, correspondiente al Cerro El Toro....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Provincias litotectónicas del Escudo de Guayana (Mendoza, V. y otros. 1977).....	34
2.6 Complejo de Imataca en los alrededores del Cerro Bolívar (Simplificado por Ascanio, G. 1975).....	Error! Bookmark not defined.
4.1 Flujograma de trabajo.....	57
4.2 Porción de la hoja NC-20-2. Nótese el enjambre de diques de diabasas, ubicados al este de la zona de estudio.....	Error! Bookmark not defined.
4.3 Mediciones de fracturas cerca del Cerro El Toro. .	Error! Bookmark not defined.
4.4 Arranque por percusión de fragmentos de rocas para las muestras del Cerro El Toro.....	Error! Bookmark not defined.
4.5 Descripción macroscópica de una muestra de diabasa recolectada del Cerro El Toro.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Mapa topográfico base de la zona correspondiente al Cerro El Toro.....	Error! Bookmark not defined.
5.2 Parte de un afloramiento de gneis granítico, muy alterado. .	Error! Bookmark not defined.

- 5.3 Fotomicrografía con nicoles cruzados de la muestra M-1.... **Error! Bookmark not defined.**
- 5.4 Fotomicrografía con nicoles paralelos de la muestra M-1. .. **Error! Bookmark not defined.**
- 5.5 Fotomicrografía con nicoles cruzados de la muestra M-2.... **Error! Bookmark not defined.**
- 5.6 Fotomicrografía con nicoles paralelos de la muestra M-2. .. **Error! Bookmark not defined.**
- 5.7 Grafica de álcalis Vs Sílice, usando los valores determinados en muestras del Cerro El Toro..... **Error! Bookmark not defined.**
- 5.8 Diagrama de Miyashiro, para 4 muestras del Cerro El Toro.**Error! Bookmark not defined.**
- 5.9 Relación FeO vs TiO₂, mostrando el grado de diferenciación de las diabasas presentes en el Cerro El Toro. **Error! Bookmark not defined.**
- 5.10 Mapa geológico-estructural del Cerro El Toro y zonas aledañas. 86
- 5.11 Diagrama de rozetas..... **Error! Bookmark not defined.**
- 5.12 Vista en 3D del programa Global Mapper 13.0, utilizado para la delimitación y cálculo del Cerro El Toro..... **Error! Bookmark not defined.**
- 5.13 Meteorización esferoidal (forma de cebolla) de las rocas máficas presentes en el Fundo El Potrero. Si existieran microfracturas, la destrucción de los granos sería en forma de irregular. **Error! Bookmark not defined.**

LISTA DE TABLAS

	Página
2.1 Coordenadas UTM correspondiente a la zona de estudio.	24
2.2 Precipitación media mensual y anual (mm) (IAMIB, 2012). Error! Bookmark not defined.	
2.3 Evaporación media mensual y anual (mm) (IAMIB, 2012). Error! Bookmark not defined.	
2.4 Temperatura media, máxima y mínima (°C). Estación Caroní (Macagua) Error! Bookmark not defined.	
2.5 Temperatura media, máxima y mínima (°C). Estación Las Babas (Guri). Error! Bookmark not defined.	
2.6. Radiación solar media mensual y anual (Cal/cm ² día)..... Error! Bookmark not defined.	
2.7 Insolación mensual y anual (Horas)..... Error! Bookmark not defined.	
2.8 Calores medios mensuales de humedad relativa.... Error! Bookmark not defined.	
2.9 Velocidad del Viento Media Mensual y Anual (Km/h) Error! Bookmark not defined.	
2.10 Frecuencia y Velocidad Media (km/h) de las Direcciones Del Viento. Estación Caroní (IAMIB, 2012). Error! Bookmark not defined.	
5.1 Estaciones geológicas marcadas en el Fundo El Potrero y puntos cercanos al afloramiento Cerro El Toro.....	68
5.2 Coordenadas de las muestras recolectadas	72
5.3 Descripción macroscópica de las muestras del Cerro El Toro. ... Error! Bookmark not defined.	
5.4 Porcentajes de abundancia mineralógico de la muestra M-1. Error! Bookmark not defined.	
5.5 Análisis petrográfico de la muestra M-2. Error! Bookmark not defined.	

- 5.6 Determinaciones analíticas de los elementos mayoritarios en muestras de diabasa, en roca total del Cerro El Toro. **Error! Bookmark not defined.**
- 5.7 Valores normalizados de los elementos mayoritarios en muestras de roca total del Cerro El Toro. **Error! Bookmark not defined.**
- 5.8 Valores de la suma de álcalis ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) y de SiO_2 **Error! Bookmark not defined.**
- 5.9 Cálculos de la relación FeO/MgO y los valores de sílice..... **Error! Bookmark not defined.**
- 5.10 Mediciones de fracturas del Cerro El Toro y zonas aledañas...**Error! Bookmark not defined.**
- 5.11 Cálculos volumétricos del Cerro El Toro..... **Error! Bookmark not defined.**

LISTA DE ANEXOS

1. Mapa topográfico con ubicación de muestras del Cerro La Ramonera
2. Mapa geológico del Cerro La Ramonera

INTRODUCCIÓN

El desarrollo industrial de Venezuela es un proceso reciente, que antes y durante la Segunda Guerra Mundial presentaba una situación intermedia entre la artesanía y la pequeña industria. A principios del siglo XX, con los adelantos de la electricidad y de los vehículos automotores, se generaron nuevas industrias, sin que por ello pueda hablarse de una efectiva industrialización en Venezuela, la cual no llegó sino después de la Segunda Guerra Mundial.

Venezuela es un país de oportunidades. Sus inherentes recursos naturales, renovables y no renovables, su conveniente posición geográfica en América del Sur, su baja densidad de población y la capacidad de sus habitantes lo sitúan como un país privilegiado. Además tiene un alto potencial de yacimientos metálicos y rocas industriales, lo cual ha generado una creciente demanda y comercialización, impulsando a Guayana como principal productor. Entre estos tenemos: Coltan y Casiterita.

Venezuela se encuentra entre un selecto grupo de países que tienen el privilegio de poseer la riqueza del mineral Coltan (Columbita-Tantalita) escaso en la naturaleza, sin embargo no fue hasta mediados de la década de los 70 que se tuvo conocimiento de su existencia en el territorio venezolano.

Con el presente estudio, se pretende crear las bases para el establecimiento de futuras investigaciones, para la ubicación espacial de las posibles reservas de los elementos Ta (Tantalita) y Columbita (Nb), en en dicha zona, donde se tomará como base la bibliografía disponible, a fin de confirmar y ampliar los detalles específicos de cómo y dónde se distribuye en las áreas de interés minero y otros minerales asociados.

El siguiente trabajo de investigación fue elaborado con la finalidad de evaluar geológicamente, de forma preliminar al sector Los Gallitos, municipio Cedeño del estado Bolívar, con el objetivo de determinar su potencial como zona de Coltan y de esta manera aportar información sobre dicha zona y sobre las rocas allí existentes. El área estudiada está enmarcada dentro de la Provincia Geológica de Cuchivero, representada por el granito rapakivi de Parguaza.

La presente investigación está estructurada en cinco capítulos ordenados de la siguiente manera: capítulo I correspondiente a la situación a investigar donde se desarrolla el objetivo general y los objetivos específicos, la justificación, limitaciones y alcance de la investigación. El capítulo II muestra las generalidades del área estudiada, entre ella la ubicación y el acceso, las condiciones físico-naturales y la geología regional. El capítulo III está referido al marco teórico, aspectos generales relacionados al estudio y las bases teóricas. En el capítulo IV se describe la metodología empleada en el presente trabajo. El capítulo V corresponde al análisis e interpretación de los resultados obtenidos y finalmente las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación objeto de estudio

Las rocas que constituyen al Escudo de Guayana integran una de las formaciones geológicas más antiguas del mundo. La composición original del macizo, está representada en lo fundamental por rocas ígneas producidas por la solidificación magmática en los fondos de los mares primitivos, que posteriormente emergieron como grandes bloques continentales; luego el metamorfismo influyó en la transformación de partes de estas rocas, así como de otras formaciones y minerales aprovechables desde el punto de vista geoeconómico que fueron apareciendo (González de Juana y otros, 1980).

Según la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, número 6617, de fecha miércoles 24 de febrero de 2021; los siguientes materiales son considerados como Materiales estratégicos: Casiterita, Níquel, Rodio, Coltan, Titanio y los asociados a tierras raras.

Venezuela es uno de los al menos 7 países que tiene Coltan (Columbita-Tantalio) en su territorio aunque no hay información oficial de acceso público que permita determinar la magnitud real de estos recursos minerales ubicados al sur del Río Orinoco, en el estado Bolívar.

El Coltan es un mineral de gran importancia en el sector tecnológico, está conformado por Tantalio (Ta) y Niobio (Nb), elementos que poseen unas

características refractarias lo que es primordial en la producción de la industria económica, factor que se ha otorgado un significativo auge en el sector económico, por tal razón es considerado como un material estratégico.

El presente trabajo forma parte de un estudio geológico y mineralógico a semi-detalle en la parte oeste del Escudo Guayanes, con el objeto de ubicar y delimitar posibles mineralizaciones de Coltan de interés económico y sus elementos asociados en las rocas graníticas.

Para tal fin, y para obtener una información más detallada, de la zona a estudiar, se programó un trabajo de campo que comprende las labores de exploración, levantamiento geológico y la toma de muestra de roca y concentrados pesados. Las mismas serán revisadas de forma macroscópica para determinar su composición mineralógica y descripción petrográfica.

Por lo antes expuesto, este trabajo trata de corroborar la existencia de estas mineralizaciones y ubicar los sitios que presenten tenores económicamente explotables. Para esto se ha utilizado la información proveniente de trabajos anteriores, sumada a los datos obtenidos del desmuestre sistemático de sedimentos pesados recolectados a lo largo del curso de caños y quebradas aledaños a la zona.

1.2 Objetivo general

Caracterizar geológicamente, de forma preliminar a la parte Norte del Cerro La Ramona, con el fin de determinar su potencial para ocurrencias de Coltan, ubicado en el sector los Gallitos, municipio Cedeño del estado Bolívar.

1.2.1 Objetivos específicos

1. Identificar las unidades litológicas presentes en el Cerro La Ramona, mediante el levantamiento de la geología de superficie.
2. Efectuar el muestreo de rocas y concentrados pesados para la determinación de la mineralogía.
3. Identificar los minerales presentes en las muestras de concentrados pesados para la verificación de la presencia y el potencial de Coltan.
4. Cartografiar las unidades litológicas del área mediante la elaboración de los mapas topográfico y geológico.

1.3 Justificación de la investigación

El estudio está enfocado a impulsar un proyecto especial de aprovechamiento, prospección y explotación de Columbita y Tantalita, el cual abarcará la parte Occidental del estado Bolívar y la parte Norte del estado Amazonas.

Con este estudio se pretende dar a conocer el posible potencial que posee el Sector Los Gallitos de este valioso mineral (Coltán) asociado al estaño, ubicado en el municipio Cedeño, estado Bolívar con el propósito de aportar estudios preliminares que puedan ser utilizados para proyectos futuros que involucren el aprovechamiento de estos minerales con el fin de generar beneficios a las comunidades de la zona y divisas al país.

El presente trabajo especial de grado también contribuye con el desarrollo del país, ya que permite mejorar las condiciones sociales de las comunidades aledañas al área de estudio, del Estado Amazona, la cual tiene una gran significación y alcance tanto económico como social.

1.4 Alcance de la investigación

Aportar información sustentada de las áreas de interés para el aprovechamiento de los yacimientos de Tantalita, Columbita; así como la Casiterita en la región Suroeste del municipio Cedeño del estado Bolívar, además de ampliar el conocimiento geológico de la zona.

1.5 Limitaciones de la investigación

- a) La poca disponibilidad de información cartográfica actualizada.
- b) El difícil acceso para llegar a la zona, dado a la distancia a recorrer y el mal estado de la vía.
- c) Por ser el Coltan un material estratégico, es ilegal transportarlo, por lo que todos los análisis fueron realizados en campo, usando equipos portátiles.

CAPÍTULO II GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio abarca al Cerro La Ramonera y sus inmediaciones, en la Zona de Caño Aguamena, a 1.5 km aproximadamente, antes de llegar al límite de los estados Amazonas y Bolívar y a 10 km antes del cruce de la vía de Los Pijiguaos-El Burro, Municipio Cedeño. (Figura 2.1).



Figura 2.1 Ubicación relativa nacional del área de estudio (Gobernación del estado Bolívar, 2021).

A continuación se exponen las coordenadas REGVEN, Huso 20 de los vértices de la poligonal cerrada (Tabla 2.1).

Tabla 2.1 Coordenadas UTM correspondiente a la zona de estudio.

PUNTO	ESTE	NORTE
V1	694.882	682.394
V2	696.429	682.394
V3	696.429	680.558
V4	694.882	680.558
Área total: 419.791 has		

2.2 Acceso al área de estudio

El acceso al Cerro La Ramonera se realizó por vía terrestre, a través de la Carretera Nacional Troncal 19, que une a Caicara del Orinoco con Puerto Ayacucho,

Desde Morichito se recorren 2 horas vía a Puerto Ayacucho y desde allí se toma una vía engrazonada hacia el Sur y se recorren 11 km, hasta llegar a un campamento (Figura 2.2).

2.3 Características físico – naturales del área de estudio

Según la información obtenida de la empresa Técnica Minera C.A. (C.V.G TECMIN, 1994) de la Hoja NB-19-8 correspondiente a Clima, Geología, Geomorfología, Suelos y Vegetación, en el Suroeste del Municipio Cedeño se pueden encontrar las siguientes características:

En general, de acuerdo a la clasificación climática de Köppen, en el área de estudio, se presentan dos tipos climáticos, un clima tropical de sabana (Awg`i),

representado por las estaciones Cabruta, Caicara del Orinoco, La Urbana, San Pedro,

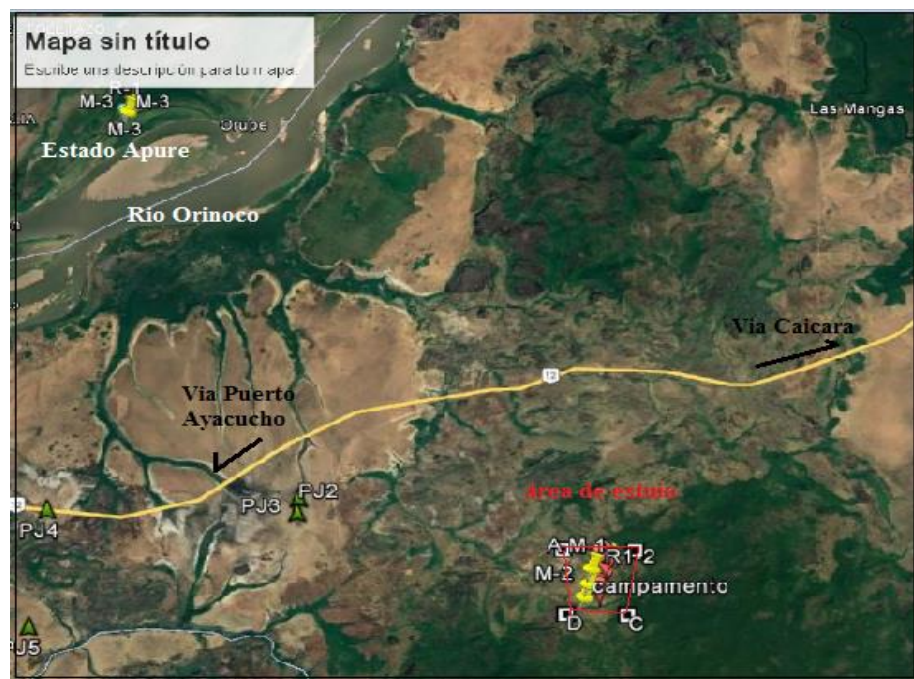


Figura 2.2 Ubicación y acceso al Cerro La Ramonera (Google Earth, 2021).

Pijiguaos y Puerto Páez, y un clima tropical lluvioso, variedad monzónico (Ami), representado por la estación La Sabanita.

2.3.1 Clima

En la zona se han detectado dos estaciones climáticas: una estación lluviosa (invierno) que abarca los primeros días del mes de Abril hasta finales del mes de Noviembre; y una estación de sequía (verano) la cual se inicia durante el mes de Diciembre y finaliza en el mes de Marzo. La precipitación media oscila entre 1.400 mm y 1850 mm.

La temperatura promedio anual es de 26.5 °C, y una temperatura máxima de 32 °C, y una mínima de 22 °C durante el día y de 16 °C a 18°C durante la noche. La humedad relativa promedio anual llega hasta 74% aproximadamente.

El área recibe una radiación solar, promedio anual, de 380 cal/cm/día. Los valores más altos se registran en la época de Diciembre a Marzo, disminuyendo en el lapso de Mayo a Agosto.

Se estima que la dirección, prevaleciente, del viento es en sentido Este – Noreste (ENE) y la velocidad media varía entre 4 km/h y 10 km/h. (Tabla 2.2).

Tabla 2.2 Parámetros climáticos de la zona (C.V.G.TECMIN, 1994).

Precipitación promedio	1500 mm
Precipitación total media anual	1850mm
Evaporación total media anual	2050mm
Temperatura media anual	26,5°C
Temperatura máxima media anual	32 C
Temperatura mínima media anual	22°C
Humedad relativa media anual	74
Radiación solar media anual	380l/ cm/día
Insolación media anual	6,5 horas
Humedad relativa media anual	74%
Dirección prevaleciente del viento	ENE (Este-Noreste)
Velocidad media anual del viento	Entre 4 km/h y 10 km/h

2.4 Hidrografía

La zona de estudio presenta un drenaje definido por (Pérez, H. 1985), “donde el drenaje externo de los suelos presenta variaciones asociadas a la geomorfología de la zona. En los relieves positivos y topografía accidentada, el drenaje es excesivo debido al escurrimiento superficial rápido o muy rápido favorecido por las fuertes pendientes”.

“En las planicies inundables adyacentes a los principales ríos el drenaje por lo general es muy lento o nulo influenciado por las suaves pendientes (0- 4%), predominancia de una topografía plana de perfil rectilíneo a plano-cóncavo, suelos de texturas muy variables, según la naturaleza de los materiales parentales y una concentración excesiva y temporal de la precipitación”. (Pérez, H. 1985).

con un drenaje externo moderado a medio; mientras que las planicies no inundables que tienen suelos de texturas gruesas presentan un buen drenaje. (Pérez, H. 1985).

El drenaje es de tipo dendrítico, siendo su principal colector el caño de Aguamena, que discurre hacia el WNW hasta su desembocadura en río Orinoco. Existen además numerosas quebradas de régimen intermitente, las cuales forman valles que se ensanchan hasta confundirse entre sí formando la sabana de Santa Rita y Sabana del Potrero. (Pérez, H. 1985) (Figura 2.3).



Figura 2.3 Ubicación del área de estudio, tomando como referencia el Río Orinoco.

2.5 Vegetación

La vegetación presente en el área de estudio es típica de sabana, y prevalecen dos tipos: Vegetación de sabana con chaparro: La vegetación con chaparro se caracteriza principalmente por dos tipos de vegetación: la vegetación herbácea, que está constituida por una cobertura gramíniforme de baja altura, entre la cual las especies más abundantes son la paja peluda (*Trachypogon plumosus*), escobilla (*Ecoparia dulcis*), dormidera (*Mimosa dorens*), etc. y la vegetación arbustiva que está conformada por árboles de 2 a 4 metros de altura. Entre la vegetación arbustiva se mencionan el chaparro (*Curatella 22 22 americana*), chaparromanteco (*Bowdichia virgilioides*), mandinga (*Roupals complicata*), y en proporción menor el mango (*Mangifera indica*), etc. (C.V.G. – TECMIN, 1991).

2.5.1 Vegetación de bosques de galería

A lo largo de las zonas húmedas, específicamente en los márgenes de los ríos, se presentan una cobertura vegetal; arborescencia de tipo selvático, denominada “Bosque de Galería” (C.V.G. – TECMIN, 1991).

El bosque es de cobertura media a alta, siendo las especies que lo caracterizan *Randia espinosa*, *R. nítida*, *Cupania scrobiculata*, *Erytroxylum* cf. *Raimondi*, *Psidium guanensis*, *Olyra ciliatifolia*, *Senna* cf. *Multijuga*, *Amaioua* sp., *Guapira ferruginea*, *C. Sylvestris*, *Genipa americana*, *Calliandra* sp., *Pereskia* sp., *Cortón* sp., *Bromelia* sp. y *Astronium lecontii*. Las especies arbóreas más importantes son la *Copaifera officinalis* (Aceite), *Cochlospermum orinocense*, *Tapirira guianensis* (Patillo), *Mauritia flexuosa* (Moriche), *Xylopia aromática* (Fruta de burro), *Protium* sp. 23 23 (Tacamajaca), *Jacaranda obtusifolia* (San José), *Vitex compressa* (Totumillo), *Lonchocarpus* sp. (Mahomo), *Myriospermum frutescens* (Cereipo), *Spondias monbin* (Jobo), *Casearia* sp. (Puntera) y *Caesalpinia coriaria* (Dividive). Orsetti y Romero, 2005 en IAMIB, 2012.

2.6 Suelos

En el área de estudio, los suelos se producen por efecto del intemperismo físico y químico que sufren las rocas graníticas. Generalmente se observan suelos residuales de color rojizo de aspecto arcillo-arenosos que comúnmente rodean a los cuerpos Graníticos más meteorizados. Los principales suelos, de acuerdo a la Taxonomía de Suelos Norteamericanos (Soil Survey Staff, 1992) son los Ultisoles que pertenecen al Orden Ultisol, específicamente a los Sub – Grupos Arenic y Grossarenic Kandistults (suelos arcillosos y ácidos con bajo contenido de bases intercambiables, por lo que su

fertilidad y permeabilidad es escasa), asociados a afloramientos rocosos, lo que va a sustentar una vegetación herbácea o arbustiva (C.V.G. – TECMIN, 1991).

2.7 Geomorfología

“Esta zona se caracteriza por pendientes suaves con diferencias de altitud que van desde 30 m.s.n.m. hasta 600 m.s.n.m. las sabanas están formadas por suelos maduros muy lixiviados, formados por caolinita, goethita y predominante detritus de cuarzo. Esporádicamente se encuentran afloramientos graníticos de superficies ásperas y diaclasadas por la intensa meteorización y variación de temperaturas del medio ambiente. Rodeando estas llanuras se encuentra una parte alta de abundante vegetación tipo bosque seco tropical”. (Pérez, H. 1985)

2.7.1 Lomerío, medio muy quebrado

“Este tipo de lomerío posee una altura media con desniveles de 50 m a 150 m y una topografía muy quebrada con pendiente muy variables en un rango de 16% a 30%. Las rocas volcánicas y graníticas que lo conforman han sido rebajadas por procesos denudacionales originándose los tipos de relieve definidos como lomas, glacis coluviales y vegas”. (C.V.G TECMIN, 1991).

“Cuando el basamento lo constituyen rocas graníticas las lomas son relieves representativos del paisaje y presentan en superficie afloramientos y bloques rocosos de forma redondeada con meteorización esferoidal asociados a suelos poco evolucionados y superficiales pertenecientes al orden de los Entisoles con inclusiones de suelos evolucionados (Ultisoles) que permiten el establecimiento de asociaciones de bosque bajo y sabana gramínea arbustiva”

2.7.2 Planicie Depositional – Residual, No a Ligeramente Disectada, Bien Drenada

Generalmente posee una fase cubierta de arena o gravilla de aproximadamente 1 cm de espesor, esta arenización puede considerarse como producto de la denudación de los paisajes elevados que bordean estas planicies, que ha sido transportado y sedimentado a manera de manto sobre éstas. Los tipos de relieve que la integran son: la llanura de erosión y la vega. (C.V.G TECMIN, 1991).

- La llanura de erosión: Es el relieve representativo del paisaje; presenta pendientes generales entre 0% y 4% que le confieren una topografía plana y un perfil rectilíneo. Predomina una erosión de tipo laminar ligera y generalizada. Los suelos son bien drenados, generalmente muy evolucionados (Ultisoles), profundos, arenoso francoso en superficie y arcillosos en profundidad pero localmente ocurren suelos arenosos, excesivamente drenados. La vegetación característica de esta llanura de erosión es de una sabana gramínea arbustiva asociada a sabana con bosquetes

- La vega: “Conforma franjas estrechas con una amplitud de 1 m a 2 m, asociadas, por lo general a pequeños riachuelos de carácter intermitente. Tiene una topografía plana con pendientes generales que oscilan entre 0% y 4%. Los sedimentos que conforman la vega son de origen aluvial - coluvial provienen de los aportes de los caños, así como de la denudación de la llanura de erosión. La erosión es de origen hídrico y se manifiesta en forma de surcos de intensidad severa y generalizada. Se localizan suelos de diferentes órdenes, tales como Ultisoles y Entisoles mal drenados, que sirven de sustento a una

vegetación característica como bosque de galería, cuyos árboles generalmente presentan raíces superficiales” (Figura 2.4).



Figura 2.4 diferentes tipos de relieve presentes en el Cerro La Ramonera y zonas aledañas.

2.8 Geología regional

El Escudo de Guayana forma parte del Pre-cámbrico del Cratón Amazónico y del Oeste de África y se continúan en las Guayanas y parte NW de Colombia, con unidades litoestratigráficas, metamorfismos y depósitos minerales similares. El Escudo de Guayana se extiende al sur del río Orinoco; limita al Este con Colombia por los ríos Orinoco, Atabapo y Guainía-Negro; al Sur con Brasil en Cocuy-Neblina cabeceras de los ríos Orinoco-Ventuari y la Gran Sabana con la Sierra Pacaraima y al Este con la Zona en Reclamación con los ríos Venamo y Cuyuní, cubriendo casi el 50% de la superficie de Venezuela (Mendoza, V. 2005).

En geología los escudos se definen como macizos continentales constituidos por rocas Precámbricas, no cubiertos completamente por el mar en el transcurso del tiempo geológico. Los escudos fueron tectónicamente muy activos durante el Precámbrico, pero desde el comienzo del Cámbrico se hicieron relativamente estables con respecto a los movimientos terrestres. También se les llama “Tierras Positivas” porque han servido de contrafuerte y contribuido por el desgaste, a través del tiempo (erosión), a proporcionar sedimentos que se han depositado en las partes más bajas, formando así los llamados geosinclinales (Mendoza, V. 2005).

En el curso del Precámbrico tuvieron lugar numerosos ciclos orogénicos y fueron acompañados por importantes manifestaciones magmáticas efusivas e intrusivas, así como por intensos procesos de metamorfismo, con fenómenos de migmatización y palingénesis que muchas veces se desarrollaron a escala regional (Mendoza, V. 2005).

El Escudo de Guayana tiene forma oval y su parte septentrional se encuentra en Venezuela al Sur del curso del río Orinoco, mientras que en su parte meridional se adentra en Colombia, Brasil, Guyana, Suriname y Guayana Francesa (Mendoza, V. 2005).

En la parte Venezolana comprende rocas Arqueozoicas y Proterozoicas de muy diversas litologías, alteradas en mayor o menor escala durante una serie de episodios geotectónicos mayores.

El Escudo de Guayana en Venezuela se compone de las siguientes cuatro provincias geológicas Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima (Mendoza, V. 2005) (Figura 2.5).

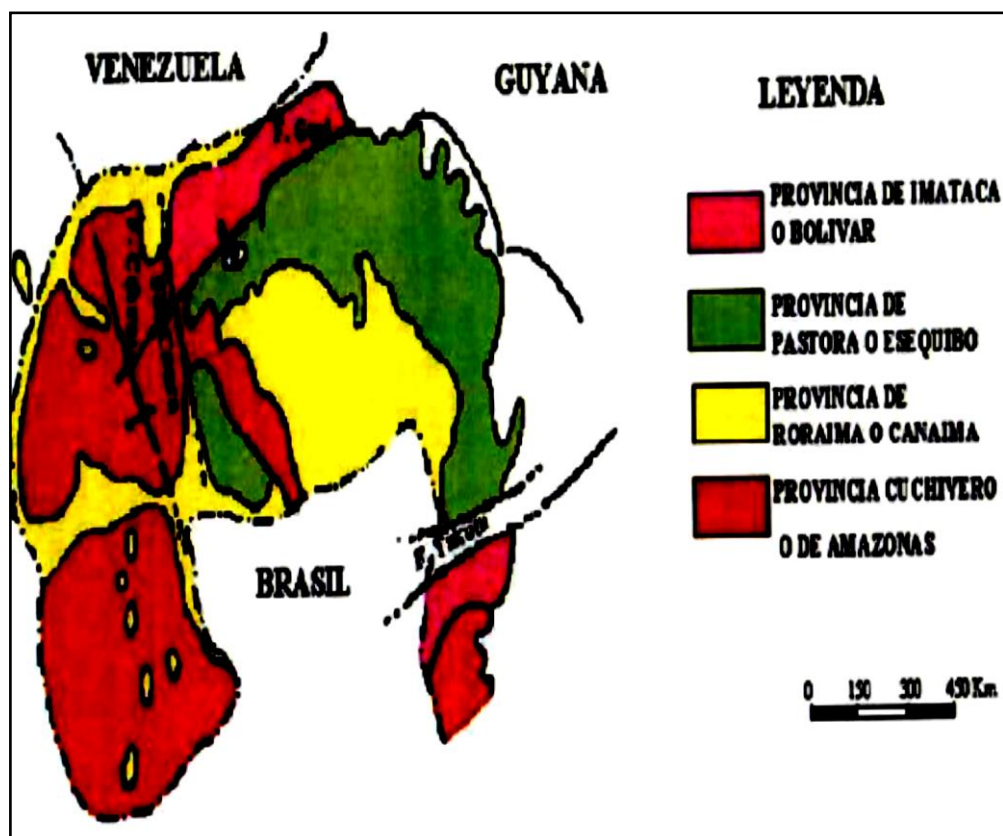


Figura 2.5 Provincias litotectónicas del Escudo de Guayana (Mendoza, V. y otros. 1977).

Basándose en la petrología de la Provincia de Imataca, esta pertenece al denominado Cinturón Granulítico, Pastora a los Cinturones de Rocas Verdes, Cuchivero se caracteriza por grandes extensiones de granitos (1800 ± 200 m.a) y granitos post-tectónicos (1500 m.a) y la Provincia de Roraima es una cobertura discordante sobre rocas pertenecientes a la Provincia de Pastora o Cuchivero (Mendoza, V. 2005).

2.4.1 Provincia de Cuchivero

El conjunto litológico de la Provincia de Cuchivero consiste de rocas volcánicas ácidas e intermedias, lavas, tobas y diques de ígneas básicas, las cuales muestran un metamorfismo de bajo grado. Estas rocas volcánicas han sido intrusionadas por rocas graníticas, entre las que se distinguen desde microgranitos hasta granitos de grano grueso a muy grueso (Mendoza, V., 2005).

Las rocas volcánicas de la Provincia de Cuchivero afloran en los alrededores de Santa Elena de Uairén, al sureste del Estado Bolívar; continúan hacia el oeste y al noreste pasando por las regiones de El Chiguao y La Vergareña, hasta la región occidental del Estado Bolívar, para seguir hacia el sur formando parte de Estado Amazonas (Mendoza, V., 2005) (Figura 2.6).

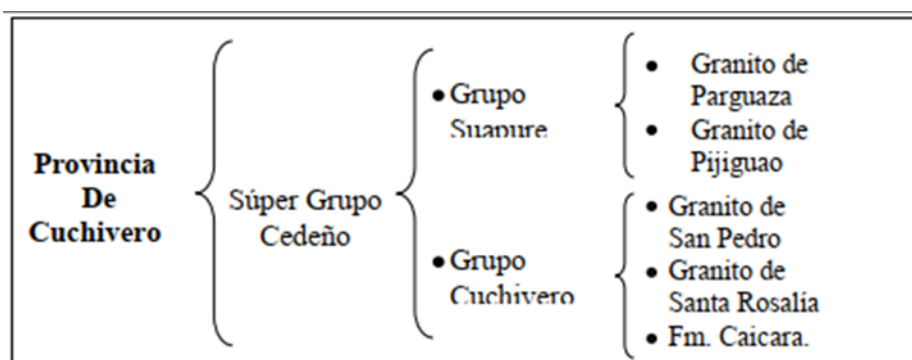


Figura 2.6 Unidades litodémicas de la Provincia Geológica de Cuchivero en la Región de Suapure. (Mendoza, V. 1974 en González de Juana, 1980).

Mendoza, V. (2005), introdujo el nombre de Supergrupo Cedeño para incluir dos conjuntos de rocas ígneas ácidas no comagmáticas; el Grupo Cuchivero y el Grupo Suapure, constituido este último por los granitos de Pijiguaos y El Parguaza

2.8.2 Supergrupo Cedeño

El Supergrupo Cedeño se define como una unidad litoestratigráfica volcanoplutónica ácida, no comagmática, que comprende los grupos Cuchivero y Suapure separados entre sí por metabasitas. El Supergrupo Cedeño se extiende en dirección E-O desde las proximidades del río Caura hasta Puerto Páez y en dirección N-S desde el río Orinoco en su tramo noreste hasta el río Ventuari; abarcando todo el distrito Cedeño del estado Bolívar y parte norte del territorio federal Amazonas. La mejor sección tipo se localiza en las proximidades del río Suapure, entre la serranía de Guacharacaima y Los Pijiguaos, donde afloran las unidades litoestratigráficas de: Granito de Santa Rosalía, metavolcánicas ácidas de la Formación Caicara; Granito de San Pedro, metabasitas, Granito de Pijiguaos, Granito rapakivi del Parguaza y el Granito de Guaniamito, expuesto unos 60 km al este de Guacharacaima. La edad establecida del Supergrupo Cedeño no está bien definida; sin embargo, se puede decir que es más joven que el Supergrupo Pastora (2200 ± 50 m.a.). Se desconoce su base su tope es discordante por debajo de la Formación Roraima (Mendoza, V., 2005)

2.8.3 Grupo Cuchivero

Está constituido por la Formación Caicara, Granito de San Pedro y el granito de Santa Rosalía

2.8.3.1 Formación Caicara

La Formación Caicara está constituida por lavas tobáceas y brechas ácidas de color gris oscuro y granito fino, micro y macroporfídicas, moderada a extremadamente foliadas, plegadas y falladas. A pesar de tal deformación las estructuras de flujo y la estratificación ígnea originales se reconocen fácilmente (Ríos, 1969).

Las cuarzo-latitas de la Formación Caicara han sido intrusionadas por los Granitos de Santa Rosalía, San Pedro y Parguaza, aunque localmente su contacto con los mismos es de falla. Se desconoce el basamento de las cuarzo-latitas. Por estas relaciones intrusivas, las volcánicas de Caicara deben ser más antiguas que los Granitos de Santa Rosalía y Parguaza.

2.8.3.2 Granito de Santa Rosalía

El Granito de Santa Rosalía es masivo a semi-foliado, plutónico de grano medio a muy grueso, constituido esencialmente por cuarzo, feldespato potásico- perita, plagioclasa: oligoclasa; biotita marrón pleocroica; hornablenda, accesorios y secundarios (titanita, apatito, epidoto, clorita, opacos y otros). (Ríos, 1969), El Granito de Santa Rosalía es intrusivo en las cuarzo-latitas de la Formación Caicara, aunque localmente el contacto puede ser de falla. El Granito Rapakivi del Parguaza se deduce intrusivo en el Granito de Santa Rosalía, en atención a la presencia de un granito porfídico en la zona de contacto.

2.8.3.3 Granito de San Pedro

Son rocas graníticas, macizas a moderadamente foliadas, de grano fino, equigranulares, que afloran entre El Budare y Pijiguao, 3 km al oeste del paso de San Pedro en el río Suapure. El Granito de San Pedro esencialmente está constituido por cuarzo cataclástico, feldespato potásico y pertita, plagioclasa Na, accesorios y secundarios tales como biotita, apatito, opacos, clorita y epidoto en pequeñas cantidades.

El Granito de San Pedro podría equivaler a las intrusivas menores ácidas en el área del río Cuchivero (Ríos, 1969), que también intrusionan a las volcánicas.

2.8.4 Metabasitas

Las metabasitas son rocas macizas de grano fino a medio y textura variable de ofítica a sub-ofítica a intersectal. Mineralógicamente consisten en anfíbol verde oscuro a claro, plagioclasas (labradorita-andesina) más o menos alteradas, epidoto, clorita, escaso cuarzo, biotita rojiza a marrón y opacos; no se observan piroxenos. En la región del Río Suapure las metabasitas son muy escasas y siempre intrusionan rocas del Grupo Cuchivero, las cuarzo-latitas de la Formación Caicara y el Granito de Santa Rosalía, pero se observan como xenolitos en el Granito Rapakivi del Parguaza.

2.8.5 Granito de Guaniamito

Es un granito gnésico, porfídico, de grano grueso, constituido por cuarzo, biotita, feldespato alcalino, hornablenda y minerales opacos. (Ríos, 1968). El Granito

de Guaniamito aflora en tres zonas diferentes: El Tigre, El Chingo y Guaniamito. Esta roca no se observa en el área del río Suapure.

2.8.6 Grupo Suapure

Está conformado por el Granito de Los Pijiguao y el granito de Parguaza.

2.8.6.1 Granito Pijiguao

Es un granito leucocrático (5% máficos) de color rosado salmón, grano fino, macizo de aspecto sub-volcánico, expuesto en la base del Domo de Pijiguao, en contacto no reaccional con el Granito Rapakivi del Parguaza. De acuerdo a estudios en imágenes de radar este granito se extiende por las partes bajas de los ríos Parguaza, Villacoa y Ventuari.

El granito es de grano fino a medio, masivo y sin desarrollo de textura gráfica. Consiste en feldespato potásico \pm perita, plagioclasa albitica, cuarzo, biotita marrón con apatito, opacos como accesorios más frecuentes, epidoto y clorita como secundarios.

El Granito de Pijiguao siempre aflora como lajas por debajo del Granito del Parguaza. Se desconoce su edad absoluta, pero debe ser similar (o más antigua) a la del Granito del Parguaza.

2.8 Granito del Parguaza

McCandless propuso este nombre para designar un granito de grano muy grueso, masivo con textura rapakivi y rico en feldespatos potásico, biotita y hornablenda, expuesto desde Puerto Páez hasta Los Pijiguaos cuyos mejores afloramientos están en el Salto Maracas del río Parguaza, en las montañas de El Tigre y los Domos de Pijiguaos. El Granito del Parguaza constituye un batolito de composición homogénea en la Provincia Estructural de Amazonas ubicada en la parte Nor-Oriental del Escudo de Guayana y representa una de las más grandes intrusiones graníticas anorogénicas del mundo (McCandless, 1965).

El Granito Rapakivi es una roca masiva sin indicios de metamorfismo o tectonismo sobreimpuestos. Sin embargo, hacia los bordes del batolito, en especial el lado oeste presenta zonas de cizalla con emplazamientos de pegmatitas. El granito se compone de cuarzo (10 - 25%), oligoclasa (15 - 30%), microclino-perfítico (25 - 55%), biotita (2 - 15%) y hornablenda (5 - 20%). La edad radiométrica de estos granitos rapakivis por el método Rb – Sr, en roca total isócrona es de 1531 ± 39 m.a (Gaudette y otros, 1977).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

A continuación se reseñan los estudios geológicos regionales o de reconocimiento. Se destaca la geología del de la Provincia Geológica de Cuchivero

Entre 1976 y 1979 la División de Recursos Minerales de la Dirección de Geología, Ministerio de Energía y Minas, investigó la potencialidad económica de dos zonas aluvionales que presentan niveles con enriquecimiento en minerales de titanio, estaño, niobio, tántalo y circón.

Perforaciones realizadas sobre las áreas cercanas a los granitos, pegmatitas y sienitas complejas de la zona, las cuales presentan mineralización tipo Sn-Ti-Nb y Ta tipificando áreas metalogénicas de alta temperatura, mostraron un aluvión que varía, granulométricamente, entre arenas arcillosas y arenas de grano grueso muy enriquecidas en material laterico. Las perforaciones mostraron un porcentaje de minerales pesados que varía entre 13 gr y 11 kg por metro cúbico.

De acuerdo a los análisis mineralógicos la fracción pesada está constituida esencialmente por ilmenita compleja y zircón como minerales esenciales y casiterita y tantalita como minerales minoritarios. El porcentaje de metales contenido en la fracción pesada proveniente de las perforaciones del área de Boquerones dio el siguiente resultado: Sn 0.02 o/o – 0.77 o/o; Nb 0.01 o/o – 0.23 o/o; Ti 1.8 o/o – 29.0 o/o; Zr 0.5 o/o – 11.0 o/o.

A partir del año 1976 C. Cram, E. González, R. Rivera, G. Añez, D. Aarden H. Peñaloza y R. Salazar han realizado actividades tendientes a evaluar el potencial de los recursos minerales existentes en la zona. Como resultado de estos estudios preliminares, se ha llegado a determinar la posibilidad de existencia de mineralizaciones de estaño y niobio en los suelos de los valles aluviales de los caños Aguamena y Horeda.

Bangerter, G. (1985), llevó a cabo un estudio sobre la petrogénesis de las mineralizaciones de Niobio, Tántalo y Estaño en el Granito Rapakivi del Parguaza y a sus diferenciaciones. Observó que en el borde Norte del Granito tipo Rapakivi afloran diferentes variedades y diferenciaciones del mismo. Además, del clásico Granito Rapakivi porfídico de grano muy grueso (viborgita) se reconoce otra variedad de grano menos grueso (peterlita). Localmente afloran pequeños cuerpos de granitos alcalinos y sienitas que a juzgar por sus características petrológicas, son comagmáticos con el Granito Rapakivi de El Parguaza. En toda el área se observan aplitas con espesores entre 10 cm y varios metros. De gran interés son las pegmatitas de cuarzo, en las que arman los agregados de Columbita-Tantalita.

En los Cerros Boquerones afloran diques e inyecciones finas de basalto olivínico de edad aparentemente más joven, cuya relación genética con el Granito Rapakivi de El Parguaza es aún incierta

La empresa C.V.G TECMIN C.A. (1988) realizó el informe de avance de la hoja de radar NB-19-8, tomo ii: clima, geología, geomorfología, suelos y vegetación. Ciudad Bolívar (Figura 3.1)

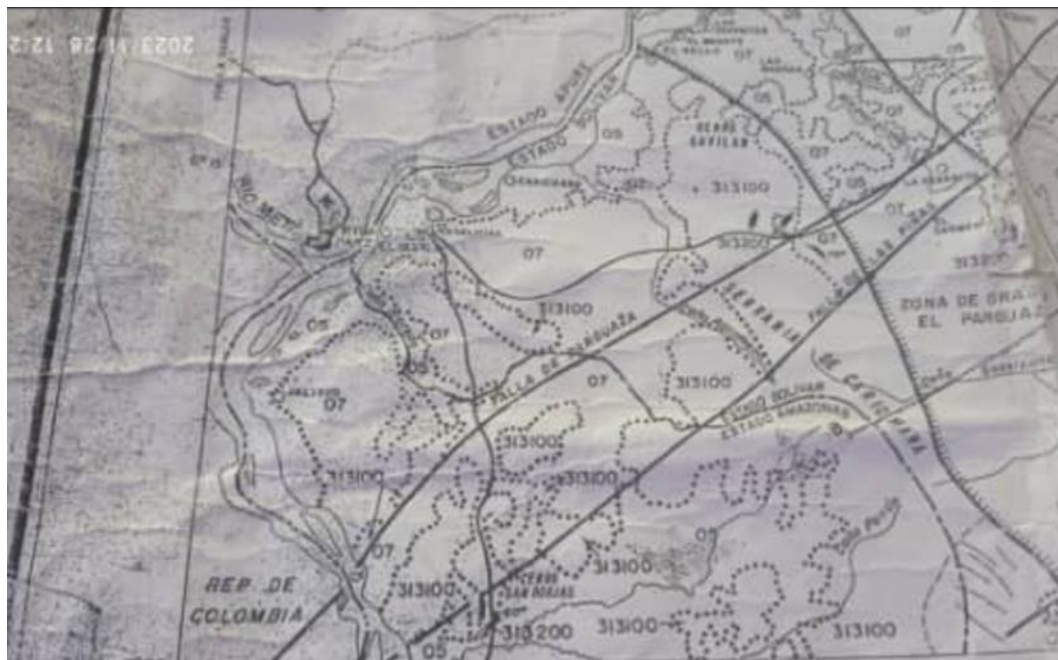


Figura 3.1 Ubicación del área de estudio en el extremo SW de la hoja NB-19-8, al frente de Puerto Páez (C.V.G Tecmin, 1988).

3.2 Fundamentos teóricos

3.2.1 Coltan

El Coltan es como se llama comúnmente en África a la contracción de 2 minerales: La Columbita $(Fe,Mn)Nb_2O_6$ y la Tantalita $(Fe,Mn)Ta_2O_6$, pudiéndose encontrar en distintas proporciones. Ambos minerales son óxidos de Niobio y Tantalio, con Hierro y Manganeso respectivamente (Bolívar, A y Manrique, A. 2011).

Es un mineral de color negro o telecomunicaciones y en la industria aeroespacial. Marrón muy oscuro, que se utiliza en microelectrónica,

Gracias a su composición de estos 2 minerales, el Coltan con una serie de propiedades que lo hacen muy útil: soporta altas temperaturas, su resistencia lo clasifican como refractario, ya que tiene un alto punto de fusión y ebullición (Bolívar, A y Manrique, A. 2011).

3.2.2 Principales características del Coltan (Bolívar, A y Manrique, A. 2011).

- ✓ Soporta altas temperaturas
- ✓ Su resistencia al calor es el doble del hierro
- ✓ Cuenta con una alta capacidad para el almacenaje de cargas eléctricas
- ✓ Es muy resistente a la corrosión
- ✓ Alta resistencia al desgaste
- ✓ Es mejor conductor que el cobre.

4.2.3 Columbita (Bolívar, A y Manrique, A. 2011).

Fórmula química: $(\text{Fe, Mn})\text{Nb}_2\text{O}_6$

Clase: Óxidos.

Etimología: Deriva del nombre de Cristóbal Colón, como homenaje por haber sido descubierta por primera vez en el continente americano.

➤ **Génesis**

1. En pegmatitas y granitos de carácter albitico y con silicatos líticos.
2. Sedimentario en placeres derivados de las rocas anteriores.

Propiedades físicas de la Columbita (Bolívar, A y Manrique, A. 2011).

Las características de este mineral se observan en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Propiedades físicas de la Columbita (Bolívar, A y Manrique, A. 2011).

Color	Negro pardo
Raya	Roja negra
Brillo	De submetálico a subresinoso
Dureza	De 6 a 6.5
Densidad	6.65g/cm ³
Óptica	Transparentes en esquirlas, pleocroico
Otras	Muy frágil
Punto de Ebullición	3.300°C

Punto de Fusión	2.468°C
-----------------	---------

”**3.2.4 Tantalita** (Bolívar, A y Manrique, A. 2011).

Fórmula química: (Fe, Mn) Ta₂O₆

Clase: Óxidos.

Etimología: “Deriva del nombre del dios Tántalo en alusión por su dificultad en fundir en ácidos”.

➤ Génesis

1. En pegmatitas y granitos de carácter albítico y con silicatos líticos.
2. Sedimentario en placeres derivados de las rocas anteriores

Propiedades físicas de la Tantalita (Bolívar, A y Manrique, A. 2011).

Las características de este mineral se observan en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Propiedades físicas de la Tantalita (Bolívar, A y Manrique, A. 2011).

Color	Negro pardo
Raya	Roja negra
Brillo	De submetálico a subresinoso
Dureza	De 6 a 6.5.

Densidad	8.0 – 8,1g/cm ³
Óptica	Transparentes en esquirlas, pleocroico
Otras	Muy frágil
Punto de Ebullición	5.425°C
Punto de Fusión	2.996°C

3.3 Definición de términos básicos

3.3.1 Geología

Rama de las ciencias naturales que estudia la historia, la estructura y los procesos de la tierra. De esta manera la geología se encarga del estudio de las materias que forman el globo y de su mecanismo de formación. También se centra en las alteraciones que estas materias han experimentado desde su origen y en el actual estado de su colocación (Iriando, M. 2007).

3.3.2 Geomorfología

Es la ciencia que estudia las formas terrestres. Descripción e interpretación de las características del relieve terrestre. Por su campo de estudio, la geomorfología tiene vinculaciones con otras ciencias. Uno de los modelos geomorfológicos más popularizados explica que las formas de la superficie terrestre es el resultado de un balance dinámico que evoluciona en el tiempo entre procesos constructivos y

destruictivos, dinámica que se conoce de manera genérica como ciclo geográfico (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.3.3 Topografía

La topografía es una disciplina o técnica que se encarga de describir de una forma muy detallada la superficie de un terreno, pero no solo se limita a realizar la elevación de campos en los terrenos sino que posee componentes edición y redacción cartográfica, que se encarga de estudiar las elaboraciones de los mapas geográficos (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.3.4 Buzamiento

Es el sentido u orientación de la inclinación de los estratos en un relieve de plegamiento formado en rocas sedimentarias, que son las que se disponen en forma de capas o estratos (Iriando, M. 2007).

3.3.5 Rumbo

Se puede definir como línea que resulta por la intersección del plano geológico por un plano horizontal (Iriando, M. 2007).

3.3.6 Azimut

Es el ángulo de una dirección contado en el sentido de las agujas del reloj a partir del norte geográfico. El azimut de un punto hacia al este es de 90° y hacia el oeste de 270° sexagesimales. El término azimut solo se usa cuando se trata del norte geográfico. Cuando se empieza a contar a partir del norte magnético, se suele denominar rumbo o azimut magnético. En la geodesia o la topografía geodésica, el azimut sirve para determinar la orientación de un sistema de triangulación (Iriando, M. 2007).

3.3.7 Estructuras Geológicas

Es un factor dominante de control de las formas del relieve y se reflejan en ellas, las cuales se presentan como manifestaciones directas de las mismas en un área determinada, donde las masas de roca poseen algunas características o aspectos que constituyen una estructura. El estudio de las disposiciones y el significado de las mismas dentro de la geología, se estudian en la geología estructural (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.3.8 Fallas

Son estructuras en la corteza a lo largo de las cuales ha tenido lugar un desplazamiento apreciable. Las fallas se forman por esfuerzo tectónico o gravitatorios actuantes en la corteza. La zona de ruptura tiene una superficie ampliamente bien definida denominada plano de falla (Tarbuck, E y Lutgens, F. 2005).

3.3.9 Diaclasa

Fractura o fisura en una masa rocosa en la que no se observa un movimiento relativo de sus lados. En general, las diaclasas interceptan superficies primarias, tales como estratificación, exfoliación, esquistosidad, etc. Se desarrollan preferentemente en los miembros competentes de una serie, más que en incompetentes. Un conjunto de diaclasas paralelas se denomina un «sistema de diaclasas»; dos o más conjuntos que se cortan, producen un «sistema de diaclasas»; dos disposiciones de diaclasas muy juntas en ángulo recto con una tercera, producidas por el mismo sistema de tensiones, se dice que son conjugadas. Una diaclasa principal (término de hombre de cantera) es una diaclasa persistente o sistema que puede ser horizontal o vertical. (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.3.10 Aluvión

Sedimentos no consolidados depositados por un cauce de agua (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.3.11 Coluvión

Material depositado al pie de una pendiente tras un corto recorrido y como consecuencia de la acción erosiva de las agua de arroyada (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.3.12 Regolito

Capa de rocas y fragmentos minerales que cubren casi cualquier parte de la superficie (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

El estudio se ha enmarcado dentro un contexto metodológico, siguiendo una secuencia lógica que permitió cumplir con los objetivos de forma sistemática. La metodología empleada se basa en el nivel de investigación de tipo exploratoria y descriptiva con el diseño de investigación de tipo documental y de campo, debido a que se busca obtener información de los minerales pesados: Columbita y Tantalita, dando a conocer sus rasgos y comportamiento de cada componente.

4.1 Tipo de investigación

Este proyecto de investigación está enmarcado en una investigación del tipo descriptiva y exploratoria.

4.1.1 Investigación descriptiva

Según Arias, F. 2006, la investigación descriptiva “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”.

Este proyecto de investigación es descriptivo, porque consiste en la descripción de la geología local y composición mineralógica; mediante la representación de sus unidades litológicas y descripción macroscópica de las muestras de concentrados pesados (C.P).

4.1.2 Investigación exploratoria

Según Arias, F. 2006, la investigación exploratoria “se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos”

En presente trabajo de investigación aplica una investigación exploratoria, ya que es un área poco explorada a nivel local; por lo que este proyecto consiste en explorar a detalle, para la determinación de sus características geológicas y mineralógicas, con miras a determinar la presencia del mineral Coltan.

4.2 Diseño de la investigación

Este proyecto de investigación corresponde a una investigación documental y de campo.

4.2.1 Diseño documental

Según Arias, F. (2006), la investigación documental “es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales”.

La investigación es documental, ya que se basó en una revisión de bibliográfica y cartográfica de la zona de estudio, para la recopilación de información sobre la geología regional, como base para establecer la geología local.

4.2.2 Diseño de campo

“La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variables alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes (Arias, F. 2006).

Esta investigación corresponde a una investigación de campo, ya que a pesar que las suscritas no fueron a campo, en esa área han trabajado muchos geólogos, incluyendo al tutor académico. El trabajo de campo consistió en una recolección de muestras de rocas y sedimentos pesados, las cuales se tomaron mediante las visitas y el trabajo de campo; es decir, directamente en el área en estudio y los alrededores.

4.3 Población de la investigación

Según Arias, F. (2006), define la población como “el 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 el caso de esta investigación la población, está referida a todo el Cerro La Ramonera y zonas aledañas.

4.4 Muestras de la investigación

Según Arias, F. (2006), “una muestra, en un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población”.

En este caso particular, el muestreo se realizó en forma aleatoria, detallando donde el afloramiento presente cambios texturales o de coloración. En total se recolectaron siete (7) muestras, de las cuales tres (3) son de rocas y cuatro (4) muestras de sedimentos pesados (C.P).

Todas las 7 muestras recolectadas se describieron macroscópicamente con lupa de geólogo. Las muestras de rocas se tomaron de la forma tradicional, o sea, las rocas a percusión, usando una piqueta de 6 kilos y los concentrados haciendo un hoyo para la obtención de muestras, hasta llegar al basamento. Luego se procede a su lavado con suruca y batea.

4.5 Técnicas de recolección de datos

Arias, F. (2006), define la técnica como “Un instrumento de recolección de datos de cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”.

En esta investigación se hizo de forma directa e indirecta. La forma indirecta de recolección de datos fue mediante la revisión bibliográfica, publicaciones en internet y

trabajos previos. También se revisaron imágenes de satélite para la realización de mapas.

La observación directa, permitió observar e identificar de forma física, los aspectos de las rocas mediante descripciones de muestras de mano obtenidas del cerro y las mediciones de estructuras y actitudes geológicas, tales como rumbos y buzamientos. Los sedimentos pesados fueron revisados a lupa para su descripción.

4.5.1 Instrumentos de recolección de datos

Dentro de los instrumentos que se emplearon están: lápiz, libreta de campo, mapas, Teléfono inteligente con los siguientes accesorios: Cámara, GPS, lupa de geólogo, vehículo rústico para transporte, e imágenes satelitales. Los mapas se elaboraron cartografiando los puntos GPS, sobre dicha imagen.

4.6 Etapa de la investigación

Para alcanzar los objetivos planteados, la presente investigación se realizó en cuatro etapas (Figura 4.1).

4.6.1 Etapa I Recopilación de la información

Se refiere a la etapa inicial de este todo proyecto de grado. El comprende la recopilación documental, bibliográfica y cartográfica.

4.6.1.1 Recopilación documental y bibliográfica

En toda etapa de trabajo de investigación se lleva a cabo mediante la búsqueda de información y que estén relacionados al tema, específicamente que traten sobre la geología y trabajos geológicos al área de estudio.

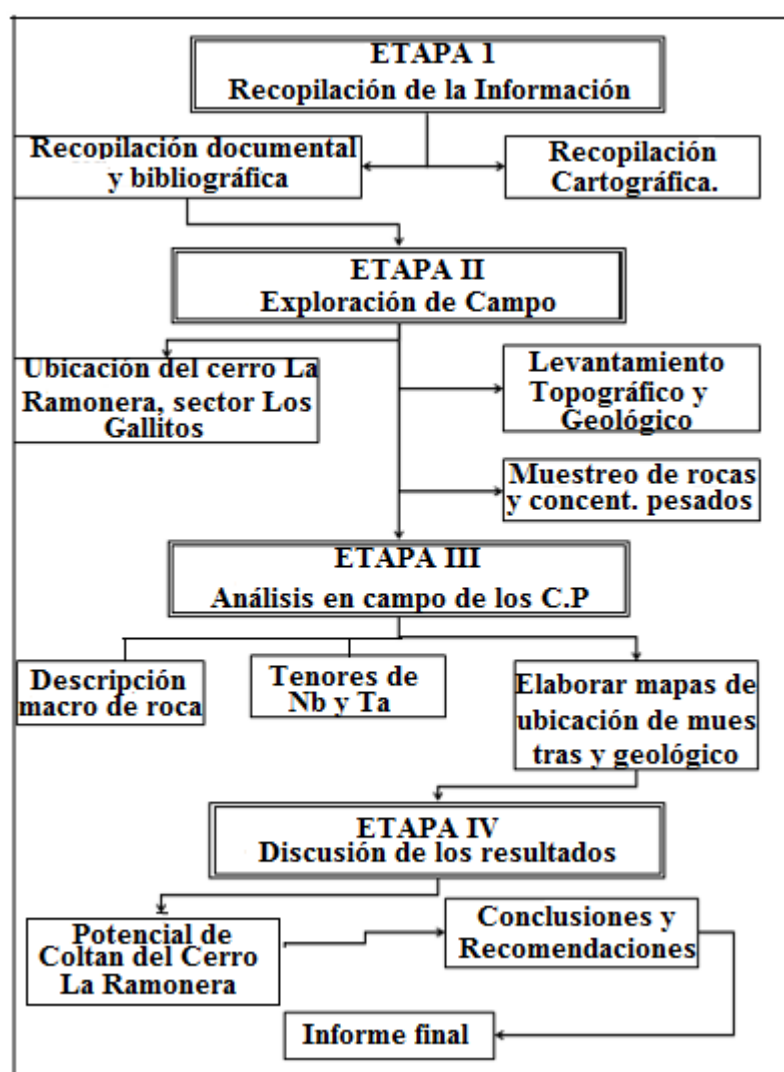


Figura 4.1 Flujograma de trabajo.

Para lograr la recopilación documental y bibliográfica, fue necesario la revisión de trabajos de grado (impreso y virtual), referencias electrónicas (páginas web), publicaciones, libros y diferentes autores que realizaron trabajos en zonas aledañas al área de estudio.

4.6.1.2 Recopilación cartográfica

En esta etapa de la validación de la información consistió en la búsqueda la cartografía del área de estudio, mediante la revisión cartográfica de la Hoja 6734 correspondiente a Puerto Páez, a escala 1:100.000, del Instituto Cartográfico Simón Bolívar, la imagen de radar NB-19-8, a escala 1:250.000 y la imagen Lansat de Google Earth, 2021 (Figura 4.2).



Figura 4.2 Revisión de la imagen de radar NB-19-8, a escala 1:500.000.

4.6.2 Etapa II Exploración de campo

En esta etapa de la investigación se basó en el desarrollo de las actividades de la exploración de campo sobre puntos cercanos y en el afloramiento Cerro La Ramonera.

El acceso a la zona se logra mediante un vehículo rustico (Figura 4.3).



Figura 4.3 Vehículo usado para la movilización del personal y parte del equipo

4.6.2.1 Ubicación y reconocimiento del Cerro La Ramonera

Los trabajos de exploración de campo consistieron en realizar la ubicación y reconocimiento del Cerro La Ramonera, además de observar e identificar las texturas de las rocas, ubicación geográfica, selección del lugar por donde se inició el

levantamiento geológico y por otro lado, verificar las áreas de fácil acceso (Figura 4.4).



Figura 4.4 Vista parcial del Cerro La Ramonera, ubicado al sur del Campamento Base.

4.6.2.2 Levantamiento topográfico y geológico

Durante esta etapa, se realizó un levantamiento topográfico y geológico de la zona. Para el levantamiento topográfico se utilizó un Geoposicionador Satelital (GPS), de última generación, con el cual se geoposicionaron los puntos de muestreo, con coordenadas y sus respectivas elevaciones. En total se levantaron 10 estaciones de observación.

4.6.2.3 Recolección de muestras de rocas

Se colectaron tres (3) muestras de rocas, usando el método tradicional de percusión, con una piqueta de geólogo. Las muestras extraídas fueron superficiales. Estas muestras fueron descritas macroscópicamente en campo (Figuras 4.5).



Figura 4.5 Muestras recolectadas en el Cerro La Ramonera y sectores aledaños.

4.6.2.4 Recolección de muestras de concentrados pesados (C.P)

De igual forma, se recolectaron 4 muestras de concentrados pesados recolectados con suruca y batea (C.P). Estas muestras fueron extraídas a diferentes profundidades en calicatas perforadas manualmente mediante una barra minera. Las dimensiones fueron de 1X1X1 (Figura 4.6).



Figura 4.6 Procesos para la obtención de los C.P en el pie de cerro.

Seguidamente fueron rotuladas como Ramon-1, Ramon-1.2, Ramon-2 y Ramon-3 y etiquetadas; además, los puntos de muestreo fueron marcados mediante un geoposicionador satelital (GPS) (Figura 4.7).



Figura 4.7 Muestras de Concentrados Pesados (C.P) recolectadas en el pie de cerro.

4.6.3 Etapa III Análisis en campo de los C.P y descripción de las muestras de rocas

Por tratarse el Coltan de materiales estratégicos se decidió realizar todos los análisis en campo usando equipos portátiles para evitar problemas con las autoridades

4.6.3.1 Descripción macroscópica de las muestras de rocas

A continuación se describen macroscópicamente, usando con lupa de geólogo, de las 3 muestras: Con una lupa 10 X se realizó la descripción de los aspectos físicos de las muestras de roca tales como color, textura, mineralogía y patinas de oxidación

- Observación macroscópica con lupa: se realiza en la muestra fresca, tal y como fue tomada en el afloramiento, empleando aumento de x10 (Figura 4.8).



Figura 4.8 Revisión visual de una muestra del Granito Rapakivi de Parguaza

4.6.3.2 Análisis de los tenores de Nb y Ta

Una vez concentradas las muestras en batea y secadas se procedió a la medición de las concentraciones de Nb y Ta, con un equipo de espectrógrafo de masa, portátil de Marca SHUTTERSTOCK calibrado para determinar el porcentaje aproximado de los elementos nombrados. Esta actividad se desarrolló en campo (Figura 4.9).

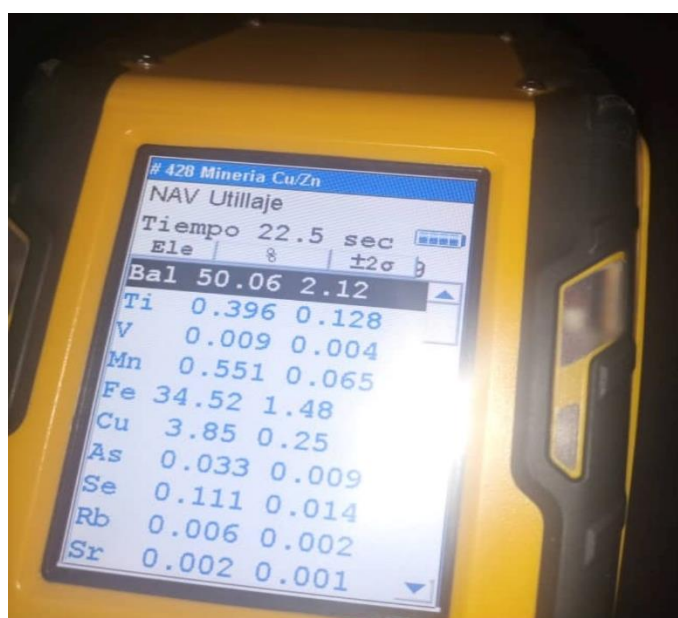


Figura 4.9 Espectrógrafo de masa portátil, usado para determinar concentraciones de elementos presentes en las muestras.

4.6.3.3 Elaboración del mapa geológico

Comprendió la elaboración del mapa geológico y el topográfico con ubicación de las muestras de rocas y de C.P. En función de las coordenadas de las 10 estaciones

geológicas que se obtuvieron en campo utilizando un GPS, brújula y otros equipos, que facilitaron la información requerida.

4.6.4 Etapa IV Discusión de los resultados

Este aspecto de la etapa IV, se fundamenta en demostrar los valores derivados, de los distintos análisis efectuados a las muestras tanto de rocas como de C.P, los cuales indicarán, el mejor uso para este yacimiento. Este punto se aclara con detalle en el capítulo V.

4.6.4.1 Potencial de Coltan del Cerro La Ramonera

Hablar de minería artesanal es hablar de minería ilegal. En el caso de la Tantalita (Ta) y el Niobio (Nb), se observó explotación superficial o aluvial. En el Cerro la Ramonera y zonas aledañas se ha practicado la minería artesanal por más de 30 años

En la parte Norte del Cerro La Ramonera se observó una reciente explotación mecanizada de Coltan, la cual contrasta con la explotación artesanal de la parte Este (Figura 4.10).



Figura 4.10 Zona Norte del Cerro La Ramonera explotado en forma mecanizada

En la Figura 4.11 se observa a un grupo de mineros artesanales secando el material de Coltan extraído en una jornada de trabajo de 12 horas.



Figura 4.10 Centro de acopio de Coltan. Notese las diferentes granulometrías del material.

4.6.4.2 Conclusiones, recomendaciones y redacción del informe final

Una vez revisado todas las etapas de la exploración, y luego de la interpretación, análisis, estudio de todos los datos e informaciones recopiladas tanto de campo como de oficina se procedió a redactar las ideas finales, cumpliendo con el objetivo propuesto, y para realizar la estructuración completa del trabajo de grado.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Unidades litológicas presentes en el Cerro La Ramonera, mediante el levantamiento de la geología superficial

5.1.1 Levantamiento geológico de superficie

Para realizar el levantamiento geológico de superficie en el Cerro La Ramonera y zonas aledañas, se hicieron estaciones geológicas durante la visita a campo donde se recolectó información (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Estaciones geológicas marcadas en el Cerro La Ramonera y puntos cercanos.

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA(msnm)	DESCRIPCIÓN
1	695178.3	681129,8	84	Campamento base
2	695293.9	681129.5	85	Afloramiento de Granito Rapakivi de Parguaza. M-2
3	695385.92	681360.7	90	Inicio de un frente de explotación
4	695353.9	681495.06	97	Espesor del recubrimiento de regolito.
5	695723.27	681884.61	118	Bloques de cuarzo alineados, seguramente es una veta de cuarzo disgregada M-1

6	695723.29	681884.01	118	Excavación de un hoyo de 1.0 m Se tomó un concentrado de batea. Muestra Ramón- 01
7	695806.66	681576.57	110	Excavación de un hoyo de 1.2 m Se tomó un concentrado de batea. Muestra Ramón- 1.2
8	695877.90	681354.07	87	Excavación de un hoyo de 1.2 m Se tomó un concentrado de batea. Muestra Ramón- 2
9	695685.99	680851.45	88	Se excavó un hoyo de 1.10m de profundidad y se tomó la muestra Ramon-3 de concentrado de batea
10	695644.50	681866.18	112	Muestra de roca M-3

La información de las estaciones geológicas, ubicación de muestras de rocas y concentrados recolectados con suruca y batea (C.P) se ubicaron en la imagen satelital de Google Earth, año 2021 (Figura 5.1).

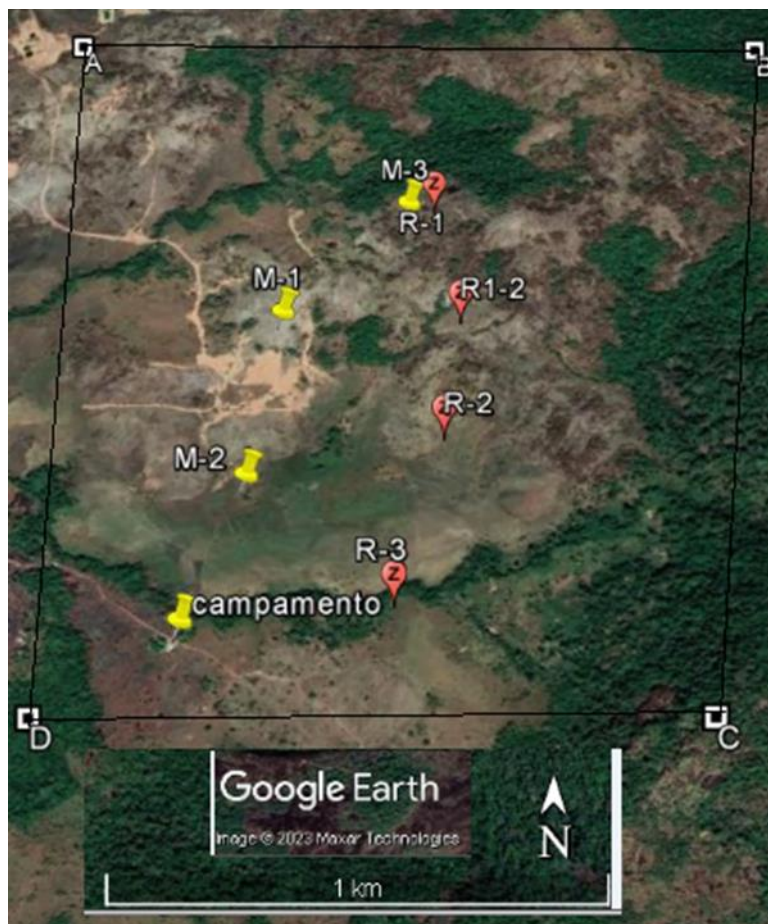


Figura 5.1 Ubicación del muestreo de rocas (pin color amarillo) y C.P (pin color rojo) en el Cerro La Ramonera.

5.1.2 Unidades litológicas

Partiendo de la información geológica recolectada en campo, se pudieron diferenciar dos (2) litologías características las cuales se encuentran ordenadas cronoestratigráficamente: Unidad de granitos rapakivi de Parguaza y la unidad de Vetas Pegmatíticas con Coltan, intrusivas en el granito de Parguaza (Figura 5.2).

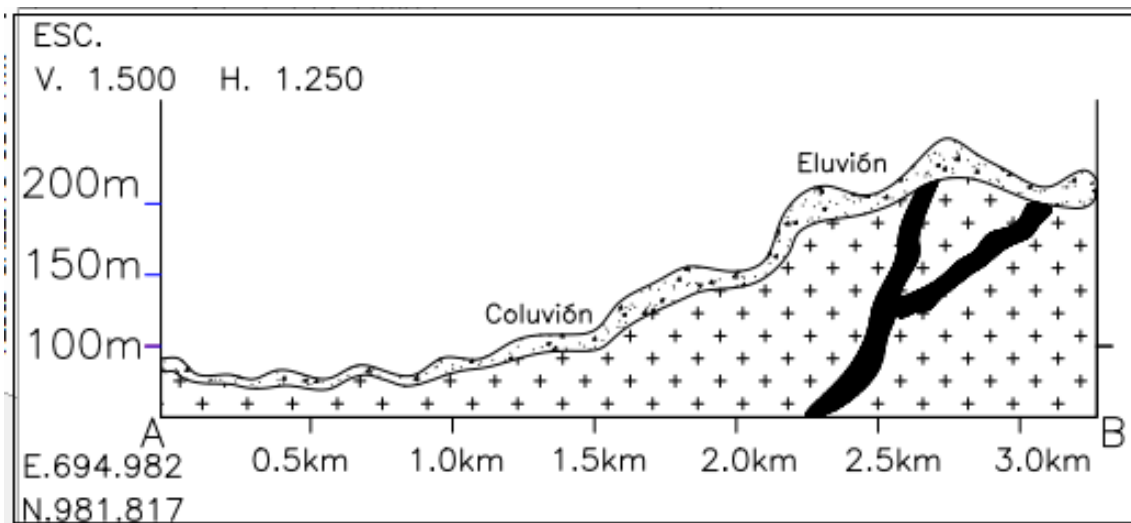


Figura 5.2 Corte geológico AB

5.2.1.1 Unidad de granito rapakivi de Parguaza

Se ubica en la parte central, representan el 70 % del área de estudio, constituye la parte topográfica más elevada, con cotas inferiores a 160 msnm, con relieve dómico y de formas alargada.

Visualmente se presenta como afloramiento cubierto por una coraza de bloques de cuarzo de diferentes tamaños y en forma de bloques dispersos en algunas partes de la sabana. Los bloques dispersos presentan una pátina de color negra a gris oscuro en las caras expuestas al intemperismo. En la parte Norte se pudo observar en una trinchera, el grado de meteorización profunda de esta unidad litológica, que generalmente es de color marrón (Figura 5.3).



Figura 5.3 Dos aspectos de meteorización del granito de Parguaza. Imagen A con patina o limo en la superficie expuesta. Imagen B Laterita profunda, el material esta revuelto con fragmentos de cuarzo.

Durante el recorrido del cerro se recolectaron 2 muestras (Tabla 5.2).

Tabla 5.2 Coordenadas de las muestras de rocas recolectadas.

MUESTRA	ESTE	NORTE
M2	695.354	681129
M3	695.644	681866

A continuación se describen las 2 muestras de forma macroscópica:

✓ **Muestras M2 y M3**

Macroscópicamente es una roca dura, fresca, de grano fino a medio, con desarrollo de ovoides de feldespatos. Mineralogía: 45% de feldespatos potásicos tipo

microclino perítico, 25% de plagioclasa tipo oligoclasa, 15% de cuarzo 15% de minerales máficos (Figura 5.4).



Figura 5.4 Muestras M2 y M3 de granito de Parguaza. Notese la forma ovoide de los Feldespato, típica de la textura rapakivi.

5.2.1.2 Unidad de eluviones y coluviones

Es el material residual que resulta de la disgregación de las Vetas Pegmatíticas, formando bloques y guijarros de cuarzo en las faldas del Cerro La Ramonera. Se forman debido al tectonismo y al intemperismo, sufriendo fracturamiento y alteración y los minerales de Columbita, Tantalita y algunas veces Casiterita son desprendidos y transportados por el agua o gravedad desde su depósito primario, donde sufrieron un posible fracturamiento por la alta meteorización, hasta formar coluviones y eluviones en las laderas del cerro y en algunos casos se encuentran dispersos sobre la superficie del suelo en antiguos cauces de quebradas de régimen intermitente (Figura 5.5).

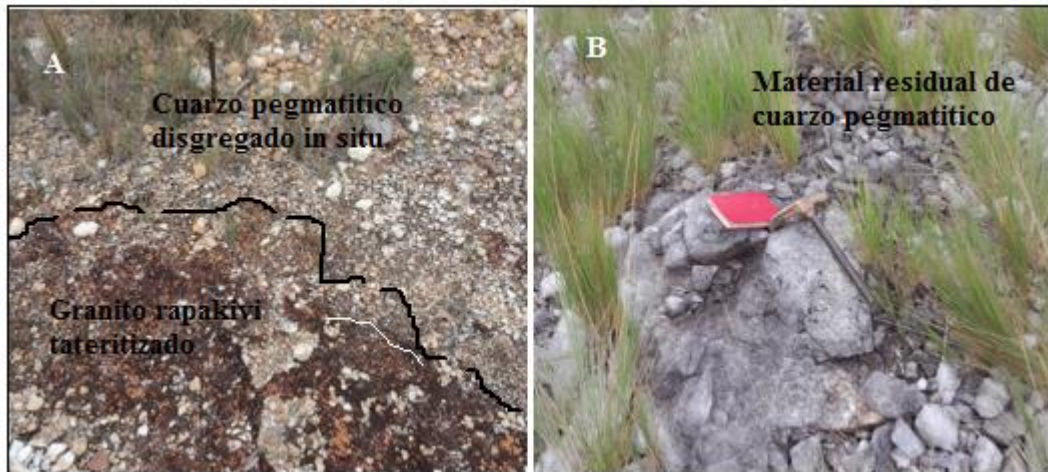


Figura 5.5 Imagen A: Recubrimiento del granito rapakivi con fragmentos de cuarzo de 50 cm de espesor, disgregados in situ. Imagen B: Remanentes de una veta de cuarzo Pegmatítico.

Durante el recorrido del cerro se recolectó una muestra (Tabla 5.3).

Tabla 5.3 Coordenadas de las muestras de rocas recolectadas

MUESTRA	ESTE	NORTE
M1	695649	681720

A continuación se describe la muestra de forma macroscópica:

✓ Muestras M1

Se presenta como roca homogénea y de color blanco brillante. Se caracterizan por su resistencia a la erosión y continuidad. Este Cuarzo Pegmatítico, de tamaño

variable, en algunos casos con presencia de agujas de Turmalina de color negro (Figura 5.6).

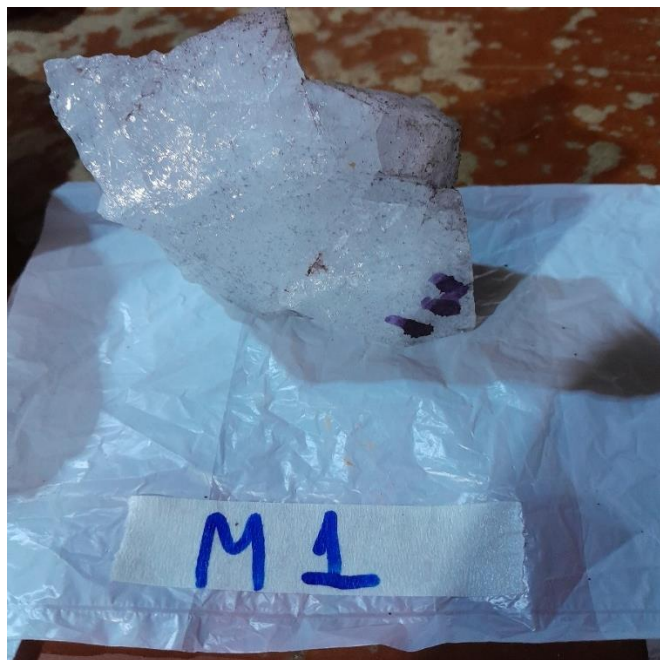


Figura 5.6 Muestra M1, correspondiente a un Cuarzo Pegmatítico.

En la Figura 5.7 se hace una ampliación de una porción de una foto, donde se observan hoyos vacíos que indican que ahí se cristalizó algún mineral y que luego por tectonismo y desgaste, el mineral se movió pendiente abajo.

5.2.1.3 Unidad de aluviones

Esta unidad está relacionada con los cauces de agua que drenan la zona. El principal cauce de agua que canaliza todas las vertientes es el Caño Aguamena.

Generalmente están compuestos por arenas, arcillas, gravas de cuarzo, fragmentos de rocas graníticas, arenas negras y Coltan.

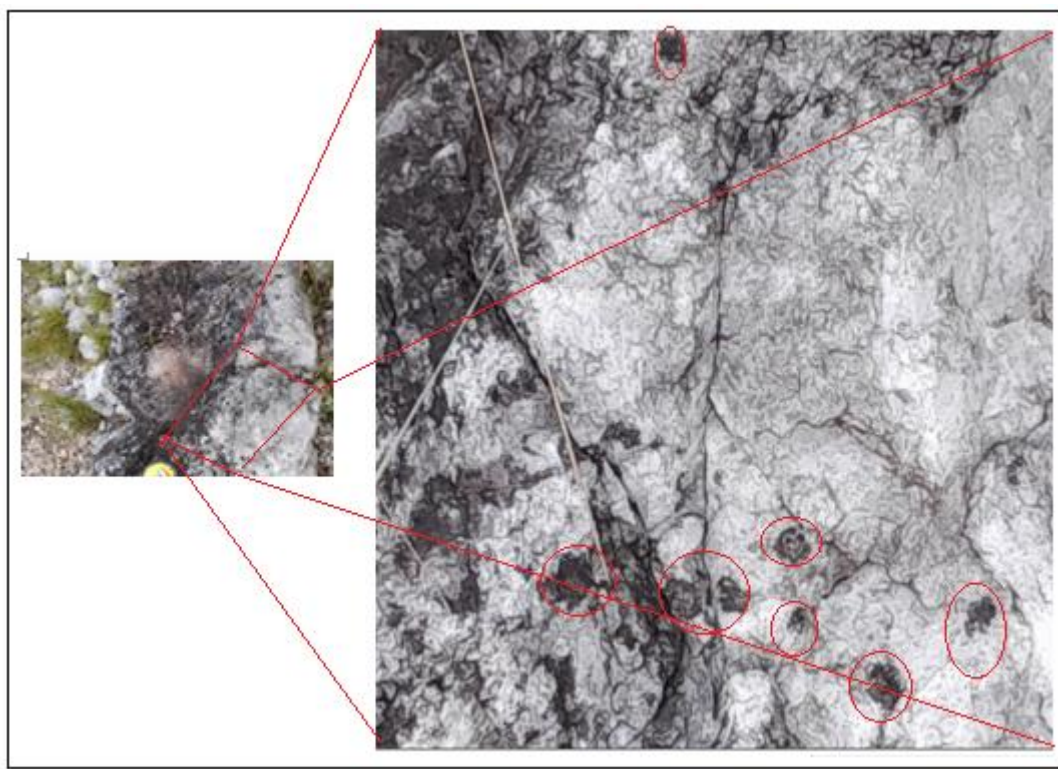


Figura 5.7 Cuarzo Pegmatítico con pequeñas cavidades rellenas anteriormente por algún mineral.

5.2 Muestreo de rocas y concentrados pesados para la determinación de la mineralogía

Para averiguar la presencia del mineral Coltan se procedió con un muestreo geoquímico aleatorio, mediante el uso de suruca y batea minera en la parte Este del Cerro La Ramonera. De esa manera se recolectaron 4 muestras de C.P (Tabla 5.4).

Tabla 5.4 Ubicación de los C.P recolectados en el Cerro La Ramonera.

MUESTRA (código)	ESTE	NORTE
Ramón 1	695722	681884
Ramón 1.2	695805	681572
Ramón 2	695876	681356
Ramón 3	695718	681093

De igual manera, estos puntos fueron cartografiados, al igual que las muestras de rocas en un plano base topográfico, sobre el cual posteriormente se cartografió la información geológica (Figura 5.8 y ANEXO 1/2).

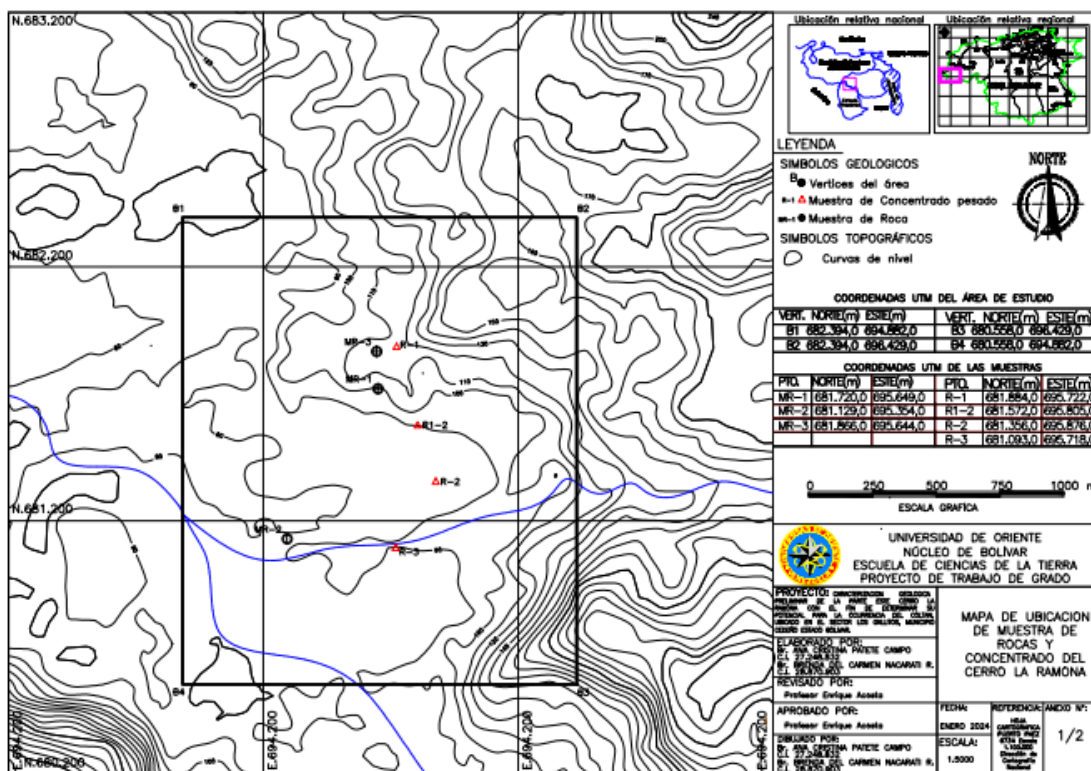


Figura 5.8 Ubicación de las muestras recolectadas en el plano topográfico.

5.3 Minerales presentes en las muestras de concentrados pesados para la verificación de la presencia y el potencial de Coltan en la zona

La identificación de los minerales se hizo de manera visual, usando una lupa de geólogo y se contó con la asesoría de un minero con experiencia en el reconocimiento del Coltan.

5.3.1 Identificación de los minerales presentes en los C.P

En el Cerro La Ramona se hizo la identificación a 4 muestras de C.P. Hay que hacer notar que a cada muestra se le paso un magneto de Neodimio para eliminar parcialmente los minerales metálicos.

➤ **Muestra Ramón 1**

Se recolecto en el aluvión del cauce de la quebrada Aguamena. Básicamente está formada por arenas negras, arcillas y algunos fragmentos de cuarzo y rocas. A pesar de estar húmeda la muestra, resulto poco magnética (Figura 5.9).



Figura 5.9 Muestra Ramón 1, parcialmente húmeda.

El análisis visual indicó que contiene material fino de arenas negras y arenas de cuarzo.

➤ **Muestra Ramón 1.2**

Se tomó en el piedecerro, a una profundidad de 1.20 m. Los granos de los minerales se presentan en forma redondeada a subredondeada, indicando transporte y fricción con otros minerales y rocas (Figura 5.10).



Figura 5.10 Muestra de C.P donde se observan granos redondeados a subredondeados.

La revisión visual indica que contiene fragmentos redondeados a subredondeados de Cuarzo, Coltan, material arcilloso con inclusiones de Coltan, Hematita, Magnetita e Ilmenita.

➤ **Muestra Ramón 2**

Esta muestra se recolectó a una profundidad de 1.0 m, en el piedecerro. Presenta granulometría heterogénea, con granos redondeados y aplanados (Figura 5.11).



Figura 5.11 Muestra donde se observan granos subredondeados de Tantalio, Ilmenita, fragmentos de cuarzo y de rocas.

➤ **Muestra Ramón 3**

Muestra recolectada en piedecerro, a una profundidad de 1.20 m. Presenta granulometría heterogénea, con granos redondeados y aplanados (Figura 5.12).



Figura 5.12 Muestra donde se observan fragmentos de cuarzo y de rocas, oxidos de hierro, Tantalita y poca Columbita.

5.3.2 Potencial de Coltan

De acuerdo a los resultados preliminares del muestreo de Coltan, La zona de estudio se presenta como un buen prospecto a ser evaluada a la brevedad, debido al potencial en minerales estratégicos que beneficiarán, en el corto plazo, a la Nación y el Estado deberá asumir cuando antes, el control de la zona para evitar la explotación ilegal presente actualmente.

De acuerdo a la revisión visual de las muestras de concentrados pesados de bateas, se reconocieron en todas las 4 muestras la presencia del mineral Coltan en una abundancia de un 18 % a 20 %, lo que demuestra que la zona tiene potencial para desarrollar actividades mineras a cielo abierto. También se le aplicó el espectrógrafo de masa a la muestra Ramón 1.2, arrojando una lectura aproximada 35.01 % de Tantalio (Figura 5.13).



Figura 5.13 Lectura del porcentaje de Ta medido sobre la muestra de C.P Ramón 1.2.

Si a este porcentaje de Ta, le agregamos la baja profundidad a la cual se encuentra el basamento (entre 1 m y 1.50 m) y lo cerca de otras zonas de explotación y las vías de acceso, esto indica que el Cerro La Ramonera es un prospecto para el material Coltan

Otro detalle es que el campamento base también funciona como un centro de acopio y mercado de Coltan para mineros artesanales.

En la Figura 5.14 se aprecian varias pilas de diferentes granulometrías para su comercialización.



Figura 5.14 Comercialización de Coltan a razón de 20 \$/kg, por parte de mineros artesanales.

5.4 Cartografiar las unidades litológica del área mediante la elaboración de los mapas topográfico y geológico

La elaboración del mapa geológico, se hizo sobre la base topográfica. Sobre esta base topográfica se cartografiaron los principales drenajes, la litología, las fracturas y las curvas de nivel más representativas del afloramiento. Seguidamente se hizo una leyenda, tomando como referencia el criterio de alejamiento al afloramiento. El resultado fue el mapa geológico a escala 1:5.000 del Cerro La Ramonera, sector El Gallito y puntos aledaños (Figura 5.15 y Anexo 2/2).

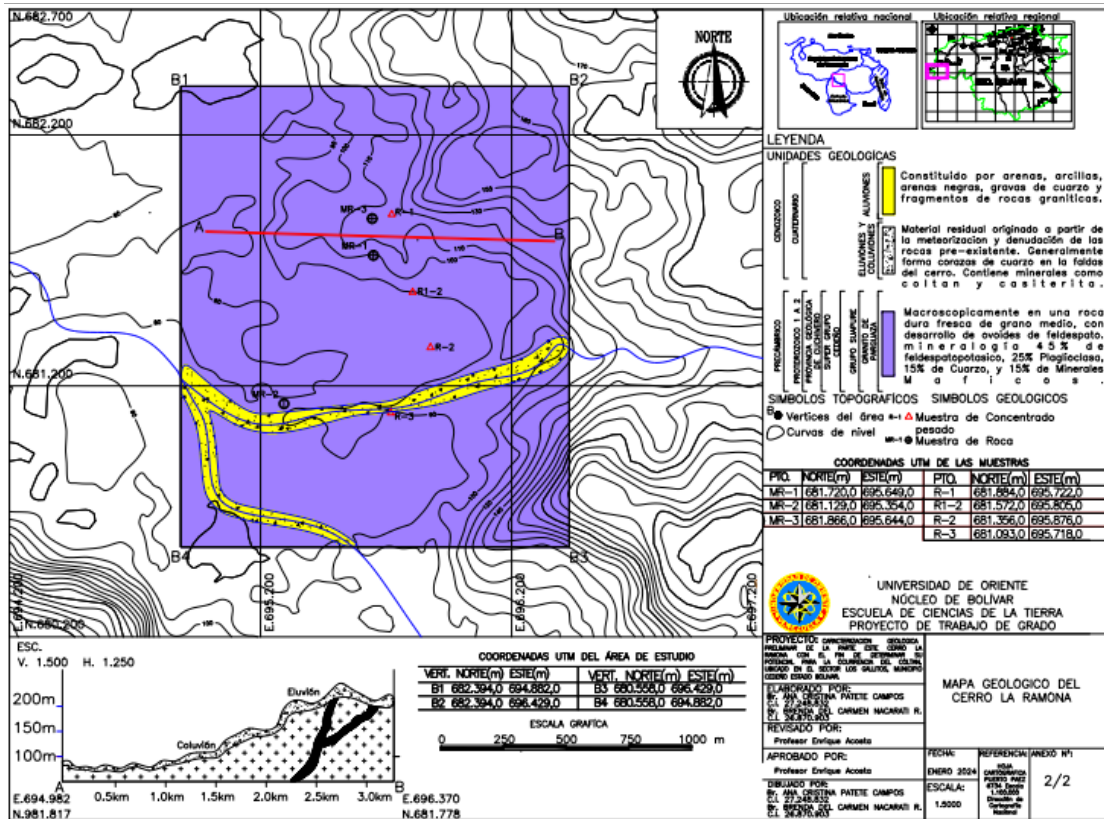


Figura 5.15 Mapa geológico-estructural del Cerro La Ramonera y zonas aledañas.

5.4.1 Leyenda geológica

Como ya se describió anteriormente, se distinguieron tres unidades litológicas, bien definidas y descritas de base a tope (Figura 5.16):

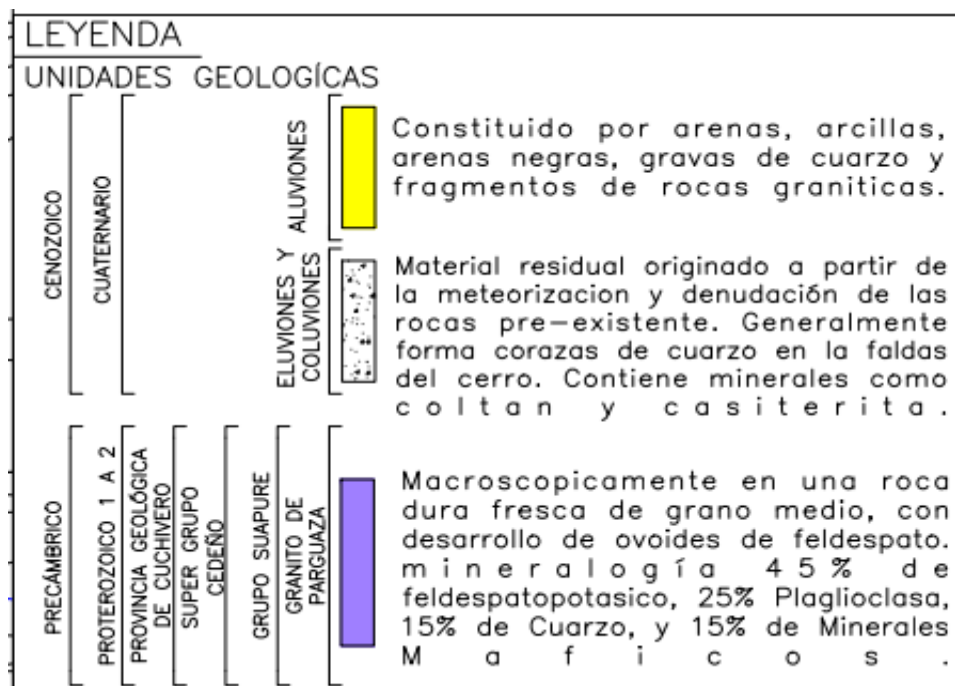


Figura 5.16 Leyenda geológica del Cerro La Ramonera, sector El Gallito.

En la base el granito Rapakivi de Parguaza, el cual abarca el 70 % del área. Meteorizados in situ como material residual y conformando territorialmente el 25 % se cartografiaron fragmentos de cuarzo pegmatiticos que conforman los eluviones y coluviones y finalmente, más distantes de la fuente de origen y transportados por quebradas tenemos los aluviones que cubren el 5 %.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. De acuerdo al levantamiento geológico de superficie se diferenciaron 2 unidades litológicas, íntimamente relacionadas entre sí. Estas son: En la base, el Granito Rapakivi de El Parguaza, el cual es Intrusionado por Vetas Pegmatíticas de cuarzo, ricas en Ta y Nb. Por efecto de fracturamiento mecánico y erosión, estas vetas se disgregan formando mantos residuales de cuarzo, que dependiendo la distancia de la fuente primaria, forman los eluviones, coluviones y aluviones.
2. De las 7 muestras recolectadas en campo, 3 fueron de rocas y 4 fueron C.P de batea y suruca. Las muestras más importantes son las de C.P. La primera muestra de C.P (Ramón 1), se recolecto en los aluviones de la quebrada Aguamena y las restantes 3 muestras de C.P fueron tomadas en los coluviones y eluviones a diferentes profundidades.
3. De las muestras tomadas en los coluviones y eluviones, la asociación mineralógica Ta-Nb se presenta en un mayor porcentaje, en comparación con la muestra tomada en el aluvión.
4. La descripción visual para el reconocimiento del mineral Coltan, se hizo con una lupa de geólogo y se contó con la asesoría de un experto. También se logró medir el porcentaje de Ta de manera aproximada en la muestra de C.P Ramón 1.2, mediante un espectrógrafo de masa portátil, de cuyo valor fue de 35 %.

5. El grado de esfericidad de los fragmentos de cuarzo y la presencia de los minerales Columbita (Nb_2O_3) – Tantalita (Ta_2O_5) indican una meteorización “in situ” de las vetas de Pegmatitas que intrusionan al Granito Rapakivi de El Parguaza en el área.

6. De acuerdo a los resultados preliminares del muestreo de Coltan, la baja profundidad donde se ubica la mineralización (entre 1 m y 1.50 m), el precio actual, el porcentaje de Ta, lo cerca de otras zonas de explotación y las vías de acceso, indican que el Cerro La Ramonera es un prospecto para el material Coltan.

7. Unidades litológicas y la columna estratigráfica.

Recomendaciones

Usar los resultados de la presente investigación, con el apoyo de imágenes SPOT, para determinar a través de la interpretación otras posibles áreas de ocurrencia de la secuencia mineralógica Sn-Ta-Nb.

Realizar muestreo sistemático de la parte Este del Cerro La Ramonera y ensayar dichas muestras para análisis granulométrico, análisis mineralógico a través de Difracción de Rayos X (DRX) y análisis químico mediante absorción atómica. (AA).

Una vez definidos “áreas de interés”, realizar prospección por métodos geofísicos, que permita caracterizar los niveles por debajo de 1 m y la ocurrencia de áreas enriquecidas de Ta-Nb en el perfil, así como para determinar con exactitud el espesor total del depósito.

Una vez conocidos la ubicación de las áreas enriquecidas de Ta-Nb, tanto por geoquímica como por geofísica, se propone realizar un programa de perforación, a la malla que mejor se adapte a los resultados de la exploración y los datos obtenidos, con el objeto de conocer las características de la mineralización, tales como: tenor y ocurrencia en profundidad total, ya que esto nos permitirá determinar la potencialidad.

Crear un plan estructurado, con miras a la exploración y estimación de reservas de estos minerales, que cuente con geólogos, geofísicos, geoquímicos, forestales, Ingenieros en minas, ambientales, entre otros, para lograr y mantener una minería con el menor impacto ambiental posible.

REFERENCIAS

Arias, F. (2006) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. (3ra ed.). Caracas: Editorial Episteme. ORAL EDICIONES.P.p 3-89.

Bangerter, G. (1981) **ESTUDIO SOBRE LA PETROGÉNESIS DE LAS MINERALIZACIONES DE NIOBIO, TÁNTALO Y ESTAÑO EN EL GRANITO RAPAHIWI DE PARGUAZA Y SUS DIFERENCIACIONES**. Simposium Amazónico. Puerto Ayacucho, T.F.A. Venezuela.

Bolívar, A y Manrique, A (2011) **ESTUDIO PRELIMINAR DE LOS DEPOSITOS DE TANTALITA, COLUMBITA Y CASITERITA A TRAVES DE IMÁGENES SPOT DE LA HOJA 6734 DE CARTOSUR I Y II, EN LA ZONA SUROESTE DEL MUNICIPIO CEDEÑO, ESTADO BOLÍVAR. VENEZUELA**. . Universidad de Oriente, Escuela de Geología, Ciudad Bolívar, Venezuela; Trabajo Especial de Grado.

C.V.G TECMIN C.A. (1988) **INFORME DE AVANCE DE LA HOJA DE RADAR NB-19-8, TOMO II: CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS Y VEGETACIÓN**. Ciudad Bolívar.

González, C., Iturralde J. y Picard X., Cadillat X. (1980) **GEOLOGIA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLIFERAS**. Caracas, Ediciones Foninves, Tomo I. Caracas.-Venezuela. P.p 98-115.

García, Y. (2014) **CONCEPTO Y DEFINICIÓN**.

[<http://conceptodefinicion.de/topografía>]. 04 de agosto de 2015, 2:45 P.m.

Gaudette, H.E., Mendoza, V., Hurley, P.M., Fairbairn, H.W. (1978) **GEOLOGY AND AGE OF THE PARGUAZA RAPAQUIWI GRANITE, VENEZUELA.** Geol. Soc, Am. Bull, V 89. P. 135 – 1340.

Iriondo, M. (2007) **INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA.** Brujas. 3era. Edición. Pp 9.

Mendoza, V. (1972) **GEOLOGÍA DEL ÁREA DEL RÍO SUAPURE, PARTE NORTE DEL ESCUDO DE GUAYANA, EDO. BOLÍVAR, VENEZUELA.** Memoria de la ix conf. geol.

Mendoza, V. (2005) **EVALUACIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA.** Universidad de Oriente (UDO). Ciudad Bolívar - Venezuela.

Peñaloza, A. (1979) **PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA POR ESTAÑO Y NIOBIO EN EL CAÑO AGUAMENA, ESTADO BOLÍVAR.** Informe interno M.E.M. Venezuela.

Strahler, A.N., Y Strahler A.H. (1989) **GEOGRAFÍA FÍSICA.** Ediciones Omega S.A. 3ra Edición. Pp-621.

Tarbuck, E. y Lutgens, F. (2005) **CIENCIAS DE LA TIERRA.** Pearson Educación, S.A. 8va Edición. Pp 291-299.

Velázquez, V. (2012) **GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE.,** [geogafiaymedioambiente.blogspot.com]. 04 de agosto del 2015, 5:26 Pm.

ANEXOS

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NUCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADO



CARTA DE CONFORMIDAD

Yo, profesor **ENRIQUE ACOSTA** actuando en calidad de asesor de las bachilleres, **Ana Cristina Patete Campo** y **Brenda del Carmen Nacarati Rodríguez**, portadora de la cedula de identidad **V-27.248.832** y **V-26.870.903** respectivamente autoras del trabajo de grado intitulado **“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA PRELIMINAR DE LA PARTE ESTE DEL CERRO LA RAMONA, CON EL FIN DE DETERMINAR SU POTENCIAL PARA OCURRENCIAS DE COLTAN, UBICADO EN EL SECTOR LOS GALLITOS, MUNICIPIO CEDEÑO DEL ESTADO BOLÍVAR”**, mediante el presente oficio certifico mi conformidad y estar de acuerdo para la presentación y defensa del trabajo antes mencionado.

Profesor Enrique Acosta

Ciudad Bolívar, Mayo de 2024

HOJAS DE METADATOS

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

Título	Caracterización geológica preliminar de la parte norte del Cerro la Ramona, con el fin de determinar su potencial para ocurrencias de coltan, ubicado en el sector los gallitos, municipio Cedeño del estado Bolívar
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código ORCID / e-mail	
Ana C. Patete C.	D	ORCI
		e-mail
		e-mail
Brenda D. Nacarati R.	D	ORCI
		e-mail
		e-mail

Palabras o frases claves:

geomorfología
vegetación
barra minera
fracturamiento mecánico
exploración de campo

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

Área o Línea de investigación:

Área	Subáreas
Ciencias De La Tierra	Geología
Línea de Investigación:	

Resumen (abstract):

Resumen

Se realizó una caracterización geológica preliminar a la parte Norte del Cerro La Ramonera, situado en el Sector Los Gallitos, municipio Cedeño del estado Bolívar, para determinar el potencial de los elementos Ta (Fe, Mn)Ta₂O₆ y Nb (Nb₂O₆) ambos presentes en un mineral denominado Coltan. Para obtener la información requerida, se programó un trabajo de campo para realizar el reconocimiento general de la zona, y así poder establecer las características físicas y naturales del área, la geomorfología, vegetación, suelo, drenaje, entre otros. El nivel de investigación fue descriptivo porque se especificó la litológica y mineralogía de las muestras tomadas en campo. Analítica porque se visualizaron y describieron las muestras. La metodología aplicada a este proyecto consistió en cuatro (4) etapas, en el orden siguiente: Etapa I: trabajo de oficina compuesta por la recopilación bibliográfica y cartográfica. La etapa II: fue la exploración de campo, donde se realizó el reconocimiento, además el levantamiento topográfico-geológico y la selección de los lugar de la toma de muestras, con instrumentos adecuados como GPS, brújula, piqueta de geólogo, cinta métrica, suruca, batea, pala y barra minera. También durante esta etapa se recolectaron 7 muestras de las cuales 3 fueron rocas y 4 concentrados pesados de bateas (C.P). La etapa III consistió en la revisión visual de las muestras de C.P en campo, la cual se hizo bajo la supervisión de un minero experto. La IV etapa fue de interpretación de los resultados. Las muestras de rocas fueron revisadas de forma macroscópica con una lupa de 10X, para la determinación cuantitativa de los minerales constituyentes y el tipo de roca. También en esta misma etapa se elaboró el mapa topográfico-geológico y se determinó el potencial del Cerro La Ramonera como fuente primaria de ocurrencias de Coltan. Desde el punto de vista geológico, en el cerro se cartografió el Granito Rapakivi de El Parguaza, el cual es Intrusionado por Vetas Pegmatíticas de cuarzo, ricas en Ta y Nb. Por efecto de fracturamiento mecánico y erosión, forman coluviones de importancia geoeconómica.

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

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código ORCID / e-mail										
Enrique Acosta	R OL	C									
		A		S		U		U			
	O RCID										
	e- mail										
	e- mail										
Rosario Rivadulla	R OL	C									
		A		S		U		U			
	O RCID										
	e- mail										
	e- mail										
Edixon Salazar	R OL	C									
		A		S		U		U			
	O RCID										
	e- mail										
	e- mail										

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2024	05	09

Lenguaje: Spanish

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

Archivo(s):

Nombre de archivo
NBOTTG_PCAN2024

Alcance:

Espacial: Ubicado en el sector los gallitos, municipio Cedeño del estado Bolívar

Temporal: 8 Meses

Título o Grado asociado con el trabajo: Geólogo

Nivel Asociado con el Trabajo: Pregrado

Área de Estudio: Geología

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad de Oriente

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



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

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.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUMBELE
Secretario

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

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

JABC/YGC/maruja

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

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): “Los trabajos de grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Concejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Concejo Universitario, para su autorización”.

AUTOR

TUTOR