

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



**“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y QUÍMICA DE LOS
AFLORAMIENTOS ROCOSOS UBICADOS ADYACENTE A LA
CANTERA ORINOCO, SECTOR GUAIMIRE, MUNICIPIO
ANGOSTURA DEL ORINOCO, CIUDAD BOLÍVAR ESTADO
BOLÍVAR”**

**TRABAJO FINAL DE
GRADO PRESENTADO POR
LAS BACHILLERES
PALMA RIVERA SANDRA
GABRIELA Y TABATE
ROMERO NAYMARI DEL
VALLE PARA OPTAR AL
TÍTULO DE GEOLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, AGOSTO DE 2022

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



ACTA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado titulado **“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y QUÍMICO DE LOS AFLORAMIENTOS ROCOSOS UBICADO ADYACENTE A LA CANTERA ORINOCO, SECTOR GUAIMIRE, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, CIUDAD BOLÍVAR ESTADO BOLÍVAR”**, presentado por las bachilleres **Palma Rivera Sandra Gabriela y Tabate Romero Naymari del Valle**, portadora de la cedula de identidad 20.774.803 y 18.948.941 respectivamente, como requisito parcial para optar al título de **GEÓLOGO**, ha sido **APROBADO** de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

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

Ciudad Bolívar _____ de _____ 2022.

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos y además haberme llevado por el camino correcto, gracias a su infinita bondad y amor.

A mi madre Ana Rivera, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien; pero más que nada por su amor.

A mi padre Reyes Palma, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundido siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis familiares, a mi hermana Sandra Daniela Palma; por creer en mí, y por su ayuda en esta etapa de mi vida.

A mis amigas, por todo lo que vivimos y por su influencia en mi vida, y muy especialmente a Sandymary Bueno y Naymari Tabate, ya que sin ustedes cumplir mis sueños, habría sido más difícil. Gracias por infundirme ánimos y compartir conmigo sus conocimientos y porque sin ustedes no habría sido lo mismo.

A la Universidad por haberme dado cobijo y conocimientos y por las lecciones que aprendí en ella.

PALMA RIVERA SANDRA GABRIELA

AGRADECIMIENTO

Hoy al culminar mi carrera universitaria, después de tanto sacrificio para lograr dicha meta, quiero dedicar mi esfuerzo a todas las personas que siempre me dieron su apoyo y fueron mi inspiración para seguir adelante, especialmente:

A Dios, por estar conmigo en todo momento, guiándome, ayudándome e infundiéndome sabiduría e inteligencia, dándome fortaleza para seguir adelante y lograr mis objetivos propuestos.

A mis padres porque sin escatimar esfuerzos alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme, y porque nunca podre pagar sus desvelos ni aun con la riqueza más grande del mundo. Por lo que soy y por todo el tiempo que les robe pensando en mí.

PALMA RIVERA SANDRA GABRIELA

DEDICATORIA

A mi Dios Todopoderoso por haberme dado entereza capacidad, impulso para alcanzar el objetivo que siempre soñé.

A mis hijos Nayleth, Josmar y Sofía por motivarme cada día a seguir capacitándome y esforzándome para ser de ejemplo para ustedes.

A mis padres por haber confiado en mí, por haberme enseñado todas las cosas buenas de la vida las cuales me han servido para ser quien soy en estos momentos, por darme todo su cariño y amor.

A todas esas personas quienes con su apoyo y confianza incondicional, me impulsaron a alcanzar una de mis más grandes metas; gracias a Dios por cada uno de los obstáculos que encontré en el camino, porque ellos me enseñaron a crecer como persona.

TABATE ROMERO NAYMAR DEL VALLE

AGRADECIMIENTO

Primero que todo quiero agradecer a Dios por ser la fuente de fe en la cual me refugio en los momentos difíciles.

A mi madre Estrella Romero, por ser parte de éste logro tan importante en mi vida. “te quiero mucho”.

A mi padre Luis Tabate, por ser mi apoyo y ayudarme en los momentos difíciles.

A la Universidad de Oriente Núcleo Bolívar por ser esa casa de estudio que me acogió durante mi proceso de formación profesional.

Al profesor Enrique Acosta por brindarme las herramientas y la oportunidad de elaborar mi trabajo de grado.

A todos los profesores por darme los conocimientos y formación profesional.

A mis compañeros de estudio por haber sido excelentes compañeros y amigos.

A todos muchas gracias, Dios los bendiga

TABATE ROMERO NAYMAR DEL VALLE

RESUMEN

Se realizó una evaluación geológica y el cálculo de recursos a unos afloramientos rocosos, para determinar su potencial desde el punto de vista de cantera. El mismo se encuentra ubicado en el Km. 18 de la Carretera vieja Ciudad Bolívar-Puerto Ordaz, Jurisdicción del Municipio Angostura, del Estado Bolívar, Venezuela, ocupando una superficie aproximada de 800 hectáreas; adyacente a una cantera de piedra picada, en explotación. Para lograr los objetivos propuestos, se siguió un diseño metodológico descriptivo y de campo, dividido en 4 etapas. La primera fue la revisión bibliográfica y cartográfica. Para la revisión bibliográfica se consideraron trabajos, tesis de grado; así como información de empresas relacionadas con la extracción de granito. La revisión cartográfica, se basó en el estudio de la hoja cartográfica 7540 (Marhuanta), a escala 1:100.000 e imágenes satelitales. La segunda fase fue de trabajo de campo, en la cual se delimitó el afloramiento, se realizó el levantamiento geológico respectivo. La identificación de los diferentes tipos de litologías presentes en y sus alrededores, se hizo mediante los levantamientos de geología de superficie. En esta etapa se tomaron ocho (8) muestras de roca fresca sobre los afloramientos, las cuales, previamente habían sido arrancadas a percusión con una mandarina de 15 kilos. Estas muestras fueron cartografiadas y etiquetadas para su identificación y posteriores análisis petrográficos. La tercera etapa fue de laboratorio y consistió en hacer ensayos petrográficos a las muestras de rocas seleccionadas. Los ensayos fueron practicados en el laboratorio Geológico de INGEOMIN. De acuerdo a los análisis de laboratorio y la bibliografía consultada, se concluye que el área explorada pertenece a la Provincia Geológica de Imataca, y a la faja litotectónica de Ciudad Bolívar. El nombre comercial del afloramiento es Salmón Guayana. El cálculo de recursos del área es de 69.260.821,00 m³, que explotado a razón de 4.000 m³/año, tiene una vida útil de 12 años. El afloramiento granítico tiene la facilidad de acceso, además de una localización favorable, cercana a la cantera activa Orinoco, lo hacen atractivo para la realización de una negociación con la cantera a cielo abierto, para futuras expansiones de los frentes de trabajo.

CONTENIDO

	Página
HOJA DE APROBACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN.....	vii
CONTENIDO	viii
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xi
ANEXO.....	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.SITUACION A INVESTIGAR	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Objetivos de la investigación	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Justificación.....	4
1.4 Alcance de la investigación	4
1.5 Limitaciones de la investigación	5
CAPÍTULO II. GENERALIDADES	6
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio	6
2.2 Accesibilidad.....	7
2.3 Características físico naturales de la zona de estudio	9
2.3.1 Clima.....	9
2.3.2 Vegetación.....	10
2.3.3 Suelo.....	11
2.3.4 Geomorfología	12
2.4 Geología regional	13
2.4.1 Complejo de Imataca	13
2.4.2 Fajas de Ascanio	15
2.4.2.1. Faja de Ciudad Bolívar.....	16

CAPÍTULO III.18MARCO TEÓRICO	18
3.1 Antecedentes de la investigación	18
3.2 Fundamentos teoricos	¡Error! Marcador no definido.
3.2.1. Propiedades especificas que condicionan la calidad de los afloramientos graniticos	¡Error! Marcador no definido.
3.2.1.1 Morfologia	19
3.2.1.2 Fracturacion.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2 Cracteristicas de la roca	¡Error! Marcador no definido.
3.2..2.1 Composicion	¡Error! Marcador no definido.
3.2..2.2 Color.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2.3 Granulometria	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2.4 Textura	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2.5 La homogeneidad	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2.6 La oxidacion.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2.7 Efecto de la meteorixacion de la roca	¡Error! Marcador no definido.
3.2.3 Caracteristicas petrograficas	¡Error! Marcador no definido.
3.2.4 Sistema de clasificacion para rocas igneas.....	¡Error! Marcador no definido.
3.3 Definicion de terminos basicos	¡Error! Marcador no definido.
3.3.1 Geologia	¡Error! Marcador no definido.
3.3.2 Geomorfologia	¡Error! Marcador no definido.
3.3.3 Topografia	27
3.3.4 Tectonica	27
3.3.5 Tectonismo	27
3.3.6 Relieve.....	27
3.3.7 Buzamiento	28
3.2.8 Rumbo	28
3.3.9 Azimut.....	28
3.3.10 Estructuras geologicas.....	29
3.3.11 Fallas	29
3.3.12 Partes de una falla	29
3.3.13 Tipos de fallas	¡Error! Marcador no definido.
3.3.14 Pliegues	¡Error! Marcador no definido.
3.3.14.1 Anticlinales	32
3.3.14.2 Sinclinales.....	31
3.3.15 Diaclasa.....	32
3.4 Calculo de recursos.....	32
CAPÍTULO IV.METODOLÓGIA	355
4.1 Tipo de investigación	¡Error! Marcador no definido.
4.1.1 Investigacion descriptiva.....	40
4.1.2 Iinvestigación exploratoria.....	¡Error! Marcador no definido.

4.2	Diseño de la investigación	41
4.2.1	Diseño de la investigación documental.....	36
4.2.2	Diseño de la investigación de campo.....	37
4.3	Poblacion de la investigación.....	37
4.4	Muestras de la investigación	38
4.5	Tecnicas e instrumentos de la recoleccion de datos.....	38
4.5.1	Tecnica de recoleccion de datos.....	38
4.5.2	Instrumentos de recoleccion de datos	39
4.6	Fluogramade la metodologia.....	40
4.6.1	Etapa I Tabajo de oficina	41
4.6.2	Etapa II trabajo de campo.....	42
4.6.2.1	Reconocimiento de los afloramientos.....	43
4.6.2.3	Levantamiento topográfico y geológico	43
4.6.2.3	Muestreo y fotografías del afloramiento.....	45
4.6.3	Etapa II trabajo de laboratorio.....	46
4.6.3.1	Muestra de rocas	46
4.6.3.2	Análisis e interpretación de los resultados	47
4.6.4	Etapa IV procesamiento de la información	48
4.6.4.1	Elaboración del mapa topográfico	48
4.6.4.2	Elaboración del plano geológico.....	49
4.6.5	Redacción del informe final.....	49
CAPÍTULO V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS		50
5.1	Identificación de las unidades litológicas mediante la geología de superficie.....	50
5.1.1	Unidades litológicas.....	51
5.1.1.1	Unidad de rocas graníticas (sienogranitos)	¡Error! Marcador no definido.
5.1.1.2	Unidad de rocas sedimentarias	¡Error! Marcador no definido.
5.1.2	Geología estructural	¡Error! Marcador no definido.
5.2	Efectuar el muestreo de rocas para para la determinación de la mineralogía	¡Error! Marcador no definido.
5.2.1	Muestra M-1.....	54
5.2.1.1	Descripción de la muestra	¡Error! Marcador no definido.
5.2.2	Muestra M- 4.....	55
5.2.2.1	Descripción de muestra	5¡Error! Marcador no definido.
5.3	Elaboración de la cartografía geológica del área mediante la confección de los mapas topográficos y geológicos	58
5.4	Cálculo del recurso rocoso de los afloramientos adyacentes a la cantera Orinoco, mediante el método de las secciones y vida útil.....	59
5.4.1	Sección topográfica NE-S.....	60
5.4.2	Sección topográfica NW-SE	60
5.4.3	Vida útil del yacimiento	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		62

Conclusiones	62
Recomendaciones.....	63
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	64

LISTA DE TABLAS

	Página
2.1 Ubicación en coordenadas U.T.M del área de estudio.....	7
2.2 Promedio de los parámetros climáticos considerados en la zona de estudio desde 1989 a 2000	9
5.1 Minerales en orden decreciente de la Muestra M-1.....	¡Error! Marcador no definido.
5.2 Minerales en orden decreciente de la Muestra M-4.....	57

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación de la zona de estudio (Google Earth, 2021).....	6
2.2 Principal vía de acceso a la zona de estudio (Google Earth, 2021)	8
2.3 Ubicación del punto de inicio en la troncal 19)carretera vieja Ciudad Bolívar- Puerto Ordaz.....	8
2.4. Vegetación en el área de estudio	10
2.5 Suelo arcilloso constituido por arenas de grano fino y arcillas.....	11
2.6 Tipos de relieves presentes en el área de estudio.....	12
2.7 Mapa generalizado de Escudo de Guayana (Sidder, W y Mendoza, V1995)	14
2.8 Relación entre fajas tecto-litológicas y yacimientos de granitos ornamentales (Rodríguez, E1997).....	16
3.1 Diagrama de clasificación de rocas ígneas (QAFP) (Streckeisen, 1978)	¡Error! Marcador no definido.
3.2 Método de las Áreas (Manual Land Desktop en Geominas, 2000).	¡Error! Marcador no definido.
4.1 Flujo de la metodología.....	40
4.2 Hoja de cartografía Marhuanta 7540 a escala 1:100000; año 1970).....	41
4.3 Imagen satelital Google Earth 2021, indicando el área de estudio y cantera adyacente.....	¡Error! Marcador no definido.
4.4 Reconocimiento de uno de los afloramientos en la zona de estudio	¡Error! Marcador no definido.
4.5 Levantamiento de una falla en un afloramiento ubicado al SW.	43
4.6. Materiales y equipos usados durante la exploración.....	44
4.7 Set de muestras recolectadas en la zona de estudio	45
4.8 Descripción macroscópica de una muestra de roca granítica.....	¡Error! Marcador no definido.

4.9 Mapa base topografico elaborado con curvas de nivel extraidas de la imagen satelital Google Earth 2019	¡Error! Marcador no definido.
5.1 Imagen geológico-estructural de la imagen Google Earth correspondiente a la zona de estudio	51
5.2 Mediciones de Sistema de fracturas conjugadas en las rocas graniticas (El mango de la mandarina apunta al norte.	¡Error! Marcador no definido.
5.3. Sills de gabro, emplazado en una zona de cizallaDescripcion microscopica de la Muestra M-1.....	¡Error! Marcador no definido.
5.4. Descripcion microscopica de la Muestra M-4.	53
5.5. Muestras de rocas con dos tamaños de grano	¡Error! Marcador no definido.
5.6. Mapa geologico-estructural de afloramientos adyacentes a la cantera Orinoco.	¡Error! Marcador no definido.
5.7 Seccines topograficas trazadas en los afloramientos de la zona.	59
5.8 Sección NE-SW para el cálculo del recurso granítico.....	60
5.9 Sección NW-SE para el cálculo del recurso granítico.....	61

ANEXO

- A. Mapa topográfico del Cerro San Juan.
- B. Mapa geológico del Cerro San Juan.

INTRODUCCIÓN

El escudo de Guayana aporta el 100% de las rocas graníticas de uso ornamental y de ese porcentaje, es extraído casi exclusivamente de la Provincia geológica de Imataca, la cual está conformada litológicamente por gneises graníticos, charnoquitas y migmatitas, fuertemente deformadas y de edades superiores a los 3.600 millones de años.

Estos afloramientos se presentan en campo muy oxidados, ocultando su belleza y las propiedades de la roca. Una vez que se localiza un afloramiento comercialmente explotable, se organiza una cantera a cielo abierto, cuyo fin es extraer bloques graníticos, los cuales son posteriormente enviados a telares, donde son cortados en láminas, para su posterior pulida. Una vez que la lámina es pulida, se puede observar su composición, textura, color y diversidad de formas. Estas propiedades son las que le dan el valor a la lámina de granito. Sus usos son ilimitados, pueden ser usadas para topes de cocinas, pisos, recubrimientos de paredes y proyectos arquitectónicos. Guayana debe sentirse orgullosa porque sus afloramientos recubren obras emblemáticas nacionales e internacionales

La presente investigación se estructura en cinco capítulos. En el capítulo I se presenta el planteamiento del problema, los objetivos, justificación y alcance del estudio. El capítulo II corresponde a las generalidades, en el capítulo III, las bases teóricas, la metodología empleada para el desarrollo de la investigación, se desarrolla en el capítulo IV, el capítulo V se destinó a la presentación y análisis de los resultados obtenidos en cada una de la etapas de la metodología aplicada, por último se presentaran las conclusiones y recomendaciones generadas del análisis de los resultados como consecuencia final del estudio.

CAPÍTULO I

SITUACION A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

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

El área de estudio pertenece a la Provincia Geológica de Imataca, la cual contiene un recurso económico que constituye un potencial dentro los yacimientos no metálicos como lo es el granito. Para seleccionar un afloramiento que pueda generar un interés comercial, es necesario que contenga una serie de aspectos geológicos relevantes para realizar una evaluación.

Dado que el afloramiento rocoso situado en las inmediaciones de la Cantera, Municipio Heres del estado Bolívar esta desprovisto de vegetación en su mayor parte, los propietarios del terreno adyacente, a la cantera, tomaron la decisión de realizar una evaluación geológica, para determinar la viabilidad económica y su posible uso como piedra picada.

Para tal fin, y para obtener una información más detallada, de la zona a estudiar, se programó un trabajo de campo que comprende las labores de exploración,

levantamiento geológico y la toma de muestra de roca. Las mismas serán enviadas al laboratorio petrográfico del Instituto de Geología y Minas (INGEOMIN), para determinar su composición mineralógica y descripción petrográfica; para predecir su comportamiento y durabilidad en el uso al que se le va a destinar, además de la resistencia a los agentes atmosféricos a que van a ser sometidos.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Caracterizar geológica y químicamente del afloramiento rocoso ubicado adyacente a la Cantera Orinoco, sector Guaimire, Municipio Angostura del Orinoco, Ciudad Bolívar Estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Identificar las unidades litológicas presentes en los afloramientos rocosos, adyacente a la Cantera Orinoco, mediante la geología de superficie.
2. Efectuar el muestreo de rocas para la determinación de la mineralogía mediante análisis petrográfico.
3. Elaborar la cartografía geológica del área mediante la elaboración de los

mapas topográfico y geológico.

4. Calcular el recurso rocoso de los afloramientos adyacente a la Cantera Orinoco, mediante el método computarizado de las secciones y su vida útil.

1.3 Justificación

Este estudio se justifica, porque permitió obtener una serie de datos que van a ser utilizados para determinar si los afloramientos rocosos, ubicados en las inmediaciones de la Cantera Orinoco, es la continuación de la fila en explotación; a su vez, si es apto para continuar con su aprovechado, como piedra picada. De esta manera se aporta a la empresa interesada de la información requerida para llevar cabo las labores de explotación a cielo abierto.

1.4 Alcance de la investigación

La realización de este trabajo permitió a la empresa cercana los afloramientos, tener potencialmente, unas reservas del material no renovables, en sitio de fácil acceso y condiciones geológicas y morfológicas favorables para continuar con la cantera.

1.5 Limitaciones de la investigación

Dentro de las limitaciones que se presentaron durante la realización de este trabajo señalamos el difícil acceso a ciertas zonas, debido a la morfología escarpada del terreno y características de la vegetación densa (bosque espeso), que dificulta el acceso a los afloramientos y la determinación precisa de los contactos geológicos.

Tampoco se cuenta con equipos de perforación para poder determinar el grado y profundidad de la meteorización de los cuerpos rocosos así como su espesor verdadero en las zonas donde el contacto no se encuentra bien definido.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada en el Km. 18 de la carretera vieja Troncal 19, que une a las poblaciones de Ciudad Bolívar y Puerto Ordaz, medidos a partir del Distribuidor Marhuanta en dirección Puerto Ordaz. Abarca un rectángulo de 4 km largo por 2 km de ancho, lo que representa una extensión territorial de 8 hectareas. Geográficamente se sitúa en la margen derecho de la Troncal 19, entre los Ríos Candelaria y Guaimire (Figura 2.1).



Figura 2.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio (Google Earth, 2019)

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

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

VÉRTICE	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
A	464.000	894.000
B	468.000	894.000
C	468.000	892.000
D	464.000	892.000

2.2 Accesibilidad

El acceso a la zona de estudio, se realizó a través de las carreteras asfaltadas Troncal 19, que unen a los centros poblados de Ciudad Bolívar y Puerto Ordaz, en el km 18, entre los ríos Candelaria y Guaimire. La forma del acceso fue usando un vehículo Sedan, por el regular estado de la vía y la relativa cercanía del área a la carretera. (Figuras 2.2 y 2.3).



Figura 2.2 Principal vía de acceso a la zona en estudio (Google Earth, 2021)



Figura 2.3 Ubicación del punto de inicio en la Troncal 19 (Carretera Vieja Ciudad Bolívar-Puerto Ordaz)

2.3 Características físico naturales de la zona de estudio

2.3.1 Clima

De acuerdo a la clasificación climática establecida por Kopen, el clima imperante en la zona de estudio es de tipo subtropical húmedo, que se divide en una estación de la cual la más larga se extiende desde el mes de Mayo hasta Octubre y la más corta comprende, desde noviembre hasta diciembre y una estación seca que se extiende desde el mes de enero hasta abril (C.V.G.- Tecmin, 1989).

En la Tabla Tabla 2.2 se hace un resumen de los promedios de los diferentes parámetros analizados por la empresa C.V.G.- Tecmin, 1989, teniendo como base la estación meteorológica de Ciudad Bolívar, con sede en el aeropuerto de esta ciudad.

Tabla 2.2. Promedios de los parámetros climáticos considerados en la zona de estudio desde 1989 a 2000

Temperatura_____	28 °C
Temperatura mínima a media_____	24 °C
Temperatura máxima a media_____	35 °C
Humedad relativa media anual _____	79 %
Pluviosidad promedio anual _____	1002 mm
Precipitación máxima total _____	1050 mm
Precipitación mínima total _____	0.739 mm
Dirección del viento: Noreste.	

2.3.2 Vegetación

La vegetación existente en los alrededores de las áreas, es predominantemente baja, representada en su mayoría por grandes extensiones de sabanas arboladas compuestas casi en un 100% por la especie *Curatella Americana* (Chaparro), alcornoques, la cual se encuentra asociada con especies gramíneas, paja peluda y paja llanera (Figura 2.4).



Figura 2.4 Vegetación en el área de estudio

En las zonas bajas ó vegas, morichales, existen bromelias y franjas poco extensas de bosques de galería con árboles que no sobrepasan los 5 m de altura.

2.3.3 Suelos

En la zona de estudio la cobertura del suelo es mayormente arenoso en superficie y cubierto por fragmentos angulosos de cuarzo, de varios tamaños, observándose generalmente entre lomas que conforman el paisaje de pleniplanicies. Los suelos que se han desarrollado en esta zona, son el producto de la desintegración, meteorización y erosión de las rocas graníticas que constituyen el basamento ígneo metamórfico predominante en el área de estudio, y de antiguas vetas de cuarzo, actualmente fragmentada en forma de bloques pequeños.

Estas tierras tienen limitaciones para uso con fines agropecuarios, siendo las principales: baja fertilidad natural, debido a la acidez suministrada por el cuarzo, y baja capacidad de retención de humedad. (Figura 2.5).



Figura 2.5 Suelo arcilloso constituido por arenas de grano fino y arcillas

2.3.4 Geomorfología

En la zona se distinguen dos (2) tipos de relieves: relieve de vega y relieve de glacis.

El relieve de glacis, comprende pendientes comprendidas entre el 8 % al 10 %. Está constituido por bloques angulosos de varios tamaños, de fragmentos de rocas y de cuarzo.

El relieve de vega comprende alturas comprendidas entre 130 m y 96 m sobre el nivel del mar (msnm).



Figura 2.6 Tipos de relieves presentes en el área de estudio

2.4 Geología regional

El Escudo de Guayana se extiende al Sur del río Orinoco y ocupa algo más del 50% de la superficie de Venezuela. Está litológicamente formado por rocas precámbricas, es decir, antes de la Era Paleozoica o Primaria. Estas rocas constituyen una de las formaciones geológicas más antiguas del mundo. La composición del macizo está representada, fundamentalmente, por rocas ígneas producidas por la solidificación magmática en el fondo de los mares primitivos, que posteriormente emergieron como grandes bloques continentales; luego, el metamorfismo influyó en la transformación de parte de estas rocas y de otras más jóvenes, que fueron apareciendo (González de Juana, 1980).

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

2.4.1 Complejo de Imataca

El término “Complejo de Imataca”, lo introduce Chase en 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 (Léxico Estratigráfico de Venezuela, 1969), 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.

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

Mendoza, (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 (Figura 2.7).

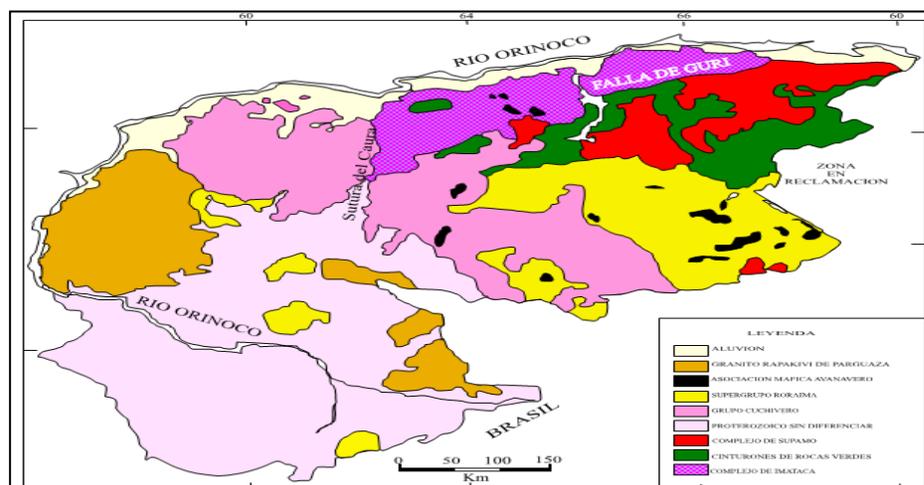


Figura 2.7 Mapa geológico generalizado del Escudo de Guayana (Sidder, W y Mendoza, V. 1995)

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 (Ascanio, G. 1971), se interpretan también como zonas donde chocaron placas menores, cuya estabilización contribuyó a la formación del Complejo de Imataca.

2.4.2 Fajas de Ascanio

En la zona comprendida entre el Río Aro y el Río Caroni, Ascanio, G (1971) 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 2.8).

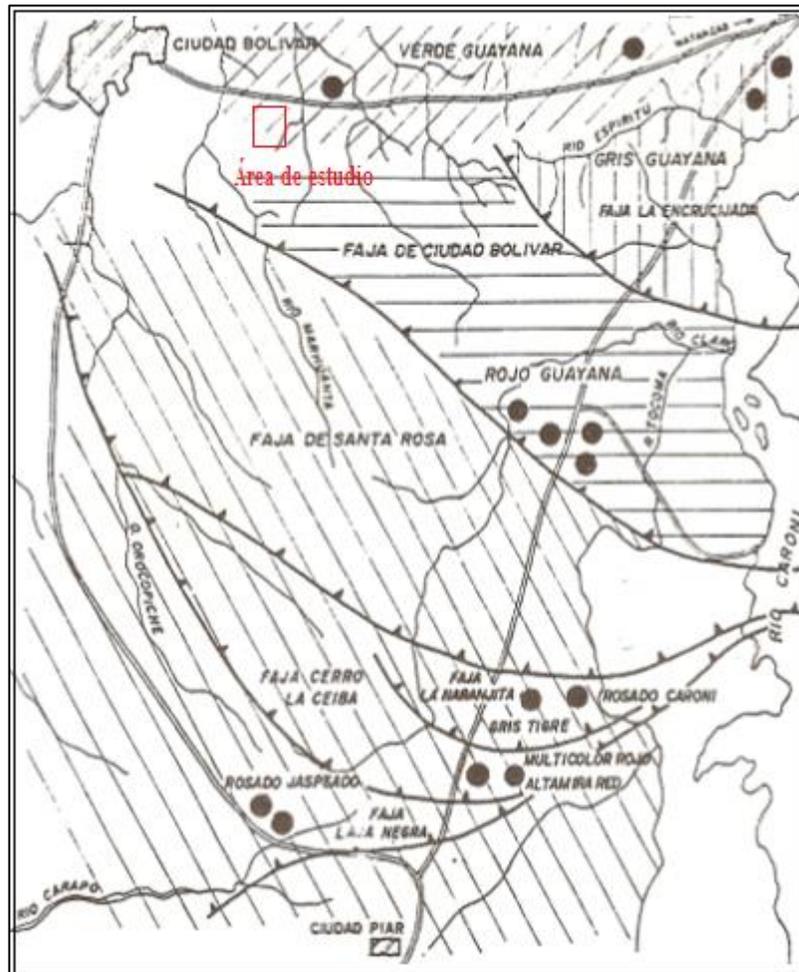


Figura 2.8 Relación entre fajas tecto-litológicas y yacimientos de granitos ornamentales (Rodríguez, E. 1997)

2.4.2.1. Faja de Ciudad Bolívar:

Constituida por gneises cuarzo-feldespáticos de grano grueso, generalmente granatíferos, intercalados con esquistos y anfíbolitas. 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 $N 60^{\circ} W$. 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.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

A continuación se reseñan los estudios geológicos regionales o de reconocimiento. Se destaca la geología del Complejo de Imataca de edad Arqueozoica que se denominó inicialmente “Serie Imataca”.

El nombre de Serie de Imataca fue introducido por primera vez en la literatura geológica por Newhouse y Zuloaga (1929). Zuloaga y Tello (1939) describen la asociación Real Corona – El Torno hacia el lado norte del complejo de Imataca. Bellizzia y Martín Bellizzia (1956), redefinieron la serie de Imataca para abarcar e incluir en ella toda la secuencia de rocas metamórficas de alto grado. Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera. C.A (C.V.G. Técmin. 1991b).

Más tarde Short y Steenken (1962) denominaron Grupo Imataca, y Chase (1965) introduce el término Complejo de Imataca, por considerar "que la complejidad de la estructura, hace improbable que se logre la determinación de una sucesión inequívoca de formaciones dentro del conjunto", y lo describe, en el cuadrilátero Adjuntas - Panamo, como una secuencia estratigráfica de gneises intensamente metamorfizadas, con intercalaciones de granito (Mendoza, V. 2005).

Ascanio, G. (1975) Considera que el complejo consta de siete bloques de rocas, cada uno con expresión fisiográfica propia, determinada por la composición fisiográfica y la estructura. Los contratos entre los bloques están definidos por líneas que siguen al pie de las faldas de las montañas, o el curso de algunos ríos y riachuelos. Al colocar en el mapa las edades determinadas por Hurley y otros, (1977) en Ascanio (1975), se observa que cuatro bloques de 3000 m.a., son adyacentes o están intercalados con los otros tres bloques de 2700 m.a.

3.2 Fundamentos teóricos

Son elementos básicos necesarios para la comprensión del tema tratado.

3.2.1 Propiedades específicas que condicionan la calidad de los afloramientos de granitos

Entre estas tenemos: el fracturamiento y la morfología

3.2.1.1 Morfología

Con el estudio de la morfología del afloramiento y su entorno se pretende conocer las características geométricas del macizo (límites superficiales, potencia, zonaciones litológicas, etc.), lo que resulta imprescindible para ser una primera valoración del potencial del macizo (LOEMCO, 1995).

3.2.1.2 Fracturación

Se estudia atendiendo principalmente al número de familia de diaclasas y a los espaciados entre ellas, es decir, a la densidad del diaclasado, ya que es éste el principal parámetro que condiciona el tamaño de bloque a extraer. Una red de diaclasas poco espaciada invalida el uso de la roca con fines ornamentales, un diaclasado medio permite la extracción de bloques comerciales solo en ciertos sectores y un diaclasado escaso o muy espaciado favorece la extracción de un gran número de bloques y, por tanto un aprovechamiento alto o muy alto del yacimiento (LOEMCO, 1995).

3.2.2 Características de la roca

Entre ellas tenemos: la composición, el color, la granulometría, la textura, la homogeneidad y la oxidación.

3.2.2.1 Composición

El conocimiento de la composición mineralogía de la roca es de gran interés, ya que es una propiedad que condiciona decisivamente su carácter ornamente ornamental. Para determinar esta propiedad es necesario efectuar una serie de análisis petrográficos (LOEMCO, 1995).

3.2.2.2 Color

El color cambia y se pone oscuro hacia los gabros con la disminución de la cantidad de cuarzo. La presencia de biotita negra da un color de gris a negro. Los colores vivos, vienen del feldespato con diferentes tintes, rojos o rosado con pigmentos de hematita (óxido de hierro), verde con lentejuelas de clorita en vía de alteración. Azul, por la presencia de (óxido de cobre). El color más frecuente, es el gris a gris azulado claro o fuerte según los matices de los constituyentes (LOEMCO, 1995).

3.2.2.3 Granulometría

El grano depende de la velocidad del enfriamiento, mientras más rápido sea, el grano será más fino e inversamente, determinando de esta forma el perfil ornamental de la roca (LOEMCO, 1995).

3.2.2.4 Textura

Es un factor importante, la cual toma en cuenta la disposición de los minerales. A nivel del yacimiento, la textura homogénea, con o sin orientación privilegiada de algunos minerales, permite seleccionar zonas de interés para la explotación (LOEMCO, 1995).

3.2.2.5 La homogeneidad

Se define a partir de los cambios de facies, variaciones de color y discontinuidades, siendo necesario conocer cada una de ellos ya que tienen una importancia directa en la canterabilidad de la roca (Montes. E., 2004).

3.2.2.6 La oxidación

Es un factor decisivo en el aprovechamiento del yacimiento ya que su presencia y distribución. Por sí misma, pueden obligar al abandono de todo o una parte del mismo con independencia del resto de los criterios, incluso aunque estos sean muy positivos para la explotación (LOEMCO, 1995).

3.2.2.7 Efecto de la meteorización de la roca

Tal como puede observarse en el campo. Una meteorización es baja cuando la costra alterada es menor o igual a 2 cm., media si la costra tiene entre 2 y 20 cm., y alta si es mayor de 20 cm (LOEMCO, 1995).

3.2.3 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.

3.2.4 Sistema de clasificación para rocas ígneas

El sistema de clasificación de las rocas es el propuesto por (Streckeisen, 1978) mediante el Diagrama QAPF. El diagrama consiste en un doble diagrama triangular utilizado para clasificar rocas ígneas según su composición mineralógica. El acrónimo, QAPF, corresponde a "Cuarzo (en inglés: Quartz), feldespato alcalino (en inglés: Alkali feldspar), Plagioclasa, Feldespatoide". Estos son los grupos minerales para la clasificación en el diagrama QAPF. Los porcentajes de Q, A, P y F son recalculados para que su suma sea 100%

En función de su abundancia los minerales pueden ser componentes esenciales, cuando aparecen en un porcentaje al 5% y su presencia sirve para definir la roca, y componentes accesorios, si su contenido es inferior al 5%, de forma que su presencia o ausencia no afecta al tipo de roca.

Teniendo en cuenta el contenido de los minerales, entre los componentes esenciales existe el color claro (Félsicos), como el cuarzo y los feldespatos, y los de color oscuro (Máficos) como las micas, los anfíboles, los piroxenos y el olivino.

1. 50% a A y 50% a P
2. Antipértitas: Asignar el vértice P

Para muchos autores el sistema de clasificación de estas rocas es el propuesto por (Streckeisen, 1978) mediante el Diagrama QAPF siguiendo los criterios que se mencionan a continuación:

Estas rocas se clasifican básicamente cuando se establece a qué vértice (A o P) se asigna las pertitas. En este sentido, se ha propuesto lo siguiente:

1. Si los feldespatos son pertíticos, se asignarán al vértice A, puesto que en ellos domina el feldespato alcalino frente a la plagioclasa.

2. Si los feldespatos son mesopertíticos, se reparten a partes iguales entre el vértice A y el P, ya que feldespato alcalino y plagioclasa (normalmente oligoclasa o andesina) aparecen en proporción semejante (Figura 3.1).

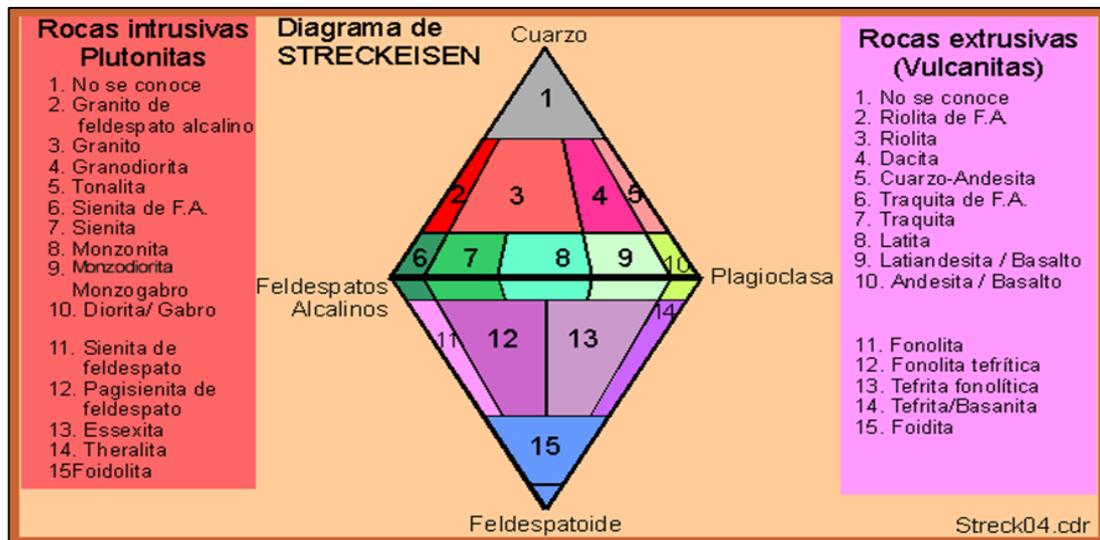


Figura 3.1 Diagrama de clasificación de rocas ígneas (QAFP) (Streckeisen, 1978)

3. Si los feldespatos son antipertíticos, se asignan al vértice P, siendo la mayor parte del feldespato de tipo andesina, salvo el alcalino que es albita.

3.3 Definición de términos básicos

Son conceptos y definiciones que facilitan la comprensión del tema tratado.

3.3.1 Geología

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

3.3.2 Geomorfología

Es la ciencia que estudia las formas terrestres. Descripción e interpretación de las características del relieve terrestre. Por su campo de estudio, la geomorfología tiene vinculaciones con otras ciencias. Uno de los modelos geomorfológicos más popularizados explica que las formas de la superficie terrestre es el resultado de un balance dinámico que evoluciona en el tiempo entre procesos constructivos y destructivos, dinámica que se conoce de manera genérica como ciclo geográfico (Thombury, W. 1960).

3.3.3 Topografía

La topografía es una disciplina o técnica que se encarga de describir de una forma muy detallada la superficie de un terreno, pero no solo se limita a realizar la elevación de campos en los terrenos sino que posee componentes edición y redacción

cartográfica, que se encarga de estudiar las elaboraciones de los mapas geográficos (García, Y. 2014).

3.3.4 Tectónica

Es la parte de la geología que estudia la estructura de la corteza terrestre, la disposición de los materiales que la constituye y las causas que han provocado su disposición peculiar (Velázquez, V.2012).

3.3.5 Tectonismo

Es el conjunto de movimientos de gran magnitud que afectan la corteza terrestre y provocan que las capas rocosas se deformen, rompan y reacomoden. Los movimientos tectónicos pueden ser orogénicos y epirogénicos (Velázquez, V. 2012).

3.3.6 Relieve

Configuraciones de la superficie de la tierra que toman diferentes formas y están producidos por procesos naturales, es fundamental en los estudios del clima y en la distribución de la floresta. Estos accidentes geográficos se clasifican según su tipología como formaciones montañosas, llanuras y depresiones, y su dibujo responde a la acción del clima y los elementos; a procesos internos de la Tierra, como el movimiento de placas tectónicas; (Strahler, A. 1989).

3.3.7 Buzamiento

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

3.3.8 Rumbo

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

3.3.9 Azimut

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

3.3.10 Estructuras geológicas

Es un factor dominante de control de las formas del relieve y se reflejan en ellas, las cuales se presentan como manifestaciones directas de las mismas en un área determinada, donde las masas de roca poseen algunas características o aspectos que constituyen una estructura. El estudio de las disposiciones y el significado de las mismas dentro de la geología, se estudian en la geología estructural (Thombury, W. 1960).

3.3.11 Fallas

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

3.3.12 Partes de una falla

En el plano morfológico, las fallas pueden tener un protagonismo bien visible en el terreno.

Se llama plano de falla a la superficie de ruptura por el que se desplazan los estratos. Si el plano de falla está pulido y estriado decimos que es un espejo de falla.

En este caso se pueden dar fenómenos de metamorfismo dinámico (Iriondo, M. 2007).

Se llama labio de falla, o bloque, a los fragmentos separados por el plano de falla. Distinguimos entre bloque elevado, el que asciende, y bloque hundido, el que desciende. Se llama línea de falla a la línea de contacto entre el labio inferior y el plano de falla (Iriondo, M. 2007).

Se llama salto de falla, o escarpe, a la altura total del desplazamiento medido de manera vertical. Si el desgarro se produce de manera horizontal, en el mismo plano (sin salto de falla) decimos que se trata de un desgarre (Iriondo, M. 2007).

3.3.13 Tipos de fallas

Fallas con desplazamiento vertical: se denominan fallas con desplazamiento vertical en las que el movimiento es fundamentalmente paralelo al buzamiento de la superficie de falla. Los dos tipos principales de fallas con desplazamiento vertical se denominan fallas normales y fallas inversas (Tarbuck, E y Lutgens, F. 2005).

- ✓ Fallas normales: las fallas con desplazamiento vertical se clasifican como fallas normales cuando el bloque de techo se desplaza hacia abajo en relación con el bloque de muro (Tarbuck, E y Lutgens, F. 2005).

- ✓ Fallas inversas: las fallas inversas y los cabalgamientos son fallas con desplazamiento vertical en las cuales el bloque de techo se mueve hacia arriba con respecto al bloque de muro (Tarbuck, E y Lutgens, F. 2005).

3.3.14 Pliegues

Durante la formación de las montañas, las rocas sedimentarias y volcánicas suelen doblarse en una serie de ondulaciones semejantes a ondas denominadas pliegues. Los tipos de pliegues más comunes se denominan anticlinales y sinclinales (Tarbuck, E y Lutgens, F. 2005).

3.3.14.1 Anticlinales

Un anticlinal se forma casi siempre por plegamiento convexo, o arqueamiento de las capas de roca, en la cual los estratos más antiguos se encuentran en el centro. Esto se produce generalmente cuando los estratos se pliegan hacia arriba (Tarbuck, E y Lutgens, F. 2005).

3.3.14.2 Sinclinales

Asociados a menudo con los anticlinales, se encuentran los pliegues cóncavos, o surcos, denominados sinclinales. Una estructura en la cual los estratos más jóvenes

se encuentran en el centro. Esto ocurre casi siempre cuando los estratos se pliegan hacia abajo. (Tarbuck, E y Lutgens, F. 2005).

3.3.15 Diaclasa

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

3.4 Cálculo de recursos

Para este método se utiliza las secciones obtenidas de los mapas topográficos y la información geológica obtenida de las perforaciones, trazando áreas de influencia en cada perforación de cada una de las secciones (Manual Land Desktop en Geominas, 2000) (Figura 3.2).

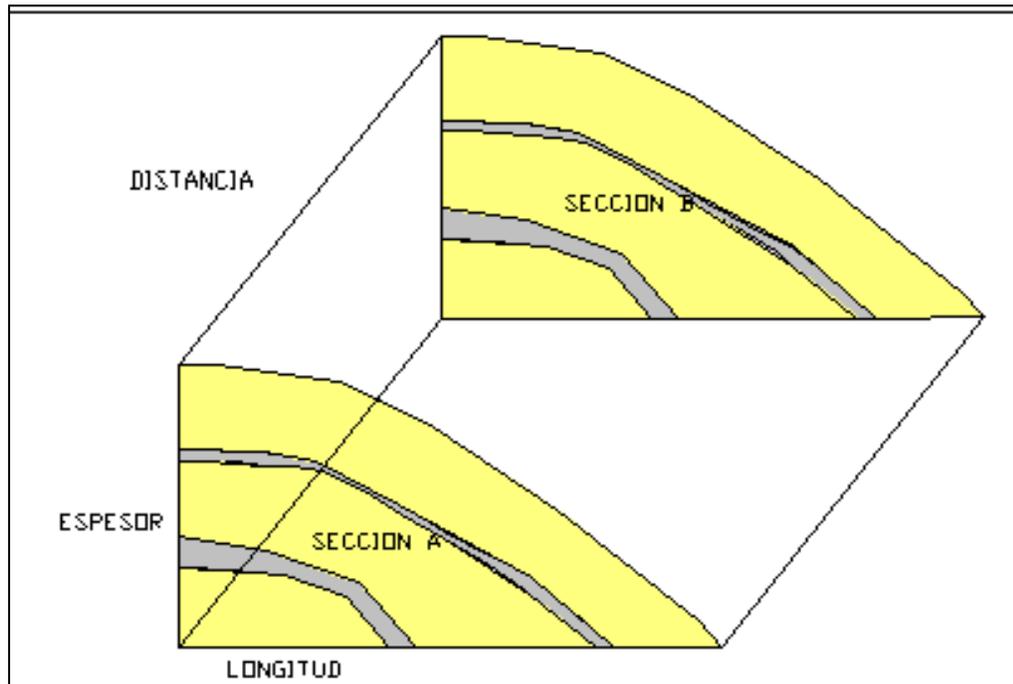


Figura 3.2 Método de las Áreas (Manual Land Desktop en Geominas, 2000)

El cálculo se realiza de la siguiente forma:

1. Trazado de las secciones verticales y horizontales (Manual Land Desktop en Geominas, 2000).
2. Cálculo del área ocupada de cada sección por medio de la fórmula. (Ecuación 3.1) (Manual Land Desktop).

$$A: E \times L \quad (3.1)$$

Donde:

A: Área a calcular.

E: Espesor de la unidad.

L: Longitud de la unidad.

3. Se calcula el volumen de cada bloque entre dos secciones por medio de siguiente ecuación:

$$\text{Vol: } A \times \text{Dist} \quad (3.2)$$

Donde:

Vol: Volumen de mineral entre las secciones.

A: Área promedio entre las dos secciones.

Dist: Distancia entre las secciones.

4. Se calcula el volumen total. (Manual Land Desktop en Geominas, 2000).

5. Se calcula el tonelaje total multiplicando el volumen total por la densidad del material. (Manual Land Desktop en Geominas, 2000).

CAPÍTULO IV

METODOLÓGIA

4.1 Tipo de investigación

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

4.1.1 Investigación descriptiva

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

Este proyecto de investigación es descriptivo, porque consiste en la representación de la geología local y composición mineralógica; mediante la representación de sus unidades litológicas y ensayos petrográficos.

4.1.2 Investigación exploratoria

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

El presente trabajo de investigación aplica una investigación exploratoria, ya que el afloramiento rocoso es un área poco explorada a nivel local; por lo que este proyecto consiste en la búsqueda de la exploración a detalle, para la determinación de sus características geológicas.

4.2 Diseño de la investigación

De acuerdo a lo citado por Arias, F. (2006), este proyecto de investigación corresponde a un diseño documental y de campo.

4.2.1 Diseño de investigación documental

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

Este estudio presenta un diseño documental en el que se efectuó en primer lugar una recopilación e interpretación de información bibliográfica de trabajos previos y la nomenclatura escrita del sitio de trabajo. En segundo lugar, la recopilación e interpretación de la información cartográfica es proporcionada por los mapas topográficos y geológicos existentes, la cual es necesaria para tener una visión del área y evaluar las estructuras geológicas predominantes.

4.2.2 Diseño de la investigación de campo

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

Esta investigación corresponde a un diseño de campo, debido a que se lleva a cabo en una recolección de muestras de rocas, las cuales se tomaron mediante las visitas y el trabajo de campo; es decir, directamente sobre el afloramiento y los alrededores del área en estudio.

4.3 Población de la investigación

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

En el caso de esta investigación la población, está referida a todo el afloramiento rocoso adyacente a la Cantera Orinoco.

4.4 Muestras de la investigación

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

En este caso particular, el muestreo se realizará en forma aleatoria, detallando donde el afloramiento presente cambios texturales o de coloración. Se recolectaron en total ocho (8) muestras de mano, para que el muestreo sea representativo. Todas las muestras recolectadas se describieron macroscópicamente y luego, se seleccionaron las muestras más representativas del afloramiento para la aplicación de los ensayos petrográficos. Estas muestras se tomaron de la forma aleatoria, o sea a percusión, usando una mandarria de 15 kilos.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Son los diferentes métodos y herramientas usados por el investigador para alcanzar los objetivos planteados.

4.5.1 Técnica de recolección de datos

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

En esta investigación se hizo de forma directa e indirecta. La forma indirecta de recolección de datos fue mediante la revisión bibliográfica, publicaciones en internet y trabajos previos. También se revisaron imágenes de satélite para la realización de mapas.

La observación directa, permitió observar e identificar de forma física, los aspectos de las rocas mediante descripciones de muestras de mano obtenidas del afloramiento y las mediciones de estructuras y actitudes geológicas, tales como rumbos y buzamientos.

4.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Dentro de los instrumentos que se emplearon están: lápiz, libreta de campo, mapas, cámara fotográfica de alta resolución, GPS Garmin 60 Csx, lupa de geólogo, vehículo rústico para transporte, e imagen Asterdem. Los mapas se elaboraron cartografiando los puntos GPS, sobre dicha imagen.

A fin de lograr los objetivos, se realizó la recopilación de información, el reconocimiento geológico y las actividades de campo, las cuales fueron divididas en cuatro (4) etapas y se presentan en un Flujograma.

4.6 Flujograma de la metodología

Importa y por muchas razones señalar que la metodología simboliza la organización de todas las fases de investigación en un proyecto, el cual genera una serie de resultados y posibles soluciones, a diversos problemas que se manifiesten. En el presente estudio se elaboró un Flujograma sistematizado en cuatro (4) facetas, que serán descritas en el Diseño de la Investigación, en atención a las actividades y problemática planteada. (Figura 4.1).

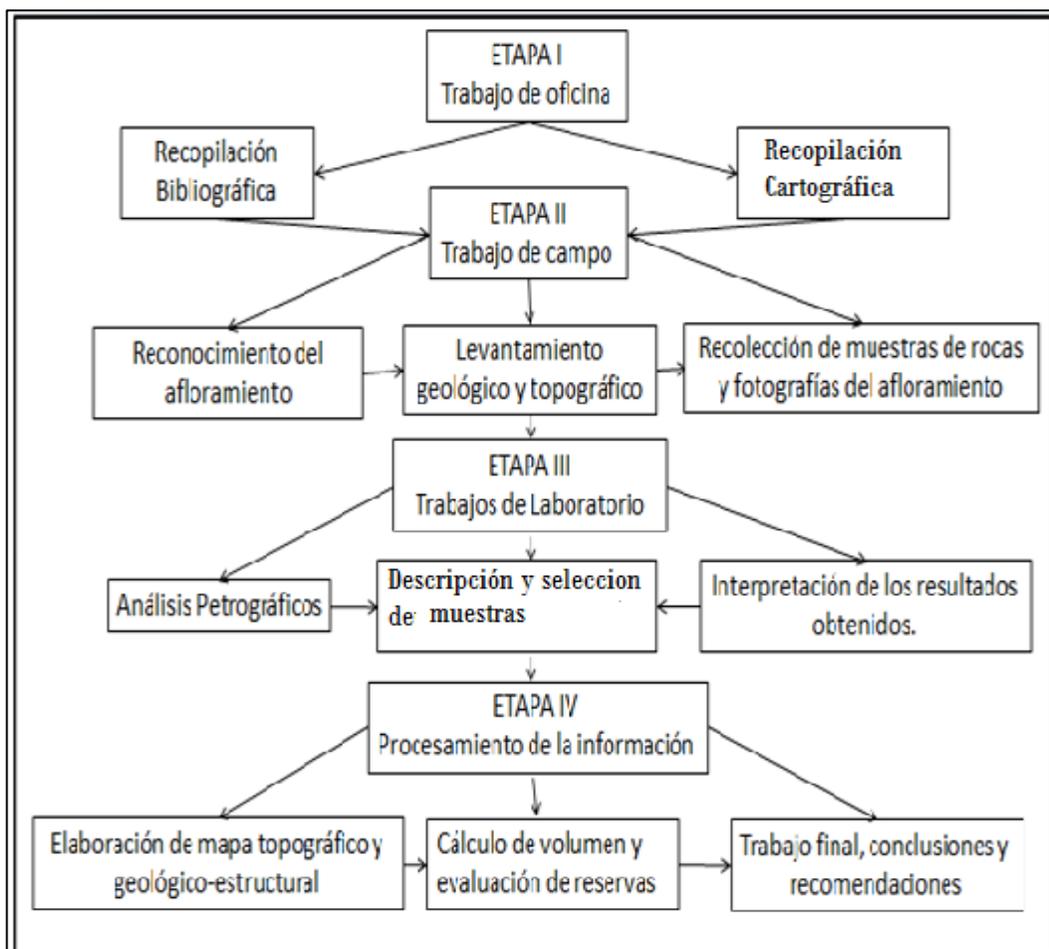


Figura 4.1 Flujograma de la metodología

4.6.1 Etapa I Trabajo de oficina

Se refiere a la etapa inicial de todo proyecto de investigación. Ésta, comprende la recopilación bibliográfica y cartográfica.

4.6.1.1 Recopilación bibliográfica y cartográfica

Esta fase de trabajo se llevó a cabo seleccionando información relacionada al tema, en textos, tesis de grado y publicaciones, que tratan sobre la geología y trabajos geológicos, realizados en zonas cercanas al área de estudio. Se ejecutó la revisión cartográfica de la Hoja 7540 (Marhuanta), a escala 1:100.000, del Instituto Cartográfico Simón Bolívar (Figura 4.2).

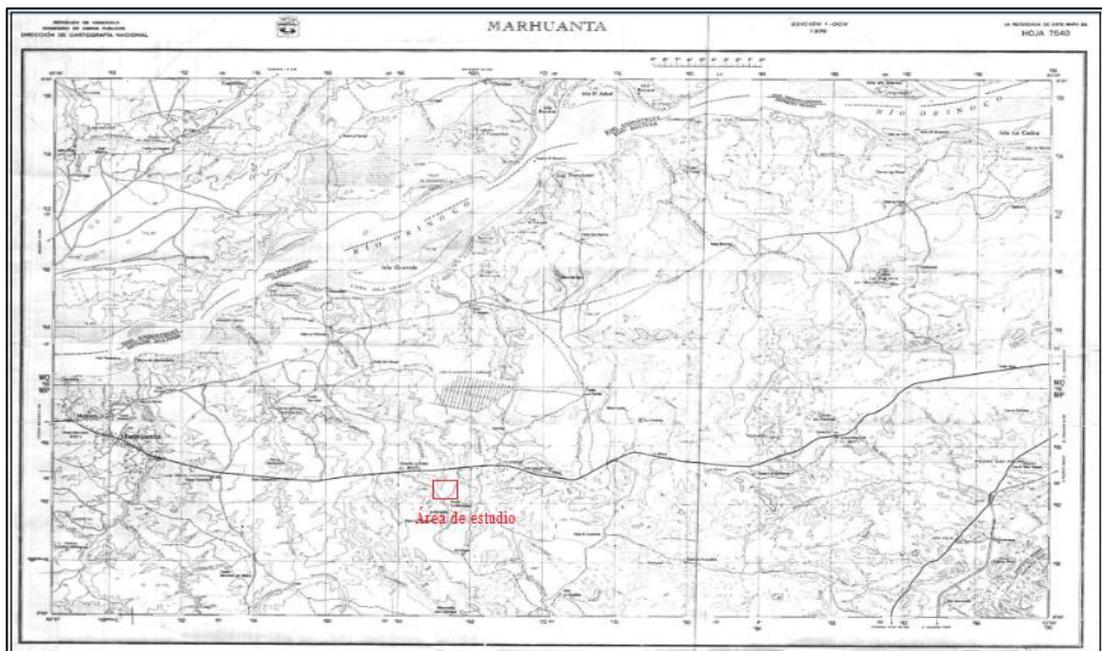


Figura 4.2 Hoja cartográfica Marhuanta 7540 a escala 1: 100000, año 1970

También se visualizó a imagen satelital Google Earth, año 2021. (Figura 4.3).



Figura 4.3 Imagen satelital Google Earth 2021, indicando el área de estudio y la Cantera adyacente

4.6.2 Etapa II Trabajo de campo

Ésta consistió en planificar y desarrollar las actividades de campo durante un lapso de dos (2) días, donde se consideró la logística, vehículo y materiales necesarios.

También se planificaron las actividades a desarrolladas sobre los afloramientos y puntos cercanos. De igual forma se describieron las características físico-naturales del área.

4.6.2.1 Reconocimiento de los afloramientos

Las labores de exploración consistieron en realizar un reconocimiento geológico general del área de estudio, además de observar e identificar las estructuras presentes, ubicación geográfica de afloramientos, selección del lugar por donde se inició el levantamiento geológico y por otro lado, verificar áreas de fácil acceso y estado de las vías (Figura 4.4).

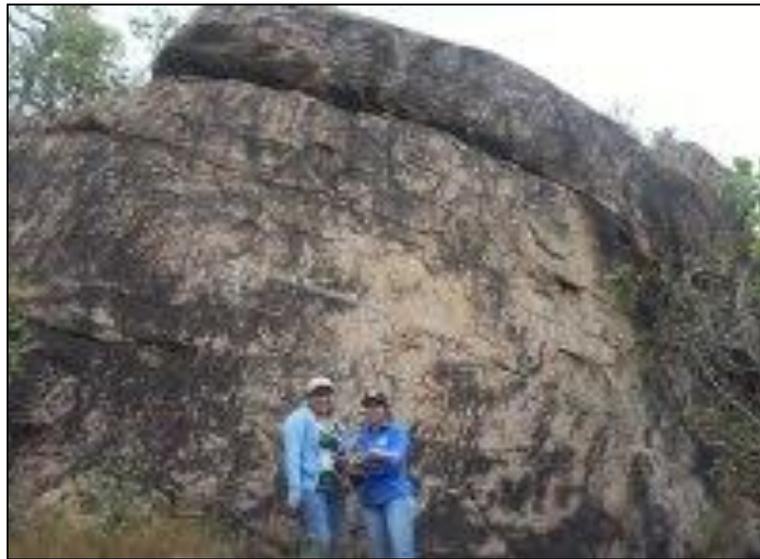


Figura 4.4 Reconocimiento de uno de los afloramientos en la zona de estudio

4.6.2.2 Levantamiento topográfico y geológico

Durante esta etapa, se realizó un levantamiento topográfico y geológico. Para el levantamiento topográfico se utilizó un Geoposicionador Satelital (GPS), de última generación, con el cual se posicionaron los puntos, con coordenadas y sus

respectivas elevaciones. Igualmente, durante los recorridos de los afloramientos se observaron estructuras geológicas, a quienes se les midió rumbo y buzamiento y posteriormente se cartografiaron. Estas estructuras fueron: diaclasas, zona de cizalla y sistema de diaclasas conjugadas, los cuales, posteriormente fueron representados en el mapa geológico. (Figura 4.5)



Figura 4.5 Levantamiento de una falla en un afloramiento ubicado al SW

Los materiales y equipos utilizados para la ejecución del levantamiento y la obtención de las muestras son los siguientes: brújula Bruntom, cinta métrica, mandarina de 15 kg., lupas 10X de geólogo, bolsas para muestras, marcadores, tirro, lápices de grafito, libretas de campo, identificativo para las bolsas, computadora portátil, vehículo rústico, Geoposicionador Satelital (GPS), cámara digital, piquetas, botas para campo y machetes. (Figura 4.6).



Figura 4.6 Materiales y equipos usados durante la exploración

4.6.2.3 Muestreo y fotografías del afloramiento

Se colectaron ocho (8) muestras de rocas, usando el método tradicional de percusión, con una mandarina de 15 Kg. Las muestras extraídas fueron superficiales. Estas muestras fueron rotuladas y marcada su posición con el GPS (Figura 4.7).



Figura 4.7 Set de muestras recolectadas en la zona de estudio

Seguidamente, con la ayuda de una lupa de geólogo, se procedió a realizar la descripción macroscópica (Figura 4.8).



Figura 4.8 Descripción macroscópica de una muestra de roca granítica

4.6.3 Etapa III Trabajos de laboratorio

Consiste en todas las actividades relacionadas con la preparación física y etiquetado de muestras.

4.6.3.1 Muestras de roca

De todas las muestras recolectas, por la homogeneidad que presentaban se escogieron dos (2), para análisis petrográficos. Las muestras fueron llevadas a los

laboratorios del Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN), región Guayana, para ser sometidas a los análisis petrográficos.

A continuación se describen los análisis petrográficos:

➤ **Análisis petrográfico:** Con respecto al examen microscópico fue necesario dar a la muestra la forma más adecuada, lo que implica que deben ser láminas llamadas secciones finas, de superficies aproximadas a 2 cm^2 ($2 \times 1\text{ cm}^2$) y un espesor de 100 micras (Foo y Abbud, op. cit.). Las láminas finas se tallan sobre una placa de vidrio con agua y abrasivo grueso, de modo que queden labradas, planas y brillantes (no pulimentadas). Después de lavar y secar bien la lámina, se pega por el lado brillante con bálsamo de Canadá, previamente hervido, sobre un portaobjetos y se talla por el otro lado sobre una plancha de vidrio con un abrasivo fino hasta alcanzar el grado de finura necesario (32 micras de espesor entre el cubreobjeto y la muestra).

4.6.3.2 Análisis e interpretación de los resultados

Este aspecto de la etapa III, se fundamenta en demostrar los valores derivados, de los distintos análisis efectuados a las muestras del afloramiento, los cuales indicarán, el mejor uso para este yacimiento. Este punto se aclara con detalle en el capítulo V.

4.6.4 Etapa IV Procesamiento de la información

Esta etapa consiste en compilar y reunir toda la información obtenida tanto en campo, como en oficina para la elaboración y cumplimiento de los objetivos.

4.6.4.1 Elaboración del mapa topográfico

A la imagen de Google Earth se le aplica la herramienta RUTA y se crea una nube de puntos en toda la imagen. Esta RUTA se Exportó a un archivo KMZ. Este archivo KMZ se introduce en un portal WEB que lo transforma en un archivo ASKED con coordenadas geográficas (Figura 4.9).

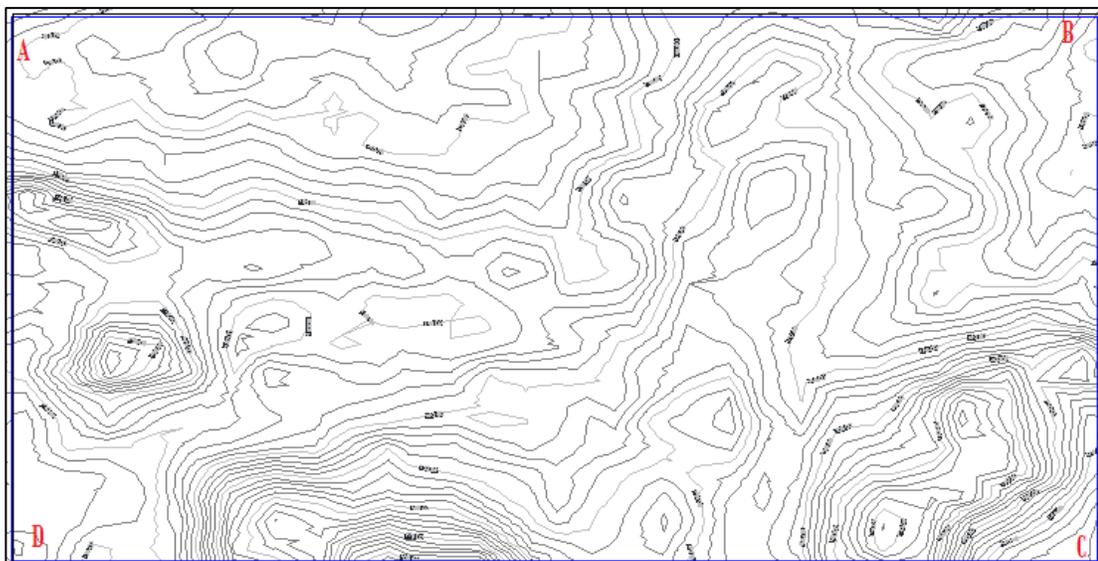


Figura 4.9 Mapa base topográfico elaborado con curvas de nivel extraídas de la imagen satelital Google Earth 2019

Luego este archivo ASKED transfiere al programa Global Mapper y este crea una nube de puntos X,Y,Z. Finalmente este archivo se traslada al Programa AUTOCAD donde se dibujan las curvas de nivel

4.6.4.2 Elaboración del plano geológico

Esta parte comprendió la elaboración del mapa geológico en función de las coordenadas U.T.M, que se obtuvieron en campo utilizando un GPS, brújula y otros equipos.

Cada litología fue cartografiada en el mapa topográfico base, tratando de ser lo más exacto posible. Los contactos geológicos y estructuras, tales como fallas y diaclasas fueron observados y medidos en campo. Toda la información se plasmó a mano y después ese mapa de campo se envió a la mesa de dibujo.

4.6.5 Redacción del informe final

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

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

En este capítulo se reportan y discuten: la interpretación de la imagen satelital Google Earth, complementada con el mapa topográfico 7540 (Marhuanta), los resultados de las actividades de campo y de laboratorio, sintetizados en el mapa geológico, los resultados de los diferentes ensayos petrográficos realizados a las muestras de roca y los puntos de muestreos.

5.1 Identificación de las unidades litológicas mediante la geología de superficie

Gracias a la combinación de la imagen satelital Google Earth y la hoja topográfica, apoyado con la geología de superficie, se pudieron diferenciar las litologías presentes y estructuras geológicas.

5.1.1 Unidades litológicas

En la zona de estudio, se cartografiaron dos (02) unidades litológicas bien diferenciadas, las cuales se describen de base a tope (Figura 5.1).

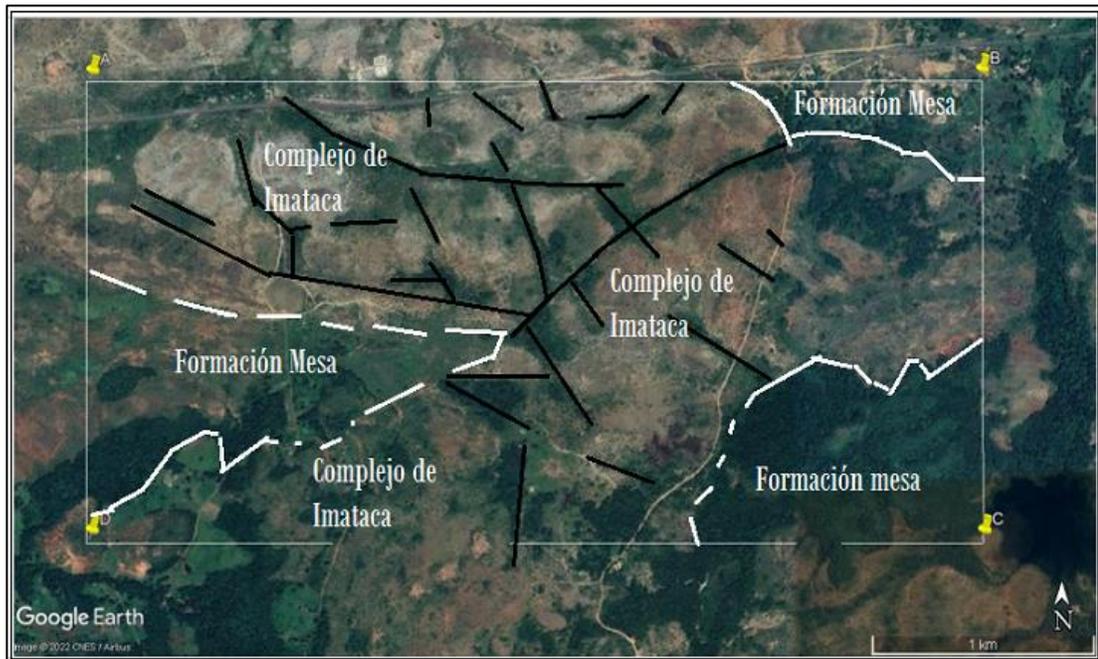


Figura 5.1 Interpretación geológico-estructural de la imagen Google Earth correspondiente a la zona de estudio

5.1.1.1 Unidad de rocas graníticas (Sienogranitos)

Es la unidad más importante, y sobre la cual descansa el presente proyecto de investigación. Abarca el 80 % del área. La parte más importante de los afloramientos tienen forma triangular. De acuerdo con los análisis petrográficos, las muestras fueron identificadas como Granitos (Sienogranitos), ricos en feldespato potásico (ortosa).

Los afloramientos presentan un alto grado de oxidación, producto de la reacción de los minerales máficos con el agua. La meteorización es en forma de lajas o esferoidal.

Hacia el Este, gran parte de las rocas graníticas que conforman la geomorfología domica, se presentan como bloques rodados subangulosos y angulosos de variables tamaños, los cuales se han desprendido por gravedad de los afloramientos que fueron sometidos a un intenso proceso de meteorización superficial, que originó la disgregación mecánica de la roca.

5.1.1.2 Unidad de rocas sedimentarias

Constituye el 20 % del territorio. Esta dispuesta bordeando al Plutón redondeado. En campo es fácilmente reconocible porque forma paisajes planos, con cotas que no sobrepasan los 130 metros sobre el nivel del mar (msnm), de coloración blanco amarillento a rojizo.

5.1.2 Geología estructural

Una parte de los afloramientos de rocas graníticas, ubicados al Norte se encuentran altamente meteorizados, de tal forma que han generado suelos residuales areno limosos de tonalidades rojiza y gris claro.

También, el cuerpo granítico de la parte Norte central ha sido afectado tectónicamente por un sistema principal de fallas ortogonales de rumbo NF, EW, NW y NE (Figura 5.2).

De igual forma, hacia el sur se midió una falla inversa de N 65° E y buzamiento 65° SE.



Figura 5.2 Mediciones de sistemas de sistemas de fracturas conjugadas en las rocas graníticas (El mango de la mandarina apunta al norte)

5.2 Efectuar el muestreo de rocas para la determinación de la mineralogía

Para determinar la composición mineralógica de los afloramientos del área, se enviaron dos (2) muestra de la litología que lo conforman, a los laboratorios de INGEOMIN. El resumen petrográfico para cada muestra se describe a continuación:

Es de hacer notar que los análisis petrográficos de INGEOMIN solo describen el protolito ígneo de las muestras; por lo que de acuerdo a nuestras observaciones de campo, las rocas denominadas como SIENOGANITO, en realidad son GNEISES GRANÍTICOS.

5.2.1 Muestra M-1

Clasificación de la muestra: La muestra fue clasificada como Granito (Sienogranito) de origen Ígneo.

5.2.1.1 Descripción de la muestra

En muestra de mano es una roca dura, homogénea, de grano fino, en general de color rosáceo (Figura 5.3).

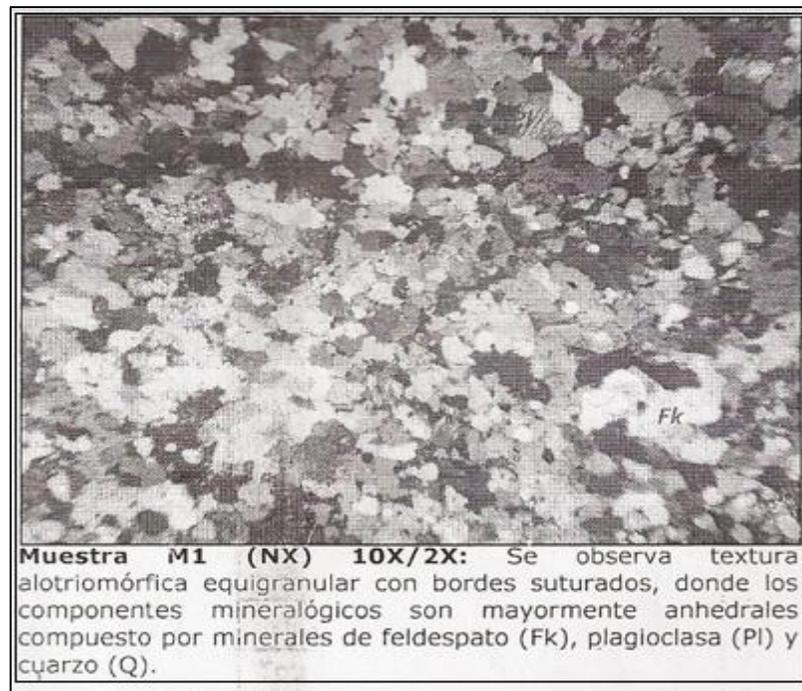


Figura 5.3 Descripción microscópica de la Muestra M-1

Microscópicamente se observa una textura alotriomorfica equigranular lobulada formada mayormente por minerales de grano fino a medio, se aprecian minerales fracturados y recristalizados.

Los minerales que constituyen la muestra M-1, en orden de abundancia decreciente son (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Minerales en orden decreciente de la muestra M-1.

Minerales principales	(%)	Minerales accesorios	(%)	Minerales de alteración/ reemplazamiento
Feldespatos	~40-35	Minerales Opacos, mica Biotita, Piroxeno, Apatito y óxidos e hidróxidos de Hierro	~1-2	Sericita
Cuarzo	~30-25			
Plagioclasa	~20-15			
Mica Moscovita	~5-4			

5.2.2 Muestra M-4

Clasificación de la muestra: La muestra fue clasificada como Granito (Sienogranito) de origen Ígneo.

5.2.2.1 Descripción de la muestra

Macroscopicamente se observa una roca dura, homogénea de grano fino, de color rosáceo con gris y partes micáceas a un lado de la muestra.

Bajo el microscopio se observa una textura alotriomorfa equigranular formada mayormente por minerales de grano fino a medio, se aprecian minerales fracturados y recristalizados (Figura 5.4).

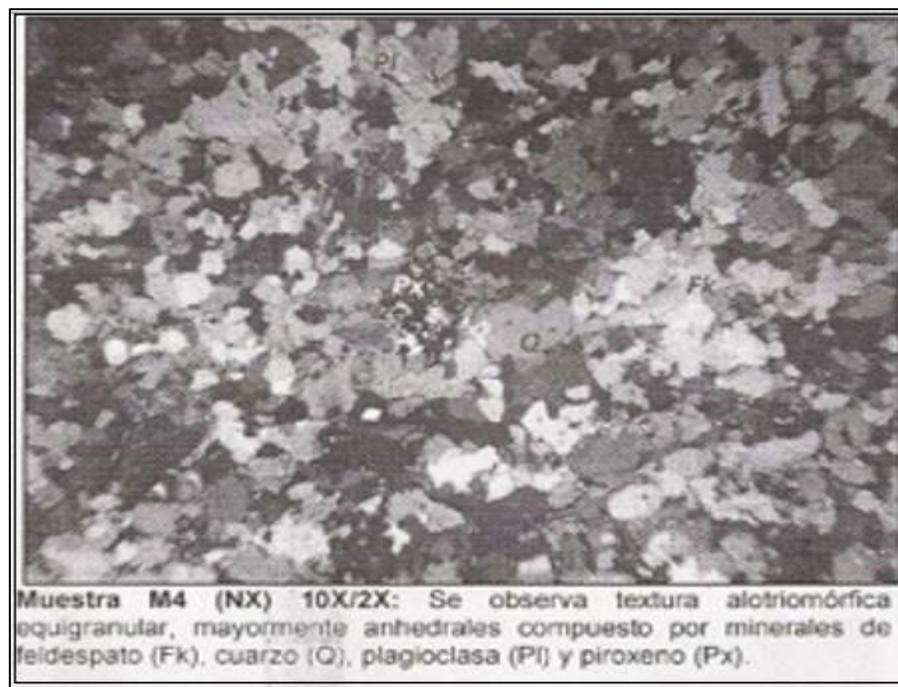


Figura 5.4 Descripción microscópica de la Muestra M-4

Los minerales que constituyen la muestra M-4, en orden de abundancia decreciente son (Tabla 5.2).

Tabla 5.2 Minerales en orden decreciente de la muestra M-4.

Minerales principales	(%)	Minerales accesorios	(%)	Minerales de alteración/ reemplazamiento
Feldespato	~40-30	Piroxeno, Muscovita, Biotita, Zircón y óxidos e hidróxidos de Hierro	~1-2	Sericita
Cuarzo	~29-25			
Plagioclasa	~24-15			
Mineral Opaco	~5-4			

También durante la descripción de las muestras, se observó una roca con 2 tamaños de grano, lo cual indica que hubo una intrusión tardía de un magma granítico en otro granito, el cual cristalizó rápidamente, generando granos de tamaño fino (Figura 5.5).



Figura 5.5 Muestra de roca con dos tamaños de grano

5.3 Elaboración la cartografía geológica del área mediante la confección de los mapas topográfico y geológico

Una vez descrita las muestras petrográficamente y con las mediciones de campo, se procedió a la cartografía de las unidades litológicas, sobre el mapa base.

El contacto geológico entre ambas litologías se construyó con un GPS, ubicándolo en 130 msnm, la cual corresponde a las cotas de la sabana.

En la leyenda referente a las diferentes unidades litológicas, se describen los rasgos más importantes basados en la petrografía y en las visitas de campo. Las relaciones estratigráficas se establecieron mediante una sección geológica, donde se notan los contactos (Figura 5.6).

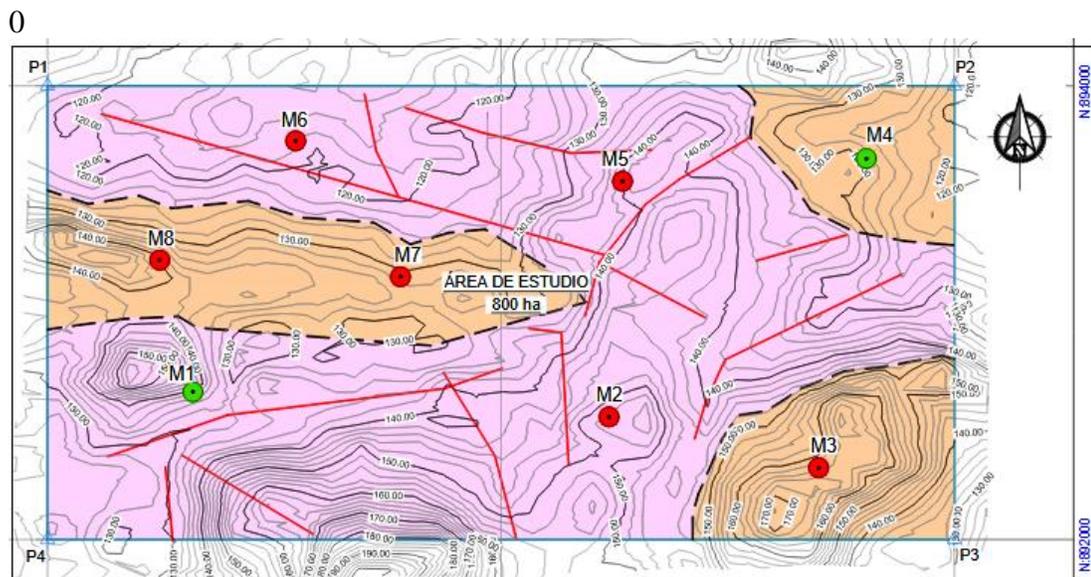


Figura 5.6 Mapa geológico-estructural de los afloramientos adyacentes a la Cantera Orinoco

5.4 Cálculo del recurso rocoso de los afloramientos adyacente a la Cantera Orinoco, mediante el método de las secciones y vida útil

Las dimensiones aproximadas del área de estudio son de 4 Km. de largo por 2 Km. de ancho, con una elevación máxima de 180 msnm y mínima de 130 msnm (Cota de la sabana), abarca un área de 800 hectáreas. El plano topográfico de la zona, fue transformado al programa de AUTOCAD V-2004, y además toda la información geológica recolectada en campo se descargó en el mismo. La información referente a elevaciones y profundidades se procesó con el programa SURFER V. 8.04 a partir del cual se construyeron las curvas de nivel, luego esta información fue transferida y ensamblada a la que ya se tenía en AutoCAD (Figura 5.7).



Figura 5.7 Secciones topográficas trazadas en los afloramientos de la zona

Para calcular el valor del recurso granítico, se consideraron 2 secciones. La primera en dirección NE-SW y la segunda en dirección NW-SE.

5.4.1 Sección topográfica NE-SW

Se inicia en la parte más baja topográficamente. Tiene una longitud de 5.5 km. Esta sección atraviesa toda la masa granítica, incluyendo a la altura máxima de 147 msnm (Figura 5.8).

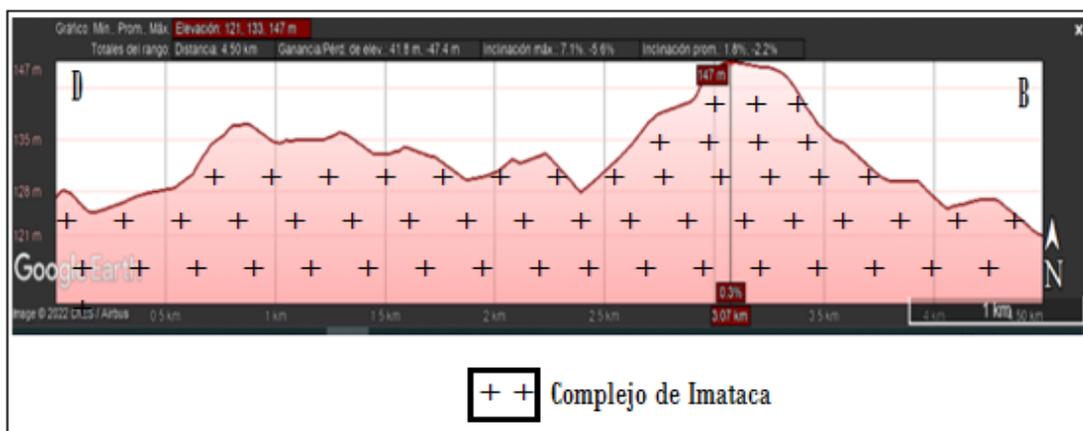


Figura 5.8 Sección NE-SW para el cálculo del recurso granítico

5.4.2 Sección topográfica NW-SE

Tiene una longitud de 5.5 km, de la cual solo 3.5 km corresponde a la masa granítica y 2 km corresponde a la Formación Mesa (Figura 5.9).



Figura 5.9 Sección NW-SE para el cálculo del recurso granítico
 El cálculo volumétrico efectuado con el programa AutoCAD, entre las cotas 180 msnm (cota máxima) y 130 (cota mínima y contacto geológico) arrojó un volumen total de masa granítica de 69.260.821,00 m³.

5.4.3 Vida útil del yacimiento

El promedio del recurso geológico de la zona de estudio generó un volumen de 69.260.821,00 m³. De ese volumen se explota en promedio el 70 %, lo que significa un volumen canterable de 48.482.574,70 m³.

El volumen promedio producido por las canteras de la zona es de 4.000 m³/año, lo que indica que la vida útil del afloramiento es de 12 años.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. El área estudiada está incluido dentro de las rocas pertenecientes a la Provincia Geológica de Imatáca, y en el contexto de las Fajas de Ascanio, dentro de la Faja de Ciudad Bolívar.
2. En la zona de estudio se diferenciaron dos (2) unidades geológicas, las cuales son: La unidad de Granito (Sienogranito), de la Provincia Geológica de Imataca y la unidad de sedimentos perteneciente a la Formación Mesa.
3. El blanco de la presente investigación son los afloramientos adyacentes a la Cantera a cielo abierto, para piedra picada, llamada Orinoco. Los afloramientos son muy homogéneos, textura alotriomorfica equigranular lobulada formada mayormente por minerales de grano fino a medio, se aprecian minerales fracturados y recristalizados. Mineralógicamente presentan los siguientes porcentajes: de 30 % a 40 % de Feldespato tipo microclino pertítico y no microclino, de 24 % a 15 % de Plagioclasa tipo Albita, 29 % a 25 % de cuarzo de grano fino.
4. De acuerdo con la mineralogía reportada en los análisis petrográficos, los minerales oxidables y degradables por los factores ambientales están en el orden del 1 % al 2%, lo que indica que el afloramiento puede ser usado como piedra picada para agregados de cemento y mezclas asfálticas.

4. El volumen promedio de masa granítica calculado en el área de estudio es 69.260.821,00 m³; el cual garantiza una vida útil de 12 años, explotado a razón de 4.000 m³/año.

Recomendaciones

1. Tomando en cuenta que la caracterización de las muestras son hechos puntuales, es necesario investigar su relación con el afloramiento actualmente explotado en la Cantera Orinoco, es decir, evaluar la continuidad, densificando el muestreo.
2. Se recomienda completar el estudio topográfico y geomecánico del afloramiento estudiado.
3. Realizar sondeos profundos, con toma de núcleos, para determinar la profundidad a la cual el afloramiento mantiene las mismas características de superficie. Para ello se recomienda perforar con recuperación de testigo.
4. Realizar un estudio de factibilidad económica del afloramiento, el cual apoyado por el presente informe técnico permita negociar con la gerencia de la Cantera para expansiones de los frentes de explotación a futuro.
5. Se recomienda una segunda fase de exploración con el fin de tomar mediciones de fracturas, sus aberturas y distancias de separación en el área. Seguidamente efectuar un diagrama de rosas para determinar la tendencia preferencial de fracturamiento.

REFERENCIAS

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

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.

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

Dougan, T.W. (1972) **ORIGEN Y METAMORFISMO DE LOS GNEISES DE IMATACA Y LOS INDIOS, ROCAS PRECÁMBRICAS DE LA REGIÓN DE LOS INDIOS – EL PILAR, ESTADO BOLÍVAR**. Venezuela. IV Congreso Geológico Venezolano, MEM. Tomo III. pp 1337-1548.

García, Y. (2014) **CONCEPTO DEFINICIÓN**. [<http://conceptodefinicion.de/topografía>]. 04 de agosto de 2015, 2:45 P.m.

Geominas. (1999) **ENSAYOS RECOMENDADOS A LOS GRANITOS PARA SER USADOS COMO ROCAS ORNAMENTALES:** Boletín, N° 27. Escuela Ciencias de la Tierra. UDO. Venezuela. pp 27 – 29.

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

Gonzalez De J., C. Iturralde De Arozena, J. y Picard, X., (1980) **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLÍFERAS,** Ediciones Foninves, Tomo I. Caracas.-Venezuela.

González de Juana, C. Iturralde J. y Picard X., Cadillat X. (1980) **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y SUS CUENCAS PETROLÍFERAS,** tomo I y II, Edición facsimilar 1993, Caracas.

Guilloux, Louis y Herrero, N., José (2000) **PROYECCIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN DE LAS ROCAS ORNAMENTALS DEL ESTADO BOLÍVAR.** FUNDAGEOMINAS–UDO, Ciudad Bolívar.

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

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.

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.

Rodríguez, E. Simón. (1997): **FAJAS COMERCIALES DE GRANITOS ORNAMENTALES EN BOLÍVAR NORCENTRAL, VENEZUELA**. Memorias del VIII Congreso Geológico Venezolano, Sociedad Venezolana de Geólogos. Tomo II, pp. 331-334. Porlamar, Venezuela.

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

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

Thombury, W. (1960) **PRINCIPIOS DE LA GEOMORFOLOGÍA**. Capelusz. 4ta Edición. Pp 1.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

Título	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y QUÍMICA DE LOS AFLORAMIENTOS ROCOSOS UBICADOS ADYACENTE A LA CANTERA ORINOCO, SECTOR GUAIMIRE, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, CIUDAD BOLÍVAR ESTADO BOLÍVAR
Subtítulo	

Autor

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Palma Rivera Sandra Gabriela	CVLAC	V-20.774.803
	e-mail	sandrapalma@gmail.com
	e-mail	

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Tabata Romero Naymari del Valle	CVLAC	V-18.948.941
	e-mail	neymarytabate@gmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

<i>Cantera</i>
<i>Exploración</i>
<i>Geología de superficie</i>
<i>Calculo de recurso</i>
<i>Mapa geologico</i>
<i>Descripción macroscópica</i>
Mediciones con brújula
Muestras de rocas

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
<i>Departamento de Geología</i>	Geología

Resumen (abstract): Se realizó una evaluación geológica y el cálculo de recursos a unos afloramientos rocosos, para determinar su potencial desde el punto de vista de cantera. El mismo se encuentra ubicado en el Km. 18 de la Carretera vieja Ciudad Bolívar-Puerto Ordaz, Jurisdicción del Municipio Angostura, del Estado Bolívar, Venezuela, ocupando una superficie aproximada de 800 hectáreas; adyacente a una cantera de piedra picada, en explotación. Para lograr los objetivos propuestos, se siguió un diseño metodológico descriptivo y de campo, dividido en 4 etapas. La primera fue la revisión bibliográfica y cartográfica. Para la revisión bibliográfica se consideraron trabajos, tesis de grado; así como información de empresas relacionadas con la extracción de granito. La revisión cartográfica, se basó en el estudio de la hoja cartográfica 7540 (Marhuanta), a escala 1:100.000 e imágenes satelitales. La segunda fase fue de trabajo de campo, en la cual se delimitó el afloramiento, se realizó el levantamiento geológico respectivo. La identificación de los diferentes tipos de litologías presentes en y sus alrededores, se hizo mediante los levantamientos de geología de superficie. En esta etapa se tomaron ocho (8) muestras de roca fresca sobre los afloramientos, las cuales, previamente habían sido arrancadas a percusión con una mandarina de 15 kilos. Estas muestras fueron cartografiadas y etiquetadas para su identificación y posteriores análisis petrográficos. La tercera etapa fue de laboratorio y consistió en hacer ensayos petrográficos a las muestras de rocas seleccionadas. Los ensayos fueron practicados en el laboratorio Geológico de INGEOMIN. De acuerdo a los análisis de laboratorio y la bibliografías consultada, se concluye que el área explorada pertenece a la Provincia Geológica de Imataca, y a la faja litotectónica de Ciudad Bolívar. El nombre comercial del afloramiento es Salmón Guayana. El cálculo de recursos del área es de 69.260.821,00 m³, que explotado a razón de 4.000 m³/año, tiene una vida útil de 12 años. El afloramiento granítico tiene la facilidad de acceso, además de una localización favorable, cercana a la cantera activa Orinoco, lo hacen atractivo para la realización de una negociación con la cantera a cielo abierto, para futuras expansiones de los frentes de trabajo.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL	Código CVLAC	e-mail
Enrique Acosta	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>	
	CVLAC	5.082.874	
	e-mail	Enriqueluisacosta6@gmail.com	
José Simón González	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>	
	CVLAC	13.015.360	
	e-mail	jsgonzalez@gmail.com	
Francisco Monteverde	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>	
	CVLAC	12.192.676	
	e-mail	monteverdefr@gmail.com	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2022	12	01

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis Palma y Tabata, 2022,doc.	Aplication/msword

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

Alcance:

Espacial: Adyacente a la cantera Orinoco (Opcional)

Temporal: _____ (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: Geólogo

Nivel Asociado con el Trabajo: PRE-GRADO

Área de Estudio: de DEPARTAMENTO DE GEÓLOGIA

Área de Estudio: de DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: UNIVERSIDAD DE ORIENTE