

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



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA y QUÍMICA CON FINES
COMERCIALES DEL AFLORAMIENTO CERRO “SAN JOSÉ”,
UBICADO EN EL FUNDO SAN JOSÉ, KILÓMETRO 50,
CARRETERA PUERTO ORDAZ- CIUDAD PIAR. MUNICIPIO
AUTÓNOMO ANGOSTURA. ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE
GRADO PRESENTADO
POR LOS
BACHILLERES
MENDOZA CONDE
RILEY ANTONIO Y
CENTENO TARAZONA
DAYANA PARA OPTAR
AL TÍTULO DE
GEÓLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, NOVIEMBRE 2017



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA

ACTA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, titulado **“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y QUÍMICA CON FINES COMERCIALES DEL AFLORAMIENTO CERRO “SAN JOSÉ”, UBICADO EN EL FUNDO SAN JOSÉ, KILÓMETRO 50, CARRETERA PUERTO ORDAZ-CIUDAD PIAR. MUNICIPIO AUTÓNOMO ANGOSTURA. ESTADO BOLÍVAR”**, presentado por los bachilleres Mendoza Conde Riley Antonio y Centeno Tarazona Dayana R, cédulas de identidad N°**18.158.857** y **19.143.713** como requisito parcial para optar al título de **GEÓLOGO**, ha sido **APROBADO** de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre y apellido:

Firma:

Profesor Enrique Acosta
Asesor

Profesor Henry Ramírez
(Jurado)

Profesor Nelson Medori
(Jurado)

Prof. Rosario Rivadulla
Jefe del Departamento de Geología

Prof. Francisco Monteverde
Director de Escuela

En Ciudad Bolívar a los 05 días del mes de Diciembre del 2017

DEDICATORIA

A Dios Padre Todopoderoso por darme la vida y la oportunidad de culminar esta meta.

A mis padres, Rosa Amelia Conde y Edermiro Antonio Mendoza, piezas importantes en la terminación de mis estudios, por su amor, cariño, comprensión y motivación.

A mis hermanos, Raidy, Reidy, Larry, Brenny, Indira, Karina, Kenia por todo el apoyo en todas las adversidades.

A mi novia Esmeralda Sánchez.

A todos mis amigos y especialmente a Efraín, Endy Dominguez, Yordana, Katerin, Triana Luigui que siempre me apoyaron, les dedico mi Proyecto y el comienzo de este nuevo ciclo como profesional.

Riley Mendoza

Primeramente a Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mis abuelos Luisa de Centeno y Pablo Centeno (Q.E.P.D), pilares fundamentales en mi formación, quienes me enseñaron perseverancia y constancia , esto se los debo a ustedes, los amo.

A mis padres, Euclides Centeno y Gladys Tarazona, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mi esposo Alí Ruiz, por su sacrificio y esfuerzo, por creer en mi capacidad, brindándome su comprensión, cariño y amor.

A mis amados hijos, Andrea Victoria y Joaquín Daniel, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más.

A mis hermanos, Néstor, Noslen, Deisy, Marisol, especialmente Daisy por su colaboración y motivación durante mi carrera, y al resto de mis familiares quienes directa e indirectamente contribuyeron a este logro.

A mis amigos y compañeros, Mariela Rodríguez, Alejandro Rondon, Elvis Arredondo, Efraín Arredondo, Marielys Williams, Joseiris Cova quienes nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional, sobre todo mi amigas incondicionales Krismar Pavy y Elizabeth Rodríguez.

A todos mil gracias, este logro también es de ustedes.

Dayana Centeno

AGRADECIMIENTOS

A DIOS nuestro Señor, por habernos dado la oportunidad de lograr nuestras metas y haber culminado con éxito nuestro trabajo de investigación.

A la Universidad de Oriente, por habernos brindado la oportunidad de formarnos profesionalmente como nuestra mayor casa de estudio.

A nuestras familias, por su amor, comprensión y apoyo económico que siempre nos dieron.

Al Profesor Enrique Acosta por asesorarnos desinteresadamente.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron para ver alcanzada esta meta, a todos ellos mil gracias.

Riley y Dayana

RESUMEN

El área de estudio se ubica en el Cerro San José, situado en el kilómetro 50, carretera nacional Puerto Ordaz- Ciudad Piar, en el Municipio Angostura, del Estado Bolívar. La investigación consistió en caracterizar geológica y geoquímicamente el afloramiento rocoso mencionado para su caracterización y posterior estudio, con fines comerciales. La metodología utilizada se dividió en cuatro etapas: recopilación bibliográfica y cartográfica, trabajo de campo, preparación de muestras y trabajo de oficina. La primera etapa consistió en la búsqueda de información bibliográfica y cartográfica. En la etapa de trabajo de campo se seleccionó el área de estudio, reconocimiento del área, se realizó el levantamiento topográfico y geológico, además de la toma de seis (6) muestras representativas. De estas 6 muestras, se seleccionó la muestra M-5 para el análisis petrográfico y las determinaciones químicas de los óxidos mayoritarios. Estas muestras fueron descritas y luego comparadas con análisis petrográficos previos. Finalmente la etapa de trabajo de oficina donde se interpretaron y compararon todos los resultados obtenidos de las investigaciones. Finalmente se hizo el cálculo volumétrico por los programas computarizados AUTOCAD 2008 y SURFER 8.0. El volumen canterable calculado del afloramiento San José es de 3325553,41 m³. Desde el punto de vista geológico, el afloramiento Cerro San José está ubicado en la Provincia Geológica de Imataca, en la faja litotectónica de Santa Rosa. De acuerdo con las características mineralógicas y texturales, la muestra M-5 se clasifica como un Gneis granítico milonitizado. El diagrama de Wilson (1989), clasifica a la muestra como una roca plutónica; en relación, con los porcentajes de Na₂O + K₂O; con respecto al SiO₂, para determinar la roca protolito del gneis granítico milonitizado. Desde el punto de vista estructural, el afloramiento forma parte de una estructura geológica regional llamada el Sinclinal de Tocomá, y por lo tanto, por efecto de la compresión, el afloramiento se encuentra muy tectonizado, limitando sus usos; por lo que se recomienda ser usado como piedra picada para agregado de construcción o mezclas asfálticas. Además de las características geológicas, el afloramiento tiene las ventajas de facilidad de acceso y localización favorable, lo que lo hacen atractivo para la realización de una cantera a cielo abierto o fines comerciales.

CONTENIDO

ACTA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN.....	vii
CONTENIDO	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABLAS	xiii
LISTA DE APÉNDICES	xiv
LISTA DE ANEXOS.....	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
1.1 Situación objeto de estudio.....	3
1.2 Objetivos de la investigación	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivo específicos.....	4
1.3 Justificación de la investigación.....	4
1.4 Alcance	5
1.5 Limitaciones	5
CAPÍTULO II	6
GENERALIDADES	6
2.1 Ubicación geográfica del área	6
2.2 Accesibilidad	7
2.3 Características físico – naturales del área de estudio.	7
2.3.1 Clima.....	8
2.3.2 Vegetación	14
2.3.3 Hidrografía.....	17
2.3.4 Geomorfología.....	17
2.4 Geología regional	21
2.4.1 Complejo de Imataca	22
2.4.2 Edad cronológica de la Provincia de Imataca.....	23
2.4.3 Composición química	24
2.4.4 Fajas tectónicas que conforman la Provincia de Imataca	25
2.4.5 Contacto geológico	29
2.4.6 Geología estructural.....	29

CAPÍTULO III	33
MARCO TEÓRICO.....	33
3.1 Antecedentes de la investigación	33
3.2 Generalidades de las rocas graníticas.....	35
3.2.1 Origen del granito.....	38
3.2.2 Generalidades de las rocas ornamentales	39
3.2.3 El granito como roca ornamental.....	41
3.2.4 Tipos de granitos ornamentales	41
3.2.5 Características de rocas y minerales industriales.....	42
3.2.6 Características petrográficas	43
3.2.7 Características químicas	45
3.3 Definiciones de términos básicos	45
3.3.1 Factores litológicos.....	45
3.3.2 Factores estructurales.....	46
3.3.3 Impacto ambiental	46
3.3.4 Falla geológica.....	47
3.3.5 Fractura.....	47
3.3.6 Diaclasa.....	47
CAPÍTULO IV	48
METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	48
4.1 Nivel de la investigación	48
4.1.1 Nivel descriptivo.....	48
4.1.2 Nivel exploratorio.....	48
4.2 Diseño de la investigación.....	49
4.2.1 Diseño documental	49
4.2.2 Diseño de campo.....	49
4.3 Población de la investigación	50
4.4 Muestra de la investigación.....	50
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	51
4.5.1 Técnicas de recolección de datos.....	51
4.5.2 Instrumentos de recolección de datos	52
4.6 Etapas metodológicas	52
4.6.1 Etapa I Recopilación de información	52
4.6.2 Etapa II Etyapa de campo	
4.6.3 Etapa III Etapa de laboratorio.....	58
4.6.4 Etapa IV Trabajo de oficina.....	60
CAPÍTULO V	63
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	63
5.1 Digitalización del afloramiento Cerro San José, usando como base la imagen satelital Cartosur 6539-II, a escala 1:25.000	63
5.2 Exploración del afloramiento, describiendo las unidades litológicas	65

5.2.1 Gneises graníticos.....	67
5.2.2 Unidad de sedimentos recientes.....	67
5.3 Determinación de la composición mineralógica y química del afloramiento, mediante análisis petrográficos y determinaciones químicas	68
5.3.1 Composición química de la muestra M-5.....	71
5.3.2 Determinación del protolito de M-5, mediante el diagrama de Wilson	72
5.3.3 Cuantificación de las reservas mineras del Cerro San José, para la determinación de su rentabilidad.....	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
Conclusiones	80
Recomendaciones.....	81
REFERENCIAS.....	83
ANEXOS	
APÉNDICES.....	88

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación relativa del área de estudio (Google earth, 2017).....	6
2.2 Distribucion Anual de la Precipitacion. Estacion las Babas (Guri) (CVG TECMIN,C.A.2008).....	9
2.3 Distribucion Anual de la Precipitacion. Estacion las Babas (Guri) (CVG TECMIN,C.A.2008).....	9
2.4 Distribucion Anual de la Precipitacion Estación Ciudad Piar (CVG- TECMIN,C.A.2008).....	10
2.5 Distribución Anual de la Evaporación. Estación las Babas (Gurí) CVG- TECMIN, C.A. 2008 (CVG-TECMIN).....	11
2.6 Variación anual de la temperatura. Estación las Babas (Gurí) CVG- TECMIN, C.A. 2008. (CVG-TECMIN)....	13
2.7 Variación anual de insolación. Estación las Babas Gurí (CVG-TECMIN, C.A. 2008).....	14
2.8 Características de la Sabana graminosa abierta típica en el área de estudio.....	16
2.9 Unidad de morichal encontrada en el área. Este morichal probablemente fluye a través de la traza de un plano de falla.....	17
2.10 Imagen satelital mostrando el flanco Norte del Sinclinal y la ubicación del área de estudio.....	19
2.11 Vista parcial del Cerro San José. Nótese las pendientes y los rasgos estructurales.....	20
2.12 Imagen donde se aprecia el relieve de peniplanicie, con afloramientos rocosos superficiales, los cuales restringen la vegetación.....	21
2.13 Modelo de alteración físico-químico del afloramiento en forma esferoidal.....	21
2.14 Mapa Geológico generalizado del Escudo de Guayana (Mendoza, V. 2000).....	22
2.15 Fajas tectónicas que conforman la Provincia de Imataca (Ascanio, G.1975).....	26
3.1 Diagrama “QAPF” para rocas ígneas intrusivas (Todogeología,2002).....	38
4.1 Flujograma de la Metodología de Trabajo.....	55
4.2 Fragmento de la hoja 7539, Campamento del Guri a escala 1:100.000, donde se ubica el Cerro San José.....	56
4.3 Reconocimiento de los afloramientos que conforman el cerro San José.....	57
4.4 Medición del ancho de una zona de cizalla presente en la zona.....	58
4.5 Medición de rumbo de la foliación gneisica en el área de estudio.....	58

4.6. Descripción macroscópica de las muestras recolectadas durante las labores de campo.....	59
4.7 Identificación y rotulado de las muestras.....	60
5.1 Mapa base de la zona correspondiente al Cerro San José.....	68
5.2 Interpretación de la imagen satelital, correspondiente al Cerro San José.....	69
5.3 Mapa geológico-estructural del Cerro San José y sus alrededores.....	69
5.4 Fotografía de las muestras de rocas recolectadas en la zona de estudio.....	70
5.5 Muestra M-5 tomada en campo.....	71
5.6 Fotomicrografía de la izquierda: muestra M-5: (NX), 10X/4X. Se observa cristal de cuarzo (Q) y feldespato (Fk) con deformación, desplazados por microfallas, y recristalización así como mica biotita intensamente alterada con bordes corroídos relleno de fracturas y bordeando varios cristales. Fotomicrografía de la derecha. Se observan agregados granulares de tamaño muy fino (matriz) producto de la cataclasis sufrida de los cristales fracturados y deformados de cuarzo (Q) y pórfidos feldespato potásico (Fk), así como mica biotita intensamente alterada con bordes corroídos relleno de fracturas.....	73
5.7 Diagrama de Wilson (1989), clasificación de las rocas plutónicas en relación al porcentaje de $Na_2O + K_2O$ con respecto al SiO_2 para determinar la roca protolito del gneis granítico.	77
5.8 Modelo 3D del afloramiento granítico Cerro San José.	78

LISTA DE TABLAS

	Página
2.1. Puntos topográficos del área de estudio (Coordenadas UTM).....	7
2.2 Precipitación media mensual y anual (mm) Periodo 1987-2007 (CVG-TECMIN,C.A.2008).....	9
2.3 Evaporacion media, mensual y anual (mm). Periodo 1987-2007 (CVG-TECMIN, C.A. 2008).....	11
2.4 Las Babas (Gurí). Temperatura (C°). Periodo 1987-2007 (CVG-TECMIN, C.A. 2008).....	12
2.5 Insolacion media mensual y anual (horas de sol). Periodo 1987-2007 (CVG-TECMIN, C.A. 2008).	14
2.6 Composición química promedio de los óxidos mayoritarios de las rocas del Complejo de Imataca (Mendoza, V. 2005).....	25
5.1 estaciones geológicas levantadas en la zona de estudio.....	66
5.2 Ubicación de las muestras recolectadas en el afloramiento cerro San José.....	67
5.3 Minerales en orden de abundancia decreciente de la muestra M-5.....	74
5.4 Valores químicos determinados y normalizados de las muestra M-5.....	74
5.5 Relación $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ Vs SiO_2 en la muestra M-5.....	76
5.6 Cálculos volumétricos computarizados del Cerro San José.....	78

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice A. Análisis químico	89
Apéndice B. Análisis petrográfico formato PRA-MIC-002-1	91
B.1 Análisis petrográfico formato PRA-MIC-002-1	92

LISTA DE ANEXOS

- 1 MAPA TOPOGRÁFICO
- 2 MAPA GEOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria de las rocas ornamentales ha alcanzado una gran importancia por su dinámico comportamiento y por el desarrollo potencial que ofrece tanto nacional como internacional, algunos países han adquirido ayuda reactivando sus economías gracias a sus recursos geológicos.

La denominada minería no metálica constituye uno de los principales elementos dinamizadores de las regiones con unas perspectivas de crecimiento importante, en la que la producción de minerales no metálicos con fines industriales y de construcción han adquirido una relevancia significativa contribuyendo a generar empleos directos e indirectos, mejorar los servicios públicos en el entorno inmediato al área de explotación, fomentar ingresos públicos por concepto de pago de impuestos municipales, estatales y nacionales, incrementar el Producto Interno Bruto (P.I.B.), entre otros.

En Venezuela la mayor concentración de rocas ornamentales se encuentra en el Estado Bolívar, las cuales cuentan con gran diversidad que por sus texturas y colores son materiales novedosos en los mercados y no existentes en Europa, ventaja que debe ser aprovechada para la colocación de los productos venezolanos en el exterior para competir con los mercados internacionales generando divisas a nuestro país.

En el presente trabajo se muestran los resultados de la caracterización geológica realizada sobre los afloramientos rocosos alineados, con posible uso ornamental ubicados en el Fundo San José, Municipio Autónomo Angostura, del Estado Bolívar, con el propósito de demostrar si estos afloramientos pueden ser rentables a la hora de ser explotados. En consecuencia el presente estudio trata de

determinar las características, desde el punto de vista ornamental, de las rocas presentes en la zona para la explotación y aprovechamiento como material ornamental.

Este trabajo de grado consta de seis capítulos, el capítulo I describe los objetivos propuestos para desarrollar la investigación, el capítulo II muestra las generalidades del área de estudio, el capítulo III contiene las bases teóricas correspondiente a afloramientos ígneos- metamórficos, el capítulo IV muestra la metodología de trabajo, el capítulo V describe los análisis e interpretación de los datos recopilados, por último el capítulo IV el cual contiene información de la factibilidad económica del área de estudio.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación objeto de estudio

El consumo de rocas ornamentales se ha mantenido en aumento en los últimos años, principalmente en la construcción civil, tanto a nivel nacional como internacional; es por esto que se están llevando a cabo estudios en nuevos afloramientos rocosos para satisfacer las demandas de las empresas.

En la zona de estudio se encuentran afloramientos de rocas graníticas que por sus características petrográficas son consideradas de interés en las industrias de las rocas ornamentales, además de la construcción en general. La explotación de granitos en esta zona puede generar fuentes de ingresos al estado y constituir una fuente menor de empleo para la zona, así como generar recursos para los propietarios e inversionistas que exploten los mismos.

Debido al escaso conocimiento sobre los afloramientos graníticos de éste sector, se generara el presente estudio, con la intención de conocer la diversidad de rocas presentes en cuanto a su estética, calidad y reservas probables, para identificar cuerpos graníticos que puedan soportar un aprovechamiento racional con fin ornamental.

Adicionalmente se hace un aporte en cuanto al conocimiento petrográfico de las rocas que constituyen a la provincia Geológica de Imataca.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Caracterizar geológica y químicamente, con fines comerciales el afloramiento cerro “San José”, ubicado en el Fundo San José, kilómetro 50, carretera Puerto Ordaz-Ciudad Piar. Municipio Autónomo Angostura. Estado Bolívar”

1.2.2 Objetivo específicos

1. Digitalizar el afloramiento Cerro San José, usando como base la Imagen satelital 6539 II a escala 1:25.000.
2. Explorar el afloramiento, describiendo las unidades litológicas y las muestras de rocas, para la elaboración del mapa geológico.
3. Determinar la composición mineralógica y química del afloramiento, mediante análisis petrográficos y determinaciones químicas a las muestras tomadas en el área de estudio
4. . Cuantificar las reservas mineras del Cerro San José, para la determinación su volumen canterable.

1.3 Justificación de la investigación

Los diferentes tipos de granitos así como sus tonalidades representan la materia prima para la preparación de materiales utilizados en el revestimiento de pisos, paredes, muebles decorativos, topes de cocinas entre otros, previo a un proceso de

laminación y pulimiento, por otras empresas o industrias destinadas a tal fin posterior a la extracción.

Con esta investigación se pretende proporcionar información geológica a manera de inventario, orientado a caracterizar los recursos no metálicos e identificar cuerpos rocosos aprovechables y de interés comercial existentes en el estado Bolívar, dejando en evidencia una buena fuente de datos geológicos que vienen a cubrir una carencia de información detallada de la zona, orientada a impulsar la inversión de recursos para desarrollar la región.

1.4 Alcance

Este proyecto de investigación permitirá actualizar la geología regional, conocer los minerales macroscópicamente, las propiedades mecánicas de las rocas y las posibles reservas del afloramiento, con el fin de comparar la calidad del afloramiento para uso ornamental.

1.5 Limitaciones

Para la revisión mineralógica del afloramiento se utilizaron ensayos petrográficos de trabajos geológicos previos, ya que la institución que presta el servicio, ya no lo hace o se demora demasiado. Este análisis petrográfico fue corroborado con la petroquímica y el gráfico de Wilson (1989).

La zona de estudio abarca un área de 360 Has correspondiente a la Provincia Geológica de Imataca, delimitada por cuatro 4 puntos topográficos (P₁, P₂, P₃ y P₄), cuyas coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM) son las siguientes (Tabla 2.1):

Tabla 2.1. Puntos topográficos del área de estudio (Coordenadas UTM)

PUNTOS	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
P ₁	476.600	853.900
P ₂	478.400	853.900
P ₃	478.400	851.900
P ₄	476,600	851.900

2.2 Accesibilidad

El acceso a la zona de estudio se realizó por vía terrestre, utilizando la vía asfaltada que une a las poblaciones de Ciudad Piar y Puerto Ordaz, hasta la altura del km 20. El recorrido hasta el Cerro San José se hace en una hora y media. El desplazamiento dentro del área se efectuó a través de los caminos de tierra y picas que permiten llegar al afloramiento.

2.3 Características físico – naturales del área de estudio.

La información que se muestra a continuación fue suministrada por la empresa Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera (CVG Tecmin, 2008). y tiene un intervalo de tiempo de 20 años (1987-2007), la información anterior fue

complementada con la del año 2008 de Corporación Venezolana de Guayana Técnica Minera, C.A (CVG-TECMIN, C.A.).

2.3.1 Clima

Según la clasificación climática de Holdridge, en CVG-TECMIN, (1989), el área pertenece a la zona de vida Bosque seco Tropical (Bs -T). De acuerdo con Köppen, el área es representativa de un clima tropical de sabanas (Awgi), con lluvias en el verano astronómico y oscilación térmica promedio inferior a los 5°C. El área del proyecto se caracteriza por recibir una pluviosidad promedio alrededor de los 1.300 mm anuales, una temperatura promedio anual alrededor de los 25,5 ° C y una alta evaporación (2.400 mm).

Para realizar la caracterización climática del área de influencia del proyecto, se utilizaron los datos de las variables climatológicas registradas en las estaciones Las Babas (Gurí) y Ciudad Piar, para el período 1987-2007 (CVG-TECMIN, 2008).

A continuación se describe el comportamiento temporal de las variables climatológicas: precipitación, evaporación, temperatura, insolación (CVG-TECMIN, 2008).

2.3.1.1 Precipitación

El valor promedio anual de precipitación para el área del proyecto es de 1.300 mm. En la Tabla 2.2, se muestran los promedios mensuales y anuales de precipitación de la estación Las Babas (Gurí) y Ciudad Piar y en las figuras 2.2 y 2.3 se muestra su distribución anual. La distribución temporal de la precipitación es de tipo unimodal, es decir, se registra un único pico de lluvia durante el año. Esto ocurre en los meses

del verano astronómico (Junio, Julio y Agosto), lo cual corresponde con la época de mayor actividad de la Convergencia Intertropical (ITC), responsable directa de la distribución temporal de las lluvias en el territorio venezolano. En estos tres meses se recoge el 45% del volumen total de precipitación anual. El valor más bajo de precipitación se registra en la época de sequía, coincidiendo con el equinoccio de primavera (CVG-TECMIN, 2008).

Tabla 2.2 Precipitación media mensual y anual (mm) Periodo 1987-2007
(CVG-TECMIN,C.A. 2008).

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Las Babas	79,4	41,6	27	38,6	140,5	185	195	193,9	116,1	85,9	92	82,8	1278
Ciudad Piar	41,9	34,1	28,2	47,9	137,9	218	237	251,9	140,7	99,9	89,8	95,8	1380

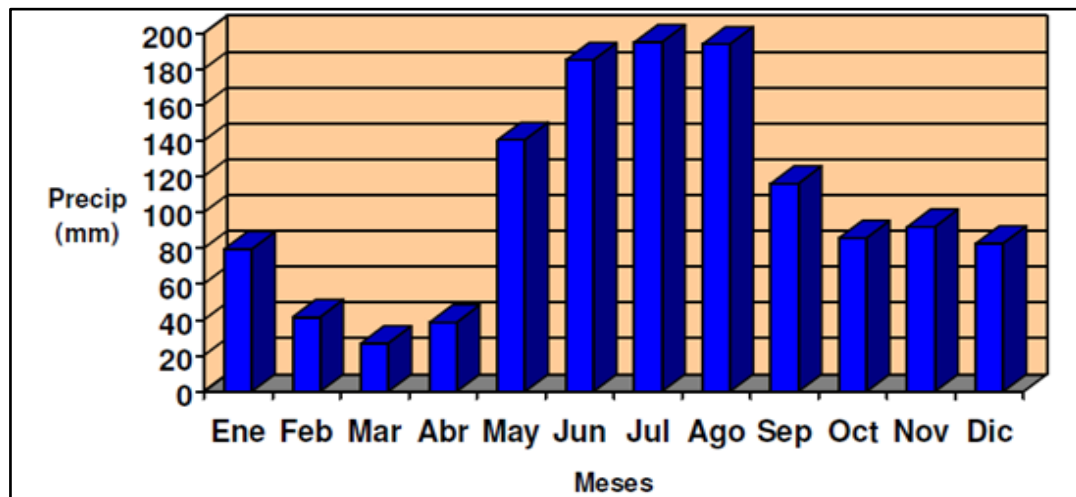


Figura 2.2 Distribucion Anual de la Precipitacion. Estacion las Babas (Guri)
(CVG TECMIN, C.A. 2008).

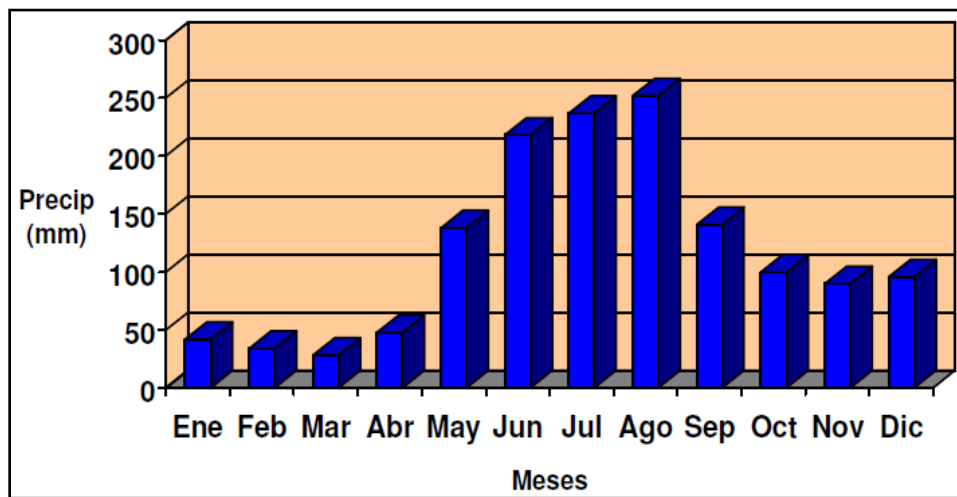


Figura 2.3 Distribucion Anual de la Precipitacion Estación Ciudad Piar (CVG- TECMIN, C.A. 2008).

2.3.1.2 Evaporación

La evaporación promedio anual en la zona es bastante elevada, presentando un valor de 2.300 mm. Durante el año, es posible diferenciar en su comportamiento dos épocas donde ocurren los valores más altos, lo cual coincide con las épocas de equinoccio de primavera y otoño. En estos meses (Marzo-Abril y Septiembre-Octubre), ocurren altas temperaturas, mayor cantidad de horas de brillo solar, baja humedad relativa, así como un aumento de la velocidad del viento (CVG- TECMIN, C.A. 2008).

Por otra parte, la evaporación registra sus valores más bajo durante los meses de junio y diciembre, es decir en las épocas de mayor pluviosidad y menor temperatura respectivamente.

En la Tabla 2.3, se indican los promedios mensuales, así como el valor total medio anual para la estación Las Babas Gurí y en la figura 2.4 muestra el comportamiento anual de dicha variable (CVG- TECMIN, C.A. 2008).

Tabla 2.3 Evaporación media, mensual y anual (mm). Periodo 1987-2007 (CVG-TECMIN, C.A. 2008).

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Las Babas (Gurí)	170,5	192,7	248,4	251,4	220,1	175,7	179	191,8	205,3	207,8	178,6	167	2388

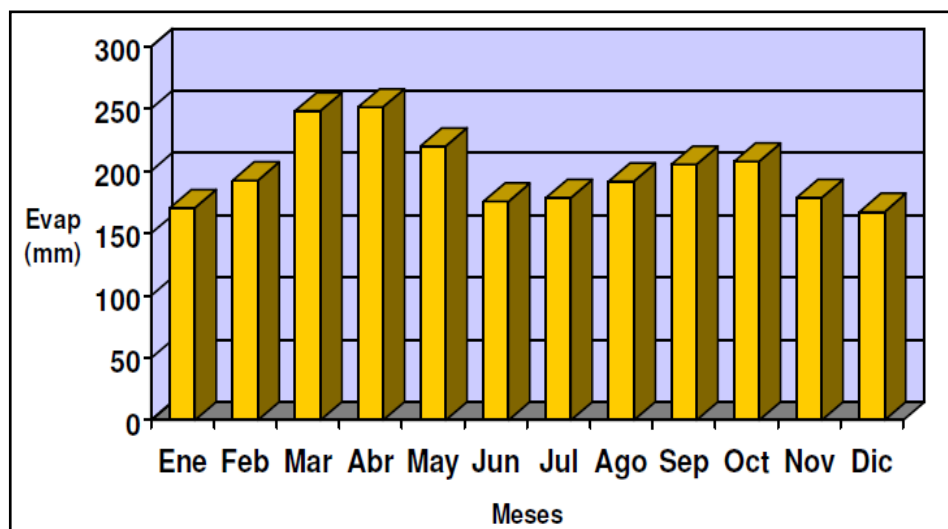


Figura 2.4 Distribución Anual de la Evaporación. Estación las Babas (Gurí). CVG-TECMIN, C.A. 2008 (CVG-TECMIN).

2.3.1.3 Temperatura

En la zona, la temperatura promedio anual es de unos 25,5 °C, la máxima media 29,7 °C y la mínima media 21,1°C. Por encontrarse en la zona tropical, se cumple la condición de isoterμία, es decir, la diferencia de los valores de temperatura entre el mes más cálido y el más frío no supera los 5 °C (CVG-TECMIN, C.A. 2008).

La distribución anual de la temperatura, al igual que la evaporación, es de tipo bimodal. Se observa que las mayores temperaturas ocurren en la primavera

astronómica, Marzo Abril, con un máximo secundario en Septiembre - Octubre (otoño astronómico). Las temperaturas más bajas se registran en el lapso Diciembre - Febrero (invierno astronómico) y en el mes de Junio, coincidiendo con la época de máxima pluviosidad (CVG- TECMIN, C.A. 2008).

En la Tabla 2.4, se indican los valores medios de temperatura para la estación Las Babas (Gurí) y en la figura 2.5 se observa su variación anual (CVG- TECMIN, C.A. 2008).

Tabla 2.4 Las Babas (Gurí). Temperatura (C°). Periodo 1987-2007
(CVG-TECMIN, C.A. 2008).

Temperatura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Media	25,2	25,8	26,7	27,5	26,9	26	25,7	24,7	25,2	24	26,4	25,6	25,5
Máxima	29,5	30,3	29,9	28,9	29,7	28,9	28,7	27,7	31,1	31,3	30,7	29,8	29,7
Mínima	20,8	20,8	19,2	21,3	21,3	20,7	20,5	19,7	22,7	22,6	22,1	21,3	21,1

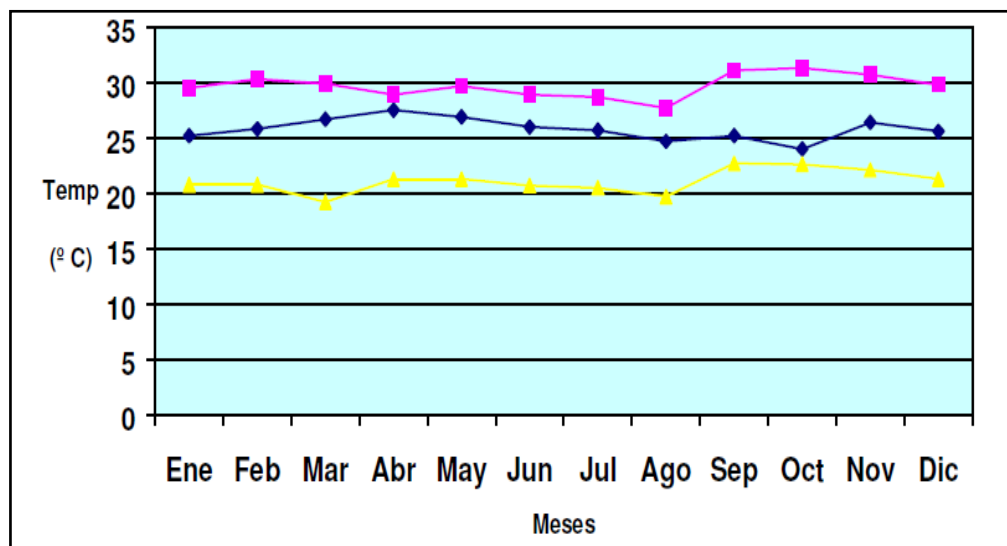


Figura 2.5 Variación anual de la temperatura. Estación las Babas (Gurí).
CVG-TECMIN, C.A. 2008. (CVG-TECMIN).

2.3.1.4 Insolación

El área del proyecto recibe una insolación media anual de 7 horas de sol aproximadamente. Los valores más altos ocurren en las épocas de Marzo y la época de otoño astronómico y los menores durante los meses de junio y diciembre, lo que demuestra la alta nubosidad presente en la zona en dichos meses, por la temporada de lluviosa (CVG- TECMIN, C.A. 2008).

En la Tabla 2.5 se muestran los valores mensuales de la Insolación, registrados en la estación Las Babas (Gurí) y en la figura 2.6 se observa su variación anual

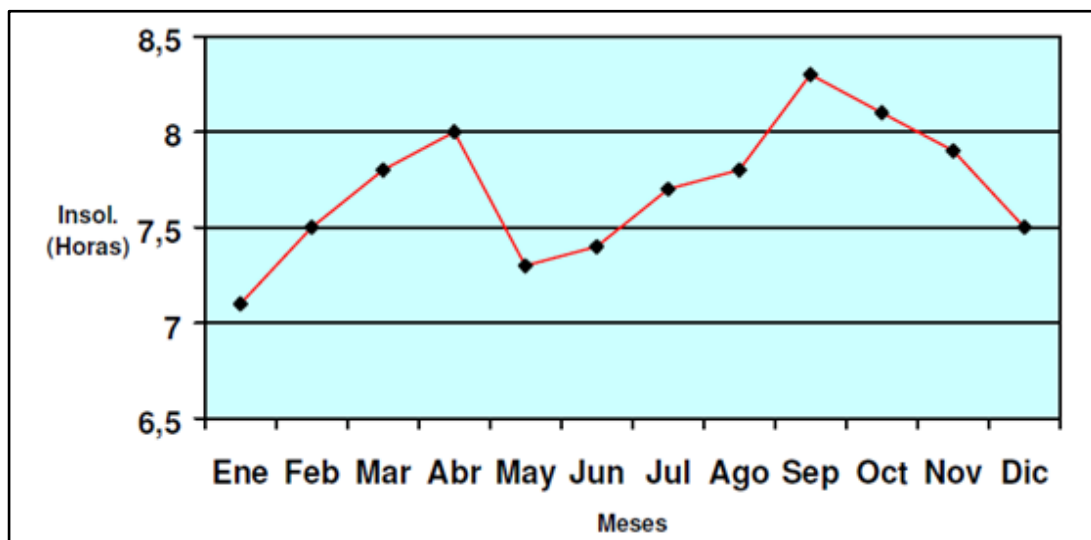


Figura 2.6 Variación anual de insolación. Estación las Babas Gurí (CVG-TECMIN, C.A. 2008).

Tabla 2.5 Insolacion media mensual y anual (horas de sol). Periodo 1987-2007 (CVG-TECMIN, C.A. 2008).

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
las Babas (Gurí)	7,1	7,5	7,8	8	7,3	7,4	7,7	7,8	8,3	8,1	7,9	7,5	7,3

2.3.2 Vegetación

La vegetación caracterizada en el área evaluada está asociada al Bioclima Tropófilo Macrotérmico y según la clasificación climática de Holdridge (Ewel y Madrid, 1976) se enmarca en una Zona de vida Bosque seco Tropical (Bs.-T), y recibe una precipitación anual promedio es de 1.300 mm (CVG-TECMIN, C.A. 2008).

A través de chequeos de campo se verificó la existencia de la formación vegetal en el paisaje de peniplanicie, que serán objeto de afectación con la ejecución del presente proyecto, ésta fue complementada con la información disponible en el marco del proyecto PIRNRG, ejecutado por CVG TECMIN, C.A, (1991) correspondiente al área cubierta por la Hoja de Radar NB-20-3.

Huber (1986), en CVG TECMIN, C.A, (1991a) describe la vegetación de la cuenca del Río Caroní y reporta gran variedad de formas y formaciones vegetales, las cuales relaciona con la presencia de una variada multitud de paisajes geográficos. En el área del Bajo Caroní ocurren las siguientes formaciones vegetales: sabanas macrotérmicas (las más extendidas), bosques tropófilos y arbustales macrotérmicos. Los bosques tropófilos son principalmente deciduos a semideciduos. Las sabanas están dominadas por *Curatella americana* y *Trachypogon* sp.

Del levantamiento de campo realizado en el área resultaron las unidades que se describen a continuación:

2.3.2.1 Sabana gramínea abierta (Sga).

La unidad de vegetación Sabana gramínea abierta ampliamente representada en el paisaje de peniplanicie. Está caracterizada por un estrato arbustivo con elemento leñoso siempre verde alto, mayor de 4 m de altura y cobertura de media a densa.

Las especies que caracterizan esta comunidad son: *Curatella americana*, *Byrsonima coccolobifolia* y *Trachypogon spicatus*. Este tipo de vegetación es interrumpido por pequeñas áreas dominadas por *Roupala montana*, *Trachypogon spicatus* y *Bulbostylis* sp., mientras que el estrato herbáceo de estructura continua, interrumpido por el estrato leñoso, está representado por las especies como: *Solanum hirtum*, *Borreria verticillata*, *Trachypogon montufari* y *Axonopus* sp. (Figura 2.7).



Figura 2.7 Características de la Sabana gramínea abierta (Sga) típica en el área de estudio.

2.3.2.2 Morichal (M)

La composición taxonómica de esta unidad cartográfica es de un Sabana con elemento leñoso siempre verdes y a lo largo de los cursos de agua se encuentran los morichales abiertos y cerrados. El tipo de vegetación dominante en la sabana con elemento leñoso siempre verde bajo, menor a 4m de altura y cobertura de media a rala en el estrato herbáceo. Las especies más importantes son: *Curatella americana* y *Trachypogon spicatus* acompañadas por *Andropogon bicornis* (CVG- TECMIN, C.A. 2008).

En tanto el Morichal siempreverde abierto, con especies de 8 m y 10 m de altura, y cobertura densa, dominado por la especie *Mauritia flexuosa*. En áreas donde el morichal no está intervenido se presenta un morichal siempre verde cerrado, de 8m a 12m de altura con emergentes de 15m y cobertura densa. Las especies más importantes son: *Mauritia flexuosa*, *Euterpe* sp, y *Virola* sp. (Figura 2.8).



Figura 2.8 Unidad de morichal encontrada en el área. Este morichal probablemente fluye a través de la traza de un plano de falla.

2.3.3 Hidrografía

Al Oeste estrechas fajas de tierras aledañas al Lago de Gurí drenan sus aguas hacia el Caroní, caudal que recibe al Norte un pequeño aporte del río El Retumbo, que se localiza en la parroquia Andrés Eloy Blanco y que desemboca en la zona del lago de Caruachi. Más al Norte el pequeño río El Pao también desemboca en el Caroní, ya en el sector del embalse de Macagua (CVG- TECMIN, C.A. 2008).

El más importante sistema hídrico se localiza al Centro, Sur y Este de la entidad territorial, abarca más de la mitad de la superficie municipal. Precisamente en el Sur de Piar, en la zona de El Manteco, nace el Río Yuruarí, principal tributario del Caroní, el cual a su vez luego de un tortuoso recorrido por zonas selváticas recibe las aguas de los ríos menores o quebradas de Santa Inés, Oronota, Hualpa, Guanaparo y Carichapo (CVG- TECMIN, C.A. 2008).

El Antabare finalmente es un río de curso relativamente corto, pero de un caudal considerable en la temporada lluviosa, que drena sus aguas en dirección este-oeste directamente Río Caroní, antes de la formación del lago de Gurí.

2.3.4 Geomorfología

La zona de estudio se encuentra asociada a la estructura regional conocida como el “Sinclinal de Tocoma”, por lo que este plegamiento hace que se formen dos tipos de paisajes característicos, los cuales son paisaje de montañas, en los flancos del pliegue sinclinal y paisaje de peniplanicie, en la parte central del pliegue (Figura 2.9).

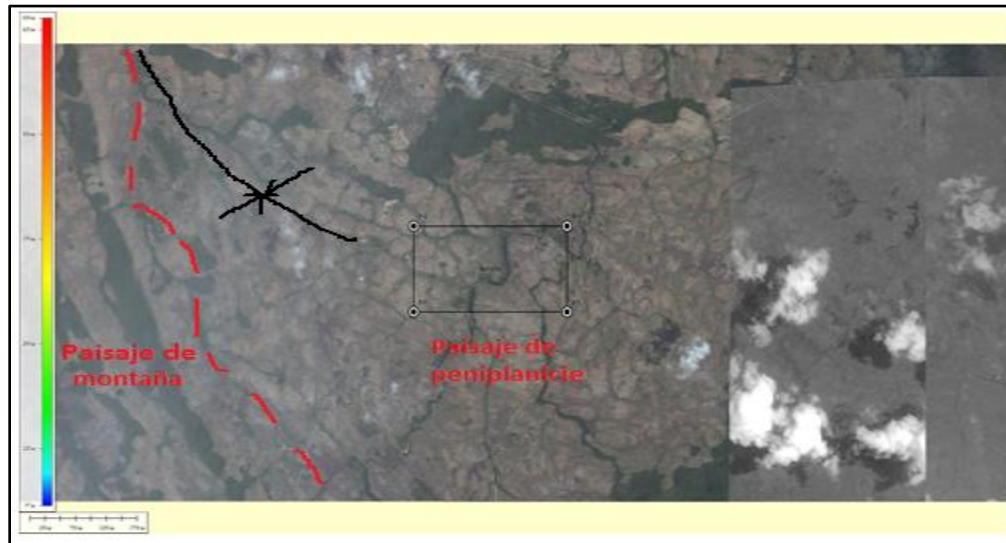


Figura 2.9 Imagen satelital mostrando el flanco Norte del Sinclinal y la ubicación del área de estudio.

Las unidades geomorfológicas encontradas en la zona en la zona de estudio son: la unidad de montaña y la unidad de peniplanicie (CVG- TECMIN, C.A. 2008).

2.3.4.1 Montaña

Constituye el Cerro San José, el cual es uno de los más elevados de la zona con alturas entre los 165 y 215 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), pendientes mayores a 30%, con crestas bien definidas de perfil agudo, limitadas por vertientes pronunciadas que le confieren al paisaje una topografía accidentada. Su génesis y evolución combina procesos tectónicos (plegamientos, cizallamientos, intrusiones) con procesos erosivos, así mismo la vegetación, humedad y altas temperaturas favorecen los procesos físico- químicos que atacan las rocas, originando material de alteración que es erosionado y arrastrado por escurrimiento superficial hacia las partes más bajas (Figura 2.10).



Figura 2.10 Vista parcial del Cerro San José. Nótese las pendientes y los rasgos estructurales.

2.3.4.2 Peniplanicie

Este tipo de paisaje conforma superficies planas con pendientes suaves de 0%-4%. Presenta un perfil topográfico rectilíneo, sin desniveles significativos y un microrelieve irregular con surcos (Figura 2.11).

Genéticamente la mayoría de las peniplanicies tienen un carácter combinado deposicional- residual. Las planicies deposicionales- residuales presentan características que dependen de los procesos tectónicos y de meteorización ocurridos en el basamento granítico, sobre el que se depositó un manto superficial de sedimentos aluviales y coluviales (CVG- TECMIN, C.A. 2008) (Figura 2.12).



Figura 2.11 Imagen donde se aprecia el relieve de peniplanicie, con afloramientos rocosos superficiales, los cuales restringen la vegetación.



Figura 2.12 Modelo de alteración físico-químico del afloramiento, en forma esferoidal

2.4 Geología regional

El escudo de Guayana forma parte del Precámbrico del Cratón Amazónico, del Oeste de África, continúa en las Guayanas y parte NW de Colombia con unidades litoloestratigráficas, metamorfismo y depósitos minerales similares. Se extiende al sur del Río Orinoco y ocupa algo más del 50% de la superficie de Venezuela (Mendoza, V. 2000).

En el Escudo Guayanés en Venezuela han sido identificadas cuatro Provincias Geológicas (Según Sidder y Mendoza, 1995 en Mendoza, 2000): Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima (Figura 2.13).

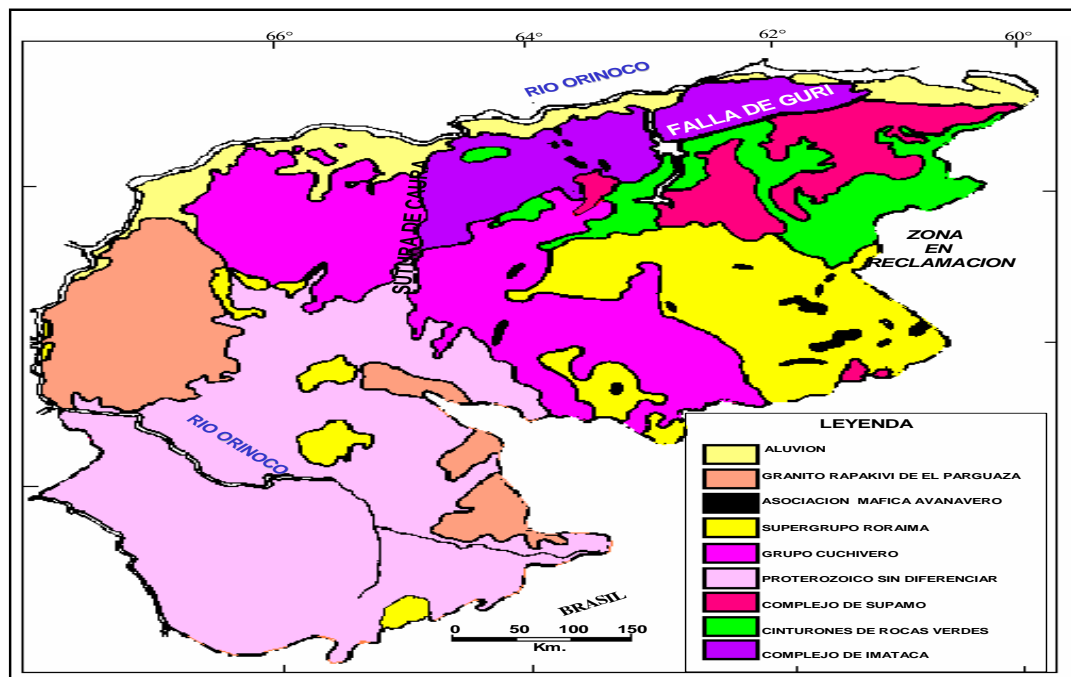


Figura 2.13 Mapa Geológico generalizado del Escudo de Guayana (Mendoza, V. 2000).

En La Provincia Geológica de Imataca se encuentran las siguientes unidades: Complejo de Imataca, Migmatita de la Ceiba, Intrusivos Jóvenes post-Imataca.

2.4.1 Complejo de Imataca

La Geología está representada por dos unidades bien diferenciadas: el basamento ígneo metamórfico del Complejo Imataca y los sedimentos recientes. Todos los afloramientos del basamento ígneo en la zona se encuentran representados dentro del Complejo de Imataca; Los sedimentos fluviales recientes, se encuentran suprayacentes al Complejo de Imataca (Mendoza, V. 2000).

Según descripción del Léxico Estratigráfico de Venezuela (LEV, 1997), la secuencia de rocas más antiguas de Venezuela es de edad Arqueozoica y corresponden al Complejo de Imataca, unidad volcano – sedimentaria metamorfizada, que representa la parte más importante de la Provincia Geológica de imataca cuyos afloramientos están restringidos a lo largo del margen sur del río Orinoco en el extremo nororiental del Escudo de Guayana constituye una franja de unos 80 Kms, de ancho, lo cual se extiende desde el Río Caura al oeste hasta las inmediaciones del Delta del Río Orinoco al este.

El tipo de litología principal del Complejo de Imataca es un paragneises cuarzo – feldespático blanco, gris o rosáceo, con tamaño de grano, textura y detalles mineralógicos variables. En muchos en donde contiene adiciones de migmatitas, la roca de grano medio y textura granítica pero corrientemente tiene un contenido relativamente de biotita (Mendoza, V. 2000).

Debido a los procesos de meteorización, las rocas de este Complejo han originado varios tipos de suelos; los suelos arcillosos – arenosos sobre el substrato anfibolítico; los arenosos blancos a rosados sobre granitos y gneises leucocráticos, y aquellos arenosos en las partes donde se depositaron las sales únicas y ferríferas mezcladas; arcillas residuales en las zonas de saturación permanentes y suelos azules

a rojos, según el promedio de sales de hierro o materia orgánica respectivamente (Mendoza, V. 2000).

2.4.2 Edad cronológica de la Provincia de Imataca

Bellizzia, M. (1968) y (1972) citado en Mendoza, V. (2000), reseña y analiza las determinaciones de edades realizadas hasta la fecha, llegando a la conclusión de que los efectos tectónicos del Escudo de Guayana, corresponde a los siguientes parámetros: Guríense más de 3.000 m.a., Orinoquensis 1.200 – 1.400 m.a., Guayaquil equivalente a la Trans – Amazónica 1.200 – 1.900 m.a.

Edad y Correlación del Complejo Imataca, algunos gneises, considerados sin evidencia alguna como metasedimentarios, fueron datados en roca total por Rb/Sr y Pb/Pb como en 3.7 – 3.4 Ga (Montgomery, 1969) citado en Mendoza, V. (2000). Como se ha referido antes rocas del complejo de Imataca fueron tectonizadas y deformadas, intrusionadas y metamorfizadas de los 2.8 – 2.7 Ga y luego durante la Orogénesis Transamazónica cuando fueron metamorfizadas de nuevo hasta alcanzar la parte superior de la Facies Anfibolita y la Facies de dos piroxenos.

Hurley (1973), citado en Mendoza, V. (2000), destaca que el Complejo de Imataca incluye rocas metasedimentarias, charnokitas y granulitas con formaciones de hierro que quizás son más viejas que 3.000 m.a., probablemente tan antiguas como 3.400 m.a., sobre lo que se aprecia metamorfismo sub – secante, tan joven como 1.200 m.a., además índice 2.700 m.a., para la monzonita cuarcífera del cerro la Ceiba y las rocas granitoide asociadas.

Según Ríos, J. (1974) en Mendoza, V. (2005), el Complejo de Imataca puede correlacionarse con las granulitas y gneises del Grupo Kanukú en Guyana, con las

granulitas del Río Falsino en Brasil, con el Grupo Adampada-Falawatra, con las granulitas y rocas asociadas de las montañas Bakhuis en Surinám y con la Serie Isla de Cayena de la Guayana Francesa.

2.4.3 Composición química

En la Tabla 2.6, se muestran los promedios de la composición química de rocas del Complejo de Imataca (Mendoza, V. 2005).

Tabla 2.6 Composición química promedio de los óxidos mayoritarios de las rocas del Complejo de Imataca (Mendoza, V. 2005)

		1	2	3	4	5	6	7
OXIDOS % en pesc	SiO ₂	72.29	72,68	70,47	61,36	50,62	51,05	49,69
	TiO ₂	0.19	0,16	0,28	0,59	1,23	1,39	1,12
	FeO	1.12	1,19	1,45	5,08	13,41	13,15	13,52
	MnO	0.027	0,034	0,042	0,088	0,188	0,197	0,169
	MgO	0.4	0,47	0,33	2,68	7,19	6,6	6,89
	CaO	1.49	0,99	0,67	5,27	11,47	11,49	9,21
	K ₂ O	4.5	4,15	5,56	2,07	0,49	0,51	1,97
	Na ₂ O	4.26	5,19	4,69	3,82	1,35	1,39	2,46
	P ₂ O ₅	0.081	0,139	0,101	0,254	0,402	0,392	0,92
	ELEMENTOS T R A Z A	Ba	655	589	884	412	74	120
Ca		3	6	4	25	67	48	55
Cr		8	13	12	271	469	168	663
Cu		8	27	6	34	86	80	128
Li		32	22	34	18	12	13	9
Ni		3	5	7	47	244	47	137
Pb		27	25	28	21	16	17	21
Rb		127	81	142	37	8	11	123
Sr		95	158	141	276	177	165	369
V		13	10	21	65	146	173	136
Zn	19	38	36	74	125	126	87	
Zr	285	301	260	242	135	145	149	

1- Granulitas félsicas ácidas de color rojo; 4 muestras; 2 Granulitas félsicas ácidas de color verde; 4 muestras; 3- Gneises Graníticos, 4 muestras; 4 - Granulitas félsicas intermedias, 5 muestras; 5 Granulitas lomagbiénicas máficas, 4 muestras; 6- Anfibolitas, 2 muestras; y 7 - Granulitas Bioticas máficas, 4 muestras. Promedios calculados de DOUGAN (1.977 , Tabla II).

2.4.4 Fajas tectónicas que conforman la Provincia de Imataca

Ascanio, G. (1975), considera que el Complejo de Imataca al Sur del río Orinoco, en la zona comprendida entre los Ríos Aro y Caroní está formado por siete conjunto, originados por microcontinentes que por deriva chocaron unos con otros con obducción, quedando separados por grandes corrimientos, de rocas cuarzo feldespáticas, dentro de las cuales se intercalan secuencias de formaciones de hierro, anfibolitas y gneises granodioríticos blancos. El autor divide estos conjuntos en siete fajas separadas o corrimientos de ángulo bajo.

Estas siete Fajas son: Faja de la Encrucijada, Faja de Ciudad Bolívar, Faja de Santa Rosa, Faja la Naranjita, Faja de Cerro La Ceiba, Faja de La Laja Negra y la Faja de Cerro Bolívar (Figura 2.14).

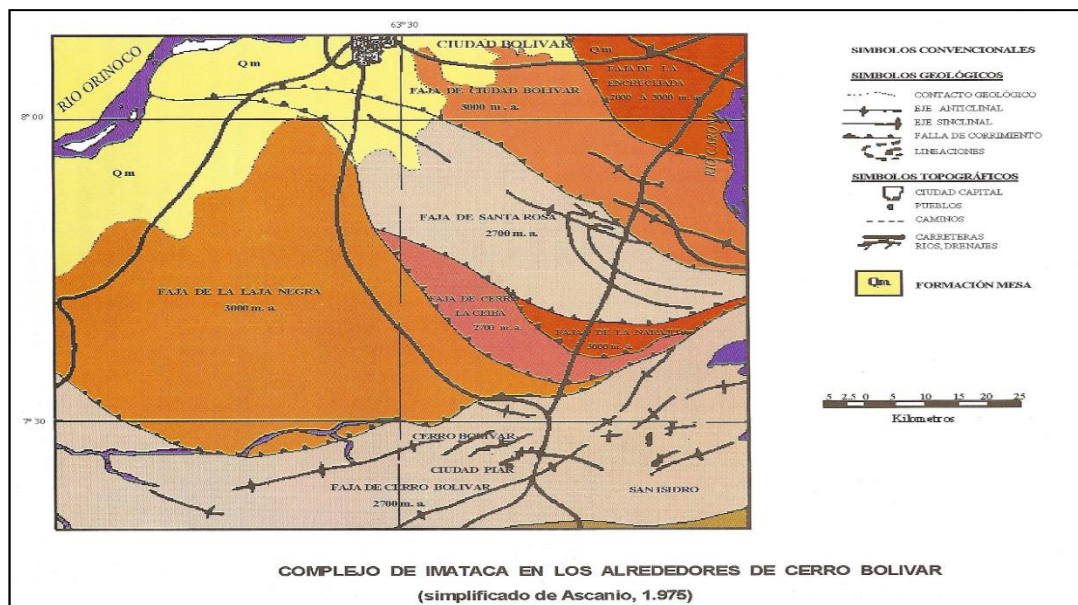


Figura 2.14 Fajas tectónicas que conforman la Provincia de Imataca (Ascanio, G. 1975).

2.4.4.1 Faja de Ciudad Bolívar

Constituida por gneises cuarzo – feldespáticos de grano grueso, generalmente granatíferos, intercalados con esquistos y anfibolitas. Contiene formaciones de hierro de grano medio, entre las cuales el de mayor importancia es el Cerro María Luisa (Ascanio, G. 1975).

Esta Faja reposa sobre corrida sobre la Faja de La Encrucijada, presentando un contacto definido por una intercalación de gneises y anfibolitas de grano fino que descansan sobre rocas cuarzo – feldespáticas de grano grueso de la Faja de La Encrucijada (Ascanio, G. 1975).

2.4.4.2 Faja La Encrucijada

Constituida principalmente por gneises piroxénicos y monzogranitos de colores verdes, grises y rosados, con texturas de grano medio a grueso, se presentan bandeados, a veces granulares y en ocasiones porfídicos y dentro de los cuales se han emplazado sienitas cuarcíferas y los granitos de La Encrucijada (Ascanio, G. 1975).

2.4.4.3 Faja de Santa Rosa

Ésta faja reposa sobre corrida sobre la Faja de Ciudad Bolívar y debajo de las fajas de La Naranjita, La Ceiba y Laja Negra. La Faja de Santa Rosa se encuentra representada litológicamente por gneises cuarzo – feldespáticos – biotíticos, bandeados e intercalados con anfibolitas y capas delgadas de formación de hierro y cuarcitas blancas. El rumbo general de la faja es N 60° W (Ascanio, G. 1975).

2.4.4.4 Faja La Naranjita

Ésta faja constituye un codo estructural del Complejo de Imataca. Al Este del sitio denominado La Naranjita, las estructuras se presentan con una dirección Noreste, mientras que al Oeste toman un rumbo preferencial Noroeste. La faja está representada por una litología básicamente en afloramientos de gneises de grano grueso, en ocasiones bien bandeados, intercalados con anfibolitas y con lentes delgados de formación de hierro. Un detalle geológico muy característico de esta faja, es la presencia de estructuras de doble declive (Ascanio, G. 1975).

2.4.4.5 Faja de Cerro La Ceiba

Aflora desde 18 Kms al Oeste del Cerro La Ceiba hasta el río Tocoma, al pie del Cerro Toribio. La faja presenta una forma lenticular con una anchura que no va más allá de los 10 Kms y, está conformada litológicamente por gneises cuarzo – monzoníticos de color rosado, con textura de grano grueso, contorsionados, con desarrollo de pegmatitas paralelas al bandeamiento. El conjunto litológico es bastante uniforme que, al sufrir los efectos de los agentes de intemperismo, se erosionan produciendo formas topográficas dómicas, redondeadas y desnudas. Las estructuras presentan un rumbo general de N 45° W y controlan el drenaje (Ascanio, G. 1975).

2.4.4.6 Faja de Laja Negra

Ésta faja se presenta cruzada por la carretera Ciudad Piar – Ciudad Bolívar, desde el puente sobre el río Yaunó hasta el puente sobre el río Orocopiche. Litológicamente está constituida básicamente por gneises cuarzo – feldespáticos – biotíticos, contorsionados, de grano grueso, con vetas delgadas de pegmatitas que en

ocasiones cortan la foliación; sin embargo, en la mayoría de los casos es paralela a esta. Debido a la fuerte contorsión de las estructuras, se hace bastante difícil definir el rumbo de las estructuras. El drenaje en Laja Negra mantiene un rumbo dominante N 45° W (Ascanio, G. 1975).

2.4.4.7 Faja de Cerro Bolívar

Ésta faja se encuentra aflorante desde la falla de Gurí – Río Carapo. Su composición litológica la definen gneises cuarzo – feldespáticos de colores grises y rosados, formaciones de hierro de poco espesor, las cuales afloran en los núcleos de los anticlinales. Las formaciones de hierro de grano fino, las cuales se encuentran alojadas en la parte superior de los sinclinales, llegan a alcanzar hasta los 200 metros de espesor. Estas formaciones son de vital importancia desde el punto de vista geológico – minero y económico, ya que a partir de ellas, por procesos de laterización, tuvieron origen los yacimientos ferríferos de los Cerros Arimagua, San Isidro, Altamira, Cerro Bolívar, El Trueno y otros intermedios. Las estructuras de esta faja presentan un rumbo preferencial N 60° E (Ascanio, G. 1975).

Sosa, Siso. (1977) citado en Mendoza, V. (2000), en la región El Pao – San Félix – Gurí, señala que el Complejo de Imataca está formado básicamente por gnéis félsicos y máficos altamente metamorfizados e intensamente plegados, señala la presencia de granulitas piroxénicas y migmatitas. Concluye que puede existir una relación estructural entre las fallas de Gurí y la de El Pao.

Montgomery, W. (1979), citado en Mendoza, V. (2000), la mayoría de las datas radiométricas de las rocas del Complejo de Imataca registran eventos magmáticos y regionales. Los protolitos metasedimentarios para algunas rocas gneisicas del Complejos de Imataca han sido datadas de 3.700 – 3.400 m.a., por los métodos Rubidio – Estroncio y Plomo – Plomo.

Hurley y otros (1976), Osmstott y otros (1989), citados en Mendoza, V. (2000), la roca del Complejo Imataca fueron deformadas, intrusionadas y regionalmente metamorfizadas alrededor de 2.150 – 1.960 m.a., se dio lugar a anfibolitas superiores a un metamorfismo de facies de las granulitas.

Kallioskoski (1965), Dougan (1977), Gibbs y Wirth (1986) en Mendoza, V. (2000), el Complejo de Imataca incluye más del 80% de ortogneis cuarzofeldespático, paragneis y granulitas félsicas, 10 – 15%, ortogneis máfico, granulita y chanrokita, 1% el resto consiste en formación bandeada de hierro metamorfizado y cantidades menores de rocas metasedimentarias clásticas y químicas, rocas volcánicas sílice – calco alcalinas y menos rocas plutónicas.

2.4.5 Contacto geológico

El contacto inferior del Complejo se desconoce. Aunque algunos autores como Kalliskoski, (1965) y Menéndez (1994) han especulado sobre la posibilidad de que el Complejo formó parte del basamento de la secuencia supracortial de los CVR, tanto de la Provincia Geológica de Pastora como de Imataca; no existe evidencia de campo alguna al respecto. El Complejo de Imataca alcanza dimensiones hectakilométricas, tanto en ancho, como en su extensión Este-Oeste, (PDVSA INTEVEP Léxico Estratigráfico de Venezuela, 1999).

2.4.6 Geología estructural

La Geología estructural de las rocas que conforman el Complejo de Imataca integran en un conjunto una gran estructura regional alargada que se extiende hacia el Río Caura al Oeste y hacia el Delta del Orinoco al Este, con un rumbo de N 62° - 70° E, este bloque o pilar tectónico está limitado por zonas de fallas al Norte y al Sur, sus características litológicas y grado de metamorfismo son más o menos homogéneas en

su extensión (Informe de Avance Tecmin C.V.G. NC-20-14, (1991). La Geología Estructural del Complejo de Imataca, viene a estar constituida por diversas fallas y plegamientos, que se desarrollan en la región.

Dougan (1972), citado en Mendoza, V. (2000), en su trabajo geológico regional sobre la región Upata – El Palmar – Villa Lola, define al Complejo de Imataca compuesto litológicamente por gneises félsicos y máficos, granulitas, cuarcitas ferruginosas y por rocas de composición granítica. Él concluye que este conjunto de rocas ha estado sometidas a condiciones de presión – temperaturas tales que han alcanzado el grado metamórfico de la Facies Granulítica.

2.4.6.1 Plegamientos

El plegamiento en la Provincia de Imataca es bien definido. Los pliegues en su mayoría, exhiben un plano axial de rumbo predominante Noroeste, aunque ocasionalmente muestran flexuras arqueándose hacia el noroeste.

Ascanio, G. (1975), menciona que la Provincia de Imataca presenta anticlinales oscurecidos por la lenticuralidad de las formaciones de hierro que varían, en corta distancia, de 0 - 200 metros de espesor, constituyendo así uno de los sistemas de pliegues más importantes.

Los principales pliegues en el Complejo de Imataca son estructuras cerradas. No hay irregularidades aparentes o patrón en las culminaciones y depresiones de los pliegues que producen los cierres. El conocimiento de las estructuras principales es demasiado escaso para llegar a una conclusión en firme con respecto al origen de las depresiones y culminaciones.

2.4.6.2 Fallas

Se presentan dos sistemas de fallas uno en dirección noroeste, y otro de rumbo noreste, que coincide con la dirección o patrón estructural de Imataca. En ambos sistemas, las fracturas presentan una extensión que sobrepasa los 6 kilómetros.

Los cuerpos plegados afectados por las fallas, no presentan mayor desplazamiento horizontal, por lo cual se infiere que el movimiento de los bloques fallados ha sido vertical u oblicuo.

Las estructuras que más se destacan a nivel regional son:

1. Falla de Guri: Es el rasgo megatectónico mas relevante del Escudo de Guayana, separa las provincias de Imataca, al Norte de Guri, de Pastora, al Sur. Representa una zona de cizallamiento intenso, que se extiende hacia el suroeste, estando cubierta por el Lago de Guri, en las proximidades del Cerro Bolívar y Altamira. Hacia el noroeste, se pierde bajo los sedimentos aluvionales del río Orinoco y el delta. En la actualidad es una falla pasiva, inactiva (Mendoza, V. 2000).

2. Falla de El Pao: Es sub-paralela a la Falla de Guri, tiene su mejor desarrollo entre la población de El Pao y el frente de trabajo El Paraíso. Según Sosa, S. (1977), en Mendoza, V. (2000) la Falla se extiende por unos 140 km, desde el Estado Delta Amacuro hasta el río Caroní. La Falla de El Pao y el lineamiento del río Caroní forman los límites del bloque de El Pao.

3. Lineamientos del Río Caroní: La primera observación sobre esta discontinuidad fue hecha por Kalliokioki (1965), en Mendoza, V. (2000) cuando menciona que el lineamiento es diferente en las márgenes. Este rasgo morfo-estructural fue cartografiado por Delpont y Osorio (1987), quienes indican que este

largo lineamiento, junto con las fallas, parecen definir cinco dominios estructurales distintos; en el caso del lineamiento del río Caroní, este separa un terreno metamórfico erosionado de topografía rebajada cubierto por sedimentos de la Formación Mesa, de un terreno metamórfico intensamente deformado con topografía accidentada donde no hay cubierta sedimentaria.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

La Universidad de Oriente, a través de la Escuela de Ciencias de la Tierra y FUNDAGEOMINAS, viene realizando desde el año 1998 estudios sobre la caracterización geoeconómica de las rocas graníticas con fines ornamentales en las diferentes Provincias Geológicas de Guayana, principalmente Imataca y Cuchivero (Montes, E. 2004).

Singh, R. (2007) realizó el **“ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMECÁNICO, DEL CERRO “LA CASTAÑA UBICADO EN LA CANTERA PALMA SOLA (KM. 34, CARRETERA VIEJA CIUDAD BOLÍVAR – PUERTO ORDAZ) MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR”**. En este trabajo se concluyó que el cerro “La Castaña” está constituido geológicamente por rocas formadas bajo condiciones de metamorfismo regional de grado alto y diversos procesos generadores de fracturas, intrusiones, vetas, entre otros. Los análisis realizados llevan a afirmar que el cerro “La Castaña” está formado principalmente por Charnockita, cantidades menores de Gneis granítico alcalino y anfibolita, presentándose ésta última en forma de intrusiones. En general las rocas del cerro “La Castaña” se encuentran dentro de los rangos que requieren las rocas para su uso como roca ornamental.

Sotillo, Z. y Carrillo, N. (2012) desarrollaron su trabajo de grado sobre una **“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMECÁNICA CON FINES ORNAMENTALES DEL AFLORAMIENTO CERRÓ SAN JUAN, CARRETERA PUERTO ORDAZ - CIUDAD PIAR. MUNICIPIO ANGOSTURA. ESTADO BOLÍVAR”**. En este trabajo se concluyó que el cerro

San Juan está incluido dentro de las rocas pertenecientes a la Provincia Geológica de Imataca, y en el contexto de las Fajas de Ascanio, dentro de la Faja de Santa Rosa, se diferenciaron tres (3) unidades geológicas, las cuales son: La unidad de Gneis granítico, de la Provincia Geológica de Imataca, la unidad de intrusiva concordante de gabro y la unidad de cuarzo flotante mineralógicamente se compone de 45% de microclino perfitico y no microclino, 15% de plagioclasa oligoclasa, 30% de cuarzo y 10% de mica biotita.

Tovar, Audrey. y Álvarez, Julio. (2012) realizaron el trabajo de grado titulado **“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LOS ALREDEDORES DE LOS TRAMOS VIALES CIUDAD PIAR - PUERTO ORDAZ Y CIUDAD BOLÍVAR - GURI A PARTIR DE LOS DATOS REPORTADOS POR ASCANIO, G. (1975)”**, Entre las conclusiones más resaltantes destacan que para la Faja de Santa Rosa se encontró gneises graníticos milonitizados de composición cuarzo 45%, feldespato 35%, clinoanfíbol 10%, plagioclasa 7% y minerales accesorios 3% entre los cuales se encuentran minerales opacos, biotita, circón e hidróxidos de hierro. Desde el punto de vista geomecánico, las rocas pertenecientes a la Faja de la Encrucijada, de Ciudad Bolívar, Santa Rosa y la Naranjita poseen un índice de absorción de agua bajo entre 0,07% y 0,29% lo cual indica que son de calidad buena a muy buena y pueden ser utilizadas para construcción y como roca pulida en ornamentación.

De esta investigación se utilizó el análisis petrográfico realizado a una muestra de rocas de un sitio cercano a la presente investigación y se corroboró con los ensayos químicos.

Todos estos estudios fueron realizados desde el punto de vista geológico y estructural, con el fin de ampliar la información geológica ya existente sobre la

Provincia de Imataca así como las condiciones que presentan las rocas localizadas en estas áreas.

3.2 Generalidades de las rocas graníticas

Foucault (1985) define el término roca (del lat popular, *rocca*) al “material constitutivo de la corteza terrestre, formado en general por una asociación de minerales que presenta una cierta homogeneidad estadística; en general dura y coherente...”.

Fundacite (2000) expresa que las rocas se consideran agregados naturales compuestos de uno o más minerales, cristalinos o amorfos, que presentan características homogéneas y constituyen sobre la Tierra cuerpos geológicamente independientes. Las rocas se dividen, según su modo de formación, en tres grupos: ígneas o magmáticas, sedimentarias y metamórficas.

Las rocas ígneas son aquellas que se han formado a partir de la solidificación de un magma, que es un material rocoso en estado de fusión. Las rocas sedimentarias, son producto de la transformación de rocas preexistentes, debido a la gravedad, agentes atmosféricos y a la actividad de algunos organismos vivos. Las rocas metamórficas son producto de las reacciones químicas y físicas en estado sólido mediante las cuales todo tipo de roca se adecua a un nuevo ambiente. Noventa y cinco por ciento (95%) de la corteza terrestre está compuesta por rocas ígneas y rocas metamórficas, y cinco por ciento (5%) por rocas sedimentarias. (Todogeología, 2002).

Las rocas ígneas se clasifican según el tipo del yacimiento en intrusiva y extrusiva o volcánica.

Las rocas ígneas intrusivas son aquellas formadas por la cristalización lenta del magma debajo de la superficie de la Tierra y a su vez se dividen en abisales o plutónicas e hipoabisales. Las rocas ígneas extrusivas o volcánicas provienen de un volcán o de una grieta, o sea de una abertura de la corteza terrestre por el cual el magma procedente de las profundidades es lanzado a la superficie en forma de lava, fragmentos de roca, cenizas y gas. (Fundacite, 2000).

Las rocas ígneas también pueden clasificarse en base a su composición química, ellas pueden ser ácidas, intermedias y básicas.

Todoigeología (2002) expresa que como las rocas ígneas se forman a partir de la solidificación de un magma, según el lugar de emplazamiento en que hayan cristalizado se pueden clasificar según las características texturales, estructurales y minerales, típicas del ambiente petrogenético en el que se consolidan.

Así mismo, mediante los procesos de evolución magmática, a partir de unos cuantos magmas primarios, pueden llegarse a formar varias decenas de magmas diferentes, que, a su vez, por enfriamiento, se convertirán en otras tantas rocas ígneas. Por ello se llaman series de rocas ígneas a las que proceden de un mismo magma por evolución de este. Las principales series son la toleítica, alcalina y calcoalcalina y cada una de ellas se presenta en un ambiente geológico específico o provincia petrogenética. (Todoigeología, 2002).

La serie toleítica es la más monótona y extensa. Las dorsales y los fondos oceánicos están formados por basaltos, sin apenas diferenciación, de lo que se deduce la pequeña profundidad de formación. (Todoigeología, 2002).

La serie alcalina es compleja y poco frecuente. Esta serie es típica de ambientes intraplaca, tanto oceánicos como continentales. (Todogeología, 2002).

La serie calcoalcalina no proviene claramente de un magma primario. Existe una convergencia evolutiva entre las series alcalina y calcoalcalina, cuyos extremos diferenciados son, en los dos casos, graníticos. (Todogeología, 2002).

Existen numerosos intentos de clasificación y nomenclatura petrográfica. La clasificación más utilizada actualmente para las rocas ígneas se debe a Streckeisen (1966) citado por Griem (2003), que establece con detalle el paralelismo entre las correspondientes manifestaciones plutónicas y volcánicas y contempla la paragénesis de los principales minerales petrográficos (Figura 3.1)



Figura 3.1 Diagrama “QAPF” para rocas ígneas intrusivas (Todogeología, 2002).

Esta clasificación separa claramente las rocas ígneas en dos grupos fundamentales, según contengan cuarzo (Q) o feldespatoides (F), que son grupos minerales incompatibles en un proceso de cristalización magmática. La relación entre los feldespatos alcalinos (FA) y plagioclasas (P) presentes en la roca, completa los criterios mineralógicos de clasificación, prescindiendo a estos efectos del cortejo de minerales máficos que también suelen estar presentes (micas, anfíboles, piroxenos, olivino, óxidos, apatito, esfena, circón, granate, etc.). Streckeisen (op. cit.), simplifica su clasificación al representar las distintas rocas en un diagrama, que por sus criterios mineralógicos se conoce con el nombre de diagrama "QAPF".

Esta clasificación sólo incluye las rocas que presentan una concentración en minerales máficos inferior al 90%; las rocas que presentan una mayor concentración en máficos (entre el 90-100%) son las rocas ultramáficas, que por su escasez en minerales leucocráticos se clasifican con otros criterios mineralógicos, basados en la concentración relativa en plagioclasas, olivino, clinopiroxenos y ortopiroxenos. (Todogeología, 2002).

3.2.1 Origen del granito

Las rocas graníticas en el estricto sentido geológico son rocas ígneas intrusivas plutónicas de composición ácida.

Foucault (1985) define al granito “sensu estricto” como una roca magmática plutónica muy abundante granuda de coloración clara con los minerales esenciales siguientes, constituyendo el 80% de la roca: cuarzo xenomorfo intersticial, feldespato alcalino (ortosa, microclina) y plagioclasa (albita, oligoclasa) subautomorfa. Los minerales secundarios y accesorios son muy variados: mica, anfíbol, piroxeno (raro), etc.

Fundacite (2000) expresa que los grandes plutones graníticos o batolitos pueden originarse de varias maneras; a saber por excavación magmática (un cuerpo de magma excava o abre su camino hacia arriba dentro de la corteza terrestre), por inyección forzada (el magma, en ascenso vertical, empuja hacia arriba a la roca suprayacente), o por el remplazamiento metasomático o granitización (proceso mediante el cual las rocas sólidas son cambiadas en roca de composición y textura granítica sin pasar por una etapa magmática).

3.2.2 Generalidades de las rocas ornamentales

LOEMCO (1995) afirma que el protagonismo de la piedra natural (como también se le conoce a las rocas ornamentales) a lo largo de la evolución histórica de la Humanidad es de tal magnitud que está en la base de todas las culturas clásicas. Las construcciones erigidas a lo largo de los tiempos, han tenido a la roca como material inmediato de trabajo. Y es que la roca, en la que lentamente se graba la historia, es más duradera que las civilizaciones que las han utilizado y, por ello, se le asocia un sentido de supervivencia eterna.

También expresa que la utilización de términos geológicos fuera de contexto, y que han sido aplicados en otros sectores, ha podido crear, a menudo, cierta confusión al asignar un mismo nombre a conceptos distintos.

Hoy en día existe una controversia en el mundo de las rocas ornamentales para encontrar un nombre que unifique los criterios geológicos, de comercialización y de ingeniería.

Shadmon (2003) sugiere algunos términos que engloban la industria o sector, tales como: “Roca Ornamental” o “Piedra Ornamental”, “Roca Dimensional” o “Piedra Dimensional”, “Roca Natural” o “Piedra Natural”.

Comercialmente, el nombre de un producto de piedra debe ser lo más corto posible e indicar su localización y color más allá de su nombre litológico, como por ejemplo Rojo Alicante o Shanxi Black. Hay que tener en cuenta que el color no siempre es una prueba definitiva. Una arenisca calcárea amarilla, por ejemplo, se vuelve roja, ocre o naranja si la calentamos a 200 o 250°C, o incluso rojo-violeta si la calentamos a 400-500°C y gris-rojiza si lo hacemos a 600°C. (Shadmon, 2003).

En materiales manufacturados hay que señalar lo positivo y lo negativo de la piedra, ya que las propiedades de un material natural no pueden ser modificadas en la especificación. (Shadmon, 2003).

Malaver, M. (2003) sostiene que la expresión “Piedra natural” se aplica en sentido lato a todo mineral no metálico que constituya una roca, material o agregado geológico, que conservando íntegramente su composición, textura y características físico- químicas, sea considerado apto y utilizado en edificaciones. Suelen definirse dos categorías las cuales son: piedras dimensionales (dimensional stones) y piedras decorativas (decorative stones). Power citado por Paülo (2000), sostiene que el término “piedras dimensionales” es referido a piedras obtenidas con dimensiones y formas específicas, al ser extraídas en la cantera como grandes bloques rectangulares, así como se muestra en la figura 3.2. Tales piedras son grandes bloques de granitos y mármoles, que luego son cortados en tablas y otras formas para su comercialización.

Por otra parte, el término de “piedras decorativas”, está referido al conjunto de lajas y/o fragmentos rocosos de formas y dimensiones diversas apropiados para la confección, ornamentación y decoración; aplicándose tal acepción, a todo material

rocoso natural o preparado artificialmente empleado para las construcciones sencillas y rudimentarias de mampostería, arte decorativo, revestimiento (Paülo, Ángel. 2000).

3.2.3 El granito como roca ornamental

LOEMCO (1995) afirma que si bien el granito se define, desde un punto de vista geológico como una roca plutónica de grano grueso constituida esencialmente por cuarzo, feldespato y mica, es ésta una definición científica que no comprende más que algunos granitos ornamentales, los que se podrían denominar granitos *sensu stricto*.

La Normativa española define como granito ornamental (Norma UNE 22-170-85) a aquel conjunto de rocas ígneas, de mineralogía diversa, que se explotan generalmente en forma bloques de naturaleza coherente y que se utilizan para decoración, una vez que han sido elaborados con procedimientos tales como aserrado, pulido, labrado, tallado, esculpido, etc. El término de granito ornamental incluye un amplio espectro de rocas ígneas, plutónicas y volcánicas (y en ocasiones metamórficas como los gneises) de composición mineralógica muy variada. (LOEMCO, 1995)

3.2.4 Tipos de granitos ornamentales

3.2.4.1 Granitos y Granodioritas

Constituyen el grupo más abundante de los granitos ornamentales debido a la abundancia en la corteza terrestre y a las buenas condiciones de los afloramientos que permiten desarrollar grandes explotaciones, además de presentar una gran diversidad de colores y texturas (LOEMCO, 1995).

3.2.4.2 Tonalitas, monzonitas y cuarzodioritas

Es uno de los grupos más representativos ya que por su composición mineralógica en cierta proporción por minerales ferromagnesianos oscuros, dan lugar a variedades de tonalidades negras de gran interés, además de ser compactas, de tamaño de grano variable y fractura irregular (LOEMCO, 1995).

3.2.4.3 Dioritas y gabros

Constituyen el grupo de los llamados “granitos negros” en relación al color de los minerales que la conforman. Y pueden ser usados tanto en interiores como exteriores y algunas aplicaciones en el mercado funerario (LOEMCO, 1995).

3.2.4.4 Basaltos, gneises y pegmatitas

Est e es un grupo que constituye una variedad bastante alejada del carácter plutónico de los granitos *sensu stricto* pero que tienen un lugar importante dentro del mercado de las rocas ornamentales (LOEMCO, 1995)

3.2.5 Características de rocas y minerales industriales

LOEMCO (1995) afirma que conocer las propiedades de las rocas ornamentales es de relevante importancia para poder diferenciarlas unas de otras y para poder dar a cada una la utilización más adecuada a sus características.

La evaluación de tales características, se obtiene después de someterla a ensayos de laboratorio especializados. Cabe destacar que estos ensayos son costosos y es necesario conocer aquellos que son realmente indispensables, que ofrezcan la

información necesaria según sea el caso. A continuación se muestra la importancia del conocimiento de las características tecnológicas de las rocas ornamentales en base al uso a que se va a destinar (LOEMCO, 1995).

Las características tecnológicas de las rocas ornamentales se basan en:

1. Descripción petrográfica
2. Características físico- mecánicas
3. Análisis químico

3.2.6 Características petrográficas

LOEMCO (1995) establece que la descripción petrográfica se aplica a las rocas ornamentales con el fin de conocer su clasificación petrográfica, además de cualquier evidencia de fisuras, discontinuidades, alteraciones, poros, etc. que pueda tener alguna influencia en el comportamiento del material en su fase de utilización y condicionar su evolución en transcurso del tiempo. En ella se describe la composición mineralógica, con indicación del estado de alteración (si hubiera) de sus componentes. Agrega, que una buena caracterización petrográfica debe incluir una descripción macroscópica y microscópica de la roca y concluir con su clasificación, indicando el criterio empleado y la metodología seguida.

El equipo empleado consiste en lupa estereoscópica y microscopio óptico de polarización. En caso de ser necesario, se complementa con análisis por rayos X.

El análisis se efectúa mediante la utilización de una o varias de las siguientes técnicas:

3.2.6.1 Observación macroscópica con lupa binocular

Se realiza en la muestra fresca, tal y como fue tomada en el afloramiento, empleando aumentos variables entre x10 y x63.

3.2.6.2 Observación microscópica con el microscopio óptico de polarización (análisis petrográfico)

1. Con luz transmitida (para minerales translúcidos). Se realiza sobre cortes delgados de la roca o mineral montados en láminas de portaobjetos (sección delgada), de aproximadamente 20-30 μm de espesor.

2. Con luz reflejada (para minerales "opacos"). La observación se efectúa a partir de preparaciones delgadas o calcográficas.

3. Para el caso de muestras molidas o de sedimentos, preferentemente de granulometría inferior a malla ASTM N° 18 (1mm), la observación se realiza a partir de preparaciones "grano suelto".

3.2.6.3 Observación con el microscopio electrónico y análisis con la microsonda electrónica

3.2.6.4 Difractometría de rayos X

Se trata de una técnica de análisis cualitativo semicuantitativo (no destructiva) que permite, entre otras, identificar los componentes cristalinos tanto minerales como sintéticos. (LOEMCO, 1995).

3.2.7 Características químicas

La composición química de una roca ornamental solo se llega a determinar en ocasiones muy especiales pues el ensayo se encarece a medida que aumenta el grado de precisión de las determinaciones. Este se aplica para evidenciar aquellos compuestos fácilmente alterables, aún y cuando se presenten en pequeñas cantidades, ya que podrían afectar la durabilidad de un material en su fase de utilización, variaciones en el color, etc (LOEMCO, 1995).

Los principales componentes a determinar en una caracterización química de una roca son: SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O y pérdida por calcinación. Con excepción de Na_2O y K_2O , que suelen determinarse por espectroscopia de emisión de llama, los restantes componentes se determinan por métodos químicos convencionales (LOEMCO, 1995).

3.3 Definiciones de términos básicos

3.3.1 Factores litológicos

Tales como composición, textura, y tamaño de grano, grado de microfiguración inter e intragranular. Por otro lado, presencia y frecuencia de enclaves, diferenciaciones magmáticas, alteraciones hidrotermales, etc. El mayor o menor contenido influye en la posible aplicación de técnicas específicas de corte de canteras o fases de aserrado, corte y pulido, por su grado de abrasividad (Abreu, F. 2004).

También influye el color de minerales, especialmente de los feldespatos, transparencia de cuarzo, migmatización, la orientación de los megacristales y la composición química (Abreu, F. 2004).

3.3.2 Factores estructurales

Todos aquellos que superpuestos a las condiciones litológicas primarias, intervienen en la configuración espacial del yacimiento. Se pueden clasificar en:

1. Estructuras magmáticas primarias, orientaciones de flujo, bandeadas, layering, etc, o cuerpos planares tales como diques, vetas, filones, etc. (Abreu, F. 2004).

2. Estructuras tectónicas, foliación, esquistosidad, cizallas, estriaciones, así como la red de diaclasas, estructuras S-C, milonitizaciones (recristalizadas/no recristalizadas).(Abreu, F. 2004).

3.3.3 Impacto ambiental

Aquellos que pudiera ocasionar la explotación en su entorno, tanto desde el punto de vista visual, como de contaminación acústica o atmosférica a las comunidades aledañas (Abreu, F. 2004).

3.3.4 Falla geológica

Es una discontinuidad que se forma en las rocas someras de la Tierra por fracturamiento cuando concentraciones de fuerzas tectónicas exceden la resistencia de las rocas. La zona de ruptura tiene una superficie más o menos bien definida denominada plano de falla y su formación va acompañada de deslizamiento tangencial (paralelo) de las rocas a este plano (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.3.5 Fractura

El término incluye tanto a las diaclasas como a las fallas. En el primer caso los planos de ruptura implican una simple apertura de la roca, sin desplazamiento relativo paralelo a dichos planos, mientras que en las fallas existe desplazamiento relativo. Ambos fenómenos implican una conducta frágil de la roca (rotura) (Doblas, M. Oyarzun, R. 1997).

3.3.6 Diaclasa

Una diaclasa es una fractura en las rocas que no va acompañada de deslizamiento de los bloques que determina, no siendo el desplazamiento más que una mínima separación transversal. Se distinguen así de las fallas, fracturas en las que si hay deslizamiento de los bloques. Son estructuras muy abundantes (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Nivel de la investigación

Según Arias, F. (2006), la investigación en desarrollo alcanza los niveles: descriptivo y exploratorio

4.1.1 Nivel descriptivo

La investigación es de tipo descriptiva y de acuerdo con lo planteado por Arias, F. (2006). “Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento.

La investigación a realizar es de tipo descriptiva porque esta tutelada a establecer las características geológicas y químicas de las rocas aflorantes en el Cerro San José, ubicado en el Fundo San José, kilómetro 50, carretera Puerto Ordaz-Ciudad Piar. Municipio Autónomo Angostura. Estado Bolívar”.

4.1.2 Nivel exploratorio

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”

Esta caracterización se logrará con el apoyo del trabajo en campo y la interpretación de resultados de los análisis de laboratorio aplicados a las muestras

obtenidas. Entre estos ítems tenemos: a) mediciones de sistemas de diaclasas, b) composición mineralógica. Con esta información se generaron conclusiones y evaluaron su posible utilidad como recurso de ornamentación.

4.2 Diseño de la investigación

El diseño propuesto para la realización de este trabajo de investigación es 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”.

El diseño documental en el que se efectúa en primer lugar una recopilación e interpretación de información bibliográfica basada en las corrientes teóricas que hoy en día existen en la industria de las rocas ornamentales, además de los métodos que se aplican para la exploración y caracterización de estos recursos no- metálicos. En segundo lugar, la recopilación e interpretación de la información cartográfica es proporcionada por los mapas topográficos, geológicos y geomorfológicos existentes, la cual es necesaria para obtener una visión espacial del área de estudio, evaluar las estructuras geológicas predominantes, conocer la morfología de los afloramientos.

4.2.2 Diseño de campo

Según Sabino, C. (2002) dice que “Los diseños de campo son los que se refieren a las mitades cuando los datos de interés que se recogen en forma directa de

la realidad mediante el trabajo concreto del investigador y sus equipos”. La investigación de campo consiste en la toma de muestras de roca fresca de los afloramientos de interés económico, aquellos que por su dimensión espacial en el área de estudio pueda representar un prospecto, todo esto seguido de un levantamiento geológico.

La fase de la investigación experimental consiste en la evaluación de las características petrográficas y tecnológicas de aquellas rocas que muestren una coloración y textura apreciable en el mercado. Para obtener los datos de las características tecnológicas de la roca se emplean ensayos físico-mecánicos. Adicionalmente, se obtendrán secciones pulidas para conocer la belleza de la roca ante el pulido.

4.3 Población de la investigación

Según Arias, F. (2006), La población “es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación”

Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio” Arias, F. (2006).

En relación a este trabajo la población está representada por el afloramiento granítico denominado Cerro san José, ubicados dentro de la zona de estudio.

4.4 Muestra de la investigación

“Se llama muestra a una parte de la población a estudiar qué sirve para representarla” Arias, F. (2006).

En el presente estudio, la población está representada por seis (6) muestras de rocas. De las muestras recolectadas se seleccionó una para su estudio petrográfico. La determinación petrográfica se hizo en el Instituto de Geología y Minas (INGEOMIN) de Ciudad Bolívar.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para obtener información relevante proveniente de la realidad objeto de estudio será necesario utilizar distintos instrumentos y técnicas de recolección de información.

4.5.1 Técnicas de recolección de datos

Arias, F. (2006), define la técnica como “el procedimiento o forma particular de obtener datos o información”.

Con lo citado anteriormente, se puede decir que para las técnicas de diseño de investigación se ha empleado la Observación directa (permitió observar e identificar de forma física el área en estudio) y asesorías académicas (A través de asesorías brindadas por el tutor académico).

Por otro lado se realizaron trabajos de laboratorio, los cuales consisten en todas las actividades relacionadas con la preparación física y etiquetado de muestras. Una vez revisadas las muestras, se seleccionó una para análisis petrográfico. Estas fueron enviadas a los laboratorios de INGEOMIN, en Ciudad Bolívar.

4.5.2 Instrumentos de recolección de datos

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

Los instrumentos empleados para la recolección de datos en la oficina durante la presente investigación comprenden: computadora (PC), pen drive, impresora, plotter, fotocopidora, cuadernos, hojas, lápices, borradores, escuadras, herramientas como Microsoft office (Word, Excel, PowerPoint) AutoCAD 2012.

Los instrumentos de campo, que se usarón para el levantamiento de la información son: Cámara fotográfica de alta resolución, GPS Garmin 60 Csx, Lupa de geólogo, Vehículo rústico para transporte, lapices, piqueta, bolsas para muestra, marcadores.

4.6 Etapas metodológicas

Debemos señalar que la metodología simboliza la organización de todas las fases de investigación en un proyecto, el cual genera una serie de resultados y posibles soluciones. En el presente estudio se elaboró un flujograma sistematizado en cuatro (4) etapas. (Figura 4.1).

4.6.1 Etapa I Recopilación de información

Se realizó una búsqueda de información previa de la zona de estudio, tanto Bibliográfica como cartográfica. La documentación fue consultada en la biblioteca.

En el presente estudio se elaboró un flujograma sistematizado para llevar a cabo las etapas de campo con más detalle y organización dividido en (4) etapas. (Figura 4.1).

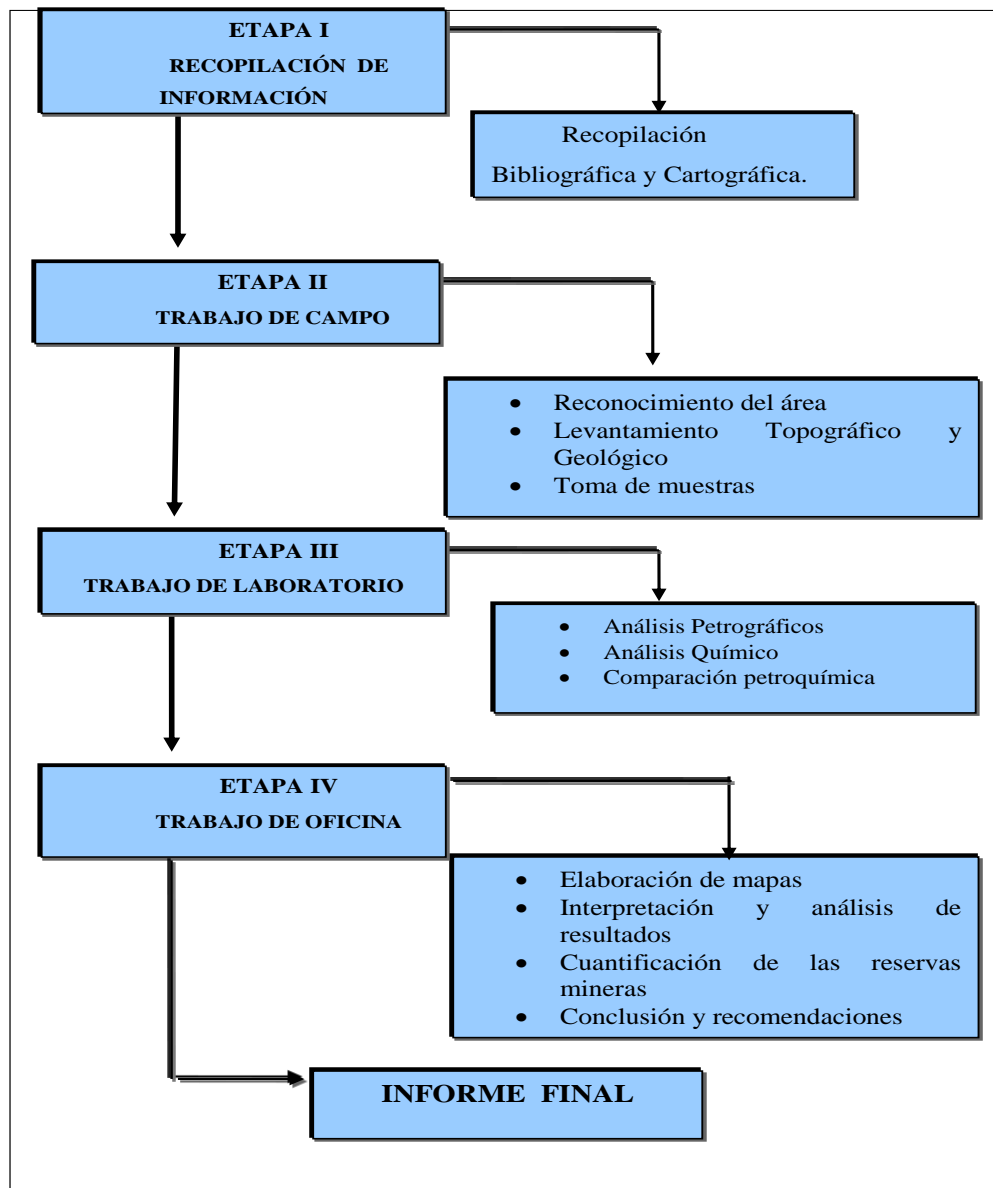


Figura 4.1 Flujograma de la Metodología de Trabajo.

de Universidad de Oriente, Instituto Autónomo de Minas Bolívar (IAMIB) y de C.V.G. Técnica Minera (TECMIN).

4.6.1.1 Recopilación bibliográfica y cartográfica

La información bibliográfica se obtuvo de trabajos previos realizados en la zona de estudio. Además de la revisión de materiales bibliográficos relacionados con la Geología, Petrología y Geología de Venezuela; además de información de Canteras ubicadas en sitios aledaños al área de estudio.

También se realizó la revisión cartográfica de la Hoja cartográfica 7539, perteneciente al campamento Guri, a escala 1:100.000, del Instituto Cartográfico Simón Bolívar y la imagen satelital Cartosur 7539 II, a escala 1:25.000 (Figura 4.2).

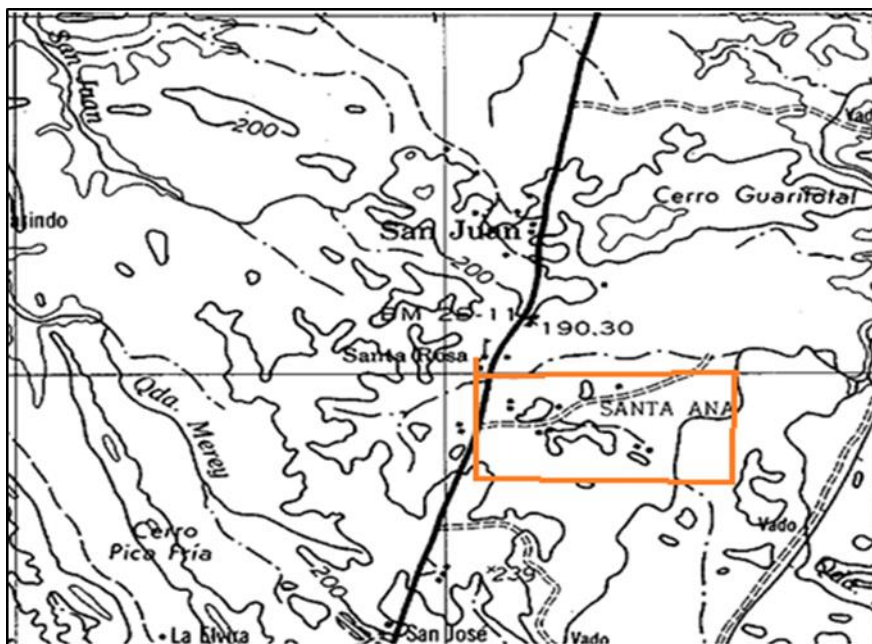


Figura 4.2 Fragmento de la hoja 7539, Campamento del Guri, a escala 1:100.000, donde se ubica el Cerro San José.

4.6.2 Etapa II Trabajo de campo

Son todas las actividades relacionadas con las actividades de campo. Durante esta etapa se materializó lo planificado en oficina.

4.6.2.1 Reconocimiento del área

Para el reconocimiento del área se organizó una caminata alrededor del cerro para comprobar las características físico - naturales descritas por el informe de avance de C.V.G Técnica Minera (TECMIN), ubicando los accesos más rápidos (Figura 4.3).



Figura 4.3 Reconocimiento de los afloramientos que conforman el cerro San José.

El levantamiento topográfico se realizó con ayuda de G.P.S marca Garmin, brújula marca Bruntón, mandarina y cinta métrica. El recorrido fue hecho a pie a través de la zona de estudio, tomando 12 lecturas de coordenadas y cotas. (Figura 4.4)



Figura 4.4 Medición del ancho de una zona de cizalla presente en la zona.

El levantamiento geológico se realizó con ayuda de una brújula Brúnton, cinta métrica y lupa, la brújula fue una de las herramientas más esencial utilizadas para la obtención de medidas de estructuras, fracturas o diaclasas, y foliación con el propósito de identificar los rasgos geológicos más resaltantes de la zona. (Figura 4.5)



Figura 4.5 Medición de rumbo de la foliación gneisica en el área de estudio.

Para la toma de muestras se utilizó una mandarina de 10 kg. En cada punto de muestreo, fueron tomadas las coordenadas para la ubicación en el mapa topográfico. En total, se recolectaron seis (6) muestras de los afloramientos.

Durante las descripciones de campo, se seleccionó una muestra para análisis petrográfico (Figura 4.6).



Figura 4.6. Descripción macroscópica de las muestras recolectadas durante las labores de campo.

De igual forma, las muestras fueron debidamente rotuladas y embaladas (Figura 4.7)



Figura 4.7 Identificación y rotulado de las muestras.

4.6.3 Etapa III Etapa de laboratorio

En el estudio de la calidad de la roca fue necesario abordarlo a partir de los análisis de dos factores principales: la composición química y la descripción petrológica.

4.6.3.1 Análisis petrográfico

Se realizó en los laboratorios de INGEOMIN, Ciudad Bolívar, con el fin de conocer con precisión la composición mineralógica y textural de la roca.

Procedimiento para realizar una sección delgada de roca para análisis petrográficos:

1. Una vez cortada la muestra, se seleccionó una cara de ésta para desbastarla. Se desbaste en un vidrio con carborundum número 600 la cara seleccionada, procurando que quede uniformemente devastada.

2. Se lavó la roca con agua y se secó, después se lavó con agua y jabón una lámina de vidrio portaobjeto, se marcó con un lápiz de punta de diamante una cara del portaobjeto con la identificación de la roca.

3. La otra cara del portaobjeto se pasó por un vidrio con carborundum número 600 y agua, para quitar la pulitura del vidrio, posteriormente se calentó en una plancha la lámina de roca por la parte previamente devastada y al portaobjeto por la parte pulida. Se le agrego a la lámina de roca y al portaobjeto el Bálsamo de Canadá para que el mismo se caliente.

4. Se unieron las caras que contiene bálsamo y se presiona la laja de roca contra el portaobjeto suavemente moviéndola con un palito de madera para sacarle todas las burbujas de aire, luego se deja enfriar.

5. Ya fría, se comenzó a desbastar la muestra en una devastadora eléctrica la lámina de roca ya pegada al portaobjeto, y se utilizaron los abrasivos de carborundum número 120 a 400 aproximadamente unos 10 minutos por cada abrasivo luego se devasto con carborundum número 600 en un vidrio hasta que la lámina de roca quede transparente y su superficie pareja. Procediendo a lavar las muestras en cada cambio de abrasivo y al final para no dejar residuos.

6. Después se le aplico el bálsamo de Canadá frío y colocándole el cubre objeto sobre ella, se presionó para no dejar burbujas de aire y la deajo secar: una vez seca, limpió los bordes sobrantes del bálsamo en la sección delgada con Xylol, aunque

también acetona o alcohol, luego se lavó cuidadosamente la muestra con agua y jabón.

4.6.3.2 Análisis químico

De las 6 muestras de rocas recolectadas, se seleccionaron dos (2) para ser llevadas al Centro de Geociencias de la Escuela Ciencias de la Tierra, donde se les realizaron análisis químico de los óxidos mayoritarios por el método de absorción atómica.

En total fueron diez y ocho (18) determinaciones de ocho (8) óxidos y el porcentaje de calcinación. Los óxidos mayoritarios determinados fueron SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , Na_2O , K_2O , MgO y MnO_2 .

4.6.4 Etapa IV Trabajo de oficina

Una vez obtenida toda la información de campo y los resultados de los análisis de laboratorio se procedió a la actualización de los mapas geológicos y topográficos.

Elaboración de mapa topográfico: se realizó cartografiando las coordenadas UTM tomadas con el GPS, de los puntos en el Cerro San José, con el programa Autocad 2008.

4.6.4.1 Elaboración de mapa geológico

Se usó como base cartográfica, el mapa topográfico. Sobre este se ubicaron las muestras, las estructuras geológicas presentes y las litologías. El resultado final fue el mapa geológico del cerro San José.

4.6.4.2 Interpretación y análisis de los resultados

Subsiguientemente, en esta fase se integró toda la información recopilada y generada en todas las etapas anteriores, del Cerro San José, llevando a cabo la evaluación de reservas del mencionado, así como también, las conclusiones, recomendaciones.

4.6.4.3 Cuantificación de reservas

Se realizó directamente con los comandos respectivos del programa Autocad 2008; utilizando como base el mapa topográfico, y el cálculo de volumen se hizo a través del programa SURFER versión 8.0.

El cálculo del volumen del afloramiento en 3D, es con el propósito de simular las condiciones topográficas presentes en la zona de estudio.

Subsiguientemente, se llevó a cabo la evaluación de reservas mineras inferidas del mencionado afloramiento, así como también, las conclusiones y recomendaciones fundamentadas en el proceso de investigación.

4.6.4.5 Conclusiones y recomendaciones

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

4.6.5 Redacción del informe final

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

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Este capítulo se sintetizó la información recolectada en campo, apoyada por los resultados de laboratorio, con la finalidad de conocer las características tecnológicas (descripción petrológica, determinaciones de óxidos mayoritarios) de la roca.

5.1 Digitalización del afloramiento Cerro San José

Para la digitalización del afloramiento y mejorar la precisión del muestreo, se levantaron 12 estaciones geológicas, las cuales incluyeron las coordenadas UTM, las elevaciones y la descripción de las mismas (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 estaciones geológicas levantadas en la zona de estudio

ESTACIÓN	ESTE	NORTE	OBSERVACIONES
1	0477555	0852835	Afloramiento en la carretera Nacional Ciudad Piar-Puerto Ordaz
2	0477553	0852818	Foliación en los gneises de rumbo N20W
3	0477552	0852832	Tope de cerro San José
4	0477562	0852825	Zonas de fracturas o zonas de cizallas de 6,6 m de ancho y se tomó la muestra M-1. Rumbos de fracturas conjugadas: N60°W y S40°W.
5	0477500	0852014	Se observa el suelo cubierto por fragmentos de cuarzos recristalizados, porosos, angulosos y de color blanco lechoso.
6	0477570	0852799	Continuación de la zona de cizalla medida en la estación No. 4.
7	0477501	0852762	Se observó foliación de rumbo N40°W.y se tomó la muestra M- 2.

Continuación Tabla 5.1

8	0477642	0852698	Tope de cerro, se observó una Veta de pegmatitas de color rosado (ortosa) de 13 m de ancho máximo y 6m mínimo. M-3
9	0477637	0852682	Rumbo de foliación N70°W.
10	0477668	0852667	Emplazamiento de pegmatitas de color rosado entre la foliación del gneis máfico, también se observó meteorización esferoidal (en forma de capas de los gneis rosados). Se tomó la muestra M- 4.
11	0477607	0852665	Se tomó muestra M-5 (muestra de cuarzo).
12	0477600	0852670	Se tomó la muestra M- 6.

También sobre esta base cartográfica, se ubicaron las 6 muestras tomadas en campo (Tabla 5.2).

Tabla 5.2 Ubicación de las muestras recolectadas en el afloramiento cerro San José.

MUESTRA	ESTE	NORTE
M1	0477562	0852825
M2	0477501	0852762
M3	0477548	0852660
M4	0477668	0852667
M5	0477607	0852665
M6	0477600	0852670

Finalmente, con toda la información recolectada en campo, se procedió a la digitalización del mapa base, el cual incluye las curvas nivel cada 5 metros y los drenajes más representativos (Figura 5.1).

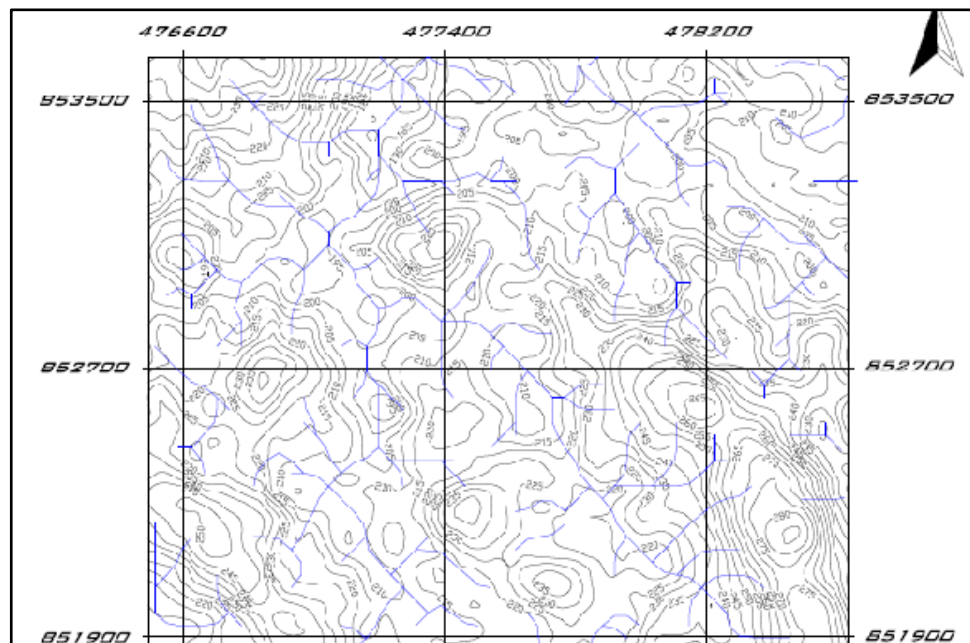


Figura 5.1 Mapa base de la zona correspondiente al Cerro San José.

5.2 Exploración del afloramiento, describiendo las unidades litológicas

En la zona de estudio se cartografiaron unidades litológicas muy metamorfizadas, pertenecientes a la Provincia Geológica de Imataca y a la Faja tectolitológica de Santa Rosa.

La interpretación de la imagen satelital, indica que la zona se ubica en la parte centro Norte de una estructura regional, denominada sinclinal de Tocomá, el cual presenta parte de su flanco norte cortado y desplazado por una falla de dirección W-E (Figura 5.2).

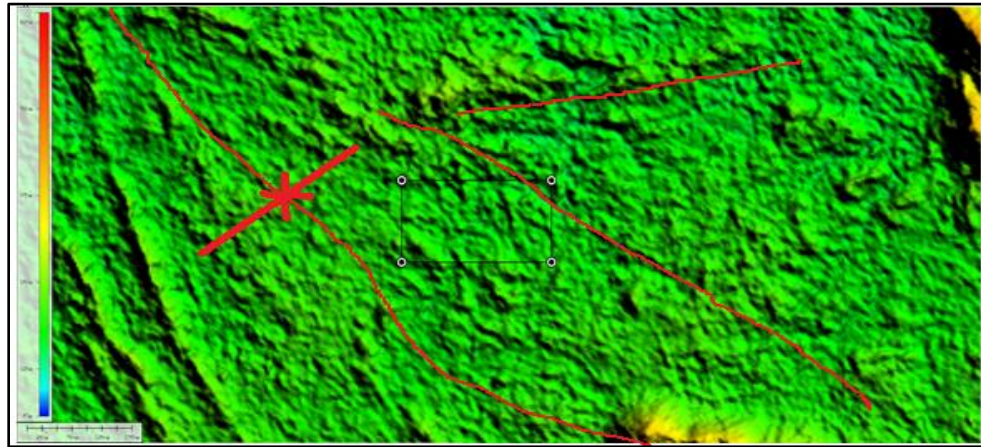


Figura 5.2 Interpretación de la imagen satelital, correspondiente al Cerro San José.

Desde el punto de vista litológico, en la zona, se cartografiaron dos (2) unidades geológicas bien diferenciadas, las cuales se describen de base a tope (Figura 5.2).

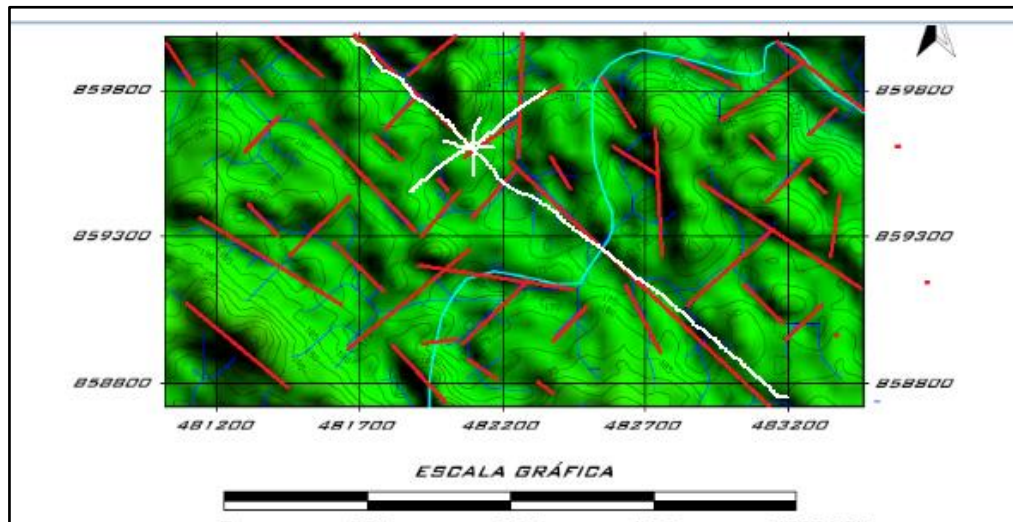


Figura 5.3 Mapa geológico-estructural del Cerro San José y sus alrededores.

5.2.1 Gneises graníticos cataclástico

Es la roca más abundante del área, representa territorialmente el 90 %, generalmente forma filas alargadas y delgadas, de dirección N 60°-70°W, producto del tectonismo.

La descripción macroscópica de las muestras de mano corresponde a una roca dura, fresca, masiva, de grano variable, de color gris con tonos rosa claro y presenta parches de color negro que se interceptan y se acúñan (Figura 5.4)



Figura 5.4 Fotografía de las muestras de rocas recolectadas en la zona de estudio.

5.2.2 Unidad de sedimentos recientes

Representa el 10 % del área de estudio. Están constituidos por los sedimentos arrastrados por corrientes de agua y los descompuestos in situ, producto

del intemperismo físico y mecánico de las rocas. Están formados por fragmentos de cuarzo recristalizados, arenas, arcillas y fragmentos de rocas.

5.3 Determinación de la composición mineralógica y química del afloramiento, mediante análisis petrográficos y determinaciones químicas

Durante las actividades de campo se recolectaron seis (6) muestras de rocas, de las cuales, por su coloración y similitud, se seleccionó la muestra M-5 para análisis petrográfico. Los análisis fueron realizados en la empresa INGEOMIN (Figura 5.5 y APENDICE B).



Figura 5.5 Muestra M-5 tomada en campo.

En la descripción microscópica de la sección delgada se observa una textura porfidoblástica inequigranular intensamente cataclástica, definida por cristales

xenoblasticos, escasos hipidioblásticos, de tamaño variable, que son interceptados por microfallas y fracturas que posteriormente son desplazados, separados y acuñaados, en general contienen agregados granulares de tamaño muy fino bordeándolos (matriz), producto de la disgregación mecánica sufrida (cataclasis) a través de estas estructuras.

La descripción composicional es: cuarzo de tamaño variable, xenoblástico, deformado, recristalizado y algunos suturados, extinción ondulante, algunos en agregados policristalinos, los de menor tamaño son producto de recristalización dinámica formados por agregados granulares muy finos de la misma fase, los cuales forman finas bandas que bordean e interceptan a los granos de tamaño medio, otros se presentan triturados, rotos y fracturados en bandas que siguen la dirección de las microfallas, los de mayor tamaño se observan con deformación laminar, algunos con evidencia de contacto lobular.

En los Feldepatos se observan cristales con desarrollo de textura de exsolución tipo Pertita, de tamaño variable que va de medio hasta muy grueso (porfidoblastos), bordeados por los de tamaño muy fino, xenoblásticos, los cristales se presentan intensamente fracturados, con contactos suturados, inclusiones de cuarzo y algunos levemente sericitizados.

El Clinoanfíbol posiblemente es hornblenda, en cristales xenoblasticos, ligeramente alargados, intensamente fracturado, pleocroica, se observan cristales como restos de mineral primario, los cuales se están transformando a opacos, está alterado y asociado a la mica biotita.

La Plagioclasa es de tamaño fino, algunos medio, xenoblastico, algunos cristales presentan maclas combadas, otras difusas; también hay cristales con desarrollo de textura de exsolución antipertítica.

Entre los minerales accesorios hay minerales opacos, de tamaño fino y medio, xenoblastico, algunos rellenan fracturas y asociados con mica biotita y posible hornblenda; mica biotita de tamaño fino, deformada, bordes corroídos, bordeadas por minerales opacos siendo sustituida por estos últimos, algunas se presentan relleno de fracturas; hay circón, de tamaño fino, así como también óxido e hidróxido de hierro (Figura 5.6).

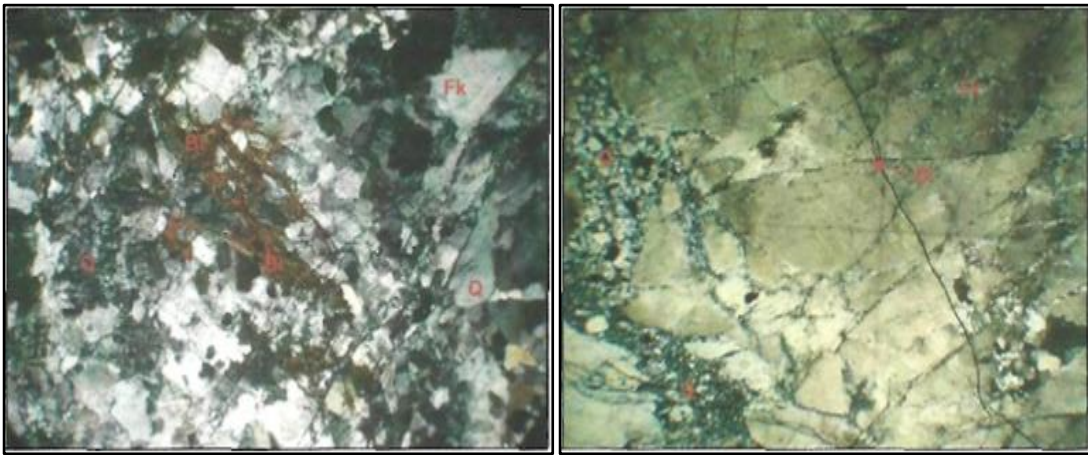


Figura 5.6 Fotomicrografía de la izquierda: muestra M-5: (NX), 10X/4X. Se observa cristal de cuarzo (Q) y feldespato (Fk) con deformación, desplazados por microfallas, y recristalización así como mica biotita intensamente alterada con bordes corroídos relleno de fracturas y bordeando varios cristales. Fotomicrografía de la derecha. Se observan agregados granulares de tamaño muy fino (matriz) producto de la cataclasis sufrida de los cristales fracturados y deformados de cuarzo (Q) y pórfidos feldespato potásico (Fk), así como mica biotita intensamente alterada con bordes corroídos relleno de fracturas.

De acuerdo con las características mineralógicas y texturales, la muestra M-5 se clasifica como un **Gneis granítico milonitizado**. En la Tabla 5.3 se hace un resumen de los minerales en orden de abundancia decreciente.

Tabla 5.3 Minerales en orden de abundancia decreciente de la muestra M-5

Minerales presentes	(%)
Cuarzo	45-40
Feldespato	35-30
Clinoanfíbol	10-7
Plagioclasa	7-5
Accesorios: minerales opacos, mica Biotita, circón, oxido e hidróxido de hierro.	3-18

5.3.1 Composición química de la muestra M-5

En la Tabla 5.4 y el APENDICE A; se observan los valores de las determinaciones químicas para 8 óxidos mayoritarios y la perdida por rojo (PPR) de la muestra M-5. También en la misma tabla se muestran los valores normalizados.

Tabla 5.4 Valores químicos determinados y normalizados de las muestra M-5

Parámetro	M - 5	Valores de M-5 normalizados	Unidades
SiO ₂	69.29	70.80	%
Al ₂ O ₃	15.82	16.00	%
Fe ₂ O ₃	2.39	2.44	%
CaO	1.18	1.20	%
MgO	0.11	0.11	%
Na ₂ O	4.63	4.73	%
K ₂ O	4.15	4.24	%
MnO ₂	0.08	0.08	%
P.P.R +(H ₂ O)	0.23	0.23	%
Totales	97.88	99.83	%

En esta muestra, se observa que la concentración de sílice (SiO_2) es la más abundante, cuyo valor es de 70.80 %; el óxido de aluminio (Al_2O_3) representa 16.00% y asociado con la sílice forman los minerales aluminosilicatos de la roca (feldespato y cuarzo). Además la muestra contiene cantidades bajas de óxido de calcio (CaO) en 1.20 %, óxido de sodio (Na_2O) en 4.73 % y óxido de potasio (K_2O) en 4.24 %, estos elementos en asociación química forman a los minerales calcoalcalinos que forman parte del granito; el óxido de hierro (Fe_2O_3) se presenta en cantidades bajas de 2.44 %, que puede interpretarse como parte de los minerales máficos constituyente de la roca, así como también trazas insignificante de MgO y MnO_2 en cantidades muy pequeñas.

De igual forma, al comparar los valores químicos de la muestra M-5, con los reportados por Mendoza, V. (2005) en la Tabla 2.6, referentes a los análisis químicos roca total (peso %) de las rocas de la Provincia Geológica de Imataca; se observa que estos valores se correlacionan con los de la columna 3 (campo 3), que corresponde al campo de los gneis granítico.

5.3.2 Determinación del protolito de M-5, mediante el diagrama de Wilson

El Protolito de la roca M-5, se determinó mediante el diagrama de (Wilson, M. 1989), usando la relación $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ con respecto SiO_2 , y posteriormente graficando los valores en el grafico correspondiente (Tabla 5.5 y figura 5.7).

Tabla 5.5 Relación $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ Vs SiO_2 en la muestra M-5

Parámetro	Valores normalizados de M-5	$(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$
SiO_2	70.80	-
Na_2O	4.73	8.97
K_2O	4.24	

De la figura 5.7, se determinó mediante los porcentaje $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ Vs SiO_2 que la muestra M-5 (Gneis granítico); se originó a partir de un granito alcalino y que esta roca probablemente haya cambiado por medio de un metamorfismo regional.

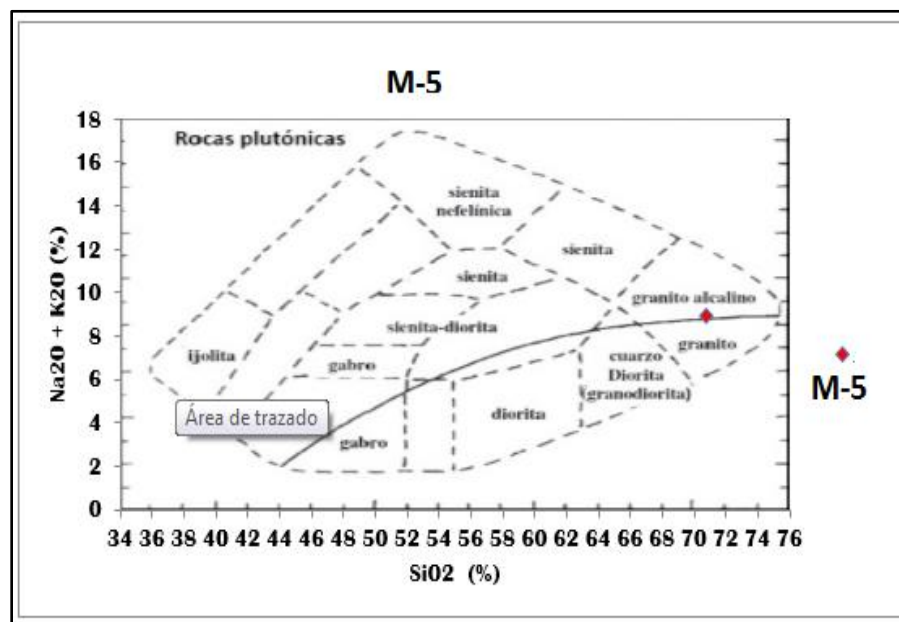


Figura 5.7 Diagrama de Wilson (1989), clasificación de las rocas plutónicas en relación al porcentaje de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ con respecto al SiO_2 para determinar la roca protolito del gneis granítico.

5.3.3 Cuantificación de las reservas mineras del Cerro San José, para la determinación de su rentabilidad

El área de estudio está caracterizada por presentar una topografía irregular, en donde predominan zonas de relieve bajo, las cuales están irrumpidas por elevaciones de mayor relieve representadas por el afloramientos estudiado.

Este afloramiento rocoso muestra una ocurrencia en forma alargada, con diferentes pendiente y elevación (Figura 5.8)

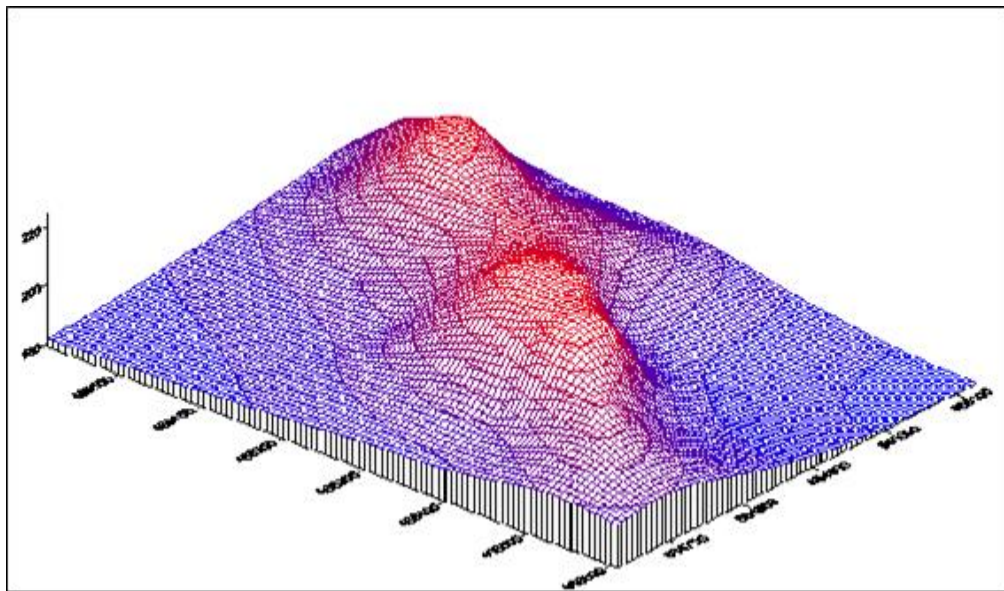


Figura 5.8 Modelo 3D del afloramiento granítico Cerro San José.

El cálculo volumétrico se realizó directamente con los comandos respectivos del programa Autocad 2008; utilizando como base el mapa topográfico, y el cálculo de volumen se hizo a través del programa SURFER versión 8.0.

Para el cálculo se consideró una altura mínima de 230 msnm y una máxima de 280 msnm. El cálculo se efectuó de tres (3) formas diferentes y luego se hizo un promedio, para calcular el volumen neto (Tabla 5.6).

Tabla 5.6 Cálculos volumétricos computarizados del Cerro San José.

Grid-Volume-Computations	
Wed-May-10-19:21:40-2017	
Upper-Surface	
Grid-File-Name:	→ D:\Formatos-de-tesis\Tesis-Dayana-Centeno\VOLUMEN
Grid-Size:	→ 37-rows-x-39-columns
Lower-Surface	
Level-Surface-defined-by-Z=-230	
Volumes	
Z-Scale-Factor:	→ 1
Total-Volumes-by:	
Trapezoidal-Rule:	→ 3321390.3059012
Simpson's-Rule:	→ 3302058.5393153
Simpson's-3/8-Rule:	→ 3322849.728297
Cut-&-Fill-Volumes	
Positive-Volume-[Cut]:	→ 11128056.949205
Negative-Volume-[Fill]:	→ 7802503.533615
Net-Volume-[Cut-Fill]:	→ 3325553.41559

De la Tabla 5.6 se observa que el volumen neto del afloramiento granítico San José es 3325553.41 m³.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. El Cerro San José se encuentra circunscrito a una arreglo estructural, sometido a esfuerzos compresionales que causaron acortamiento de la corteza, formando la estructura regional denominada Sinclinal de Tocomá, la cual alinea los afloramientos en dirección N 60°-70°W, con el correspondiente metamorfismo cataclástico.

2. En la zona de estudio se diferenciaron dos (2) unidades geológicas, que de base a tope son: rocas ígneo metamórficas de la Provincia Geológica de Imataca y los sedimentos recientes, conformados por los aluviones y los sedimentos coluviales que se forman por la desintegración física y mecánica de las rocas preexistentes.

3. De acuerdo al análisis petrográfico realizado a la muestra tomada en el afloramiento, denominada M-5, esta se clasificó como gnéis graníticos cataclástico, con textura porfidoblástica inequigranular intensamente cataclástica, definida por cristales de tamaño variable, que son interceptados por microfallas y fracturas que posteriormente son desplazados, separados y acñados. En general contienen agregados granulares de tamaño muy fino bordeándolos (matriz), producto de la disgregación mecánica sufrida (cataclasis) a través de estas estructuras.

4. La mineralogía, del afloramiento Cerro San José es de 45 % a 40 % Cuarzo, Feldespatos entre 35 % y 30 %, Clinoanfíbol entre 10 % y 7 %, Plagioclasa entre 7 % y 5 % y finalmente los minerales accesorios entre 3 % y 18 %.

5. La comparación de la descripción mineralógica con los análisis químicos (Petroquímica), demostraron que hay una correspondencia entre los resultados. Adicionalmente, se identificó al protolito del gneiss granítico cataclástico, como un granito alcalino

6. Al comparar estos valores de la muestra M-5, con los reportados por Mendoza, V. (2005) referentes a los análisis químicos roca total (peso %) de las rocas de la Provincia Geológica de Imataca; se observa que estos valores se correlacionan con la columna 3, que corresponde a gneis granítico.

7. El volumen de material rocoso promedio calculado del Cerro San José es de 3325553,41 m³.

8. De acuerdo a las características mineralógicas y tectónicas, el Cerro San José debe ser usado como agregados granulares o balasto para ferrocarriles.

Recomendaciones

1. Realizar un levantamiento topográfico a detalle del Cerro San José, con Estación Total, para determinar con mayor precisión la topografía y obtener el volumen exacto del afloramiento.

2. Perforar para la toma de muestras entre 1 y 1,5 metros de profundidad, con el equipo adecuado y la utilización de voladura que permita la obtención de muestras más frescas y representativa, así obtener mejor resultado en los análisis geomecánicos.

3. Realizar ensayos adicionales a los realizados en este trabajo y que son de gran importancia para determinar la calidad de roca como piedra picada y agregados de construcción, tales como: determinación del módulo de elasticidad, coeficiente de dilatación lineal, microdureza de Knoop, resistencia al SO₂ y ensayos químicos.
4. Lograr que las rocas de uso en la construcción que se explotan en el estado Bolívar tengan el reconocimiento que se merecen frente a otros mercados de rocas semejantes, ya sean nacionales o internacionales.
5. Participar en Ferias de rocas de usos en la construcción, donde muestre una descripción completa de la roca, así como anunciarse en revistas y participar en exposiciones especializadas, para lograr captar inversionistas.
6. Velar por el cumplimiento de las Normas Ambientales, que permitan un aprovechamiento económico, de modo racional y armónica con el medio ambiente, además de impulsar en el país, la creación de Normas Nacionales que sirvan para establecer la calidad de la roca para la construcción.

REFERENCIAS

Ascanio, G. (1975). **EL COMPLEJO DE IMATACA EN LOS ALREDEDORES DE CERRO BOLÍVAR**. Venezuela. Conferencia Geológica Inter-Guayanas X, Belem-Pará, Brasil, Noviembre, 1975, Memoria: pp 181 – 179.

Arias, F. (2006). **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, 5ta. Edición, Editorial Episteme p p 159.

C.V.G. TECMIN C.A. (1989). **INFORME DE AVANCE NC-20-14**. Tomo I, II y III. P.p 11-27.

C.V.G TECMIN C.A. (1991a). **INFORME DE AVANCE DE LA HOJA DE RADAR NC-20-14, TOMO I: CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS Y VEGETACIÓN**. Ciudad Bolívar – Venezuela. pp. 192-253, 415-420.

C.V.G TECMIN C.A. (1991b). **INFORME DE AVANCE DE LA HOJA DE RADAR NC-20-14, TOMO II: CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS Y VEGETACIÓN**. Ciudad Bolívar. Pp 12-18-39-47.

C.V.G TECMIN C.A. (2008). **INFORME DE AVANCE DE LA HOJA DE RADAR NC-20-14, TOMO I: CLIMA**. Ciudad Bolívar – Venezuela.

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

Fundacite, (2000). **ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS (CAPITULO 7)**. Ministerio de Ciencia y Tecnología. República Bolivariana de Venezuela. 10 de Septiembre 2013 Disponible en: [<http://www.fundacite.org.gov.ve>]

Geominas, (2000) **PRODUCCION E INDUSTRIALIZACION DE LAS ROCAS ORNAMENTALES DEL ESTADO Bolívar**: Boletín, N° 28. Escuela Ciencias de la Tierra. UDO. Venezuela. pp 4, 5.

Geominas, (2007) **ENSAYOS RECOMENDADOS A LOS GRANITOS PARA SER USADOS COMO ROCAS ORNAMENTALES**: Boletín, N° 27. Escuela Ciencias de la Tierra. UDO. Venezuela. pp 27 – 29.

Google Earth, (2017) **SOFTWARE, APLICACION EN LINEA**. 20 de Octubre 2013 Disponible en: [[http:// www.googleaerth.com](http://www.googleaerth.com)]

Global Mapper 13.0 Spot 7439 **APLICACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES**. 02 de Octubre 2013 Disponible en: [[http:// www.globalmapper.com](http://www.globalmapper.com)]

Griem, Wolfgang y Griem, Susanne, (2003) **APUNTES GEOLOGÍA GENERAL**. Universidad de Atacama. 25 de Octubre 2013 Disponible: [<http://plata.uda.cl/minas/>].

INTROMAC, (2005) Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales y Materiales de Construcción **GUÍA DE ENCARGADO Y OPERADOR DE ESTABLECIMIENTO DE BENEFICIO MINERO**. Depósito Legal CC-44-2005. 150 páginas.

LOEMCO, (1995) Laboratorio Oficial para el Ensayo de Materiales de Construcción **MANUAL DE ROCAS ORNAMENTALES**. Madrid, España, pp. 26-30, 40-46, 68-71, 121-125, 177-189.

Malavé, M. (1999) **EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE ROCAS GRANÍTICAS CON FINES ORNAMENTALES ENTRE CIUDAD PIAR Y SANTA ROSA MUNICIPIO RAÚL LEONI**. Tesis de Grado. Ciencias de la Tierra UDO. Estado Bolívar.

Mendoza, V. (1974) **EVOLUCIÓN TECTÓNICA DEL ESCUDO DE GUAYANA (RESUMEN)**. II Congreso Latinoamericano de geología, MEM. Caracas. pp 75

Mendoza, V. (1977) **EVOLUCIÓN TECTÓNICA DEL ESCUDO DE GUAYANA**. II Congreso Latino-Americano de Geología. PTB. Esp. N° 7, Tomo III, Caracas - Venezuela. pp 2237-2270.

Mendoza, V. (2000) **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA DEL ESCUDO DE GUAYANA**. Puerto Ordaz, Venezuela.

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

Montes, E. (2004) **COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DE ALGUNAS ROCAS ORNAMENTALES DE VENEZUELA CON LAS DE OTROS PAISES**. Ciudad Bolívar - Venezuela. pp. 8, 34, 38 – 40, 53, 72 – 79, 81.

Morales, M. (1999) **RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO EN ROCAS GRANÍTICAS CON FINES ORNAMENTALES AL NOROESTE DE CIUDAD BOLÍVAR – ESTADO BOLÍVAR**. Tesis de Grado. Universidad de Oriente (UDO). Ciudad Bolívar - Venezuela.

PDVSA-INTEVEP. (1999). **LEXICO ESTRATIGRAFICO DE VENEZUELA**. 10 Agosto 2014. [<http://www.pdv.com/lexico/>].

Sabino, C. (2002) **EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN**. Editorial Panapo, Nueva edición actualizada.

Singh, R. (2007) **ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMECÁNICO, DEL CERRO “LA CASTAÑA UBICADO EN LA CANTERA PALMA SOLA (KM. 34, CARRETERA VIEJA CIUDAD BOLÍVAR – PUERTO ORDAZ) MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR**. Tesis de Grado. Ciencias de la Tierra UDO. Estado Bolívar.

Sotillo, Z. y Carrillo, N. (2012) **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMECÁNICA CON FINES ORNAMENTALES DEL AFLORAMIENTO CERRÓ “SAN JUAN”, CARRETERA PUERTO ORDAZ-CIUDAD PIAR. MUNICIPIO ANGOSTURA. ESTADO BOLÍVAR**. Tesis de Grado. Ciencias de la Tierra UDO. Estado Bolívar.

Todogeología, (2002) **APUNTES DE GEOLOGÍA**. Universidad de Atacama, pp 38,77,104.

Tovar, A y Álvarez, J. (2012) **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LOS ALREDEDORES DE LOS TRAMOS VIALES CIUDAD PIAR - PUERTO ORDAZ Y CIUDAD BOLÍVAR - GURI A PARTIR**

DE LOS DATOS REPORTADOSPOR ASCANIO, G. (1975). Universidad de Oriente. Escuela de Ciencias de la Tierra, Núcleo Bolívar, Venezuela, trabajo de grado no publicado, pp 51-90.

Whitten, D. y Brooks, J. (1972) **DICCIONARIO GEOLÓGICO.** Middlesex – Inglaterra.

APÉNDICES

Apéndice A
Análisis químico



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

Solicitante: Mendoza Rilay/Centeno Dayana

Muestra: Rocas

Lugar: Fundo San José, km 50, Vía Pto Ordaz-Cd Piar.

Fecha: 13 / Marzo / 2017

ANÁLISIS QUÍMICO DE ROCAS

PARAMETRO	M - 1	Unidades
S i O₂	69.29	%
A l₂ O₃	15.82	%
F e₂ O₃	2.39	%
C a O	1.18	%
M g O	0.11	%
N a₂O	4.63	%
K₂O	4.15	%
M n O₂	0.08	%
P.P.R +(H₂O)	0.23	%



Qim. Isidro Farías
Monteverde
Analista Centro de Geociencias
Tierra

Prof. Francisco
Director de la Escuela Ciencias de la

Apéndice B_____

Análisis petrográfico formato PRA-MIC-002-1

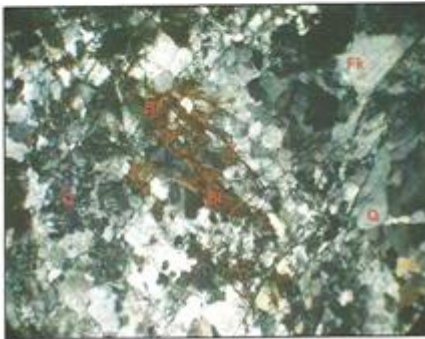
B.2 Análisis petrográfico formato PRA-MIC-002-1

 Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular de Petróleo y Minería		 INGEOMIN
ANÁLISIS PETROGRÁFICO				
FORMATO-PRA-MIC-002-1			Total Págs. : 20	

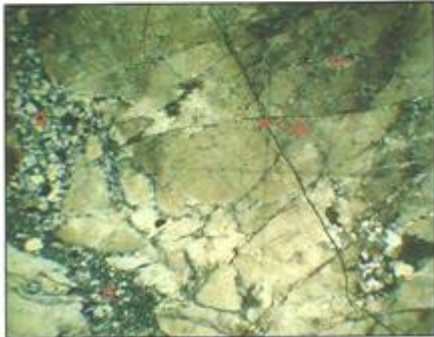
Plagioclasa: de tamaño fino, algunos medio, xenoblástico, algunos cristales presentan maclas combadas, otras difusas; también hay cristales con desarrollo de textura de exsolución antiperitítica.

Accesorios: hay minerales opacos, de tamaño fino y medio, xenoblástico, algunos rellenan fracturas y asociados con mica biotita y posible hornblenda; mica biotita de tamaño fino, deformada, bordes corroídos, bordeadas por minerales opacos siendo sustituida por estos últimos, algunas se presentan rellenando fracturas; hay circón, de tamaño fino, así como también óxido e hidróxido de hierro.

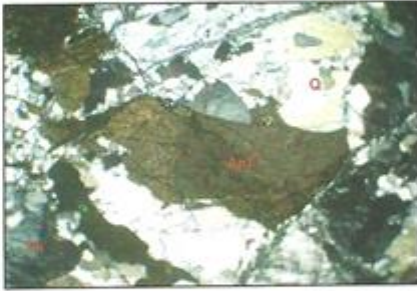
Fotomicrografía muestra AT-5: Granito Milonitizado.



Muestra AT-5: (NK), 10X/4X. Se observa cristal de cuarzo (Q) y feldespato (Fk) con deformación y recristalización así como mica biotita intensamente alterada con bordes corroídos rellenando fracturas y bordeando varios cristales.



Muestra AT-5: (NK), 10X/10X. Se observan agregados granulares de tamaño muy fino (matriz) producto de la cataclásis sufrida de los cristales fracturados y deformados de cuarzo (Q) y pórfidos feldespato potásico (Fk), así como mica biotita intensamente alterada con bordes corroídos rellenando fracturas.



Muestra AT-5 (NK), 10X/4X. Se observan cristales de tamaño medio fracturados y deformados de clinopiróxeno (Anf) posible hornblenda clorizada asociado a mica biotita (Bi) intensamente alterada, así como también cuarzo (Q) y feldespato (Fk) intensamente cataclásica.

13

ANEXOS

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

Título	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA y QUÍMICA CON FINES COMERCIALES DEL AFLORAMIENTO CERRO “SAN JOSÉ”, UBICADO EN EL FUNDO SAN JOSÉ, KILÓMETRO 50, CARRETERA PUERTO ORDAZ - CIUDAD PIAR, MUNICIPIO AUTÓNOMO ANGOSTURA, ESTADO BOLÍVAR.
Subtítulo	

Autor(es):

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Riley Antonio Mendoza Conde	CVLAC	18.158.857
	e-mail	Riley_mendoza@hotmail.com
	e-mail	
Dayana Centeno Tarazona	CVLAC	19.143.713
	e-mail	Dayanacenteno_88@hotmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Afloramiento
Rocas
Relieve
Topografía
Coordenadas

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

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
CIENCIAS DE LA TIERRA	GELOGÍA

Resumen (abstract):

El área de estudio se ubica en el Cerro San José, situado en el kilómetro 50, carretera nacional Puerto Ordaz- Ciudad Piar, en el Municipio Angostura, del Estado Bolívar. La investigación consistió en caracterizar geológica y geoquímicamente el afloramiento rocoso mencionado para su caracterización y posterior estudio, con fines comerciales. La metodología utilizada se dividió en cuatro etapas: recopilación bibliográfica y cartográfica, trabajo de campo, preparación de muestras y trabajo de oficina. La primera etapa consistió en la búsqueda de información bibliográfica y cartográfica. En la etapa de trabajo de campo se seleccionó el área de estudio, reconocimiento del área, se realizó el levantamiento topográfico y geológico, además de la toma de seis (6) muestras representativas. De estas 6 muestras, se seleccionó la muestra M-5 para el análisis petrográfico y las determinaciones químicas de los óxidos mayoritarios. Estas muestras fueron descritas y luego comparadas con análisis petrográficos previos. Finalmente la etapa de trabajo de oficina donde se interpretaron y compararon todos los resultados obtenidos de las investigaciones. Finalmente se hizo el cálculo volumétrico por los programas computarizados AUTOCAD 2008 y SURFER 8.0. El volumen canterable calculado del afloramiento San José es de 3325553,41 m³. Desde el punto de vista geológico, el afloramiento Cerro San José está ubicado en la Provincia Geológica de Imataca, en la faja litotectónica de Santa Rosa. De acuerdo con las características mineralógicas y texturales, la muestra M-5 se clasifica como un Gneis granítico milonitizado. El diagrama de Wilson (1989), clasifica a la muestra como una roca plutónica; en relación, con los porcentajes de Na₂O + K₂O; con respecto al SiO₂, para determinar la roca protolito del gneis granítico milonitizado. Desde el punto de vista estructural, el afloramiento forma parte de una estructura geológica regional llamada el Sinclinal de Tocoma, y por lo tanto, por efecto de la compresión, el afloramiento se encuentra muy tectonizado, limitando sus usos; por lo que se recomienda ser usado como piedra picada para agregado de construcción o mezclas asfálticas. Además de las características geológicas, el afloramiento tiene las ventajas de facilidad de acceso y localización favorable, lo que lo hacen atractivo para la realización de una cantera a cielo abierto o fines comerciales.

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

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Acosta, Enrique	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	5.082.874
	e-mail	acostaenrique176@gmail.com
	e-mail	
Ramírez, Henry	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	15.252.557
	e-mail	tesisudohr@gmail.com
	e-mail	
Medori, Nelson	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	12.194.992
	e-mail	nelsonamedori@hotmail.com
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2017	12	05

Lenguaje: spa

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

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y QUÍMICA DEL AFLORAMIENTO CERRO “SAN JOSÉ”	Application/msword

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

Alcance:

Espacial: _____ (Opcional)

Temporal: _____ (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: _____ **GEÓLOGO**

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

Área de Estudio: _____ **DEPARTAMENTO DE 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.

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

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUNVELO
Secretario

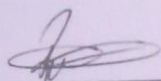


C.C.: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación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

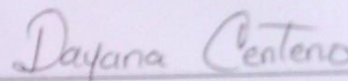
JABC/YGC/maruja

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

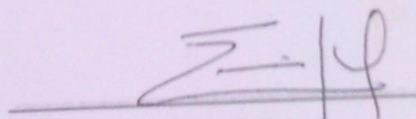
**Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE
PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según
comunicación CU-034-2009) :** "Los Trabajos de Grado son de la
exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados
para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo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



AUTOR
Riley Mendoza
C.I.: V-18.158.857



AUTOR
Dayana Centeno
C.I.: V-19.143.713



TUTOR
Enrique Acosta