

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



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA CON FINES
COMERCIALES DE LAS ROCAS AFLORANTES EN EL FUNDO
SAN ANTONIO, UBICADO EN EL KILOMETRO 4,7 DE LA
TRONCAL 19, VÍA CIUDAD BOLÍVAR- MARIPA, MUNICIPIO
HERES DEL ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE
GRADO PRESENTADO
POR LOS BACHILLER
MACHADO EDWARD Y
GONZÁLEZ GUSTAVO
PARA OPTAR AL
TÍTULO DE GEÓLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, OCTUBRE DE 2018

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



ACTA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado, titulado: “**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA CON FINES COMERCIALES DE LAS ROCAS AFLORANTES EN EL FUNDO SAN ANTONIO, UBICADO EN EL KILOMETRO 4,7 DE LA TRONCAL 19, VÍA CIUDAD BOLÍVAR- MARIPA, MUNICIPIO HERES DEL ESTADO BOLÍVAR**”. Presentado por los bachilleres: **Machado Edward y González Gustavo** titulares de las cédulas de identidad N° **V-17.839.884** y **V-23.754.706** respectivamente, como requisito parcial para optar al título de Geólogo, ha sido **APROBADO** por el jurado integrado por los profesores de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente.

Nombre y Apellido del Prof.:	Firma
Enrique Acosta _____ (Asesor)	_____
_____ (Jurado)	_____
_____ (Jurado)	_____
_____ Prof. Rosario Rivadulla Jefe del Departamento de Geología	_____ Prof. Francisco Monteverde Director De Escuela

En Ciudad Bolívar a los _____ del mes de _____ de 2018.

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por darme fortaleza e iluminarme en este camino y ayudarme a obtener este logro.

A mis padres por ser mis pilares guiándome siempre por el camino del bien, por su apoyo incondicional brindándome los mejores consejos para seguir adelante.

A mis hermanos y amigos por el apoyo que siempre me han brindado.

Edward Machado

A Dios sobre todas las cosas por concederme sabiduría, salud, paciencia y perseverancia.

A mis padres Gustavo González y Magdalena Brito que han sido pieza fundamental de apoyo en todo lo que me he propuesto y aprendizaje en el transcurso de mi vida.

A las personas que han influido en mi crecimiento personal, han estado siempre para mí y me han acompañado en mi ciclo de vida como estudiante universitario

Gracias a todos.

Gustavo González

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo agradeceremos a Dios por permitir el inicio, desarrollo y final de este trabajo de grado

A la Universidad de Oriente, por habernos dado la oportunidad de realizar nuestra carrera.

A nuestro tutor Enrique Acosta por su ayuda, asesoría y colaboración en nuestro trabajo de grado.

A nuestro amigo Miguel Vidal por ser parte de nuestro equipo de trabajo y poder contar con su ayuda en cualquier momento que se amerite.

A todos los profesores que formaron parte de este largo camino por brindarnos sus conocimientos y apoyarnos para obtener este logro.

A nuestros Padres, parejas, hermanos y demas familiares por ser parte de éste logro tan importante en nuestras vida.

A todos, muchas gracias.

Edward y Gustavo

RESUMEN

En la región central del estado Bolívar, municipio Heres, se encuentra un afloramiento granítico, denominado San Antonio, que desde el punto de vista geológico revisten gran importancia debido a su potencialidad geoeconómica, por estas razones se seleccionó esta área como base del estudio para la realización de este trabajo de grado. El objeto de la investigación es caracterizar geológica y químicamente el afloramiento del cerro San Antonio, ubicado en la región norte del estado Bolívar, cercano al Río Orinoco, donde afloran rocas pertenecientes a la Provincia Geológica de Imataca y sedimentos recientes pertenecientes a la Formación Mesa. La metodología utilizada para la elaboración de este estudio consta básicamente de 5 fases. La primera es la etapa de recopilación bibliográfica y cartográfica del área de estudio. La segunda fase es de campo, en la cual se delimitó el afloramiento, se realizó el levantamiento geológico y topográfico respectivo midiendo y anotando las estructuras presentes en el afloramiento en un corte; tales como dirección, forma, estructuras geológicas. También se hizo la recolección de 4 muestras de rocas frescas previendo que éstas no estuviesen fracturadas ni meteorizadas y marcando su ubicación con G.P.S. La tercera fase fue de laboratorio, donde se realizaron una serie de ensayos petrográficos y químicos a las muestras de rocas. El análisis petrográfico indicó que las muestras ensayadas corresponden a Gneiss Granito de color gris a negro, su mineralogía promedio es de 37 % de Feldespato. Le siguen en orden de abundancia decreciente cuarzo (30 %), Plagioclasa (15%) y por último se presenta mica biotita (7%). La cuarta fase correspondió a la interpretación y discusión de resultados, donde se integró toda la información recolectada, tanto de campo como de oficina. La quinta etapa, se llevó a cabo la organización del informe final. El afloramiento granítico posee un volumen minero neto de $109.959.554,82 \text{ m}^3$, de los cuales se comercializa el 30%, lo que representa $32.987.866,64 \text{ m}^3$. Asumiendo una tasa de explotación de $45.000 \text{ m}^3/\text{año}$, se garantiza una vida útil del recurso de 733 años.

CONTENIDO

	Página
ACTA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN.....	v
CONTENIDO	vi
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE ANEXOS	xii
LISTA DE APÉNDICES	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
SITUACIÓN A INVESTIGAR	3
1.1 Situación a investigar	3
1.2 Objetivos de la investigación.....	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.3 Justificación de la investigación	5
1.4 Alcance de la investigación	5
1.5 Limitaciones de la investigación	6
CAPÍTULO II	
GENERALIDADES	7
2.1 Ubicación geográfica.....	7
2.2 Acceso al área de estudio	8
2.3 Características físico naturales del área de estudio	8
2.4.1 Clima.....	8
2.4.1.1 Precipitación	10
2.4.1.2 Evaporación	10
2.4.1.3 Temperatura	11
2.4.1.4 Insolación	12

2.4.2 Vegetación	13
2.4.2.1 Sabana gramínea arbustiva (Su).....	14
2.4.2.2 Sabana gramínea abierta (Sga).....	15
2.4.3 Hidrografía.....	16
2.6 Geología regional	19
2.6.1 Complejo de Imataca	20
2.6.2 Fajas de Ascanio	22
2.6.2.1 Faja de Ciudad Bolívar	22
2.7 Formación Mesa	23
CAPÍTULO III	
MARCO TEÓRICO	26
3.1 Antecedentes de la investigación.....	26
3.2 Definición de términos básicos	27
3.2.1 Origen del granito	30
3.3 Generalidades de las rocas ornamentales	31
3.4 El granito como roca ornamental	33
3.4.1 Tipos de granitos ornamentales	34
3.4.1.1 Granitos y Granodioritas.....	34
3.4.1.2 Tonalitas, monzonitas y cuarzodioritas.....	34
3.4.1.3 Dioritas y gabros	34
3.4.1.4 Basaltos, gneises y pegmatitas	35
3.5 Características de rocas y minerales industriales	35
3.5.1 Características petrográficas	36
3.5.3 Características químicas	37
CAPÍTULO IV	
MARCO METODOLÓGICO	39
4.1 Nivel de la investigación	39
4.1.1 Nivel de la investigación descriptivo.....	39
4.1.2 Nivel de la investigación comparativo	39

4.2	Diseño de la investigación.....	40
4.2.1	Investigación experimental.....	40
4.2.2	Investigación de campo	40
4.3	Población de la investigación	40
4.4	Muestra de la investigación.....	41
4.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
4.6	Fases de la investigación	42
4.6.1	Fase I: Recopilación bibliográfica y cartográfica.....	42
4.6.2	Fase II: Campo.....	44
4.6.2.1	Reconocimiento de la zona	44
4.6.2.1	Determinación de unidades geológicas mediante la geología de..... superficie.....	45
4.6.2.2	Toma de mediciones	46
4.6.2.3	Establecimientos de puntos de toma de muestras	46
4.6.2.4	Levantamiento topográfico	47
4.6.3	Fase III: Laboratorio.....	48
4.6.3.1	Determinación de las características petrográficas	48
4.6.4	Fase IV: Análisis e interpretación de datos	48
4.6.4.1	Medir la calidad de la roca en base a sus características mineralógicas, estéticas y estructurales.....	49
4.6.4.2	Elaboración del mapa geológico del afloramiento.....	49
4.6.4.3	Cálculo del recurso del afloramiento granítico cerro San Antonio... 49	
4.8	Fase V: Redacción del informe final	50
CAPÍTULO V		
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....		
5.1	Exploración del área de estudio, describiendo las unidades litológicas y las muestras de rocas mediante la geología de superficie	51
5.1.1	Rocas graníticas de la Provincia Geológica de Imataca	52
5.1.1.2	Formación Mesa.....	53

5.2 Establecimiento de la composición mineralógica del afloramiento, con los análisis petrográficos y químicos	55
5.2.1 Análisis petrográficos	55
5.2.1.1 Muestra M1 A1	55
5.2.1.2 Muestra M3 A2	56
5.2.1.3 Triángulo de Streckeisen.....	57
5.2.2 Composición química	58
5.3 Medición de la calidad de la roca en base a sus características mineralógicas, químicas y estructurales.....	60
5.4 Cuantificación de las reservas mineras del afloramiento rocoso, ubicado al oeste del Fundo San Antonio.....	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
Conclusiones	63
Recomendaciones	64
REFERENCIAS	65
APÉNDICES.....	1
ANEXOS	11

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Imagen satelital del cerro San Antonio	7
2.2 Vía de acceso engrazonada, que conduce al afloramiento en estudio.....	9
2.3 Vista parcial de un sector con vegetación de sabana gramínea.....	15
2.4 Características de la sabana gramínea abierta (Sga)	
típica en el área al fondo, el cerro San Antonio.	16
2.5 Mapa topográfico del cerro San Antonio y sus alrededores	18
2.6 Relieve de sabana, presente en los alrededores del cerro San Antonio	19
2.7 Ubicación geológica del área de estudio (Mendoza, V., 2005).	21
3.1 Diagrama de Streckeisen para rocas intrusivas (Griem, G. 2003).	30
4.1 Flujograma de la metodología del trabajo.....	43
4.2 Reconocimiento de una zona explorada.....	44
4.3 Tolva para la explotación de agregados de construcción.....	45
4.4 Instrumento utilizado para la recolección de muestras en la zona.	47
5.1 Mapa geológico generalizado del cerro San Antonio y zonas aledañas	51
5.2 Talud del frente de explotación del cerro San Antonio.....	52
5.3 Cuerpo tubular de pegmatita, color rosado, constituido de ortosa.	53
5.4 Afloramiento de la Formación Mesa.....	54
5.5 Cartografía de los porcentajes de minerales de las muestras	57
5.6 Ubicación de la muestra M1A1 del cerro San Antonio	59
5.7 Imagen 3D del afloramiento granítico cerro San Antonio.	61

LISTA DE TABLAS

	Página
2.2 Precipitación media mensual y anual (mm). Periodo (1987-2007).....	10
2.3 Evaporacion media, mensual y anual (mm). Periodo 1987-2007	11
2.4 Las Babas (Gurí). Temperatura (C°). Periodo (1987-2007).	12
2.5 Insolacion media mensual y anual (horas de sol). Periodo (1987-2007)..	13
5.2 Valores graficados en el triángulo de Streckeinsen.	57
5.3 Resultados de los análisis químicos originales y normalizados de una roca	58

LISTA DE ANEXOS

1. MAPA TOPOGRÁFICO DEL CERRO SAN ANTONIO.
2. MAPA GEOLÓGICO DEL CERRO SAN ANTONIO.

LISTA DE APÉNDICES

1. ANÁLISIS PETROGRÁFICO MUESTRA M1 A1
2. ANÁLISIS PETROGRÁFICO MUESTRA M3 A2

INTRODUCCIÓN

Los materiales no metálicos desempeñan un papel geosocioeconómico en la industria de la construcción en la región Guayana. Hoy día, más que nunca la demanda de piedra picada y láminas pétreas decorativas se ha incrementado grandemente, para atender las obras públicas y la construcción, principalmente de viviendas, cuyo notorio déficit se viene acumulando desde varios años. Se estima que para el 2025, el volumen de piedra picada pase de 84.732 m³/año (2006) a 165.798 m³/año. (Geominas, 2007)

Se duplicarán los requerimientos de balasto para el plan ferroviario Nacional, el cual en los actuales momentos alcanzan un volumen de 9 millones de toneladas métricas para el corto y mediano plazo.

Con la exposición de motivos antes indicada, es lógico que se necesite inventariar y medir los afloramientos conocidos y explorar otros ubicados en sitios accesibles. Es por ese motivo que escogió al afloramiento granítico denominado San Antonio, el cual se ubica cerca de la carretera nacional Troncal 12 y a 4,5 km de Ciudad Bolívar.

En la zona estudiada, el trabajo se concentró en la ubicación, descripción y posterior utilización como recurso no metálico de los afloramientos graníticos en el Fundo San Antonio, ubicado en el Km 4,7 de la Troncal 19, vía Ciudad Bolívar-Maripa. Por medio de las diferentes pruebas realizadas a las muestras que se tomaron en el área, se obtuvo resultados que indican que este tipo de granito puede ser utilizado dentro de la industria de las rocas ornamentales, debido a que se pueden laminar y pulimentar, lo cual resalta su belleza. También puede ser procesada y utilizada como piedra picada en la industria de la construcción.

Este trabajo está estructurado en cinco capítulos. El Capítulo I se refiere a la situación a investigar donde estaremos hablando del planteamiento del problema, el objetivo general y los específicos, alcance, justificación, limitaciones.

El Capítulo II se refiere a las generalidades donde se incluye ubicación geográfica del afloramiento, las vías de acceso, el clima, geomorfología, vegetación y la geología regional.

El Capítulo III contiene el marco teórico, en éste se especifican los antecedentes del problema, sus fundamentos teóricos, las clases de muestras, los métodos para la selección de las muestras, los aspectos generales de los granitos y la clasificación de Deere y Miller.

El Capítulo IV se refiere a la metodología del trabajo, el cual contiene el nivel, el tipo y el diseño de la investigación, la recopilación de todo tipo de información, la etapa de campo donde se tomaron las muestras, y los instrumentos con que se tomaron dichas muestras, la etapa experimental y de laboratorio donde se elaboraron secciones micropetreas, para petrografía y figuras geométricas para ensayos geomecánicos. Se identificaron las unidades geológicas y se realizó el mapa geológico.

El Capítulo V, análisis e interpretación de los datos, contiene los análisis petrográficos y geomecánicos y su comparación con las normas internacionales.

El trabajo de investigación está dirigido a proporcionar información sobre las características geológicas del afloramiento granítico San Antonio, además se hace el cálculo del recurso y su potencial uso.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación a investigar

En Venezuela y particularmente en el estado Bolívar y al sur de los estados Anzoátegui y Monagas existen gran cantidad de proyectos para el sector construcción; privados y públicos. En la actualidad el sector gubernamental por medio de sus diferentes organismos posee carteras de proyectos que van orientadas al aumento de la producción, al fortalecimiento de las ventajas competitivas y al incremento de viviendas e infraestructura social, tales proyectos contemplan grandes inversiones en construcción y dada la capacidad actual para suplir de los insumos de construcción necesarios, muchos de estos proyectos están detenidos y ni siquiera se han iniciado. Las lajas ornamentales es un insumo que se puede clasificar como producto con demanda insatisfecha.

Debido al escaso conocimiento sobre los afloramientos graníticos, se genera 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 y capas sedimentarias, que puedan soportar un aprovechamiento racional con fin comerciales.

La investigación se fundamenta en la obtención de datos geológicos, estructurales y reconocimiento del área ubicada en el Fundo San Antonio. El área mayormente está representada por afloramientos rocosos de la Provincia Geológica de Imataca y sedimentos de la Formación Mesa. También, el área circundante se compone de cerros y áreas de vegetación boscosa entre otros aspectos geomorfológicos. Adicionalmente se hace un aporte en cuanto al conocimiento

petrográfico y geoquímico de las rocas que constituyen a la provincia Geológica de Imataca, específicamente la faja litotectónica de Ciudad Bolívar.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Caracterizar geológicamente con fines comerciales, las rocas aflorantes en el Fundo San Antonio, ubicado en el municipio Heres. Estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

- 1.- Explorar el área de estudio, describiendo las unidades litológicas y las muestras de rocas mediante la geología de superficie.
- 2.- Establecer la composición mineralógica del afloramiento, con análisis petrográficos.
- 3.- Evaluar la calidad de la roca en base a sus características mineralógicas, químicas y estructurales.
- 4.- Cuantificar las reservas mineras del afloramiento rocoso, ubicado al oeste del Fundo San Antonio.
- 5.- Elaborar el mapa geológico del Fundo San Antonio.

1.3 Justificación de la investigación

Este proyecto permitirá evaluar la factibilidad de explotación de los materiales presentes en el Fundo San Antonio, con la finalidad de cubrir la creciente demanda de este tipo de material, además contribuirá con la dinamización económico social en el sur oriente venezolano. También la elaboración de este trabajo es importante porque con él se busca complementar la información geológica existente. Se pretende cuantificar las reservas del afloramiento y sus posibles usos.

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.

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 de la investigación

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

1.5 Limitaciones de la investigación

Las vías de acceso son muy limitadas e incómodas, por lo que resulta difícil acceder hasta la zona del afloramiento.

Falta de presupuesto para llevar a cabo actividades de perforación, que permitieran la toma de muestras de roca más frescas y representativas.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica

La zona de estudio se encuentra enmarcada dentro de los límites del Fundo San Antonio a unos Cuatro Kilómetros con Setecientos Metros (4,7 Km.) de la intersección denominada las Brisas (Avenida Perimetral) vía Ciudad Bolívar- Maripa. (figura 2.1)

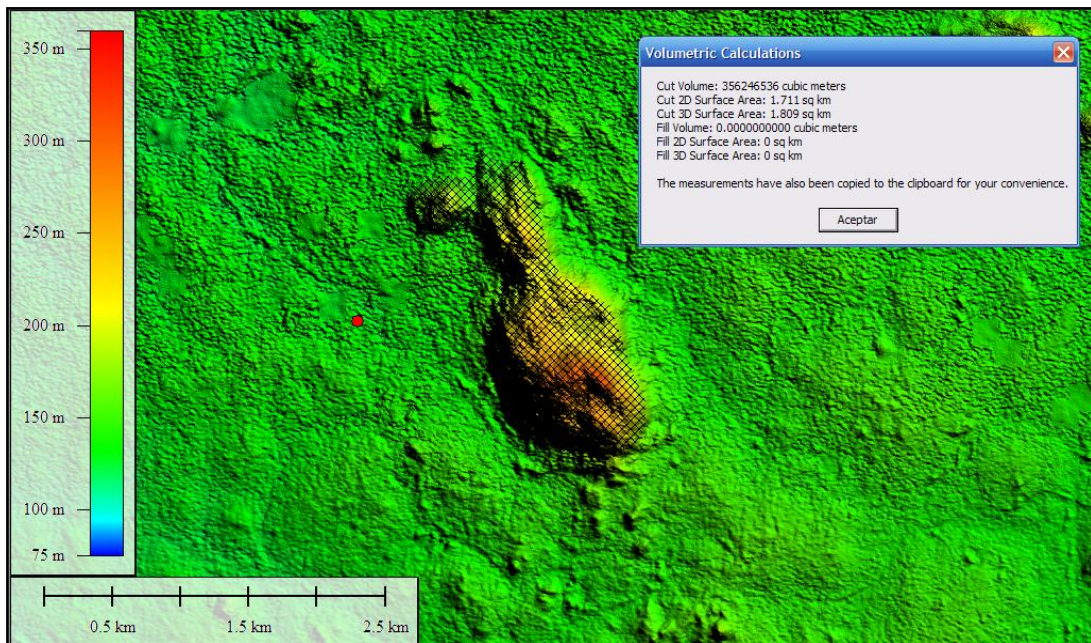


Figura 2.1 Imagen satelital del cerro San Antonio (Global Mapper 13.0 con Spot 7439).

El área estudiada es de 20 hectáreas, enmarcada con las coordenadas UTM, representadas en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Coordenadas UTM correspondientes al área del cerro San Antonio.

PUNTO	ESTE	NORTE
P1	426.737.00	893.263.00
P2	427.063.00	893559.00
P3	427.383.00	893.205.00
P4	427.057.00	892.910.00

2.2 Acceso al área de estudio

La principal vía de acceso a la zona es la Troncal 19, que enlaza a Ciudad Bolívar con la población de Maripa, además tiene vías de acceso secundarias que están asociadas a caminos de tierra producto de un conjunto de actividades agrícolas y agropecuarias practicadas por los propietarios del fundo, para lo cual fue necesario el uso de vehículo rustico para penetrar por picas construidas para acceder al afloramiento, además de carreteras engrazonadas, que conducen a diversos sitios pre-establecidos en la zona (Figura 2.2).

2.3 Características físico naturales del área de estudio

2.4.1 Clima

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).



Figura 2.2 Vía de acceso engrazonada, que conduce al afloramiento en estudio.

Según la clasificación climática de Holdridge 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) (CVG-TECMIN, C.A., 1991).

A continuación, se describe el comportamiento temporal de las variables climatológicas: precipitación, evaporación, temperatura, insolación.

2.4.1.1 Precipitación

El valor promedio anual de precipitación para el área del proyecto es de 1.300 mm. Los promedios mensuales y anuales de precipitación de la estación las Babas (Gurí) y Ciudad Piar (CVG-TECMIN, C.A., 1991) (Tabla 2.2).

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, C.A., 1991).

Tabla 2.2 Precipitación media mensual y anual (mm) Periodo (1987-2007) (CVG-TECMIN, C.A., 1991).

Estación	ENE	FEB	MA R	ABR	MA Y	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NO V	DIC	Anual
Las Babas (Gurí)	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

2.4.1.2 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., 1991).

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 (CVG-TECMIN, C.A., 1991).

Tabla 2.3 Evaporacion media, mensual y anual (mm). Periodo 1987-2007 (CVG-TECMIN, C.A., 1991).

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	105,3	207,8	178,6	167	2388

2.4.1.3 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 isothermia, 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., 1991).

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., 1991).

En la Tabla 2.4, se indican los valores medios de temperatura para la estación Las Babas (Gurí) (CVG-TECMIN, C.A., 1991).

Tabla 2.4 Las Babas (Gurí). Temperatura (C°). Periodo (1987-2007) (CVG-TECMIN, C.A., 1991).

Temperatura	EN E	FE B	MA R	ABR	MA Y	JUN	JUL	AG O	SEP	OC T	NO V	DIC	Anua l
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

2.4.1.4 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., 1991).

En la Tabla 2.5 se muestran los valores mensuales de la insolación, registrados en la estación Las Babas (Gurí) (CVG-TECMIN, C.A., 1991).

Tabla 2.5 Insolacion media mensual y anual (horas de sol). Periodo (1987-2007).
(CVG-TECMIN, C.A., 1991).

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

2.4.2 Vegetación

De acuerdo a investigaciones ejecutadas a lo largo de la zona de Bolívar Nor-Central, se distinguen tres tipos de formaciones vegetales, una denominada sabana gramínea arbustiva, formación de matorrales (C.V.G TECMIN, C.A., 1991).

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.

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

2.4.2.1 Sabana gramínea arbustiva (Su)

La unidad está conformada por: sabana sin elemento leñoso siempre verdes y sabana con elemento leñoso siempre verde (Figura 2.3).

El tipo de vegetación dominante es la sabana sin elemento leñoso, de 15 cm a 35 cm de altura, cobertura de media a rala. Las especies más importantes son: *Trachypogon spicatus* y *Bulbostylis* sp.

Entre los tipos de vegetación codominantes se encuentran: sabana siempre verde con elemento leñoso bajo, de 1 m a 3 m de altura, y cobertura del estrato leñoso rala y del herbáceo de media a densa. Las especies que la caracterizan son: *Byrsonima crassifolia*, *Trachypogon spicatus* y *Bulbostylis* sp. Asimismo se encuentra representado el arbustal semicaducifolio alto, de 2 m y 4 m de altura y cobertura media, donde las especies más importantes son: *Erythroxylum* sp., *Bombacopsis* sp y *Spondias* sp (C.V.G TECMIN, C.A., 1991).



Figura 2.3 Vista parcial de un sector con vegetación de sabana gramínea.

La vegetación rupícola o cosmófito está conformada por especies colonizadoras en distintas fases, donde predominan las especies herbáceas *Selaginella Marginata*, *Bromelia Chrysantha*, *Anemia sp* y *Portulaca Halimoides*, las Subfruticosas *Krameria Exinae*, *Bacopa Grantioloides* y *Limpia sp* (C.V.G TECMIN, C.A., 1991).

2.4.2.2 Sabana gramínea abierta (Sga):

La unidad de vegetación sabana gramínea abierta ampliamente representada en el paisaje de peniplanicie encontrado en el área de influencia directa del proyecto está caracterizada por un estrato arbustivo con elemento leñoso siempre verde alto, mayor de 4 m de altura y cobertura de media a densa (C.V.G TECMIN, C.A., 1991).

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 leños, está representado por las especies como: *Solanum hirtum*, *Borreria verticillata*, *Trachypogon montufari* y *Axonopus* sp (C.V.G TECMIN, C.A., 1991) (Figura 2.4).

2.4.3 Hidrografía

Esta zona se encuentra inserta en la cuenca del Río Orocopiche el cual se desplaza en sentido Sur- Norte.



Figura 2.4 Características de la sabana gramínea abierta (Sga) típica en el área al fondo, el cerro San Antonio.

En el área se presentan drenajes permanentes y del tipo dentrítico. Por otra parte, los principales colectores del área son el Río Orocopichito y el Río Guanaquen, también se observan algunos intermitentes con periodos húmedos en tiempo invernal

(meses; Mayo- Octubre y Noviembre- Diciembre) y el resto del tiempo presenta aspectos secos (meses; Enero- Abril) (C.V.G TECMIN, C.A., 1991).

2.5 Geomorfología

El área en estudio está conformada por paisajes con predominio de peniplanicies, lomeríos bajos (Figura 2.5 y ANEXO 1).

Los lomeríos bajos están constituidos por rocas graníticas de diferentes tipos de texturas, de grano, en su mayoría son de colores grises, rosados, rojo, negro verdoso, con cotas que oscilan entre 18 msnm y 52 msnm, con pendientes que varían entre 40 % y 60 %.

Las peniplanicies están representadas por lomas suaves constituidas por areniscas mal cementadas y arcillas pobremente cementadas, con cotas inferiores a 18 msnm y pendientes inferiores a 4 % (C.V.G. - Tecmin, 1991).

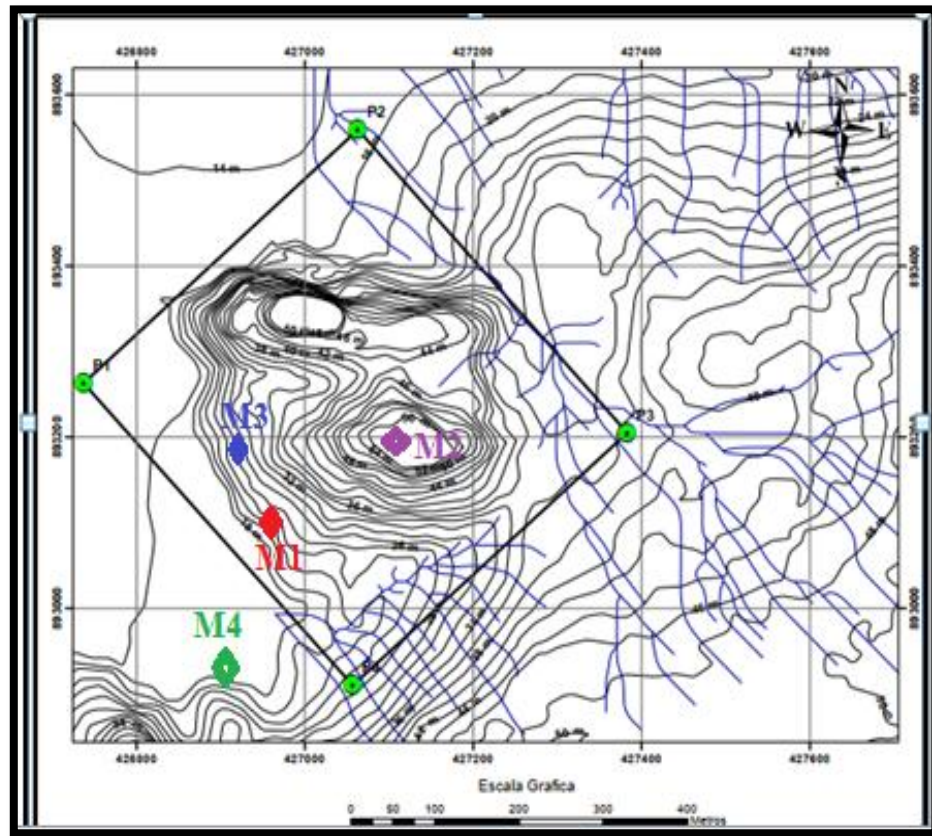


Figura 2.5 Mapa topográfico del cerro San Antonio y sus alrededores

En conclusión. La zona presenta básicamente dos tipos de paisajes bien diferenciados; uno de lomeríos, tanto estructurales como no estructurales, y otro de zonas planas de sabana.

En el área objeto de estudio se pudo observar que han sido afectados fuertemente por la meteorización produciendo en ellos un desmenuzamiento grano a grano de masas rocosas llamado desintegración granular y la fracturación en forma de bloques (C.V.G TECMIN, C.A., 1991).



Figura 2.6 Relieve de sabana, presente en los alrededores del cerro San Antonio.

2.6 Geología regional

La zona de estudio está ubicada en la parte Norte del cratón de Guayana donde aflora rocas sedimentarias de la Formación Mesa la cual se encuentra suprayacentes de forma discordante a las rocas de la Provincia de Imataca. La zona de estudio específicamente forma parte de la faja de Laja Negra descrita por Ascanio, G. (1975). Según Mendoza, V. (2005), la Provincia Geológica de Imataca se extiende en dirección SW-NE desde las proximidades del río Caura hasta el Delta del Orinoco y en dirección NW-SE aflora desde el curso del río Orinoco hasta la Falla de Gurí por unos 550 Km y 80 Km, respectivamente (Figura 2.7).

Basándose en características petrológicas y tectónicas, el Escudo de Guayana ha sido dividido en cuatro Provincias Geológicas que, en orden de edad, de más antigua a más joven son Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima (Menéndez, A., 1968).

2.6.1 Complejo de Imataca

El término “Complejo de Imataca”, lo introduce Chase, R., (1965), por considerar que la complejidad de la estructura hace improbable que se logre la determinación de una sucesión inequívoca de formaciones dentro del conjunto. El Complejo de Imataca es una unidad de rocas cristalinas, originalmente sedimentarias y en la actualidad, intensamente metamorfizada y estructuralmente compleja, perteneciente al Precámbrico y representada principalmente por un rumbo general N 70° E, con un buzamiento regional hacia el sur; está ubicado al norte de Guayana expandiéndose a la margen sur del río Orinoco, ocupando una anchura que va de 6 a 130 Km, con una longitud aproximadamente, de 510 Km. (PDVSA, 1969).

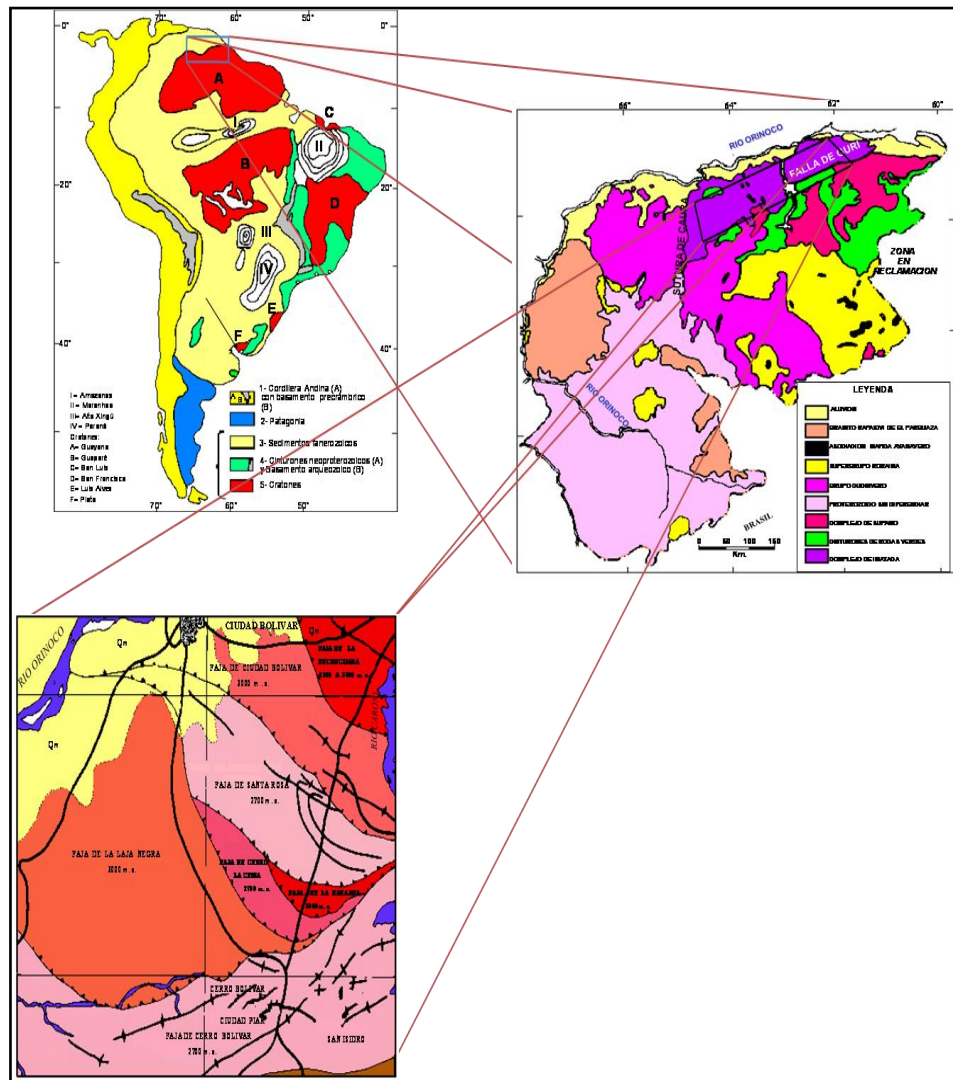


Figura 2.7 Ubicación geológica del área de estudio (Mendoza, V., 2005).

El Complejo de Imataca está propiamente caracterizado por una serie de horizontes ferríferos interestratificados, con gneises cuarzo feldespáticos, anfibolitas y piroxenitas; también, afectados a su vez, por intrusiones de rocas graníticas y diques basálticos.

Mendoza, V. (1974), divide el Escudo de Guayana en cuatro provincias tectónicas: la Provincia de Canaima o antiguamente llamada Roraima, la Provincia

del Esequibo, también Pastora, la Provincia de Bolívar o también denominada Provincia de Imataca, y por último la Provincia de Amazonas que incluye al Súper Grupo Cedeño. Establece, además, que los contactos entre las fajas de rocas del Cerro Bolívar, como son: Laja Negra, La Ceiba, La Naranjita, Santa Rosa, Ciudad Bolívar y La Encrucijada, se interpretan también como zonas donde chocaron placas menores, cuya estabilización contribuyó a la formación del Complejo de Imataca (Ascanio, G., 1975)

2.6.2 Fajas de Ascanio

En la zona comprendida entre el río Aro y el río Caroní, Ascanio, G. (1975) definió un conjunto de siete fajas de rocas, separadas por corrimientos en ángulos bajos. Estas son: Faja de la Encrucijada, Faja de Laja Negra, Faja de Santa Rosa, Faja de Ciudad Bolívar Faja de La Naranjita, Faja La Ceiba (Figura 2.10).

2.6.2.1 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 los cuales el de mayor importancia es el cerro María Luisa. Las estructuras presentan un rumbo general N 60° W. Al norte del cerro María Luisa y hacia el sur de la Serranía de Buenos Aires, María Luisa, se presenta el desarrollo de gneises monzograníticos, sienograníticos y granodioríticos con textura de grano grueso, de color rosado, dentro de los cuales se observa la presencia de restos de gneises anfibólicos. De esto se deduce, que aquí sucedió la ocurrencia de un proceso de cuarzo feldespatización que avanzó reemplazando la plagioclasa por

microclino y formando vetas de cuarzo en los contactos de los gneises con las anfibolitas (Ascanio, G., 1975).

2.7 Formación Mesa

El nombre de Formación Mesa es introducido por Hedberg y Pyre, (1944), en Mendoza, V. (2005); para designar la formación que entre las extensas mesas fisiográficamente características en la parte Oriental de la Cuenca de Venezuela Oriental. Aunque, no hay sección tipo específico, se pueden encontrar secciones representativas en los acantilados de cualquiera de las mesas de cima plana de la región.

Geográficamente se extiende sobre los Llanos Orientales de los Estados Guárico, Anzoátegui, Monagas y la parte septentrional del Estado Bolívar, donde forma un borde irregular sobre las rocas del Complejo de Imataca. La Formación Mesa se encuentra acunándose en el Escudo de Guayana, en una faja angosta, paralela al río Orinoco; en la zona comprendida en los alrededores de Ciudad Bolívar entre el río Candelaria y el río Aro (Hedberg y Pyre, 1944 en Mendoza, V. 2005).

La Formación Mesa yace discordantemente sobre las rocas del Complejo de Imataca; estas últimas por su naturaleza y configuración, condicionaron la acción de los agentes fluviales que depositaron los sedimentos que la suprayacen (Hedberg y Pyre, 1944). Así mismo, está constituida por capas de arenas poco consolidadas, interestratificadas con arcillas limo-arenosas abigarradas y moteadas, gravas con mucho cemento ferruginoso que por procesos de absorber y exhalar humedad se forman pseudo-conglomerados que tienen una amplia distribución (Hedberg y Pyre, 1944 en Mendoza, V.2005).

El espesor de la Formación Mesa es muy variado, pero en términos generales disminuye de Norte-Sur, como consecuencia del cambio en la sedimentación deltáica y aumenta de Oeste-Este, como consecuencia del avance deltáico. El espesor máximo es de 275 m en la mesa de Maturín. Hacia la zona de Bolívar se encuentran espesores de los 100 m (Hedberg y Pyre, 1944 en Mendoza, V. 2005).

Esta formación tiene una edad geológica Plio-Pleistoceno, se han encontrado algunos fósiles de agua dulce, generalmente asociados a arcillas lignificas y restos de madera fosilizada (silicificada), cuyo avanzado estado de litificación se postula como evidencia de una edad posiblemente mayor que el Pleistoceno. A grandes rasgos, se considera que la Formación Mesa se ha originado por la intercalación coalescente de abanicos aluviales, sedimentos aluviales, deltaicos y pantanosos (Hedberg y Pyre, 1944 en Mendoza, V. 2005).

(Hedberg y Pyre, 1944 en Mendoza, V. 2005), señala que la formación es anterior al último de los levantamientos mayores de las montañas del Norte, debido a que en esa zona la superficie de las mesas muestran inclinaciones suaves y pequeños plegamientos e incluso falladas localmente debido a los afloramientos irregulares de cuarcitas parcialmente ferruginosas que se elevan por encima de la formación en el área de Ciudad Bolívar, señala que la Formación Mesa parece haberse depositado sobre una superficie irregular de rocas Precámbricas en el Escudo de Guayana dentro del cual se forman: los morichales de Ciudad Bolívar, la mesa de la sabanita, las piedritas y el banco de sabanas altas que topográficamente conforman la divisoria de aguas sobre los pequeños ríos que fluyen al Sur.

La Formación Mesa se interpreta como un relleno de materiales deltaicos, durante una transgresión de la mar hacia el sur (subsistencia del Escudo). Estos sedimentos rellenaron las transgresiones del basamento, que ahora aparecen como pequeños afloramientos junto con filas de cuarcitas. Hay casos donde los ríos y pequeñas quebradas como Candelaria que cortan la Formación Mesa y exponen el basamento (Hedberg y Pyre, 1944 en Mendoza, V. 2005).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

Montes, E. (2004) en su trabajo de especialización, realizó una comparación de características geomecánicas de algunas rocas ornamentales de Venezuela, con las de otros países. De ésta investigación se extrajo información referente a la caracterización geomecánica de rocas ubicadas en la faja de La Laja Negra, e información geológica.

Olivero, N. y Romero, H. (2007) trabajaron en una caracterización geológica y geomecánica del cerro los Ermitaños, ubicado al norte de la faja en estudio. Ésta investigación brinda información relevante sobre caracterización geomecánica que nos ayuda a complementar nuestro proyecto.

Huérfino, M. y Ontón, S. (2008) caracterizaron desde los puntos de vista geológicos y geomecánico el cerro Los Tábanos. Ésta investigación brinda información en cuanto a caracterización geológica y geomecánica, unidades estratigráficas, litologías y descripciones de las siete Fajas de Ascanio.

Alves, I. y González, M. (2007) realizaron la caracterización geológica y geomecánica de rocas graníticas para fines ornamentales presentes en el tramo comprendido entre el río Marcela y quebrada La Danta al Oeste de Ciudad Bolívar, Municipio Heres. Estado Bolívar. La intención de esta investigación fue demostrar si estos afloramientos pueden ser rentables al ser explotados. Esta investigación brinda información de gran interés en cuanto a caracterización geológica y geotécnica, ya que tiene estrecha relación con la investigación que se está desarrollando.

Mastropietro, N. (2007) realizó su trabajo de grado sobre la caracterización geológica y geomecánica del afloramiento granítico ubicado en el fundo Los Lizarderos, km 4 carretera vieja Ciudad Bolívar-km 70. De este trabajo de grado se recolectó la data de ubicación de afloramientos y características geomecánicas.

Gómez, J. (2010) publicó en la revista Geominas, una caracterización geomecánica de los afloramientos rocosos ubicados en el cuadrángulo definido por los fundos San Pedro, El Vigía, La Naranjita y El Pilar, municipio Bolivariano Angostura. De este trabajo de grado se recolectó la data de ubicación de afloramientos y valores geomecánicos.

3.2 Definición de términos básicos

Foucault (1985) define el término roca (del latín 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 (2004) 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 (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, 2004).

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

Todogeología (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 (Todogeología, 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 (Todogeología, 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.

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". En la figura 3.1 se muestra el diagrama "QAPF" para rocas ígneas intrusivas.

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 (Griem, G. 2003).



Figura 3.1 Diagrama de Streckeisen para rocas intrusivas (Griem, G. 2003).

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, feldespatos alcalinos (ortosa, microclina) y plagioclasa (albita, oligoclasa) subautomorfa. Los minerales secundarios y accesorios son muy variados: mica, anfíbol y piroxeno.

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).

3.3 Generalidades de las rocas ornamentales

LOEMCO (1995) afirma que el protagonismo de la piedra natural (como también se les 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.

LOEMCO (1995), 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 (LOEMCO, 1995).

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, B., (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, A. (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, A. (2000).

3.4 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*.

Según LOEMCO (1995), 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)

3.4.1 Tipos de granitos ornamentales

3.4.1.1 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, 1.995).

3.4.1.2 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, 1.995).

3.4.1.3 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, 1.995).

3.4.1.4 Basaltos, gneises y pegmatitas

Este 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, 1.995).

3.5 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.

Funes, M. (1999) establece que a partir del conocimiento de las propiedades de las rocas es que vamos a predecir su comportamiento y durabilidad para el uso a que se le va a destinar y su resistencia a los agentes atmosféricos a que van a ser sometidas.

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 (Funes, M. 1999).

Las características tecnológicas de las rocas ornamentales se basan en:

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

3.5.1 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 (LOEMCO, 1995).

a) 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 (LOEMCO, 1995).

b) Observación microscópica con el microscopio óptico de polarización (análisis petrográfico) (LOEMCO, 1995).

c) 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 (LOEMCO, 1995).

d) Con luz reflejada (para minerales "opacos"). La observación se efectúa a partir de preparaciones delgadas o calcográficas (LOEMCO, 1995).

e) 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" (LOEMCO, 1995).

f) Observación con el microscopio electrónico y análisis con la microsonda electrónica (LOEMCO, 1995).

g) 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).

3.5.3 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.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 Nivel de la investigación

El nivel de esta investigación es de dos tipos descriptiva y comparativa.

4.1.1 Nivel de la investigación descriptivo

Según Méndez, C. (2001) “El estudio descriptivo identifica las características del universo de investigación, señala formas y actitudes del universo investigado, establece comportamientos concretos y descubre y comprueba la asociación entre variables de investigación”

Tomando en cuenta los objetivos propuestos y el nivel de profundidad, la investigación a desarrollar es del tipo descriptiva, porque se describen en campo la geología de superficie y las condiciones ambientales.

4.1.2 Nivel de la investigación comparativo

De igual forma, la investigación será una investigación comparativa, porque se compararán las características tecnológicas del afloramiento Cerro Largo con las normas internacionales, para determinar su calidad (Méndez, C. 2001).

Esta investigación es comparativa, ya que una vez determinadas sus características petrográficas, se cotejaron con los valores reportados por trabajos previos.

4.2 Diseño de la investigación

Según Méndez, C. (2001), el nivel descriptivo de la metodología de esta investigación está diseñado en base a una investigación de campo y una investigación experimental.

4.2.1 Investigación experimental

Según Méndez, C. (2001), el estudio descriptivo identifica las características del universo de investigación, señala formas y actitudes del universo investigado, establece comportamientos concretos y descubre y comprueba la asociación entre variables de investigación.

4.2.2 Investigación de campo

Este tipo de investigación está caracterizada por la toma de muestras de roca fresca, así como el levantamiento geológico del afloramiento. Se indican las coordenadas donde se realizó el muestreo, la codificación empleada para identificar las muestras de los afloramientos y el número de muestra tomada (Méndez, C. 2001).

4.3 Población de la investigación

Arias, F. (2006) define la población como. “Un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación, esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”.

La población, para el siguiente trabajo de investigación, está referida a todo el afloramiento ubicado en el Fundo San Antonio. Todo el universo de muestras recolectado fue descrito macroscópicamente y luego, se seleccionaron las muestras más representativas de los afloramientos para la aplicación de los ensayos correspondientes. Estas muestras se tomaron de la forma tradicional, o sea a percusión, usando una mandarria de 15 kilos.

4.4 Muestra de la investigación

Balestrini, M. (2002), establece que una muestra es: “una parte representativa de la población, cuyas características deben reproducirse en ella, lo más exactamente posible”.

En este proyecto, el muestreo se realizó en forma aleatoria, detallando donde el afloramiento presente cambios texturales o de coloración. En total se tomaron cuatro (4) muestras de mano.

El muestro se hizo en las paredes del frente de explotación, ya que el grado de meteorización es mínimo.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

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

Con lo citado anteriormente, se puede decir que para las técnicas de diseño de investigación se realizó mediante revisión bibliográfica, publicaciones en internet, reglamentos y normativas referentes al mismo), la Observación directa (permitió observar e identificar de forma física, mediciones y descripciones “in situ” de los eventos o factores geológicos presentes. el área en estudio), digital, mediante la realización de mapas la utilizando imágenes de satélites.

4.6 Fases de la investigación

A fin de realizar la investigación con mayor eficiencia y cumplir con los objetivos propuestos para la elaboración del estudio geológico del cerro San Antonio, se dividió el trabajo en cinco (5) fases o etapas, tanto teóricas como prácticas, que, con la supervisión del tutor académico correspondiente, se clasificó de manera sistemática de la siguiente manera (Figura 4.1).

4.6.1 Fase I: Recopilación bibliográfica y cartográfica

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

Haciendo uso de la base de datos realizada durante el levantamiento topográfico, se elaboró un mapa a escala 1:1000, tomando como base la Hoja Cartográfica 7440-II-SO escala 1:25000, luego la información fue digitalizada usando el programa Autocad 2008.

En la parte bibliográfica fueron revisados y analizados informes de avance técnicos de CVG TECMIN, C.A., textos académicos y trabajos de investigación recopilados en la biblioteca de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar.

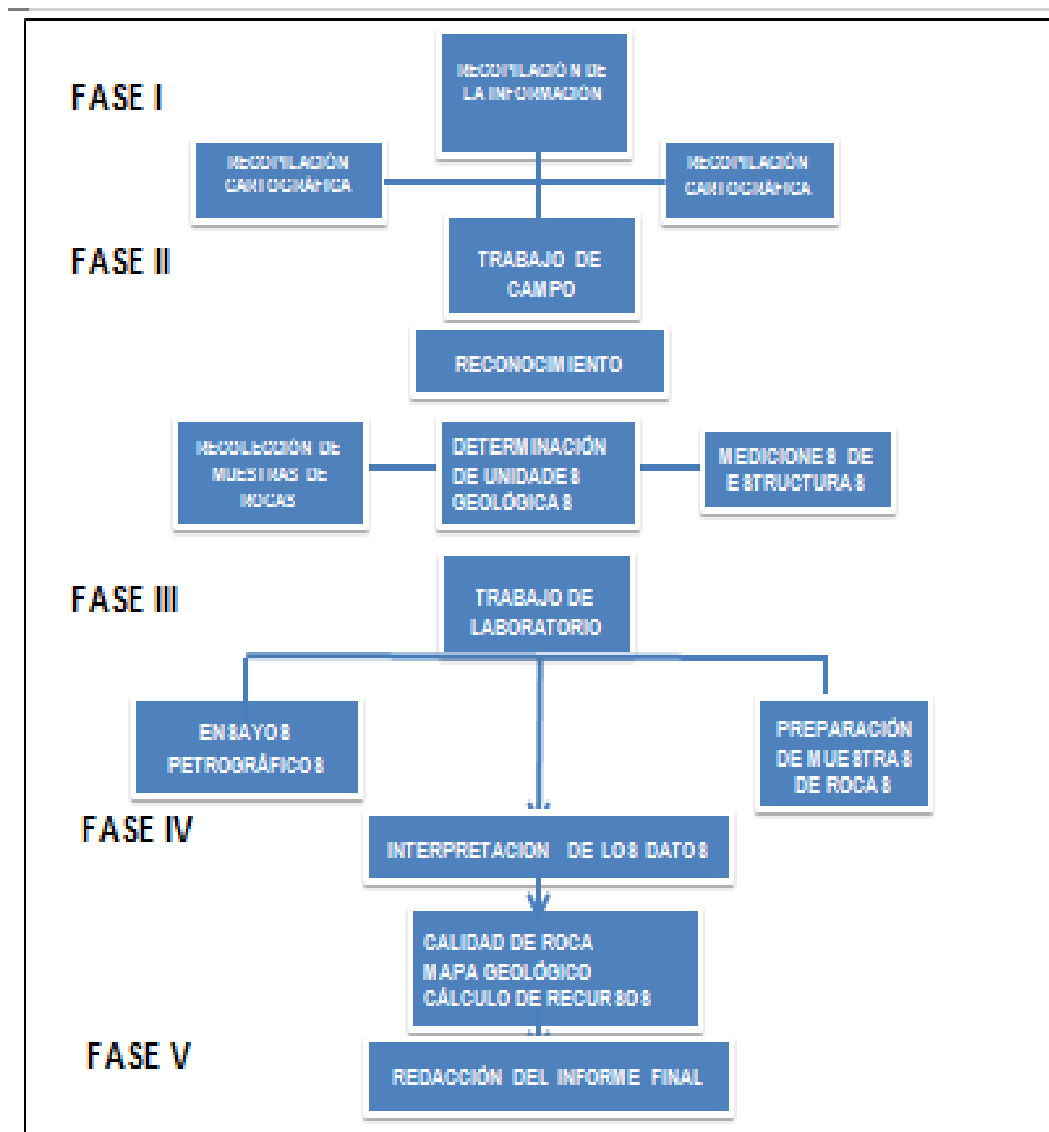


Figura 4.1 Flujograma de la metodología del trabajo.

4.6.2 Fase II: Campo

4.6.2.1 Reconocimiento de la zona

El área fue recorrida a fin de ubicar carreteras y caminos de tierra que permitieron acceder de forma segura a la zona de estudio.

También se revisaron dos (2) explotaciones a cielo abierto abandonadas. La primera es en rocas duras, de 150 m de largo (Figura 4.2).



Figura 4.2 Reconocimiento de una zona explorada correspondiente al cerro San Antonio.

La segunda explotación es a partir de gravas y arenas sedimentarias de la Formación Mesa. En este segundo frente de explotación se observó una tolva y correas transportadoras (Figura 4.3).



Figura 4.3 Tolva para la explotación de agregados de construcción, a partir de arenas y gravas de la Formación Mesa.

4.6.2.1 Determinación de unidades geológicas mediante la geología de superficie

Esta etapa permitió corroborar la existencia real de los datos colectados durante la fase de recopilación bibliográfica y cartográfica, puesto que se mide cualitativamente y cuantitativamente los elementos analizados. Se recopiló valiosa

información, la cual se utilizó para la corrección y elaboración del mapa topográfico definitivo.

4.6.2.2 Toma de mediciones

Durante el reconocimiento geológico se realizaron mediciones de rumbo, diaclasas, pendientes, etc. Todos estos datos fueron colocados en el mapa final. Para esta actividad fue utilizada una brújula profesional marca Brunton.

4.6.2.3 Establecimientos de puntos de toma de muestras

Por los limitados recursos económicos ya que la investigación se llevó a cabo por iniciativa propia se tomaron cuatro (04) muestras del afloramiento rocoso las cuales fueron debidamente georeferenciadas con el GPS para su ubicación en el mapa final. De éstas una (01) fue destinada a ensayos petrográficos.

Para el muestreo de rocas, se tomó en cuenta aquellas zonas que brindaron los rasgos más resaltantes y de fácil acceso. Cabe destacar que para el desarrollo de recolección de muestras se llevó a cabo mediante el uso de mandarria (Figura 4.4).



Figura 4.4 Instrumento utilizado para la recolección de muestras en la zona de explotación del cerro.

4.6.2.4 Levantamiento topográfico

Este se realizó con la ayuda de un GPS marca GARMIN ETREX, tomando lecturas de coordenadas y elevaciones, donde se tomó en cuenta aparte del afloramiento, la ubicación. También se geoposicionaron los puntos de las vías de acceso, tales como carreteras de relleno, trillas, y picas construidas provisionalmente, los mismos fueron seleccionados durante el reconocimiento geológico y toma de muestras, finalmente estos fueron complementados con el mapa topográfico de la zona

4.6.3 Fase III: Laboratorio

4.6.3.1 Determinación de las características petrográficas

De las muestras recolectadas en campo, se seleccionaron 2 para análisis petrográficos. Estos fueron realizados en el laboratorio de INGEOMIN, C.A; con sede en Ciudad Bolívar.

El análisis petrográfico de las rocas requiere la observación de estas en el microscopio, así, pues, para el examen microscópico hay que dar a las muestras la forma más adecuada, para lo cual se obtienen unas láminas finas de superficies aproximada a 2 cm² y un espesor de 100 micras. Las láminas finas se tallan sobre una plancha de vidrio con agua y abrasivo grueso, de modo que queden talladas, planas y brillantes (no pulimentadas).

Después de lavar y secar bien la lámina se pega por el lado brillante con Bálsamo del Canadá, previamente hervido sobre una porta objetos y se talla por el otro lado sobre una plancha de vidrio con un abrasivo fino hasta el grado de finura necesario (32 micras de espesor cubreobjetos + muestra).

Una vez lavada cuidadosamente la lámina con un cubreobjetos muy fino, se le agregan unas gotas de Bálsamo del Canadá para protegerlas de erosión y del polvo.

4.6.4 Fase IV: Análisis e interpretación de datos

Una vez terminada todas las etapas que conforman la metodología de trabajo, se contempló el análisis y organización definitiva, en la medida de lo posible, de toda la información recopilada tanto en oficina como en la fase de campo y laboratorio.

4.6.4.1 Medir la calidad de la roca en base a sus características mineralógicas, estéticas y estructurales

El deterioro de la roca, se determinó basándose en el estudio microscópico de la roca, en la que la alteración mineralógica y física (destrucción de los granos por microfracturas) es determinante.

Los otros 2 parámetros a tomar en cuenta son la forma en que se presentan las oxidaciones en los granitos y la textura determinada en los análisis petrográficos, si la textura es foliada, la roca se presenta muy fracturado y diaclasado, limitando su calidad y sus usos.

4.6.4.2 Elaboración del mapa geológico del afloramiento del cerro San Antonio

Concluida la verificación de campo y tomando en cuenta los resultados de los análisis en el laboratorio, de las muestras de rocas, se inicia en oficina la actualización del mapa geológico definitivo partiendo del mapa topográfico base preliminar que se obtuvo a través de la hoja de catastro minero 7440-II-SO, correspondiente a Ciudad Bolívar, a escala 1:25.000, en el que se incluyeron los límites de los afloramientos y los rasgos chequeados en campo, los cuales fueron identificados en el mapa a través de códigos de colores, para así conformar el mapa geológico final.

4.6.4.3 Cálculo del recurso del afloramiento granítico cerro San Antonio

El cálculo de volumen se realizó usando el método de las isolíneas, para ello se usó la hoja cartográfica 7440-II-SO, correspondiente a Ciudad Bolívar a escala 1:25.000; luego con la ayuda del software Autocad 2008, se calculó el área del

afloramiento por bloques y con su respectivo espesor se fueron determinando varios volúmenes cuya suma sería el volumen total del afloramiento rocoso.

Es importante resaltar que el cálculo del volumen se realizó al afloramiento granítico, tomando en cuenta solo la parte aflorada; sin incluir la parte que se encuentra bajo la superficie.

4.8 Fase V: Redacción del informe final

Se procedió con el análisis de la información recopilada, a fin de cumplir con los objetivos planteados. Seguidamente se redactaron las conclusiones y recomendaciones del trabajo.

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 RESULTADOS

En este capítulo se sintetizó la información recolectada en campo y procesada en laboratorio, con la finalidad de conocer las características petrográficas y químicas del afloramiento rocoso, denominado cerro San Antonio.

5.1 Exploración del área de estudio, describiendo las unidades litológicas y las muestras de rocas mediante la geología de superficie

Durante los recorridos de campo, se pudieron observar y reconocer, gracias a sus coloraciones y texturas, 2 tipos de litologías, las cuales se representaron en el mapa geológico (Figura 5.1 y Anexo 2).

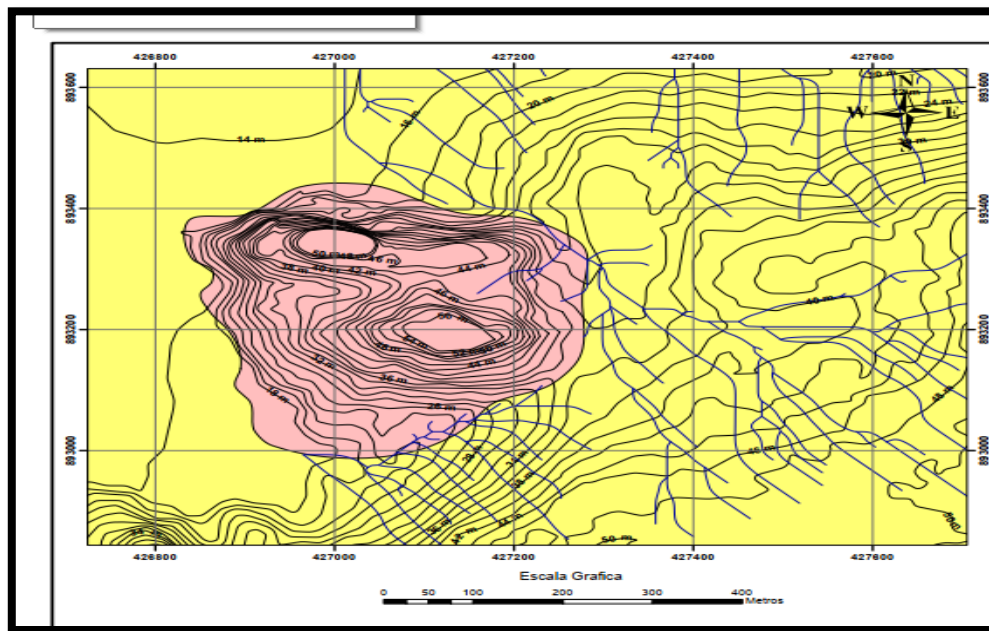


Figura 5.1 Mapa geológico generalizado del cerro San Antonio y zonas aledañas.

El área de estudio abarca las unidades litológicas correspondientes a las rocas igneo-metamórficas del Escudo de Guayana de Provincia Geológica de Imataca y a rocas sedimentarias de la Formación Mesa, del Cuaternario.

5.1.1 Rocas graníticas de la Provincia Geológica de Imataca

Se ubica en la parte oeste, representan el 35 % del área de estudio, constituye la parte topográfica más elevada, con cotas que oscilan entre 18 msnm y 56 msnm, con relieve dómico. Hacia el sur y este se pierde por debajo de los sedimentos de la Formación Mesa.

Sobre el borde sur del afloramiento existe una explotación a cielo abierto, donde se exponen las rocas frescas y donde se recolectaron muestras para análisis petrográficos (Figura 5.2).



Figura 5.2 Talud del frente de explotación del cerro San Antonio.

También, en el mismo corte, se observó una intrusión pegmatítica tubular de color rosado, de 50 cm de potencia, probablemente constituida por ortosa y emplazada a lo largo de una zona de foliación de rumbo N60°E (Figura 5.3).



Figura 5.3 Cuerpo tubular de pegmatita, color rosado, constituido de ortosa.

5.1.1.2 Formación Mesa

Representa territorialmente el 65 % del área que rodea al cerro San Antonio. Se ubica en el extremo SE. Es un área plana con cotas inferiores a 18 msnm, generando relieves planos.

En el área de estudio, la Formación Mesa se caracteriza por estar constituida por una secuencia de sedimentos no consolidados como gravas de cuarzo, arenas, limos, arcillas y facies mixtas (arenas limosas y arcillosas) que se disponen ligeramente inclinados a sub-horizontalmente y con relación interdigitada.

En campo, se pudo diferenciar en superficie por una capa de color generalmente amarillo mostaza. Comprende una secuencia de arcillas limonitas y arenas bien estratificadas la cual presenta algunas veces concreciones de hierro y capas de gravas cuarzosas (Figura 5.4).



Figura 5.4 Afloramiento de la Formación Mesa. Nótese la formación de cárcavas debido a lo mal cementado de las capas.

El contacto entre la Formación Mesa y el Complejo de Imataca no se observó en campo. Para determinarlo, nos basamos en los cambios de colores, topografía y cambios de pendientes.

5.2 Establecimiento de la composición mineralógica del afloramiento, con los análisis petrográficos y químicos

5.2.1 Análisis petrográficos

Se realizaron análisis petrográficos a dos (2) muestras de roca dura las cuales se clasificaron con los códigos M1 A1 y M3 A2, provenientes las rocas aflorantes del cerro San Antonio.

5.2.1.1 Muestra M1 A1

Descripción macroscópica: a simple vista, la roca es holocristalina de grano medio, de color rosado y algunos minerales negros ligeramente alineados.

Petrográficamente la roca presenta textura granoblástica, con granos xenoblásticos (irregulares) y equidimensionales.

Descripción microscópica: al microscopio se observan granos de cuarzo (30 %) con extinción ondulante y sin ninguna alteración, y en contacto con feldespatos potásicos en tres variedades: Pertita (35%) Microclina (5%) y Ortosa (2%); todos parcialmente alterados a Sericita. También se identifica. Plagioclasa sódica (15%) tipo Oligoclasa-Andesina, con maclas polisintéticas, alteración parcial a Sericita y Mirmequitas (1%) en algunos de sus bordes. Hay Oxihidroxidos de hierro (2%) distribuidos en los bordes los granos y a lo largo de algunas microfracturas. Como minerales accesorios se observan Pequeños cristales idioblásticos de Circon (1%), Augita (1%) y Magnetita (1%), generalmente como inclusiones dentro del Cuarzo y los Feldespatos. Además, se observa mica Biotita (5%) en cristales alargados y laminares, distribuidos homogéneamente en la muestra con una ligera orientación

subparalela. La alteración Sericitica de de los feldespatos alcanza el 2 % del total de la roca.

Nombre de la roca: Gneis granítico.

5.2.1.2 Muestra M3 A2

Descripción macroscópica: macroscópicamente es una roca de grano rnedio, color rosado, delgadas bandas paralelas de minerales oscuros.

Descripción microscópica muestra: al microscopio, muestra textura granoblástica conformada por mosaicos de granos equidimensionales y xenoblásticos. Está caracterizada por abundancia de Cuarzo (30%) con notable extinción ondulante, asociado con feldespato potásicos tipo Pertita (20%), Microclina (10%) y Ortosa (5%) con muy escasa alteración de Sericita (1 %). La Plagioclasa (15%) presente es sódica tipo Oligoclasa-Andesina, con maclas polisintéticas y algunas Mirmequitas (2%) en los bordes de contacto con los granos de Cuarzo. Los minerales ferromagnesianos son la Biotita (10%) y la Homblenda (3%). La primera en cristales laminares alargados dispuestos en bandas paralelas y la Hornblenda, asociada a la biotita, en pequeños cristales prismáticos mostrando su clivaje rómbico característico. Los minerales accesorios son pequeños cristales idioblásticos de Circón (1 %), Apatita (1%) y Magnetita (1%), los cuales se observan agrupados junto a los minerales ferromagnesianos. También hay escasos oxihidroxidos de Hierro (1%).

Nombre de la roca: Gneis granítico.

5.2.1.3 Triángulo de Streckeisen

Basados en los resultados obtenidos de los análisis petrográficos el nombre dado a las rocas es **GNEIS GRANÍTICO**. Los porcentajes de los minerales de las muestras M1 A1 y M3 A2 fueron cartografiados en el triángulo de Streckeisen para rocas ígneas plutónica, dando como resultado que el protolito de las muestras (Tabla 5.1 y Figura 5.4).

Tabla 5.2 Valores graficados en el triángulo de Streckeisen.

Muestra	Feldespato (%)	Cuarzo (%)	Plagioclasas (%)	Biotita (%)
M1 A1	42	30	15	5
M3 A2	35	30	15	10

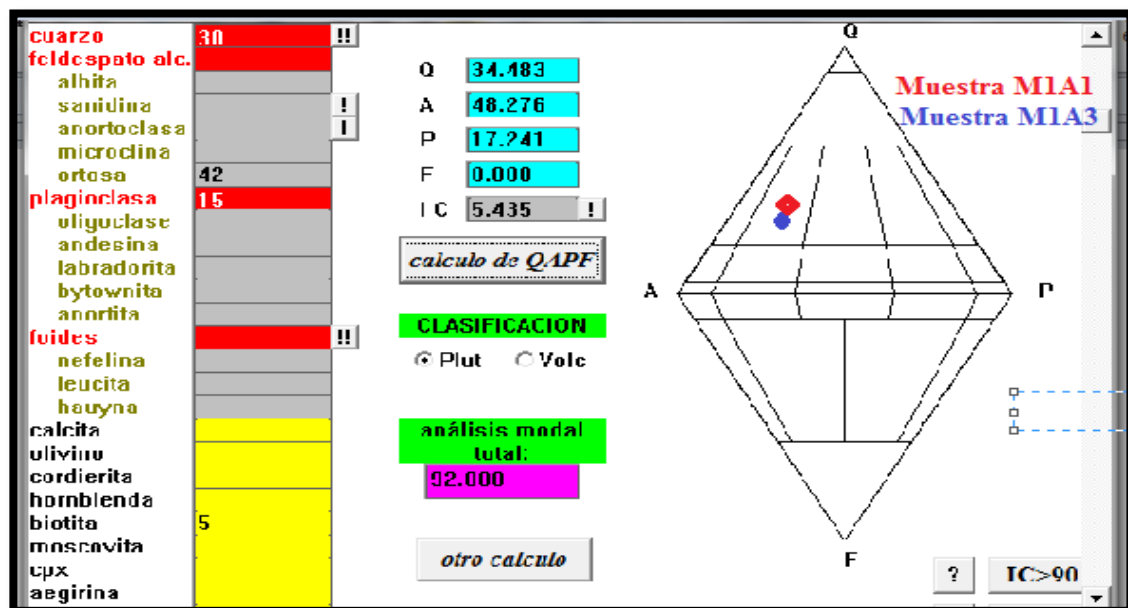


Figura 5.5 Cartografía de los porcentajes de minerales de las muestras en el triángulo Streckeisen, usando el programa UCM-Geológicas

En conclusión, se determinó mediante el triángulo que las rocas pertenecen a las familias de los granito, mediante los análisis petrográficos se observó que las rocas sufrieron un metamorfismo de grado alto, debido al bandeamiento observado y a la presencia de minerales metamórficos que se forman a altas temperatura y a altas presiones como la pertita, correspondiente a las facies de las granuladas, lo cual implica temperaturas de 700-800°C, Profundidades de 30 Km y presión de 8 (Kbar) aproximadamente y a su vez indican que estas tocas fueron tectonizadas y metamorizadas que sugiere, presencia de pliegues de inyección de magma, produciendo un ciclo de fusión parcial originando un proceso migmatítico, hasta alcanzar dichas facies.

5.2.2 Composición química

En la Tabla 5.3, se muestran los resultados del análisis químico realizado a la muestra seleccionada M1 A1. Se escogió esta muestra, ya todas las muestras de rocas duras extraídas del área son homogéneas desde el punto de vista mineralógico y se seleccionó por estar más fresca. El ensayo fue realizado en el Centro de Geociencias de la Escuela Ciencias de la Tierra. También en la misma tabla se muestran los valores normalizados.

Tabla 5.3 Resultados de los análisis químicos originales y normalizados de una roca del cerro San Antonio.

PARAMETRO	M-02	UNIDADES
SiO ₂	64.86	%
Al ₂ O ₃	16.15	%
Fe ₂ O ₃	6.47	%
CaO	3.17	%
MgO	1.45	%

Na ₂ O	3.82	%
K ₂ O	1.98	%
MnO ₂	0.05	%

De la Tabla 5.3, se observa que el porcentaje de SiO₂ es de 64,86%. Las concentraciones para Na₂O es 3,82 y para K₂O es 1,98. Estos valores son cartografiados en el gráfico de Wilson (1989) (Figura 5.6).

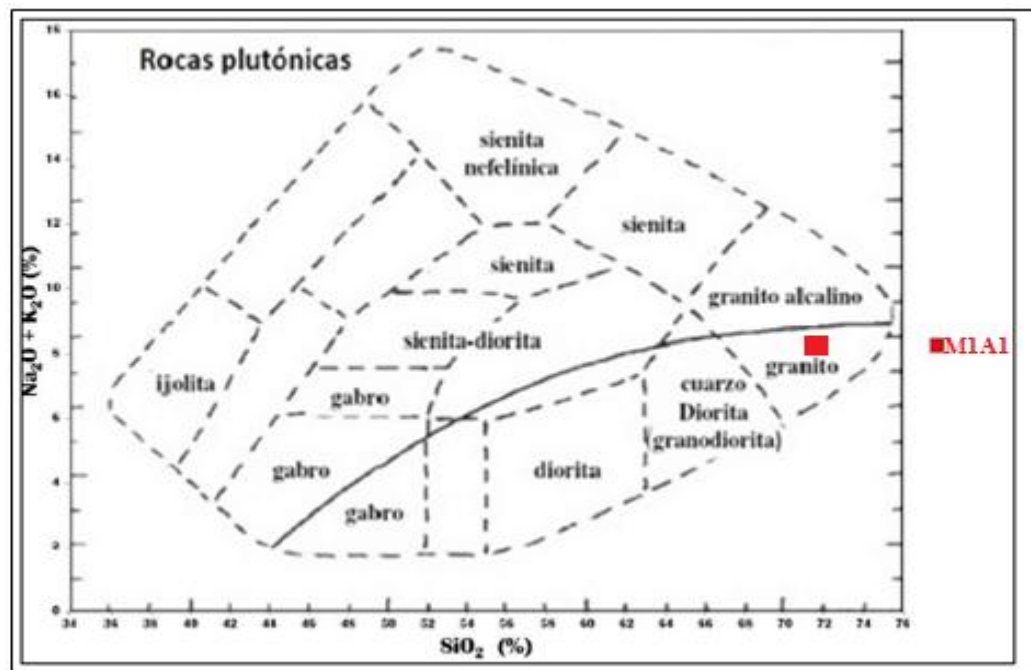


Figura 5.6 Ubicación de la muestra M1A1 del cerro San Antonio en el gráfico de Wilson (1989).

Al comparar el gráfico de Wilson (1989), con el triángulo de Streckeisen; se observa una correspondencia entre ambos gráficos.

5.3 Medición de la calidad de la roca en base a sus características mineralógicas, químicas y estructurales

De acuerdo a los datos y resultados de las interpretaciones de los análisis petrográficos y químicos, de las muestras recopiladas, se efectuaron los criterios que permiten conocer la calidad de la roca y sus posibles usos.

La calidad de las rocas que constituyen al cerro San Antonio, se estableció de manera cualitativa revisando las secciones delgadas y los análisis químicos. De acuerdo a los resultados mineralógicos de las 2 muestras, se observa que la muestra marcada como M1 A1 contiene un 42 % de feldespato y 15 % de plagioclasa. Este 57 % de minerales susceptibles a alteraciones presente en la muestra hace que la roca no sea apta para su uso ornamental.

La mineralogía de la muestra M3 A2 presenta un 35 % de feldespato y 15 % de plagioclasa. Este 50 % de minerales susceptibles a alteraciones la eliminan como materia prima para roca ornamental.

Desde el punto de vista químico, los valores de sílice alcanzan el 70.78 % y la alúmina se presenta alta. Tanto las condiciones tectónicas como química no favorecen al afloramiento cerro San Antonio, para ser considerado como rocas ornamentales; pero, sin embargo, puede ser usado como material para agregados de construcción.

5.4 Cuantificación de las reservas mineras del afloramiento rocoso, ubicado al oeste del Fundo San Antonio

En la Figura 5.7, se muestra una imagen tridimensional del cerro San Antonio, editada en el programa computarizado SURFER 8.0, el cual sirvió de base para el

cálculo del recurso granítico. Posteriormente las dimensiones del afloramiento fueron exportado al software AUTOCAD V. 2008 y se calculó el área del afloramiento por bloques y con su respectivo espesor se fueron determinando varios volúmenes cuya suma sería el volumen total del afloramiento rocoso. La menor altura considerada para el cálculo fue de 18 msnm, que corresponde a la parte plana o la sabana y la mayor elevación corresponde al tope del cerro, o sea 52 msnm.

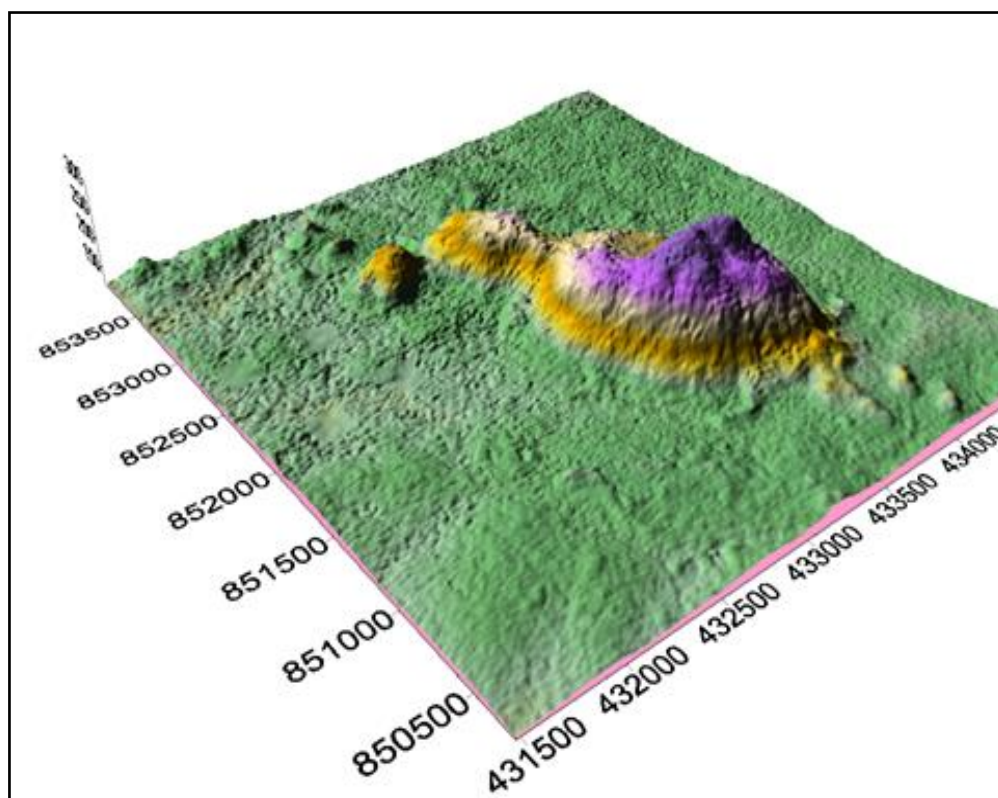


Figura 5.7 Imagen 3D del afloramiento granítico cerro San Antonio.

Con las dimensiones del afloramiento se procedió a efectuar el cálculo volumetrico. Las reservas mineras del afloramiento granítico del cerro San Antonio, alcanzaron un volumen neto de 109.959.554,82 m³.

Tomando un 30% de material sano explotable, el volumen comercial es 32.987.866,44. El mismo puede ser explotado a una rata de 45.000 m³/año, con lo cual se garantiza una vida útil del afloramiento de 733 años.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Las unidades litológicas en el área están bien diferenciadas, y de más antigua a más joven son: Gneises Granito, los cuales representa el 35% de la zona en estudio y los sedimentos recientes, de la Formación Mesa, constituidos por cantos, peñones, gravas, arenas, limos y arcillas provenientes de la meteorización física y química de las rocas de la Provincia Geológica de Imataca, representando aproximadamente un 65% de la zona en cuestión.

2. Desde el punto de vista petrográfico el afloramiento cerro San Antonio, es un Gneiss Granito de color gris a negro, su mineralogía promedio es de 37 % de Feldespato. Le siguen en orden de abundancia decreciente cuarzo (30 %), Plagioclasa (15%) y por último se presenta mica biotita (7%).

3. De acuerdo a las características químicas, petrográficas y tectónicas, las rocas que constituyen al cerro San Antonio, no son aptas para ser explotadas como rocas ornamentales. En lugar de considerarse como rocas ornamentales, deben ser ensayadas como agregados gruesos de construcción o como balastos ferroviarios.

4. Al graficar los valores químicos de SiO_2 versus los valores de álcalis ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$), correspondiente a la muestra del cerro San Antonio, con el gráfico petroquímico de Wilson (1989), se observa que la muestra se ubica en el campo que corresponde a la mayor concentración de SiO_2 , o sea el campo granítico. Según este gráfico, el protolito es un granito.

5. El volumen neto calculado del afloramiento granítico cerro San Antonio es de 109.959.554,82 m³. Considerando que el 30% de material es comercialmente explotable, el volumen se reduce a 32.987.866,44 m³. Asumiendo una rata de 45.000 m³/año, se garantiza una vida útil del recurso de 733 años. No obstante, esto pudiera variar en función de la calidad de la roca, el aumento o disminución de la demanda, desarrollos de nuevos frentes, etc.

Recomendaciones

1. Aumentar el número de muestras recolectadas en el área, para poseer una base de datos más detallada de los análisis realizados que permitan generar una buena comparación de resultados.

2. Completar el presente estudio, con una evaluación geomecánica en los parámetros absorción de agua, flexión, compresión, paso específico y abrasión que permita determinar si el afloramiento es apto para uso como agregado de construcción.

REFERENCIAS

Alves, I. y González, M. (2007) **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE ROCAS GRANÍTICAS PARA FINES ORNAMENTALES PRESENTES EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL RÍO MARCELA Y QUEBRADA LA DANTA AL OESTE DE CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO HERES. ESTADO BOLÍVAR.** Tesis de Grado. Ciencias de la Tierra UDO. Estado Bolívar.

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.

Balestrin, M. (1997) **COMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.** BI Consultores Asociados. Caracas, Venezuela.

Bisconti, J. (2000) **ESTUDIO DE LA POTENCIALIDAD DE LAS ROCAS ORNAMENTALES DE LA ZONA DEL PARGUAZA, MUNICIPIO CEDEÑO, ESTADO BOLÍVAR.** Tesis de grado. Venezuela: Universidad de Oriente.

C.V.G TECMIN C.A. (1991) **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.

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

Fundacite, (2004). **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>]

Funes, M. (1999) **MINERÍA: ENSAYOS RECOMENDADOS A LOS GRANITOS PARA SER USADOS COMO ROCAS ORNAMENTALES.** Boletín

No.27. Geominas. (2007) Boletín de la Escuela de Ciencias de la Tierra. Universidad de Oriente. Venezuela. pp 27 – 30.

Google Earth, (2013) **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>]

Griem, W y Griem S., (2003) **APUNTES GEOLOGÍA GENERAL**. Universidad de Atacama.

Huérfano, M y Ontón, S., (2008) **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DEL CERRO LOS TÁBANOS**. Trabajo de grado. Universidad de Oriente. Núcleo de Bolívar.

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.

Mastropietro, N., (2007) **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DEL AFLORAMIENTO GRANÍTICO UBICADO EN EL FUNDO LOS LIZARDEROS, KM 4 CARRETERA VIEJA CIUDAD BOLIVAR-KM 70**. Tesis de grado. Venezuela: Universidad de Oriente.

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

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.

Oliveros, N. y Romero, H. (2007) **EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA PARTE ESTE DEL AFLORAMIENTO GRANÍTICO CERRO LOS ERMITAÑOS. MUNICIPIO AUTÓNOMO HÉRES, ESTADO BOLÍVAR**. Trabajo de grado. Universidad de Oriente. Núcleo de Bolívar.

Todogeologia (2002) <http://www.litosonline.com/index-s.shtml>, 30 de Junio de 2018

PDVSA, (1969) **LEXICO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA** 15 de Septiembre 2013 Disponible en: [<http://www.lexicoestratigraficodevenezuela.com>]

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

Shadmon, A. (2005) **ASPECTOS GENERALES DE LOS GRANITOS**. 11 de Octubre 2013 Disponible en: [<http://www.litosonline.com/index-s.shtml>].

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

APÉNDICES

APÉNDICE A
ANÁLISIS PETROGRÁFICO MUESTRA M1 A1

ANÁLISIS PETROGRÁFICO

FORMATO: PRAC-MIC-002-1

Total Págs.: 3

Solicitud de servicio: SS-014-16

Muestra N°1: M1 A1

Fecha: 24-05-2016

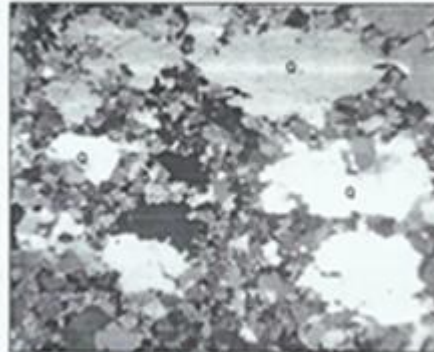
Colector o solicitante: **Machado-Gonzalez**

Analista: Geól. Yecxy Pomonti

Localidad o procedencia: Km 4,7. Vía Ciudad Bolívar. Maripá

Coordenadas:

X: 492726 Y: 915555



Muestra M1 A1 (NX) 10X/2X: Se observa textura xenomórfica granoblástica lobulada, formada por cristales xenoblásticos de tamaño fino a medio, escasos gruesos, donde el feldespato (Fk); el cuarzo (Q) y la plagioclasa (Pl) de menor tamaño forman un mosaico granoblástico de contacto lobulado y los cristales de cuarzo de mayor tamaño están ligeramente aplanados.

Descripción macroscópica de la muestra de mano: En muestra de mano es una roca dura, homogénea, de grano fino a medio, de color gris rosáceo oscuro, se observan máficos ligeramente orientados.

Descripción microscópica de la sección delgada:

Textura: Vista bajo el microscopio se observa una textura xenomórfica granoblástica seriada lobulada, formada por cristales xenoblásticos de tamaño fino a medio, escasos gruesos, donde los cristales de menor tamaño forman un mosaico granoblástico cuyo contacto de grano es lobulado, escasos suturados, los más gruesos están ligeramente aplanados y alargados.

Estructura: Masiva.

Minerales en orden de abundancia decreciente:

Principales	(%)	Accesorios	(%)	Alteración
Feldespato	~45	Opacos, apatito, óxido e hidróxido de hierro y granate.	~3	Caolín y sericita.
Cuarzo	~30			
Plagioclasa	~15			
Máficos	~7			

Clasificación o tipo de roca: Granulita Máfica.

Origen: Metamórfico (Afinidad: Granito/Sienogranito).

Descripción composicional:

Feldespato: Se presenta en cristales xenoblásticos los cuales presentan mayormente desarrollo de textura de exsolución mesoperitítica y peritítica, en menor proporción la típica macla en rejillas de microclino, mayormente de tamaño fino a medio, escasos gruesos, los de menor tamaño forman un mosaico granoblástico de contactos lobulados junto a otros minerales y los más gruesos están ligeramente aplanados, también presentan desarrollo de texturas de exsolución y algunas inclusiones de cuarzo, en



ANÁLISIS PETROGRÁFICO

FORMATO: PRAC-MIC-002-1

Total Págs.: 3

general están ligeramente alterados (caolinitizados/sericitizados) y con recristalización por migración de borde de grano.

Cuarzo: Se presenta en cristales xenoblásticos policristalinos y monocristalinos de tamaño fino a medio, escasos gruesos, los de menor tamaño forman un mosaico granoblástico mayormente de contactos lobulados, algunos suturados junto a otros minerales, los de mayor tamaño se presentan moderadamente aplanados y orientados, en general se observa recristalización por migración de borde de grano, extinción ondulante, ligeras fracturas e inclusiones de plagioclasa.

Plagioclasa Probablemente oligoclasa en cristales xenoblásticos de tamaño fino a medio, formando mosaico granoblástico junto a otros minerales, presenta maclas mayormente tipo albita en menor proporción combinadas (Albita-Carlsbad), ligeramente combadas, difusas y sericitizadas, por último escasos cristales presentan entrecrecimiento de cuarzo en los bordes.

Máficos: Se observan paquetes de máficos asociados y alterados, formando bandas delgadas, orientadas e intermitentes, conformadas por anfíbol, biotita y piroxeno en cristales mayormente irregulares (xenoblásticos), de tamaño medio a fino, con moderada a fuerte alteración, quedando en algunos cristales de anfíbol solo relictos del piroxeno, así como biotita con relictos de anfíbol, hay cristales muy alterados, con aspecto fibrosos donde se dificulta identificar el máfico original, también se observan asociados con opacos y óxidos e hidróxidos de hierro, como producto de sustitución.

Accesorios: Se presentan minerales opacos, óxidos e hidróxidos de hierro, apatito y granate, todos granudo y de tamaño muy fino a fino, los opacos y los óxidos e hidróxidos de hierro se encuentran sustituyendo a los máficos, el apatito está como inclusión en los félsicos y el granate es de tamaño muy fino, hipidioblástico y se observa junto a los máficos.

Fotomicrografía muestra M1 A1 Granulita Máfica.



Muestra M1 A1(NX) 10X/4X: se observan minerales máficos xenoblásticos tales como anfíbol (Hb), biotita y piroxeno (Px), asociados, algunos siendo sustituidos por opacos (Op) o por otro máfico; además hay feldespatos (Fk), cuarzo (Q) y plagioclasa (Pl), todos xenoblásticos.



Muestra M1 A1 (NX) 10X/10X: se observan cristales xenoblásticos mayormente de tamaño fino a medio de feldespatos (Fk), cuarzo (Q) y plagioclasa (Pl), formando un mosaico granoblástico de contactos lobulados.



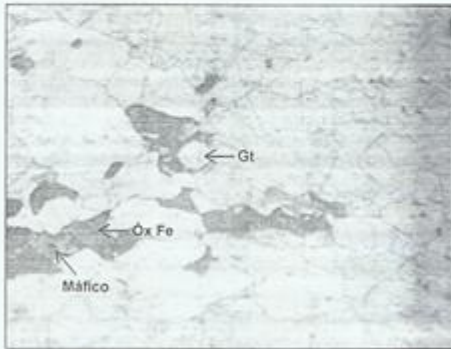
ep

ANÁLISIS PETROGRÁFICO

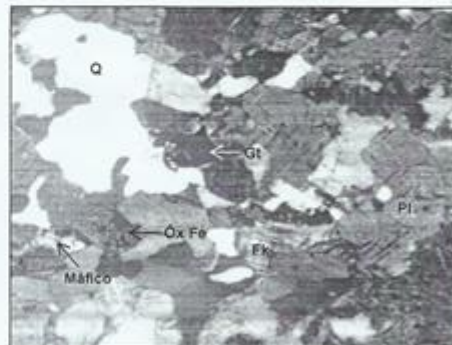
FORMATO: PRAC-MIC-002-1

Total Págs. : 3

Fotomicrografía muestra M1 A1: Granulita Máfica.



Muestra M1 A1(N//) 10X/10X: Se observan óxidos e hidróxidos de hierro (Óx Fe), sustituyendo a los máficos; también cristal hipidioblástico de granate (Gt).



Muestra M1 A1(NX) 10X/10X: Se observan óxidos e hidróxidos de hierro (Óx Fe), sustituyendo a los máficos; junto a estos se observa cristal hipidioblástico de granate (Gt), además hay feldespato (Fk), cuarzo (Q) y plagioclasa (Pl), xenoblásticos.

[Signature]
Geól. Yecy Pomonti
Analista/Responsable de Área

[Signature]
Geól. Ramón Olivares
Coordinador Regional (E)



APÉNDICE B
ANÁLISIS PETROGRÁFICO MUESTRA M3 A2

ANÁLISIS PETROGRÁFICO

FORMATO: PRAC-MIC-002-1

Total Pags: 13

Solicitud de servicio: SS-014-16

Muestra Nº1: M3 A2

Fecha: 24-05-2016

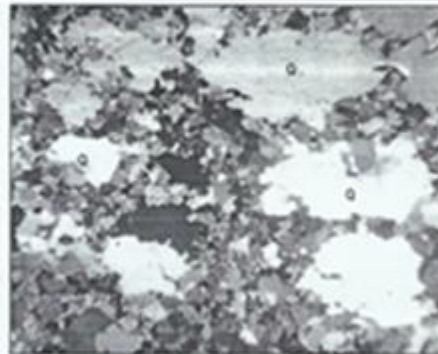
Colector o solicitante: **Machado-Gonzalez**

Analista: Geól. Yecy Pomonti

Localidad o procedencia: Km 4,7. Vía Ciudad Bolívar. Maripá

Coordenadas:

X: 492726 Y: 915555



Muestra M3 A2 (NX) 10X/2X: Se observa textura xenomórfica granoblástica lobulada, formada por cristales xenoblásticos de tamaño fino a medio, escasos gruesos, donde el feldespato (Fk); el cuarzo (Q) y la plagioclasa (Pl) de menor tamaño forman un mosaico granoblástico de contacto lobulado y los cristales de cuarzo de mayor tamaño están ligeramente aplanados.

Descripción macroscópica de la muestra de mano: En muestra de mano es una roca dura, homogénea, de grano fino a medio, de color gris rosáceo oscuro, se observan máficos ligeramente orientados.

Descripción microscópica de la sección delgada:

Textura: Vista bajo el microscopio se observa una textura xenomórfica granoblástica seriada lobulada, formada por cristales xenoblásticos de tamaño fino a medio, escasos gruesos, donde los cristales de menor tamaño forman un mosaico granoblástico cuyo contacto de grano es lobulado, escasos suturados, los más gruesos están ligeramente aplanados y alargados.

Estructura: Masiva.

Minerales en orden de abundancia decreciente:

Principales	(%)	Accesorios	(%)	Alteración
Feldespato	~45	Opacos, apatito, óxido e hidróxido de hierro y granate.	~3	Caolín y sericita.
Cuarzo	~30			
Plagioclasa	~15			
Máficos	~7			

Clasificación o tipo de roca: Granulita Máfica.

Origen: Metamórfico (Afinidad: Granito/Sienogranito).

Descripción composicional:

Feldespato: Se presenta en cristales xenoblásticos los cuales presentan mayormente desarrollo de textura de exsolución mesopertítica y pertítica, en menor proporción la típica macla en rejillas de microclino, mayormente de tamaño fino a medio, escasos gruesos, los de menor tamaño forman un mosaico granoblástico de contactos lobulados junto a otros minerales y los más gruesos están ligeramente aplanados, también presentan desarrollo de texturas de exsolución y algunas inclusiones de cuarzo, en



ANÁLISIS PETROGRÁFICO

FORMATO: PRAC-MIC-002-1

Total Págs. : 3

general están ligeramente alterados (caolinitizados/sericitizados) y con recristalización por migración de borde de grano.

Cuarzo: Se presenta en cristales xenoblásticos policristalinos y monocristalinos de tamaño fino a medio, escasos gruesos, los de menor tamaño forman un mosaico granoblástico mayormente de contactos lobulados, algunos suturados junto a otros minerales, los de mayor tamaño se presentan moderadamente aplanados y orientados, en general se observa recristalización por migración de borde de grano, extinción ondulante, ligeras fracturas e inclusiones de plagioclasa.

Plagioclasa Probablemente oligoclasa en cristales xenoblásticos de tamaño fino a medio, formando mosaico granoblástico junto a otros minerales, presenta maclas mayormente tipo albita en menor proporción combinadas (Albita-Carlsbad), ligeramente combadas, difusas y sericitizadas, por último escasos cristales presentan entrecrecimiento de cuarzo en los bordes.

Máficos: Se observan paquetes de máficos asociados y alterados, formando bandas delgadas, orientadas e intermitentes, conformadas por anfíbol, biotita y piroxeno en cristales mayormente irregulares (xenoblásticos), de tamaño medio a fino, con moderada a fuerte alteración, quedando en algunos cristales de anfíbol solo relictos del piroxeno, así como biotita con relictos de anfíbol, hay cristales muy alterados, con aspecto fibrosos donde se dificulta identificar el máfico original, también se observan asociados con opacos y óxidos e hidróxidos de hierro, como producto de sustitución.

Accesorios: Se presentan minerales opacos, óxidos e hidróxidos de hierro, apatito y granate, todos granudo y de tamaño muy fino a fino, los opacos y los óxidos e hidróxidos de hierro se encuentran sustituyendo a los máficos, el apatito está como inclusión en los félsicos y el granate es de tamaño muy fino, hipidioblástico y se observa junto a los máficos.

Fotomicrografía muestra M3 A2 Granulita Máfica.



Muestra M3 A2 (NX) 10X/4X: se observan minerales máficos xenoblásticos tales como anfíbol (Hb), biotita y piroxeno (Px), asociados, algunos siendo sustituidos por opacos (Op) o por otro máfico; además hay feldespato (Fk), cuarzo (Q) y plagioclasa (Pi), todos xenoblásticos.



Muestra M3 A2 (NX) 10X/10X: se observan cristales xenoblásticos mayormente de tamaño fino a medio de feldespato (Fk), cuarzo (Q) y plagioclasa (Pi) formando un mosaico granoblástico de contactos lobulados.

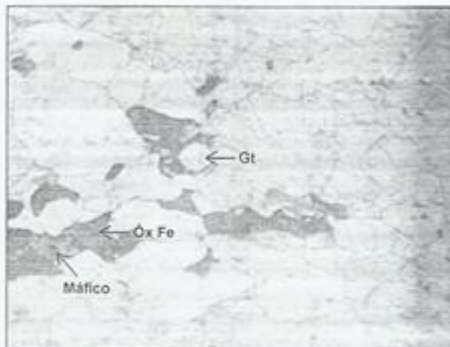


ANÁLISIS PETROGRÁFICO

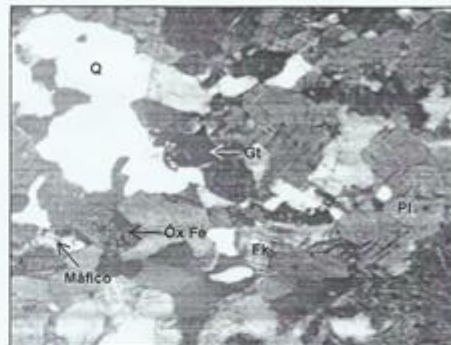
FORMATO: PRAC-MIC-002-1

Total Págs.: 3




Fotomicrografía muestra M3 A2: Granulita Máfica.



Muestra M3 A2(N//) 10X/10X: Se observan óxidos e hidróxidos de hierro (Óx Fe), sustituyendo a los máficos; también cristal hipidioblástico de granate (Gt).



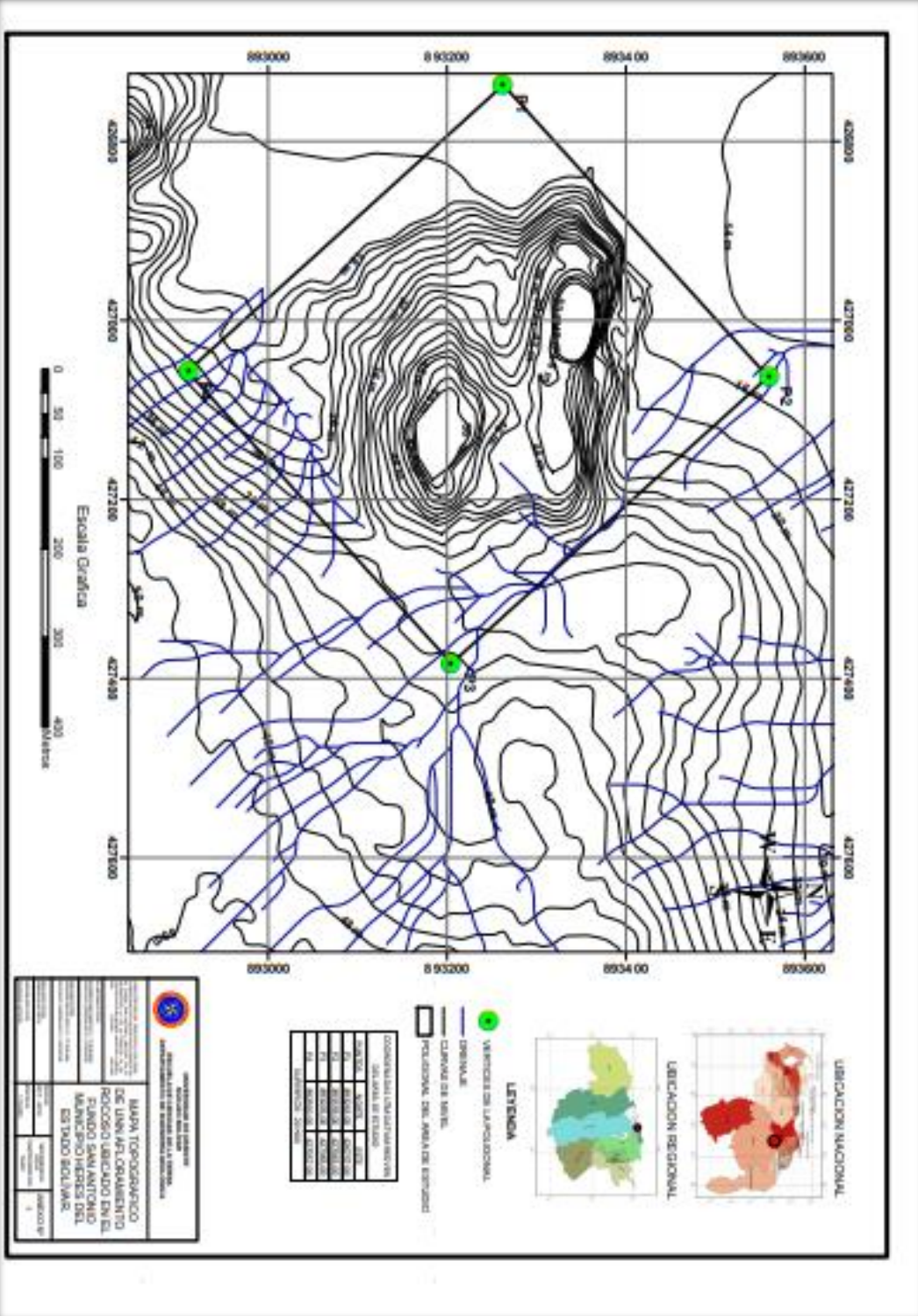
Muestra M3 A2(NX) 10X/10X: Se observan óxidos e hidróxidos de hierro (Óx Fe), sustituyendo a los máficos; junto a estos se observa cristal hipidioblástico de granate (Gt), además hay feldespato (Fk), cuarzo (Q) y plagioclasa (Pl), xenoblásticos.

 Geól. Yecy Pomonti Analista/Responsable de Área	 Geól. Ramón Olivares Coordinador Regional (E)	
---	--	---

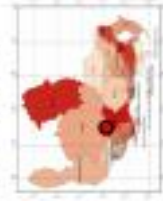
APÉNDICE C
ANÁLISIS QUÍMICO MUESTRA M1 A1

ANEXOS

**MAPA TOPOGRÀFICO DE UN AFLORAMIENTO ROCOSO UBICADO
EN EL FUNDO SAN ANTONIO**



UBICACION NACIONAL



UBICACION REGIONAL



LETENIA

VEREDAS DE LA JURISDICCION

- VEREDAS DE LA JURISDICCION
- CAMINO DE TIENPO
- PUEBLO DEL AREA DE ESTUDIO

COORDENADAS EN UTM NORTE	COORDENADAS EN UTM ESTE	VEREDAS
893150	427550	VEREDA 1
893250	427650	VEREDA 2
893550	427750	VEREDA 3

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y GEOGRAFIA

SECRETARIA DE ECONOMIA

COMISION NACIONAL DE VALUACION

MAPA TOPOGRAFICO

DE LINDA AFUONSAMENTO

POCOSCO UBICADO EN EL

ESTADO SAN ANTONIO

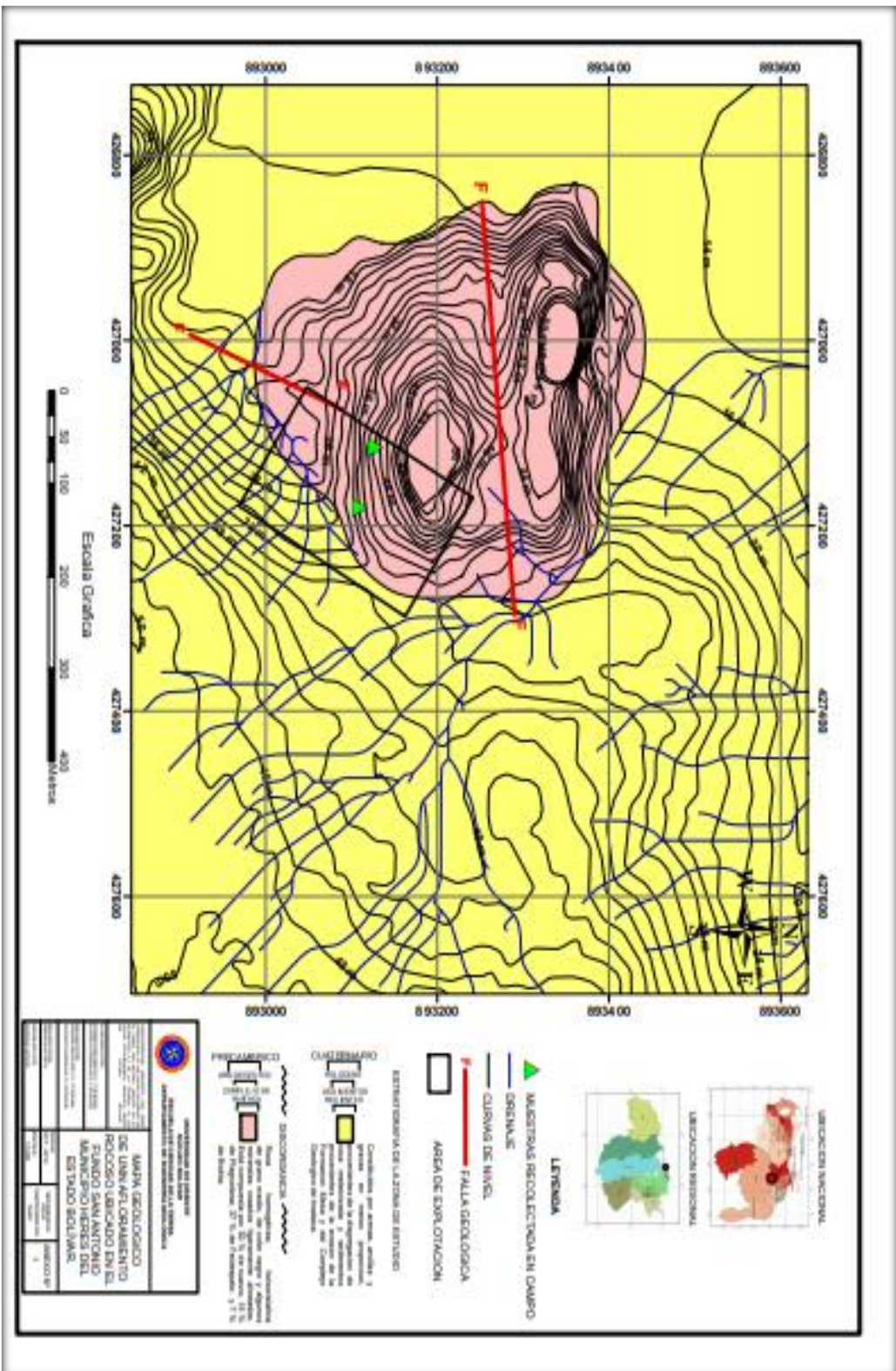
MEXICO

ESTILO SOLIMAR

ESCALA GRAFICA

0 50 100 200 300 400 METROS

**MAPA GEOLÓGICO DE UN AFLORAMIENTO ROCOSO UBICADO EN
EL FUNDO SAN ANTONIO**



 SERVICIO NACIONAL DE SERVICIOS GEOLOGICOS DEL ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE GEOLÓGIA Y MINERÍA	
MAPA GEOLOGICO DE LINEA AEROLANAMIENTO ROCCOSO UBICADO EN EL PÁRAMO SAN ANTONIO MUNICIPIO HEREDIA DEL ESTADO SUCUMBIOS	
Autor: Geólogo Escala: 1:5000 Fecha: 2018	Autor: Geólogo Escala: 1:5000 Fecha: 2018

DESCOMPOSICIÓN
 Este mapa geológico fue elaborado a partir de los datos de campo obtenidos por el geólogo autor del mismo, los cuales fueron verificados por el geólogo responsable de la elaboración del mismo, el Sr. Geólogo, quien es responsable de la exactitud de los datos y de la calidad del trabajo realizado.

CLASIFICACIÓN
 Este mapa geológico fue elaborado de acuerdo a la clasificación de la Comisión de Clasificación de Mapas Geológicos del Ecuador, la cual fue aprobada por el Consejo Nacional de Geología y Minería en el año 1978.

ESTRUCTURATIVA DE LA ZONA DE ESTUDIO
 La zona de estudio se encuentra ubicada en el Páramo San Antonio, Municipio de Heredia, Estado Sucumbios, Ecuador. La zona está conformada por una gran variedad de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. La zona está atravesada por una gran variedad de fallas y fracturas.

LEYENDA

- ▲ MUESTRIAS RECOLECTADAS EN CAMPO
- DRENAL
- CLIMAS DE NIVEL
- FALLA GEOLOGICA
- AREA DE EXPLORACION



UBICACION REGIONAL



UBICACION LOCAL

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

Título	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA CON FINES COMERCIALES DE LAS ROCAS AFLORANTES EN EL FUNDO SAN ANTONIO, UBICADO EN EL KILOMETRO 4,7 DE LA TRONCAL 19, VÍA CIUDAD BOLÍVAR- MARIPA, MUNICIPIO HERES DEL ESTADO BOLÍVAR
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Gustavo González	CVLAC	23.754.706
	e-mail	Gustavoadolfogonz@gmail.com
Edward Machado	CVLAC	17.839.884
	e-mail	Catillo524@gmail.com

Palabras o frases claves:

Caracterización geológica con fines comerciales
Del fundo San antonio
En el kilómetro 4,7
Troncal 19 via Ciudad Bolivar- Maripa
Municipio Heres
Estado Bolívar
Rocas aflorantes
Calculo volumétrico
Gráfico de Wilson

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

Líneas y sublíneas de investigación:

Area	Subárea
Ciencias de la Tierra	Geología

Resumen (abstract):

En la región central del estado Bolívar, municipio Heres, se encuentra un afloramiento granítico, denominado San Antonio, que desde el punto de vista geológico revisten gran importancia debido a su potencialidad geoeconómica, por estas razones se seleccionó esta área como base del estudio para la realización de este trabajo de grado. El objeto de la investigación es caracterizar geológica y químicamente el afloramiento del cerro San Antonio, ubicado en la región norte del estado Bolívar, cercano al Río Orinoco, donde afloran rocas pertenecientes a la Provincia Geológica de Imataca y sedimentos recientes pertenecientes a la Formación Mesa. La metodología utilizada para la elaboración de este estudio consta básicamente de 5 fases. La primera es la etapa de recopilación bibliográfica y cartográfica del área de estudio. La segunda fase es de campo, en la cual se delimitó el afloramiento, se realizó el levantamiento geológico y topográfico respectivo midiendo y anotando las estructuras presentes en el afloramiento en un corte; tales como dirección, forma, estructuras geológicas. También se hizo la recolección de 4 muestras de rocas frescas previendo que éstas no estuviesen fracturadas ni meteorizadas y marcando su ubicación con G.P.S. La tercera fase fue de laboratorio, donde se realizaron una serie de ensayos petrográficos y químicos a las muestras de rocas. El análisis petrográfico indicó que las muestras ensayadas corresponden a Gneiss Granito de color gris a negro, su mineralogía promedio es de 37 % de Feldespato. Le siguen en orden de abundancia decreciente cuarzo (30 %), Plagioclasa (15%) y por último se presenta mica biotita (7%). La cuarta fase correspondió a la interpretación y discusión de resultados, donde se integró toda la información recolectada, tanto de campo como de oficina. La quinta etapa, se llevó a cabo la organización del informe final. El afloramiento granítico posee un volumen minero neto de 109.959.554,82 m³, de los cuales se comercializa el 30%, lo que representa 32.987.866,64 m³. Asumiendo una tasa de explotación de 45.000 m³/año, se garantiza una vida útil del recurso de 733 años.

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

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Enrique Acosta	ROL	C <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	5.082.874
	e-mail	acosta.enrique176@gmail.com
	e-mail	
José Simón González	ROL	C <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	13.015.360
	e-mail	jsgonzalez78@gmail.com
	e-mail	
Jacques Edlibi	ROL	C <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	12.189.882
	e-mail	jacquesedlibi@hotmail.com
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2018	11	16

Lenguaje Spa

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

Archivo(s):

Nombre de archivo
Tesis- Caracterización geológica con fines comerciales de las rocas aflorares del fundo San Antonio.docx
Tesis- Caracterización geológica con fines comerciales de las rocas aflorares del fundo San Antonio.pdf

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:

Pre-grado

Área de Estudio:

Departamento de Geología

Otra(s) 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"**.

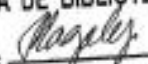
Letido el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Publicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,


JUAN A. BOLANOS CUVELO
Secretario



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

C.C: Rectoría, Vicerrectoría Administrativa, Decanos de los Niveles, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Contraloría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Telesistemas, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/marija

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 1

AUTOR 2

TUTOR