

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



**“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMECÁNICA CON
FINES ORNAMENTALES DE LAS ROCAS AFLORANTES EN
LA SERRANIA EL OSO, UBICADA EN EL MUNICIPIO
CEDEÑO, CAICARA DEL ORINOCO - ESTADO BOLÍVAR”**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR LAS
BACHILLERES ISABEL
M HIDALGO Y JOHANNA R MORENO,
PARA OPTAR, AL TITULO DE GEOLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, MAYO DEL 2010

HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, intitulado “**Caracterización geológica y geomecánica con fines ornamentales de las rocas aflorantes en la serranía el Oso, ubicado en el Municipio Cedeño Caicara del Orinoco Estado Bolívar**”, presentado por las bachilleres; **Isabel M Hidalgo y Johanna R Moreno**, ha sido aprobado, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres:

Firmas:

Profesor Enrique Acosta

(Asesor)

(Jurado)

(Jurado)

Profesor Enrique Acosta
Jefe del Departamento Geotecnia

Ciudad **Bolívar**, Mayo del 2010

DEDICATORIA

Ante todo a mi Dios Todopoderoso, porque gracias a él siempre tuve fe y la esperanza para culminar mis estudios.

A todos los que forman parte de mi familia, quienes estuvieron a mi lado y contribuyeron a hacer de mí, lo que soy hoy, a esos seres a quien es además de amar, son pilares de mi vida: mi madre Bertha Hidalgo, mi apoyo incondicional.

A mi galán Cristian Hidalgo, mi hijo que me inspira hacer mejor persona, esperando sea su ejemplo a seguir.

A mi hermana Carmen Hidalgo, por estar pendiente de mi y apoyándome cuando la necesitaba.

Isabel M Hidalgo

DEDICATORIA

Ante todo a mi Dios Todopoderoso, porque gracias a él siempre tuve fe y la esperanza para culminar mis estudios.

A mi madre Marina Aguilera, quien me llevó por el buen camino y me enseñó todo lo que pudo dándome siempre su apoyo.

A mi hermana Cherlis Moreno por estar pendiente de mí y apoyándome cuando la necesitaba.

A todos mis compañeros de la Universidad de Oriente, por formar parte de mi vida y brindarme su apoyo y amistad, en especial a Isabel Hidalgo.

Johanna R Moreno

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por traer a mi vida a las personas indicadas en el momento preciso; 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

A mi madre, por su ayuda y apoyo siempre en todo momento, aunque pasen mil años no me alcanzarían para agradeceréte.

A la Universidad de Oriente, la Casa más Alta y a sus profesores por haberme formado profesionalmente.

A mi tutor académico Profesor Enrique Acosta por proporcionarme buenas recomendaciones para el desarrollo de este trabajo.

Isabel Hidalgo y Johanna Moreno

RESUMEN

En la región occidental del estado Bolívar, Municipio Cedeño, Sector El Oso, se encuentran localidades que desde el punto de vista geológico revisten gran importancia debido a su complejidad estructural y potencialidad geoeconómica, por estas razones se selecciona esta región como base del estudio para la realización de este trabajo de grado. El objeto de la investigación es caracterizar a manera de inventario, geológica y geotécnicamente el afloramiento de la Serranía El Oso, en la región Centro-Sur del estado Bolívar. Aproximadamente, donde afloran rocas pertenecientes a la Provincia Geológica de Cuchivero y el resto lo conforman aluviones del Reciente. La metodología utilizada para la elaboración de este estudio consta básicamente de 3 fases que fueron la etapa de oficina, la cual consistió en la recopilación de información cartográfica y bibliográfica del área de estudio; trabajo de campo en la cual se delimitó el afloramiento, se realizó el levantamiento geológico respectivo midiendo y definiendo las estructuras presentes en el afloramiento tales como dirección, forma, estructuras geológicas, suelo, geomorfología y vegetación, la recolección de muestras frescas previendo que éstas no estuviesen fracturadas ni meteorizadas y marcando su ubicación con G.P.S. y; por último la fase final, para realizar una serie de ensayos petrográficos y geomecánicos a las muestras de rocas. Desde el punto de vista petrográfico el yacimiento estudiado y explorado resultó ser básicamente un granito alcalino de color gris claro, de textura al otriomórfica inequigranular, además estas rocas presentan una llamativa vistosidad en caras pulidas, aptas para la industria ornamental y de la construcción. Los ensayos geomecánicos por su parte demostraron que las muestras de roca analizada poseen muy bajo porcentaje de absorción de agua inferior al 1%, por lo que se consideran en estado consolidado y estable; poseen resultados favorables en cuanto a la resistencia al desgaste que van desde 29,84% a 31,04%, ya que muestran alta resistencia al desgaste; tienen valores altos de resistencia a la compresión (desde 938,2 a 1232,0 kg/cm²), tienen una resistencia media a alta a la flexión (desde 286,27 a 393,25 Kg/cm²). Todas estas características indican que las rocas se pueden recomendar como ornamentales y en la industria de la construcción, según las normas UNE y la clasificación de Deere y Miller, 1963. El afloramiento granítico posee un volumen minero de 435.176.169,06 m³, tomando sólo que el 45% de material puede ser explotable y, asumiendo una rata de 45.000 m³/año, se garantiza una vida útil del yacimiento de 870,35 años.

CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN.....	vi
CONTENIDO	vii
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABLAS	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
SITUACIÓN A INVESTIGAR	3
1.1 Situación a investigar.....	3
1.2 Objetivos de la investigación	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Justificación de la investigación	5
1.4 Limitaciones	6
CAPÍTULO II	7
GENERALIDADES	7
2.1 Ubicación geográfica	7
2.2 Acceso al área de estudio	8
2.3 Características físico-naturales del área de estudio.....	9
2.3.1 Clima	9
2.3.2 Vegetación.....	11
2.3.3 Hidrografía y drenaje	12
2.3.4 Geomorfología.....	13
2.4 Geología regional	15
2.4.1 Provincia de Cuchivero.....	21
2.5 Geología local	24

2.5.1 Granito de Santa Rosalía	24
2.5.2 Aluviones del Cuaternario	25
2.5.3 Vetas de cuarzo	26
2.5.4 Sistemas de diaclasas	26
CAPÍTULO III	27
MARCO TEÓRICO	27
3.1 Antecedentes	27
3.2 Generalidades de las rocas graníticas	29
3.2.1 El granito	29
3.2.2 Origen del granito	33
3.2.3 Texturas más comunes de los granitos	35
3.2.6 Mirmequítica: se refiere al intercrecimiento de plagioclasa y cuarzo. La plagioclasa se presenta en forma convexa en comparación con los feldespatos y alberga pétalos y palitos de cuarzo en alineación divergente. (Griem y otros, 2003)...	36
3.3 Generalidades de las rocas ornamentales	36
3.4 El granito como roca ornamental	39
3.4.1 Tipos de granitos ornamentales	40
3.5 Características de rocas y minerales industriales	40
3.5.1 Características petrográficas	42
CAPÍTULO IV	46
METODOLOGÍA DE TRABAJO	46
4.1 Nivel de la investigación	46
4.2 Diseño de la investigación	46
4.2.1 Recopilación bibliográfica y cartográfica	48
4.3 Delimitación de la serranía El Oso	48
4.4 Interpretación de la Hoja de Catastro Minero 7038-IV-SO a escala 1:25.000	52
4.5 Determinación de unidades geológicas en campo	52
4.5.1 Reconocimiento vial de la zona	53
4.5.2 Reconocimiento geológico	53
4.5.3 Toma de mediciones	54

4.5.4 Establecimientos de puntos de toma de muestras	54
4.5.5 Levantamiento topográfico.....	55
4.6 Análisis de laboratorio (petrográficos y geomecánicos)	56
4.6.1 Corte de roca y análisis petrográfico	56
4.6.2 Elaboración de secciones finas para análisis petrográficos	56
4.7 Determinación de la calidad de las rocas a través de los estudios geomecánicos	56
4.7.1 Peso específico aparente y coeficiente de absorción de agua.....	57
4.7.2. Resistencia a la flexión	61
4.7.3 Resistencia al desgaste	64
4.8 Cálculo de reservas estimadas en los afloramientos seleccionados.....	68
4.9 Elaboración del mapa geológico del afloramiento granítico Serranía El Oso.....	68
4.10 Análisis e interpretación de datos.....	68
4.11 Redacción del informe final	69
CAPÍTULO V	70
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	70
5.1 Interpretación de la hoja de catastro minero 7038-IV-SO a escala 1:25.000.....	70
5.1.1 Delimitación de drenaje.....	70
5.1.2 Vías de acceso	70
5.2 Determinación las características petrográficas de la roca	71
5.3 Elaboración del mapa geológico de la zona.....	72
5.3.1 Granito de Santa Rosalía	73
5.3.2 Sedimentos Recientes.....	73
5.4 Determinación de la calidad de la roca a través de estudios geomecánicos.....	73
5.4.1 Determinación de peso específico.....	74
5.4.2 Determinación de porcentaje de absorción.....	74
5.4.3 Determinación del porcentaje de abrasión.....	75
5.4.4 Determinación de la resistencia a la compresión de la roca.....	76
5.4.5 Determinación de la resistencia a la flexión	77
5.5 Cálculo de reservas y vida útil del afloramiento granítico de la Serranía El Oso	78

CAPÍTULO VI.....	79
GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	79
6.1 Potencialidades económicas de las rocas ornamentales dentro del área de estudio..	81
6.2 Análisis económico de las rocas ornamentales dentro del área de estudio.....	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
Conclusiones.....	82
Recomendaciones.....	84
REFERENCIAS.....	86
APENDICES.....	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio.	7
Figura 2.2 Distintos tipos de vías de acceso al área de estudio.....	9
Figura 2.3 Alrededores del Serranía El Oso.....	14
Figura 2.4 Pendiente de las laderas de la Serranía El Oso(Aprox. 45°).....	14
Figura 2.5 Escudo de Guayana en Venezuela. (CVG TECMIN, 1991)	17
Figura 2.6 Mapa de las provincias geológicas del Estado Bolívar. (Mendoza 2003).18	
Figura 2.7 Unidades litodémicas de la Provincia Geológica de Cuchivero en la región Suapure. (Modificado de Mendoza, 1974).....	24
Figura 3.1 Diagrama “QAPF” para rocas ígneas intrusivas. (Whitten y Brooks, 1972).	34
Figura 3.2 Obtención y manejo de bloques de granito extraído de canteras.....	38
Figura 3.3 Laminas de granito destinadas a la manufactura.	39
Figura 4.1 Flujograma de la metodología del trabajo.	49
Figura 4.2 Mapa topográfico de la Serranía el Oso.	51
Figura 4.3 Brújula Brunton, (Encarta,2009)	54
Figura 4.5 GPS marca GARMIN, modelo ETREX, empleado en el levantamiento topográfico.	55
Figura 4.6 Efecto producido por el ensayo de compresión en la roca.	62
Figura 4.7 Ensayo de resistencia a la flexión.....	63
Figura 4.8 Preparación de muestras para el ensayo de abrasión.	65
Figura 4.9 Ensayo de resistencia al choque.	66

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Ubicación en coordenadas Geográficas del área de estudio.	8
Tabla 2.2 Períodos de orogénesis en Venezuela durante el Precámbrico.	16
Tabla 3.1 Importancia de las características tecnológicas de la piedra natural en relación con sus aplicaciones en construcción. Llopis Trillo, Guillermo, 1995.	45
Tabla 4.1 Clasificación de la roca de acuerdo a su porcentaje de absorción (Deere y Miller, 1963).	57
Tabla 4.2 Clasificación de la roca de acuerdo a su resistencia a la compresión simple (Deere y Miller, 1963).....	60
Tabla 4.3 Clasificación de la roca de acuerdo a su resistencia a la flexión (Deere y Miller, 1963).	62
Tabla 4.4 Clasificación de la roca de acuerdo a su porcentaje de desgaste (Deere y Miller, 1963).	65
Tabla 5.1 Identificación y ubicación de la muestra para análisis Petrográfico.....	71
Tabla 5.2 Identificación y clasificación de la muestra objeto de estudio.....	72
Tabla 5.3 Codificación y ubicación de muestras para ensayos geomecánicos.	74
Tabla 5.4 Peso específico de las muestras estudiadas.....	74
Tabla 5.5 Porcentaje de absorción de las rocas en estudio.	75
Tabla 5.6 Porcentaje de abrasión de las rocas en estudio.	76
Tabla 5.7 Resistencia a la compresión de las rocas en estudio.	77
Tabla 5.8 Resistencia a la flexión de las muestras en estudio.....	78

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se muestran los resultados de la evaluación geológica y geomecánica con fines ornamentales, del afloramiento granítico de la Serranía el Oso, ubicado en el Municipio autónomo General Manuel Cedeño del estado Bolívar, guiándonos en la hoja cartográfica 7038 – IV- SO, con el propósito de demostrar si éste afloramiento puede ser rentable a la hora de ser explotado. Para tales fines éste estudio se sustenta en el análisis petrográfico, fotográfico de secciones finas realizadas en laboratorio, ensayos geomecánicos, interpretación de la hoja cartográfica del área de estudio, con lo cual se logró definir y evaluar los recursos de interés económico existentes, con miras a su futura explotación.

A través del tiempo, se ha observado con el avance de la civilización, que la demanda de los bienes y servicios ha venido incrementándose en forma exponencial, por consiguiente se ha hecho cada día más imperativo la extracción y explotación de los recursos minerales de la corteza terrestre, como una de las necesidades para el desarrollo del hombre.

El estado Bolívar cuenta con una gran cantidad de rocas graníticas, gneises y charnockitas de considerable valor, para ser utilizada con fines ornamentales y de gran demanda tanto en el país como en el exterior. Debido a la composición mineralógica, petrográfica y su complejidad estructural de las rocas la Provincia Geológica de Cuchivero, desde el punto de vista

Goeconomico pasa a ser de gran importancia en Pro del desarrollo del subsector minero ya que el país posee gran potencial en ese sentido, considerando su nueva política de apertura a inversiones extranjeras, a su deseo de explotar productos no tradicionales, incrementando el empleo de la mano de obra y generar riquezas, es esta una gran oportunidad de satisfacer estas nuevas políticas y deseos.

La presente investigación está diseñada de la siguiente manera: Capítulo I: destaca la situación a investigar y los objetivos que permitieron llevar a cabo la investigación; Capítulo II: donde se describen las generalidades y características físico – natural del área de estudio, además de darse un bosquejo general de la geología reinante en la zona, Capítulo III. Donde se encuentra los antecedentes y un compendio de una serie de elementos conceptuales que sirven de base a la indagación a realizar; Capítulo IV: en el cual se detalla el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los procedimientos que fueron utilizados para llevar a cabo la indagación y el Capítulo V: donde se muestran los resultados obtenidos de la investigación, los cuales son reflejados en las conclusiones. Capítulo VI: inducen a la explotación detallada de dichos afloramientos, con la finalidad de introducir estas rocas en el mercado nacional e internacional. Para conformar el informe se siguieron los lineamientos del manual para la elaboración del trabajo de grado de la Escuela de Ciencias de la Tierra, de la Universidad de Oriente – Núcleo Bolívar año 2008.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación a investigar

El estado Bolívar es reconocido por poseer un gran potencial en cuanto a minerales metálicos y no metálicos se refiere. Lo cual lo sitúa en un distinguido lugar en cuanto a su importancia de desarrollo económico, Colocándolo como alternativa económica no petrolera del país. Entre los minerales metálicos explotables destaca el oro, el cual es explotado desde la época colonial en el siglo XVIII, así como el aluminio (Bauxita), y hierro, mientras que entre los no metálicos destaca el diamante, el granito, manganeso, caolín, azabache, arena, entre otros, que actualmente están siendo impulsados por el gobierno regional. En la última década la explotación de rocas con fines ornamentales constituye un sub-sector de producción en desarrollo constante y progresivo ayudando al aumento de fuentes de empleo directo de habitantes de regiones determinadas.

En la región del Municipio Autónomo Cedeño del estado Bolívar, específicamente en el sector El Oso, no existe ninguna actividad que permita desarrollar económicamente la región, salvo la impulsada por empresas como la Constructora Norberto Odebrecht, la cual se encarga de la ejecución del proyecto “Sistema Vial III Puente sobre El Rio Orinoco (MERCOSUR)”, donde la misma extrae material rocoso (piedra picada) del Cerro La Tortilla, pero sólo con fines de ejecución de la obra, es importante señalar que la misma ejercerá sus funciones por un lapso temporal (hasta culminación del proyecto). Y la impulsada por C.V.G. BAUXILUM, la cual se encarga del estudio, explotación y rehabilitación del yacimiento de Bauxita del Cerro Páez. Este eje de producción constituye la única actividad permanente generadora de empleo en la zona.

El desarrollo del presente estudio tiene como objeto de demostrar si las rocas aflorantes en la Serranía el Oso, Sector El Oso pueden ser rentables para su explotación en un futuro, y de la misma manera, impulsar al desarrollo de nuevos proyectos de estudios mineros que permitan inventariar los recursos de la región y fortalecer el catastro minero de no metálicos del estado Bolívar; permitiendo así evaluar posibles yacimientos, lo cual traerá como consecuencia la generación de focos de inversión y generación de empleo dentro de las comunidades que hacen vida en esta región, respetando las normas y limitaciones medioambientales.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Caracterizar geológica y geotécnicamente con fines ornamentales de las rocas aflorantes en la Serranía El Oso, ubicado en el Municipio Cedeño, Caicara del Orinoco. Estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

1.2.2.1 Establecer los límites del afloramiento “Serranía el Oso” usando el Sistema de Geoposicionamiento Global (GPS).

1.2.2.2 Interpretar la hoja de catastro minero 7038-IV-SO a escala 1:25.000.

1.2.2.3 Determinar las características petrográficas de las rocas.

1.2.2.4 Elaborar el mapa geológico de la zona.

1.2.2.5 Establecer la calidad de las rocas a través de estudios geomecánicos.

1.2.2.6 Calcular las reservas mineras y vida útil del afloramiento.

1.3 Justificación de la investigación

Los diferentes tipos de granitos así como sus tonalidades representan la materia prima para la preparación de materiales utilizados en el revestimiento de pisos, paredes, muebles decorativos, topes de cocinas entre otros, previo a un proceso de laminación y pulimiento, por otras empresas o industrias destinadas a tal fin posterior a la extracción. El consumo de rocas ornamentales se ha mantenido en aumento en los últimos años, principalmente en la construcción civil, tanto a nivel nacional como internacional; es por esto que se están llevando a cabo estudios en nuevos afloramientos rocosos para satisfacer las demandas de las empresas.

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

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 Nor-occidente del 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.

Los resultados de esta investigación permitirán conocer el potencial ornamental del afloramiento rocoso ubicado en el sector el Oso. En tal sentido, el Proyecto a desarrollar comprobará o no que el afloramiento granítico escogido cumple con los requisitos para cubrir con la calidad y pureza que se requiere para el uso de la roca como material ornamental.

1.4 Limitaciones

El trabajo se limitó a tres (3) visitas a la zona de estudio, de dos (2) días cada una. Algunas zonas presentaban difícil acceso debido a la morfología del afloramiento, lo cual no permitió determinar con precisión los contactos geológicos, impidiendo esto, obtener una mayor información del afloramiento granítico.

Se contó con insuficiente presupuesto para llevar a cabo las 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 en el Km 672 Aproximadamente cerca de la población de Caicara del Orinoco en el Municipio Autónomo Cedeño del estado Bolívar, llamado Serranía El Oso, Sector El Oso en la Troncal 19 como se muestra en la figura 2.1.

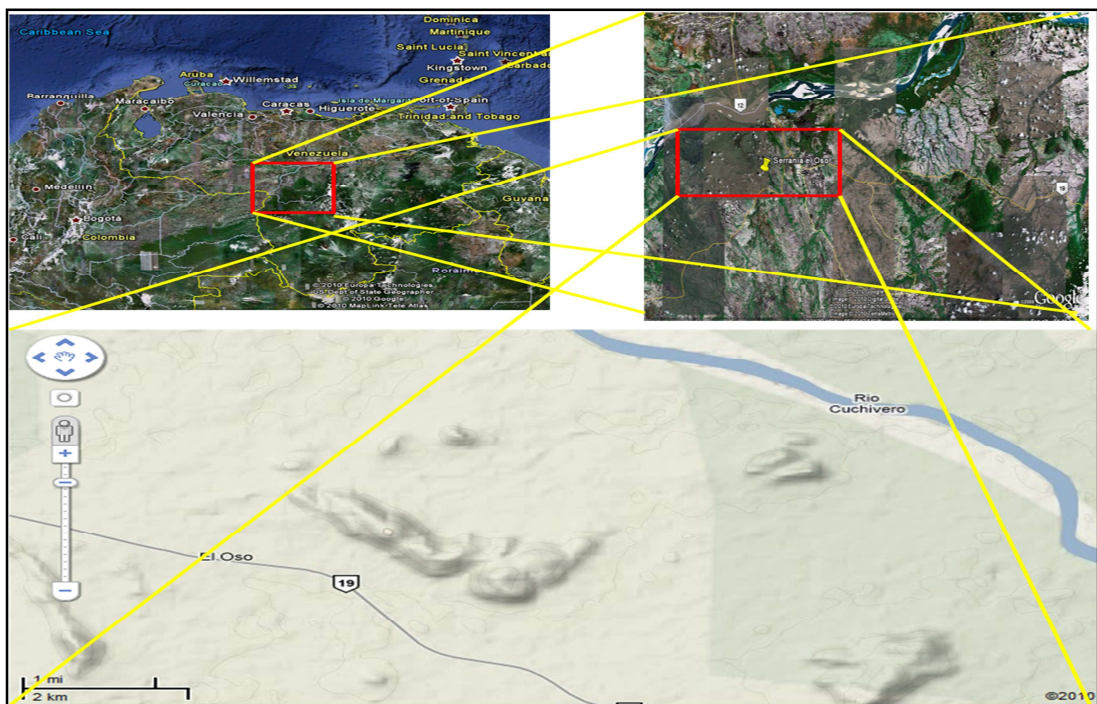


Figura 2.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio.

El área estudiada es de 32.362,73 Hectáreas, enmarcada con las coordenadas UTM, representadas en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Ubicación en coordenadas Geográficas del área de estudio.

PUNTOS	ESTE	NORTE
1	170050	834057
2	170137	833897
3	170042	833812
4	169868	833645
5	169490	833303
6	169701	833425
7	169653	833609
8	169817	833175
9	169962	833163
10	169972	833330
11	170149	833031
12	170022	832993

2.2 Acceso al área de estudio

El acceso al afloramiento rocoso del área de estudio, se realiza vía terrestre, a través de la Carretera Nacional Troncal 19, Ciudad Bolívar-Caicara del Orinoco, además de carreteras de relleno que conducen a diversas comunidades establecidas en la zona, tal es el caso del Sector El Oso ubicado a 1km de distancia del área en estudio, también fue necesario el uso de picas construidas para acceder al afloramiento. (Figura 2.2).



Figura 2.2 Distintos tipos de vías de acceso al área de estudio.

2.3 Características físico-naturales del área de estudio

2.3.1 Clima

TECMIN, (1991), afirma que el área de estudio recibe una precipitación total, media anual, de 1850 mm. La temporada de lluvias comienza en abril y culmina en octubre, con máximos pluviométricos en los meses de julio y agosto. El periodo de sequía abarca los meses de noviembre hasta marzo, siendo enero el mes más seco del

año. Igualmente, asevera que la evaporación total media anual, es de 2050 mm. El máximo principal se manifiesta en el mes de marzo y el secundario en diciembre, el mínimo valor de evaporación se observa en julio.

La temperatura media anual es de 26,5 °C, aproximadamente, con una oscilación térmica, promedio anual, de 24 °C y poca amplitud térmica diaria. Los máximos de temperatura ocurren en los periodos de Marzo-Abril y Octubre-Noviembre (principal y secundario, respectivamente). La temperatura más baja se manifiesta durante el mes de Julio. (TECMIN, 1991).

El área recibe una radiación solar, promedio anual, de 370 Cal/Cm²*día. Los valores más altos se registran en la época de Diciembre a Marzo, disminuyendo en el lapso de Mayo a Agosto. (TECMIN, 1991).

La insolación, media anual, es de 6,5 horas. Los máximos valores se observan en la época seca, siendo enero el mes donde se registra el valor más alto. Los mínimos de horas de sol se manifiestan durante los meses de Junio y Agosto. (TECMIN, 1991).

La humedad relativa, promedio anual, es de 73%, aproximadamente. Se estima que los valores mas altos se registran durante los meses de Junio a Octubre, y los mas bajos en Febrero y Marzo. (TECMIN, 1991).

Se estima que la dirección, prevaleciente, del viento es en sentido Este-Noreste (ENE) y la velocidad media varía entre 4 Km/h y 10 Km/h. (TECMIN, 1991).

De acuerdo a la clasificación climática de Koppen,(1936) en el área de estudio, se presentan dos tipos climáticos, un clima tropical de sabana (Awg'i), representado

por las estaciones Cabruta, Caicara del Orinoco, La Urbana, San Pedro Pijiguaos y Puerto Páez, y un clima tropical lluvioso, variedad monzonico (Ami), representado por la estación La Sabanita. (TECMIN, 1991).

2.3.2 Vegetación

Se distingue una vegetación de sabana abierta, herbazal, gramínea, arbolada con bosquetes en tierras bajas; tipo llanura con vida mixta. Además, un bosque y arbustal siempre verde, bajo, medio; tipo manglar, palmar en tierras bajas. Montañas, y lomeríos; sin intervención aparente con vida mixta.

La descripción de la vegetación presente en el área de estudio es la siguiente:

2.3.2.1 SchMaO-095: Sabana con chaparro, Macrotermico Ombrofilo, tierras bajas, llanuras.

2.3.2.2 SchMa-091: Sabana con chaparro Macrotérmico, Ombrofilo, tierras bajas, llanuras.

2.3.2.3 SaMaO-069: Sabana abierta Macrotérmica, Ombrofilo, tierras bajas, llanura.

2.3.2.4 BaMaO-071: Bosques Macrotérmicos Ombrofilos, siempre verde, bajo, ralo, tierras bajas, montañas sin intervención aparente.

2.3.2.5 BMaO-004: Bosque de galería, Macrotérmico Ombrofilo, siempre verde, medio denso, tierras bajas, llanuras.

2.3.2.6 SaMaO-020: Sabana abierta, Macrotérmico, Ombrofilo, tierras bajas, llanuras.

2.3.2.7 BMaO-071: Bosques Macrotérmicos, Ombrofilos, siempre verde, bajo, ralo, tierras baja, montanas.

2.3.2.8 BMaO-086: Bosques, Macrotérmicos, Ombrofilo, siempre verde, bajo, ralo, tierras bajas, colinas moderadas, intervención de origen agropecuario.

2.3.2.9 BMaO-085: Bosque Macrotérmico, Ombrofilo, siempre verde, bajo, colinas sin intervención aparente.

2.3.2.10 BaMaO-089: Bosque Macrotérmico Ombrofilo, siempre verde, bajo, medio, tierras bajas, colinas sin intervención aparente.

2.3.2.11 BMaO-093: Bosque Macrotérmico, Ombrofilo, siempre verde, bajo, medio, tierras bajas, montanas sin intervención aparente.

2.3.3 Hidrografía y drenaje

La totalidad de los cauces de agua del área de estudio, pertenecen a la cuenca media del río Orinoco, conformada principalmente por la subcuenca del río Cuchivero (quebrada Agua Linda). (TECMIN C.A, Op. cit).

2.3.3.1 Subcuenca del río Cuchivero: El río Cuchivero atraviesa el área en dirección Sureste a Noroeste, este río en temporada de lluvia provoca inundaciones en la zona, dejando a su paso extensas zonas de suelo aluvional; además de este río la zona está drenada por numerosos caños, donde el más cercano al área de estudio es el caño Agua Linda pasando a 5,5 km del área de estudio. (TECMIN C.A, Op. cit).

En cuanto al drenaje externo de los suelos, este presenta variaciones asociadas a la geomorfología de la zona. En los paisajes elevados o de relieve positivo y topografía accidentada, el drenaje es excesivo debido al escurrimiento superficial rápido o muy rápido favorecido por las fuertes pendientes.

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

Existen algunas planicies que no se encuentran afectadas por inundaciones de los ríos pero sí por encharcamiento producto de las aguas de lluvia y presenta suelos con un drenaje externo moderado a medio; mientras que las planicies no inundables que tienen suelos de texturas gruesas presentan un buen drenaje. (TECMIN, 1991).

2.3.4 Geomorfología

El área de estudio se caracteriza por ser un alto topográfico bordeado de sabana, “La Serranía el Oso” está conformado por una colina redondeada con laderas cubiertas por bloques rodados de tamaño considerable y pendiente fuerte (aproximadamente 45°). (Figuras 2.3 y 2.4).



Figura 2.3 Alrededores del Serranía El Oso.



Figura 2.4 Pendiente de las laderas de la Serranía El Oso(Aprox. 45°).

El tipo de paisaje corresponde a planicies deposicionales ligeramente inundables que presentan dos tipos de relieves; uno representado por llanuras de

inundación con microrelieves asociados, debidos al efecto de las frecuentes inundaciones de carácter estacional.(Figura 2.3).

Otro tipo de paisaje es el que bordea los lomeríos, montañas y plateau que predominan latitudinalmente en la zona, adyacentes a planicies producto de la intensa erosión que la ha afectado, donde existe la presencia de pequeños cerros como testigos de superficies más elevadas destruidas por procesos de degradación, evidenciando el origen residual (erosivo) de estas planicies.

2.4 Geología regional

El Escudo de Guayana forma parte del Precámbrico del Cratón Amazónico y del Oeste de África y se continúa en las Guayanas y parte NW de Colombia con unidades litoestratigráficas, metamórficas y depósitos minerales similares.

Se extiende por el Sur de Venezuela, parte de Colombia, una parte importante al Norte del rio Amazonas en Brasil y parte de Bolivia. En Venezuela esta compuesto por cinco (5) provincias litotectónicas (Sidder y Mendoza, 1991):

Un terreno arqueano con metamorfismo de las facies de la granulita.

Un terreno granítico-cinturones de rocas verdes de edad Proterozoica Temprano.

Un complejo volcánico-plutónico sin metamorfismo, de edad proterozoico Temprano.

Rocas continentales de edad Proterozoico Temprano.

Granito rapa kivi anarogénico de edad Proterozoico Medio.

El Escudo de Guayana esta formado por rocas de edades arqueozoicas y proterozoicas, alteradas en mayor o menor escala durante una serie de episodios tectónicos mayores, los cuales han sido clasificados por Martin,(1974), y Mendoza,(1997). (Tabla 2.2).

Tabla 2.2 Períodos de orogénesis en Venezuela durante el Precámbrico.

SEGÚN MENDOZA (1997)		SEGÚN MARTÍN B. (1974)	
GURIENSE	3400-3000 MA	GURIENSE	3600-2700 MA
OROGENSIS	2750-2650 MA (Reactivado)		
	2500-2310 MA	PRE- TRANSAMAZONICO	2600-2100 MA
TRANSAMAZONICO	2000-1800 MA	TRANSAMAZONICO	2000-1700 MA
PARGUAZENSIS	1600-1500 MA		
ORINOQUENSE	1300-850 MA	ORINOQUENSE	1200-800 MA

Las rocas del escudo venezolano pertenecen al sistema Precámbrico, el cual se manifiesta en el Escudo Guayano-Brasileño; tiene forma oval y su expresión septentrional se encuentra en Venezuela al Sur del curso del río Orinoco, mientras que su parte Meridional se adentra en Colombia, Brasil, Guayana, Surinam y Guayana Francesa.

El Escudo Precámbrico de Guayana abarca un poco más del 50% de todo el territorio Nacional con una superficie de 468.000Km² aproximadamente (TECMIN, Op. cit) con rocas tan antiguas como 3,41 GA (granulitas y charnockitas del Complejo de Imataca) y tan jóvenes como 0,711 GA (kimberlitas eclogíticas de

Guayana), que registraron en buena parte una evolución geotectónica similar a los otros escudos Precámbricos en el mundo con al menos ruptura de supercontinentes en 2,4 – 2,3 GA (Guayanensis), 1,6 – 1,5 GA (Atlántica – Caura), 0,8 – 0,7 GA (Rodinia) y 0,2 GA (Pangea), Mendoza (2000). (Figura 2.5).

El Escudo Precámbrico de Guayana en Venezuela con base a las características petrológicas y tectónicas, ha sido dividido en cuatro Provincias Geológicas (Menéndez, 1968), en la (Figura 2.6) que en orden de edad son:

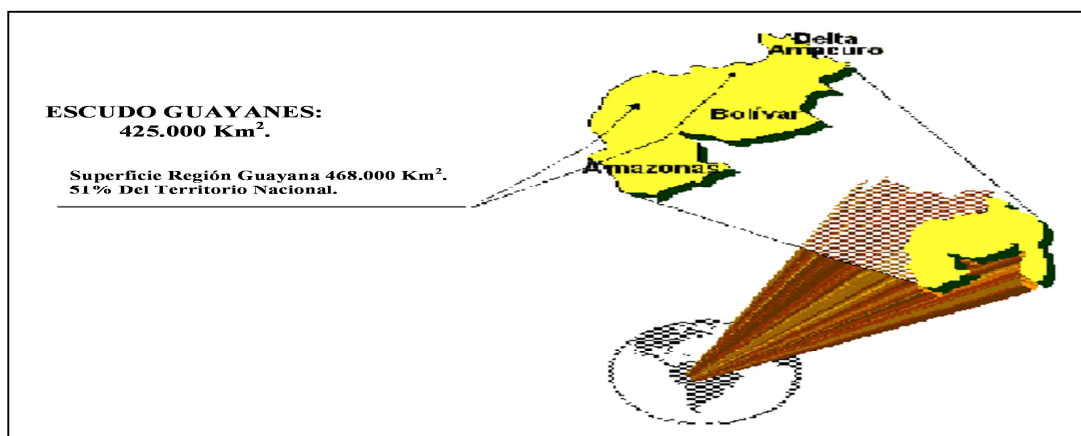


Figura 2.5 Escudo de Guayana en Venezuela. (CVG TECMIN, 1991)

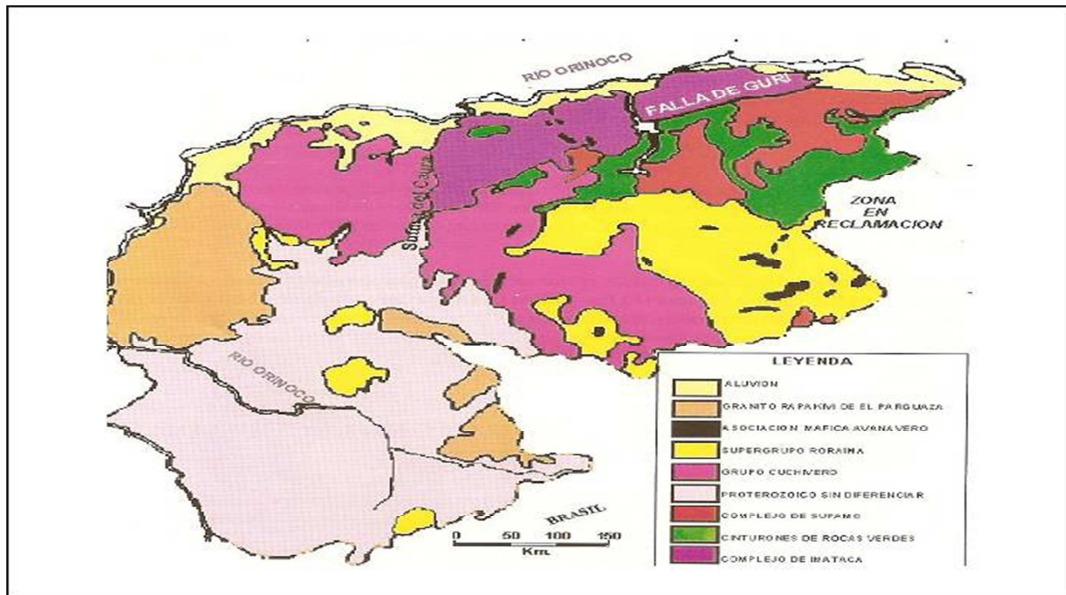


Figura 2.6 Mapa de las provincias geológicas del Estado Bolívar. (Mendoza 2003).

Provincia Geológica de Imataca (Rocas Arqueozoicas)-(3.500-3.600 Ma.).

Provincia Geológica de Pastora (Proterozoico inferior)-(2.700-2.000 Ma.).

Provincia Geológica de Cuchivero (Proterozoico inferior)-(1.900-1.400 Ma.).

Provincia Geológica de Roraima (proterozoico medio)-(1.100- 900 Ma.).

Las provincias se diferencian de sus direcciones estructurales, estilos de deformación tectónica, asociaciones litológicas y metalogénicas y edades. Petrologicamente la Provincia de Imataca pertenece al denominado cinturón granulítico, Pastora a los cinturones verdes y Cuchivero se caracteriza por grandes extensiones de granitos (1.800 ± 200 MA) y granitos posttectónicos (1.500 MA).

La Provincia de Roraima es una cobertura discordante sobre rocas pertenecientes a las Provincias de Pastora o Cuchivero (Menéndez, 1968).

Las rocas de estas Provincias han sido intrusionadas por diques y sills de rocas básicas y ácidas. En la región también se localizan sedimentos de la Formación Mesa, sedimentos Cuaternarios y meta sedimentos tipo Formación Cinaruco (Menéndez, 1968).

Según Mendoza (2003), fisiográficamente se diferencian varias provincias: La provincia Norte con la cobertura Cuaternaria de la Formación Mesa que bordea todo el curso norte del río Orinoco hasta la zona deltana con alturas por debajo de los 150 m.s.n.m. (Figura 2.6).

La Provincia de Imataca caracterizada por filas alargadas de cuarcitas ferruginosas tipo Cerro Bolívar y gneises cuarzo - feldespáticos - anfíbolíticos y granulítico, migmatitas, charnockitas y algunos mármoles dolomíticos del Complejo Imataca, que ocupan zonas montañosas con alturas superiores a los 400 m.s.n.m. Luego tenemos la provincia geológica de Pastora con sabanas bajas plana ocupados por granitos del Complejo de Supamo y filas largas y estrechas con altitudes por debajo de los 500 m.s.n.m. tipo cinturones de rocas verdes del Súper-grupo Pastora y de filas más anchas y más bajas de cinturones de rocas verdes más jóvenes del Grupo Botanamo.

La Provincia Geológica de Roraima al Sur de las cabeceras del río Cuyuni alcanza grandes áreas planas altas, denominada Gran Sabana, formada por areniscas feldespáticas del Mesoproterozoico con alturas de 1.500 a 950 m.s.n.m. desde Luepa hasta Santa Elena de Uairén, culminado por tepuyes o mesas altas de ortocuarcitas sedimentarias del Grupo Roraima con innumerables y bellos tepuyes como el

Roraima, Auyantepui, Chimantá y hacia Amazonas los tepuyes como El Pañuelo, Cuao, Autana, Parú, Duida, y Marahuaca entre otros con alturas que van en Roraima por el orden de hasta los 2.000 m.s.n.m y en el Marahuaca hasta los 3.400 m.s.n.m. En la parte Oeste del Estado Bolívar y el estado de Amazonas predominan las rocas riolíticas y granitos que forman filas alargadas como la de Caicara, Santa Inés y grandes batolitos como los de Santa Rosalía, El Parguaza, Parú, etc. Particular fisiografía muestra la provincia del Casiquiare, en Amazonas, casi plana con alturas por debajo de los 200 m.s.n.m. constituida por rocas graníticas similares al Complejo de Supamo de la parte oriental del escudo (Mendoza, 2003).

Según Mendoza, (2003), durante el Mesozoico, luego de iniciada la disrupción de la Pangea, se produjo un levantamiento general de Escudo de Guayana, en especial de su parte Norte erosionándose gran parte de la sección y dejando al descubierto las rocas más antiguas del escudo como las granulitas, anfibolitas, migmatitas, charnockitas y rocas graníticas del Complejo de Imataca de edad Mesozoico. Levantamiento más acentuado e inclinación debió producirse en el Eoceno Medio Superior durante la cual no se registró casi sedimentación marina al Norte del Escudo de Guayana. Este último levantamiento ocasiono una erosión mas acelerada del escudo y subsecuente depositación en cuencas localizadas al Norte del rio Orinoco (Olmores y otros, 1986 en Mendoza, 2003) y la formación de grabens por la reactivación de las antiguas fallas al noroeste del rio Caura y en Guyana con depósitos modestos de arenas con gas, de edad mioceno.

El Escudo de Guayana ha sufrido prolongados y repetitivos periodos de erosión pudiéndose distinguir en las hoyas de los ríos Caroní y Cuyuni varios niveles erosionales cada uno de los cuales parece tener un origen complejo y diferente de otros niveles: así algunos niveles parecen representar un periodo de peniplanacion; y

otros son consecuencia de la estructura y composición de las rocas ígneas respectivas (extensos domos graníticos, anarogénicos, ricos en feldespatos), (Mendoza, 2003).

2.4.1 Provincia de Cuchivero

Ocupa la parte Occidental del Escudo Venezolano y se extiende al Sureste de Guyana,

Surinam y la Guayana Francesa. (González de Juana, 1980).

Ríos, (1972), en la Región de Caicara, propone el término de Asociación Ígnea de Cuchivero para designar a un conjunto de rocas acidas extrusivas e intrusivas, allí expuestas con tendencia estructural N-NO. Las divide en tres unidades, que de más antigua a más joven son: la Formación Caicara, el Granito de Guaniamito y el Granito de Santa Rosalía. (CVG TECMIN, 1995).

Mendoza, (2000) postula el Súper Grupo Cedeño en el área del río Suapure, una secuencia litoestratigráfica en la que introduce los nombres de Grupo Suapure, Granito de Pijiguaos y Granito de San Pedro. En 1973, realiza un estudio de la petrogénesis del Granito Rapakivi de El Parguaza. (CVG TECMIN, 1995).

Los estudios de Talukdar y Colvee, (1974, 1975), han sido citados por González de Juana (Op. cit.), y afirman que la Provincia de Cuchivero representa un periodo de tiempo entre 1.900 y 1.400 Ma. y parece haberse desarrollado sobre una corteza continental pre-existente. Mendoza (2000), describe la petrogenesis de las rocas volcánicas de la Formación Caicara; sostiene que son riolíticas de caracteres calco-alcalino, continentales, escasamente fraccionadas, formadas probablemente a partir de la fusión parcial de material costral (CVG TECMIN, 1991).

2.4.1.1 Granito de Santa Rosalía: de acuerdo a Ríos, (1969), el Granito de Santa Rosalía es masivo a semi-foliado, plutónico de grano medio a muy grueso, generalmente equigranular, constituido esencialmente por cuarzo (29% por volumen) feldespato potásico-pertita (35,5%), plagioclasas: oligoclasa (26%); biotita marrón pleocroica (2%); escasa hornablenda (4%), accesorios y secundarios (titanita, apatito, epidoto, clorita, opacos y otros).

El Granito de Santa Rosalía es intrusivo en las cuarzo-latitas de la Formación Caicara, aunque localmente el contacto puede ser de falla. El Granito Rapakivi de Parguaza se deduce intrusivo en el Granito de Santa Rosalía, en atención a la presencia de un granito porfídico con fenocristales de textura rapakivi en una matriz granítica de grano fino, rica en biotita, mineral muy desarrollado (hasta 40%) en la zona de contacto.

2.4.1.2 Granito de San Pedro: son rocas graníticas, leucocráticas, macizas a moderadamente foliadas, de aspecto subvolcánico, grano fino, equigranulares, que afloran entre El Budare y Pijiguao, 3 Km. al Oeste del paso de San Pedro en el río Suapure. Petrográficamente el Granito de San Pedro es hipoutomorfo, con textura gráfica muy frecuente. Esencialmente esta constituido por cuarzo cataclástico (25%), feldespato potásico y pertita (50%), plagioclasa sódica (20%), y accesorios y secundarios tales como biotita (0-2%), apatito (2%) opacos (1- 2%), clorita (0-1%); y epidoto (01%).

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

La zona que comprende este estudio se corresponde con el Grupo Cuchivero de la Súper Asociación Cedeño.

2.4.1.3 Grupo Cuchivero: McCandless, (1965) citado por González de Juana, (Op. cit), designa con el nombre de Serie Ígnea de Cuchivero a un conjunto de rocas predominantemente ígnea intrusivas y extrusivas, probablemente comagmática, de la región Noroccidental del Estado Bolívar. González de Juana, (Op cit), cita a Ríos (1972) para restringir la Asociación Ígnea Cuchivero a la siguiente secuencia, de mas vieja a más joven: Formación Caicara (rocas piroclásticas de composición riolítica), Granito de Guaniamito y Granito de Santa Rosalía, tal y como se muestra en la figura 2.4.

Mendoza, (1974), en González de Juana, (1989) redefine el Grupo Cuchivero restringiendo sus afloramientos unos 50 Km. al sur del paralelo 6° de latitud Norte e incluye en el grupo una nueva unidad litológica, que nombra Leucogranito de San Pedro y representa una facie de grano fino del Granito de Santa Rosalía.

2.4.1.4 Grupo Suapure: Mendoza, (1974) propone este nombre para incluir a las rocas ígneas acidas que afloran desde Los Pijiguaos hasta Puerto Páez, en dirección E-O y desde los Pijiguaos hasta el rio Ventuari en sentido N-S, cubriendo un área de alrededor de 30.000 Km².

Dentro del término incluye 2 tipos de granitos: uno de grano fino, masivo, de color rosado, denominado Granito de Pijiguao y otro de textura rapakivi que ocupa el 90% del área total conocido como Granito del Parguaza. (González de Juana, Op. cit).

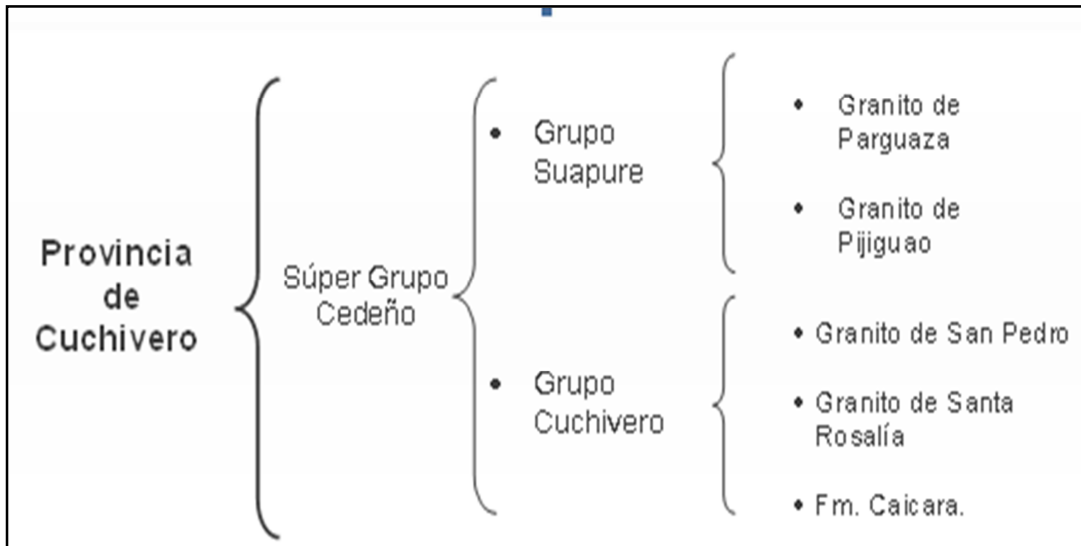


Figura 2.7 Unidades litodémicas de la Provincia Geológica de Cuchivero en la región Suapure. (Modificado de Mendoza, 1974).

2.5 Geología local

En el área de estudio se identificaron 2 unidades litológicas, las cuales se describen de base a tope como: Granito de Santa Rosalía y aluviones del Cuaternario.

2.5.1 Granito de Santa Rosalía

Es un granito biotítico, color rosado a gris, de grano fino a grueso, con predominio de la fracción de grano medio a grueso, macizo fanerocrystalino, porfídico, que en zonas restringidas muestra débil foliación. Su composición mineralógica, bastante constante en todas las localidades donde se ha descrito, consiste de cuarzo (35%), biotita como principal componente máfico (5%) y cantidades menores de hornblenda, epidoto, clorita y opacos. Es hipidiomórfico granular, masiva a cataclástica. El cuarzo es anhedral y presenta extinción ondulada. El feldespato potásico ocurre en cristales subhedrales mayores a 1 cm, con buen

desarrollo del enrejado microclínico. La plagioclasa varía de albita a oligoclasa, es anhédrica a subhédrica con inclusiones de sericita y epidoto. La biotita generalmente de color verde botella, se presenta en cristales euhedrales como hojuelas entre el feldespato. La hornblenda, de color verde, aparece en algunos casos alterada a biotita y clorita (Ríos, 1969).

El Granito de Santa Rosalía aflora extensamente en el valle de los ríos Cuchivero y Guaniamo y soporta las mayores elevaciones de la región.

Mendoza, (Op. cit.) lo describe en la cuenca del río Suapure. Se han descrito granitos tipo Santa Rosalía en diversas localidades de la parte Norte central del estado Amazonas por Mendoza et al. (1977), en el área de San Fernando de Atabapo por Ríos, (1969), en la zona de San Carlos de Río Negro por Martínez, (1985) y en el área del río Parupa, afluente del río Caroní, por Takeda et al. (1989).

2.5.2 Aluviones del Cuaternario

Esta unidad conforma aproximadamente el 75% de la zona en estudio. Se presenta por toda la zona como producto de la acumulación de sedimentos durante las crecidas de los ríos, caños y quebradas en tiempo de lluvia.

Estos sedimentos están constituidos por materiales tales como: cantos, peñones, gravas, arenas, limos y arcillas provenientes de la meteorización física y química de las rocas del Grupo Cuchivero, los cuales fueron arrastrados por las aguas de escorrentías, vientos y ríos de la zona y depositados a partir del Cuaternario hasta el presente. (Figura 2.8).

2.5.3 Vetas de cuarzo

En el área de estudio, se observaron vetas de cuarzo cuyos espesores van desde 2 a 4 cm. aproximadamente, en el cual se observaron dos sistemas de vetas de cuarzo, uno que va en dirección NW y otro en dirección NE, muchos paralelos entre sí. (Figura 2.9).

2.5.4 Sistemas de diaclasas

En la zona de estudio se observaron tres sistemas de diaclasas cuyo punto del GPS arrojó coordenadas N836.461; E171.782, y direcciones N70°W, N20°E y N80°E, todas con buzamiento vertical. Las mismas son dos sistemas ortogonales entre si y uno que bisecta a los otros dos.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

Desde hace algunos años se vienen realizando investigaciones en todo el estado Bolívar, por estar constituido en su mayoría por rocas pertenecientes a los Complejos de Imataca y la Provincia de Cuchivero, las cuales son de interés comercial tanto nacional como internacional a continuación citamos algunos de estos trabajos:

La Universidad de Oriente, a través de la Escuela de Ciencias de la Tierra y FUNDAGEOMINAS, viene realizando desde el año 1998 estudios sobre la caracterización

Geo-económica de las rocas graníticas con fines ornamentales en las diferentes Provincias

Geológicas de Guayana, principalmente Imataca y Cuchivero (Montes, 2004). Así, Núñez, (1998) realizó la caracterización del granito gris aro.

Constructora Norberto Odebrecht. (2006) caracterizó el Cerro La Tortilla para determinar su potencial para su uso en la construcción del Sistema Vial Tercer Puente sobre el río Orinoco. Municipio Cedeño, estado Bolívar.

Los bachilleres Andrés Level y Teresa Villasana en Mayo de 2007, realizaron un trabajo de grado en las cercanías del área de estudio denominado “Caracterización geológica a escala regional, con fines ornamentales de las rocas graníticas, ubicadas en el sector El Diamante, los Castillos de Parguaza, municipio Cedeño, del estado Bolívar”, con miras a determinar localización de las mismas y de instalar en un futuro, una cantera de explotación, procesamiento y comercialización de éstas como roca ornamental.

Los bachilleres Laidequel Orta y Tirso González en Julio (2004), , realizaron un trabajo de grado denominado Caracterización petrográfico y geomecánica de las rocas graníticas del afloramiento central de la cantera Tebra, ubicado en Ciudad Piar, Municipio Raúl Leoni – Estado Bolívar. Realizado

Los bachilleres Neomar Oliveros e Hildana Romero en Octubre de 2007, realizaron como trabajo de grado una “Evaluación geológica y geomecánica de la parte Este del afloramiento granítico cerro Los Ermitaños. Municipio autónomo Héres, estado Bolívar.

Los bachilleres Yuliza Lozano y Milagros Jaramillo En Febrero de 2009, realizaron como trabajo de grado una “Evaluación geológica y geomecánica con fines ornamentales, del afloramiento el Bolivero, Ubicado en el Municipio Autónomo Cedeño del estado Bolívar.

Los bachilleres Antonio Carrasquel y Freddy Hernández en Julio del año 2006 realizaron como trabajo de grado una “Caracterización geológica y cálculo de reservas del cerro Pedregal, Carretera Ciudad Piar Km.70, Municipio Raúl Leoni. Estado Bolívar.

Los bachilleres Campos Karen y Mendoza Félix en Mayo(2004), realizaron como trabajo de grado “Caracterización petrográfica y geomecánica de las rocas graníticas del afloramiento central de la cantera Tebra, ubicado en Ciudad Piar, Municipio Raúl Leoni, estado Bolívar

Todos estos estudios fueron realizados desde el punto de vista geológico, estructural y geomecánico, con el fin de ampliar la información geológica ya existente sobre la Provincia de Cuchivero e Imataca así como las condiciones que presentan las rocas localizadas en estas áreas, ya que se ha demostrado que algunas de estas rocas o en su mayoría están siendo usadas con fines ornamentales y de construcción tanto en el mercado nacional como internacional.

3.2 Generalidades de las rocas graníticas

3.2.1 El granito

El granito es una roca que se compone de minerales cristalizados formados en las Profundidades de la corteza terrestre (plutónica), La disposición de estos cristales será la caracterización que señale las diversas familias (Whitten, D.G.A y Brooks, J.R.V., 1972).

Se compone principalmente de cuarzo, (20 y 40 %), feldespato (en general feldespato de potasio y plagioclasa oligoclasa), con una cantidad pequeña de mica (biotita o moscovita) y de algunos otros minerales accesorios como circón, apatito. magnetita, ilmenita y esfena. Normalmente los granitos de alto grado silícico, como la aplita y la pegmatita, y aquellos granitos alterados por la acción de sustancias volátiles, contienen micas de litio, mica muscovita, hornblenda verde y plagioclasa sódica. En los granitos alcalinos, los minerales típicos serán la anortita, anfíboles

sódicos, piroxenos (augita, egrina y acmita). En algunos granitos y pegmatitas puede aparecer olivino con alto contenido de hierro. En los granitos potásicos los minerales característicos son el hipersteno y la enstatita. (Whitten y Brooks, 1972).

3.2.1.1 Principales familias y origen de los granitos: según Fundageominas (Op. cit.), a partir del contexto geotectónico, se pueden definir, por lo menos, dos grandes familias de granitos de diferente origen; estas están íntimamente relacionadas con los factores de temperatura y presión que producen fusiones parciales para dar distintos magmas que estos a la vez, formaran las diferentes rocas por familia.

3.2.1.1.1 Primera Familia: corresponde a los “Granitos de Anatexia”, originados en zonas profundas con temperatura y presión suficientemente elevadas para dar producir, por fusión parcial, diferentes tipos de magmas de composición granítica. Estas zonas particularmente son de alta temperatura y presión, se encuentran en áreas orogénicas de colisión o en áreas de subsidencia que caracterizan a las grandes cuencas de sedimentación.

En efecto, en diferentes zonas inestables de la tierra, las rocas de superficie son arrastradas hacia la profundidad, en una lenta migración de las placas de la corteza terrestre durante una gigantesca colisión de los continentes; las rocas sometidas a grandes fuerzas horizontales, se transforman en esquistos plegados y brechados.

Entre 15 y 20 Km. se forman las primeras rocas, es decir, los esquistos cristalinos que se marcan con la aparición de la biotita a temperaturas de más de 400°C y el acrecentamiento del tamaño de los granos de cuarzo preexistentes.

A 20 Km. con temperatura de más de 700°C, una parte del material se funde y se inyecta entre las partes solidas, para formar las migmatitas; luego la fusión

prosigue, el magma se homogeneiza y las rocas resultantes forman una serie de rocas magmáticas para dar un granito generalmente con dos micas. Las masas importantes de este “magma”, el cual es más liviano que los materiales encajantes no fundidos, pueden subir como burbuja de aceite para dar masas grandes de granitos intrusivos en las formaciones superiores de la corteza terrestre.

3.2.1.2. Segunda familia: se ubica en las zonas de subducción, las cuales aparecen en otras zonas del globo, el piso de los océanos se mueve como un transportador de cinta y se hunde bajo los continentes a profundidades de 70 a 100 Km. Toda una serie de granitos se desarrollan a partir de la fusión de la parte superior del manto ubicado bajo la corteza continental; estos pueden subir en forma de burbujas para unirse con los otros granitos dentro de zonas más elevadas de la corteza.

Durante la ascensión, en relación con la diferenciación magmáticas y las variaciones de presión y de temperatura, la composición del magma evoluciona para dar una gama que va desde los gabros hasta los granitos. Cualesquiera que sean las fuentes, durante la subida en la corteza continental, los magmas graníticos originales se enfrían y cristalizan lentamente a profundidad superior a 5 Km. de la superficie.

Así mismo, mediante los procesos de evolución magmáticas, 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. (Whitten y Brooks, 1972).

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. (Whitten y Brooks, 1972).

La serie alcalina es compleja y poco frecuente. Esta serie es típica de ambientes intraplaca, tanto oceánicos como continentales. (Whitten y Brooks, 1972).

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. (Whitten y Brooks, 1972).

Existen numerosos intentos de clasificación y nomenclatura petrográfica. La clasificación más utilizada actualmente para las rocas ígneas se debe a Streckeisen (1976) citado en Whitten y Brooks, 1972 y www.todogeologia.com, 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 feldespatoideos (F), que son grupos minerales incompatibles en un proceso de cristalización magmáticas. 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 solo 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. (Whitten y Brooks, 1972)

3.2.2 Origen del granito

Las rocas graníticas en el estricto sentido geológico son rocas ígneas intrusivas plutónicas de composición ácida. Foucault, (1985), define al granito "sensu estricto" como una roca magmática plutónica muy abundante granuda de coloración clara con los minerales esenciales siguientes, constituyendo el 80% de la roca: cuarzo xenomorfo intersticial, feldespato alcalino (ortosa, microclina) y plagioclasa (albita, oligoclasa) subautomorfa.

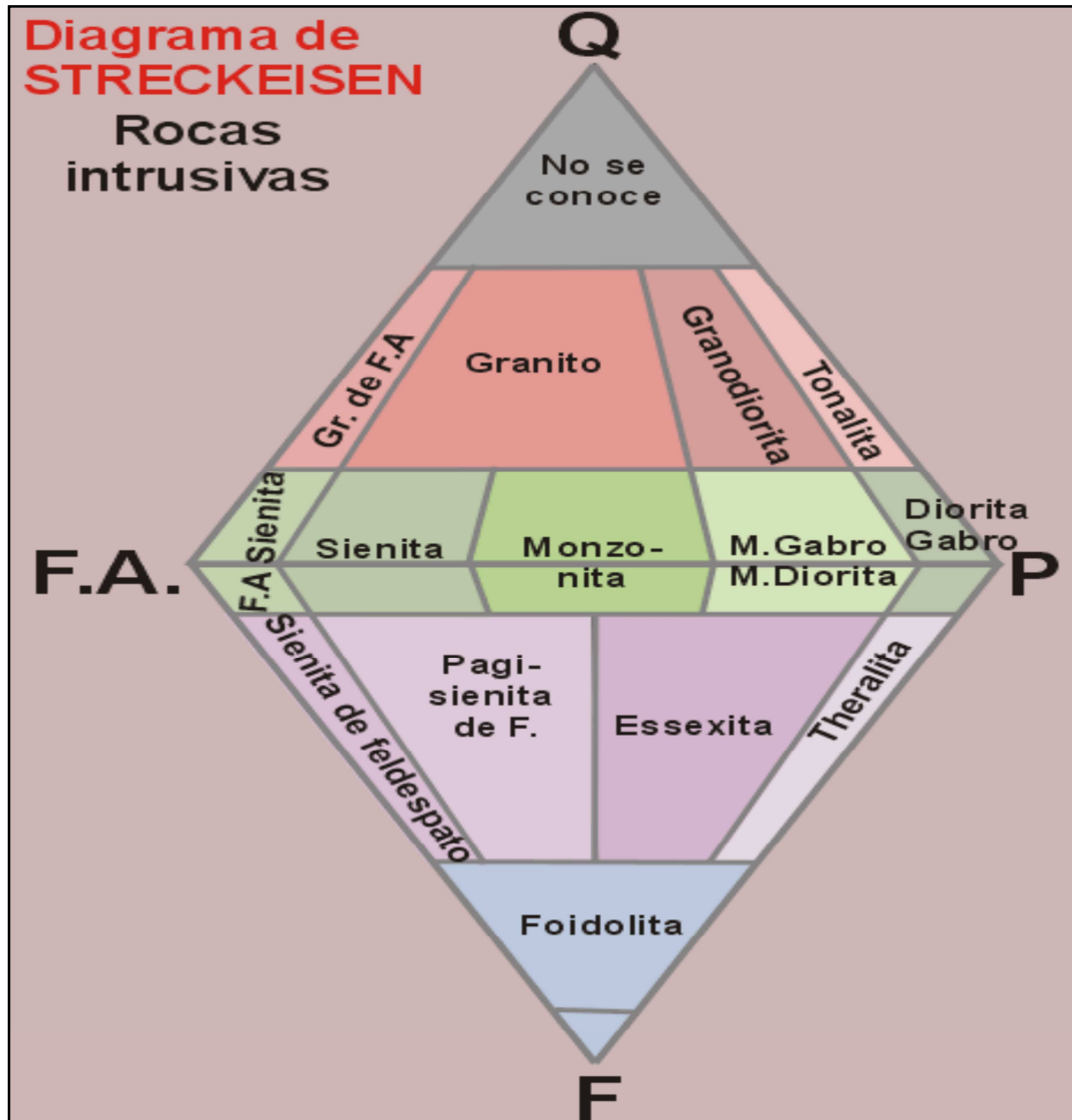


Figura 3.1 Diagrama “QAPF” para rocas ígneas intrusivas. (Whitten y Brooks, 1972).

Los minerales secundarios y accesorios son muy variados: mica, anfíbol, piroxeno (raro), etc. Fundacite.arg.gov.ve/documentación/fde/rocas7capitulo_07.html (2000), expresa que los grandes plutones graníticos o batolitos pueden, originarse de varias maneras; a saber por excavación magmáticas (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 solidas son cambiadas en roca de composición y textura granítica sin pasar por una etapa magmática).

3.2.3 Texturas más comunes de los granitos

3.2.3.1 Holocristalina: solo existen minerales con estructura cristalina. No hay vidrio. (Griem y otros, 2003).

3.2.3.2 Fanerítica: los granos minerales son lo suficientemente grandes como para distinguirlos en una muestra de mano y esto se debe al enfriamiento lento del magma permitiendo un crecimiento lento de los cristales. (Griem y otros, 2003).

3.2.3.3 Granular: los minerales principales son isométricos, macroscópicamente visibles. (Griem y otros, 2003).

3.2.3.4 Xenomórfica: los cristales no muestran sus contornos propios, es decir, los minerales aunque bien cristalizados, presentan una forma cualquiera, no habiendo podido desarrollar las caras características del sistema cristalino a que pertenece. Esto es debido generalmente a que los cristales vecinos o los componentes mas próximos y formados precedentemente han impedido su desarrollo (Foucault, 1985).

3.2.3.5 Equigranular: los minerales que constituyen la roca poseen el mismo tamaño. (Griem y otros, 2003).

2.3.6 Mirmequítica: se refiere al intercrecimiento de plagioclasa y cuarzo. La plagioclasa se presenta en forma convexa en comparación con los feldespatos y alberga pétalos y palitos de cuarzo en alineación divergente. (Griem y otros, 2003).

3.3 Generalidades de las rocas ornamentales

(INTROMAC, 2005). Con la aparición de materiales de construcción como hormigón, acero, aluminio, plásticos y cerámicas, se debería haber asumido la desaparición de la piedra como elemento constructivo y ornamental. Aunque inicialmente se produjo un descenso en su consumo, hoy en día es un material que se destina a usos variados y proporciona excelentes resultados tanto en edificios de modernos diseños como en restauración y rehabilitación de construcciones antiguas.

Cuando se habla de rocas ornamentales, piedras naturales y similares se hace referencia a aquellas rocas que sin sufrir otros tratamientos diferentes de los procesos normales de corte, pulido o tallado, son utilizadas para fabricar productos que exhiban sus propiedades naturales. (INTROMAC, 2005).

Esta denominación genérica excluye por tanto a otro tipo de rocas y materiales que sufren mayores transformaciones desde su estado natural como trituración, mezclado, cocido, etc.(INTROMAC, 2005).

En todo caso, deben ser rocas que por su elevada compactación y existencia en afloramientos naturales, sean apropiadas para la explotación en forma de grandes bloques (INTROMAC, 2005).

Aunque de hecho, la mayor parte de las rocas se han utilizado alguna vez como materiales ornamentales, este término se asocia básicamente con mármoles, granitos

y pizarras.(INTROMAC, 2005). Comercialmente hablando, cada uno de esos términos incluye un grupo de rocas de apariencia similar y propiedades relacionadas. (INTROMAC, 2005).

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

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

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

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

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 (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 Paulo (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; tales piedras son grandes bloques de granitos y mármoles, obtenidos y cortados en tablas y otras formas para su comercialización (Figura 3.2).



Figura 3.2 Obtención y manejo de bloques de granito extraído de canteras.

Por otra parte, Paulo, (2000), propone el termino 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, etc. (Figura 3.3).

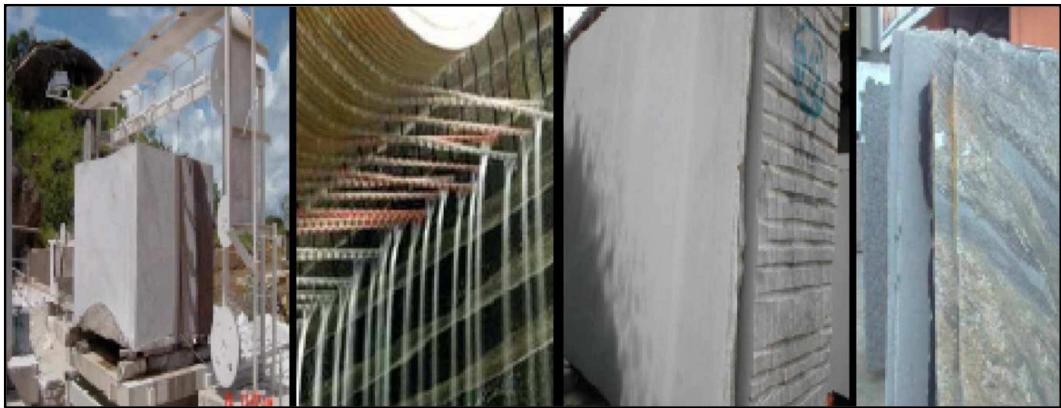


Figura 3.3 Laminas de granito destinadas a la manufactura.

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 esta una definición científica que no comprende mas que algunos granitos ornamentales, los que se podrían denominar granitos sensu strictus.

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 de 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 termino de granito ornamental incluye un amplio espectro de rocas ígneas, plutónicas y volcánicas (y en ocasiones metamórficas como los gneis) 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.

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 fracturamiento irregular.

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.

3.4.1.4 Basaltos, gneises y pegmatitas: este es un grupo que constituye una variedad bastante alejada del carácter plutónico de los granitos “sensus strictus” pero que tienen un lugar importante dentro del mercado de las rocas ornamentales.

3.5 Características de rocas y minerales industriales

(INTROMAC, 2005), la elección de la roca ornamental como elemento constructivo, decorativo, entre otros, se debe a una serie de características que definen a este material:

La roca ornamental se caracteriza por su envejecimiento lento y ennoblecido.

Fusión con la naturaleza de la que provienen. En determinados usos es el único material factible de ser usado para minimizar los impactos ambientales (visuales), tan importantes hoy en día.

Existe una gran diversidad de texturas, colores, y acabados para cada uso. Existe un tipo de piedra con un acabado determinado y con un color dado para cada uso, lo importante es conocer todos estos factores a la hora de colocar una piedra natural en un determinado lugar.

Exigencias de coherencia estética con edificaciones antiguas. Sería impensable construir con otro tipo de material en zonas donde históricamente la piedra ha sido elemento constructivo (como ejemplo cualquier casco histórico de cualquier ciudad).

Resistencia a la intemperie y durabilidad.

Expresividad de la piedra.

Aumento del nivel y exigencia de calidad de vida.

Como quedará de manifiesto a lo largo de este artículo, los tres factores más positivos.

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, (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. Se muestra la importancia del conocimiento de las características geomecánicas de las rocas ornamentales en base al uso a que se va a destinar. (Tabla 3.1)

Las características geomecánicas de las rocas ornamentales se basan en:

Descripción petrográfica.

Características físico-mecánicas

Análisis químico.

3.5.1 Características petrográficas

LOEMCO, (Óp. cit.), 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, conindicación del estado de alteración (si hubiera) de sus componentes.

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:

1. Observación macroscópica con lupa binocular: Se realiza en la muestra fresca, tal y como fue tomada en el afloramiento, empleando aumentos variables entre x10 y x63.

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

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

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

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".

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

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, Op. cit.).

Tabla 3.1 Importancia de las características tecnológicas de la piedra natural en relación con sus aplicaciones en construcción. Llopis Trillo, Guillermo, 1995.

CARACTERÍSTICAS	REVESTIMIENTO	REVESTIMIENTO	PAVIMENTOS	PAVIMENTOS	PELDANOS DE
Descripción petrográfica*	I	I	I	I	I
Análisis	PI	PI	PI	PI	PI
Peso específico	I	I	I	I	I
Absorción de	PI	I	PI	I	PI
Resistencia a la compresión*	PI	I	PI	I	I
Resistencia a la flexión*	PI	I	I	I	MI
Resistencia al	O	O	I		MI
Resistencia al	PI	PI	I	MI	MI
Resistencia a los cambios	PI	MI	PI	MI	O
Resistencia a la	O	MI	O	MI	O
Módulo de	O	I	O	MI	O
Coefficiente de dilatación	O	MI	O	I	O
Microdureza	O	PI	I	MI	I
Resistencia	O	I	O	I	O
Resistencia al	I	MI	O	O	O
Contenido de carbonatos	O	O	O	O	O

Leyenda:
 MI = Muy importante
 I = Importante
 PI = Poco importante
 O = Sin considerar
(*) Características tecnológicas utilizadas para evaluar la calidad de la roca en el presente en el estudio.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Nivel de la investigación

La investigación realizada es de tipo descriptiva. Es considerada descriptiva porque esta tutelada a establecer las características geológicas y geomecánicas de las rocas aflorantes en la “Serranía el Oso” ubicado en el sector El Oso, Km. 672 de la Carretera Caicara del Orinoco - Ciudad Bolívar.

Esta caracterización se logró con el apoyo del trabajo realizado en campo y la interpretación de resultados de los análisis de laboratorio aplicados a las muestras obtenidas. Entre estos ítems tenemos: a) composición mineralógica, b) resistencia a la compresión, c) resistencia al desgaste, d) resistencia a la flexión, e) porcentaje de absorción de agua, f) densidad de la roca o peso específico. Con esta información se generaron conclusiones y evaluar su posible utilidad como recurso de ornamentación.

4.2 Diseño de la investigación

La metodología propuesta para la realización de este trabajo de investigación es de dos niveles: a) exploratorio y b) descriptivo.

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

El nivel descriptivo de la metodología de esta investigación se diseñó con base a una investigación de campo y una investigación experimental. La investigación de campo consistió en la toma de muestras de roca fresca de los afloramientos de interés económico, aquellos que por su dimensión espacial en el área de estudio pueda representar un prospecto, todo esto seguido de un levantamiento geológico.

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

A fin de realizar la investigación con mayor eficiencia y cumplir con los objetivos propuestos para la elaboración del estudio geológico de la Serranía el Oso, del Sector El Oso, se dividió el trabajo en cinco (5) fases o etapas, tanto teóricas

como practicas, que, con la supervisión del autor académico correspondiente, se clasifico de manera sistemática de la siguiente manera (Figura4.1).

4.2.1 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.

En la parte bibliográfica fueron revisados y analizados informes de avance y técnicos de CVG TECMIN, C.A., textos académicos, publicaciones especiales y boletines geológicos, recopilados en la Biblioteca de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar.

En cuanto a la cartografía, se contó con la Hoja Cartográfica 7038 – IV - SO a escala 1: 25.000, la cual se ubico en el Instituto Autónomo de Minas Bolívar (I.A.M.IB).

4.3 Delimitación de la serranía El Oso

La zona de estudio se demarcó, tomando como base la Hoja cartográfica 7038-IV-SO obtenida del I.A.M.IB, referenciado con sus respectivas coordenadas UTM para fijar los límites del área estudiada.

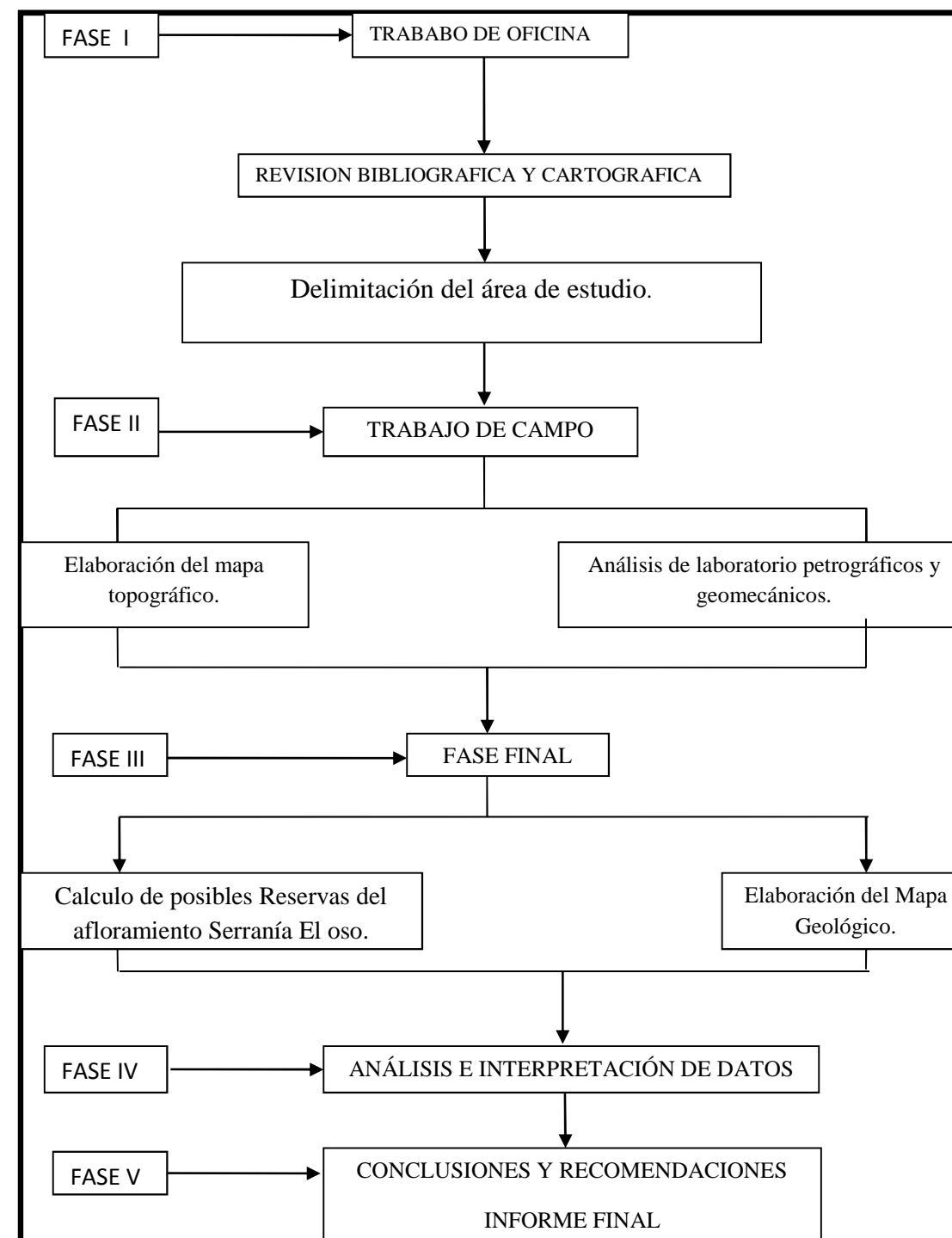


Figura 4.1 Flujograma de la metodología del trabajo.

La ubicación de estos puntos de referencias permitió calcular el área aproximada en metros cuadrados, de la zona de interés, así como también la respectiva ubicación de dichos puntos en campo, la misma muestra el área que fue escogida para realizar la evaluación de granitos con fines ornamentales. (Figura 4.2).

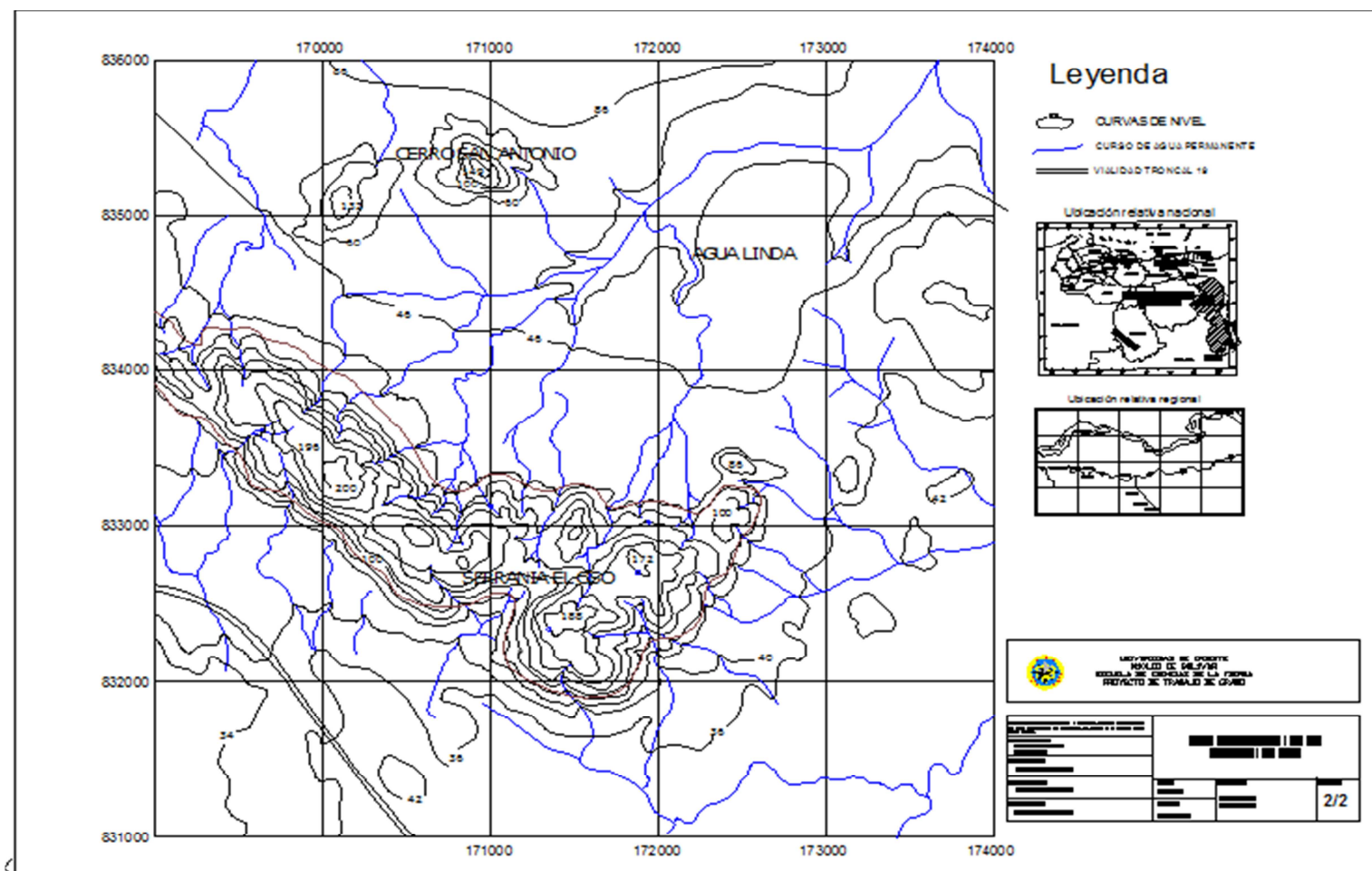


Figura 4.2 Mapa topográfico de la Serranía el Oso.

4.4 Interpretación de la Hoja de Catastro Minero 7038-IV-SO a escala 1:25.000

La interpretación de la hoja cartográfica 7038-IV-SO fue una fuente fundamental para la investigación y para el buen desarrollo de la etapa de campo.

Partiendo del análisis de este se permitió delimitar la red de drenaje más próxima al afloramiento en cuestión, así como también la identificación de las vías de acceso más convenientes para internarse hasta al mismo. Información que luego fue procesada y unificada para digitalizar el mapa base.

4.5 Determinación de unidades geológicas en campo

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.

Para esto se contó con una serie de materiales que permitieron realizar el trabajo de la forma más óptima posible:

- 4.5.1 1 GPS marca GARMIN, modelo Etrex.
- 4.5.2 1 Brújula marca Brunton.
- 4.5.3 1 Cinta métrica.
- 4.5.4 1 Cámara fotográfica digital.
- 4.5.5 Una mandarina de 20 Kg.
- 4.5.6 1 Machete.
- 4.5.7 Libreta de campo, marcadores, lápices de colores y de grafito.

Una vez en campo se realizaron actividades de reconocimiento vial de la zona, reconocimiento geológico y geomorfológico, toma de mediciones, toma de muestras y levantamiento topográfico.

4.5.1 Reconocimiento vial de la zona

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

En áreas de difícil acceso, y por la extensa cobertura boscosa, fue necesaria la abertura secciones de picas para llegar a los puntos de muestreo.

La exploración se realizó primeramente con un reconocimiento geológico de la zona para la respectiva ubicación de unidades geológicas de interés.

Esta fase permitió evaluar, en el área de estudio, aspectos físico-naturales, tales, como:

parámetros geológicos, climáticos, geomorfológicos, suelo, fauna y vegetación.

4.5.2 Reconocimiento geológico

Se realizó un recorrido al área de estudio a fin de identificar las unidades geológicas presentes, así como también la homogeneidad y los límites de dichas unidades.

4.5.3 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, (Figura 4.3).



Figura 4.3 Brújula Brunton, (Encarta,2009)

4.5.4 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 donde una (01) fue destinada a ensayos petrográficos y tres (03) fueron destinadas ensayos geomecánicos, las cuales fueron debidamente georeferenciadas con el GPS para su ubicación en el mapa final.

Para éste se tomó en cuenta aquellas zonas que brindaran los rasgos más resaltantes y de fácil acceso al área de estudio.

Cabe destacar que para el desarrollo de recolección de muestras se llevó a cabo mediante el uso de mandarina.

4.5.5 Levantamiento topográfico

Este se realizo con un GPS marca GARMIN ETREX, tomando lecturas de coordenadas y elevaciones de 14 puntos, donde se tomó en cuenta aparte del afloramiento la ubicación también 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. (Figura 4.5)



Figura 4.5 GPS marca GARMIN, modelo ETREX, empleado en el levantamiento topográfico.

4.6 Análisis de laboratorio (petrográficos y geomecánicos)

4.6.1 Corte de roca y análisis petrográfico

El corte, sección fina y análisis petrográfico de la muestra seleccionada previamente, fueron realizados en el laboratorio de INGEOMIN, en Ciudad Bolívar; incluyendo la toma de microfotografías de las secciones finas.

4.6.2 Elaboración de secciones finas para análisis petrográficos

El análisis petrográfico de las rocas requiere la observación de éstas 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 cm. 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 un 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.

4.7 Determinación de la calidad de las rocas a través de los estudios geomecánicos

Para el desarrollo de esta etapa se seleccionaron un total de tres (03) muestras recolectadas previamente en campo, a las cuales se les realizó los siguientes ensayos geomecánicos:

4.7.1 Peso específico aparente y coeficiente de absorción de agua

Estas dos determinaciones se obtienen a partir de un mismo ensayo y entre ambas existe una relación inversa. Para un mismo tipo de roca, cuanto mayor sea el peso específico aparente, menor es la porosidad y menor será el coeficiente de absorción de agua. (López, Op. cit.). El peso específico aparente es necesario para el cálculo de peso propio de los elementos que constituyen la obra.

El coeficiente de absorción de agua es de suma importancia cuando los materiales van a estar colocados a la intemperie, en contacto con agua o con la humedad del suelo (* Son las óptimas Y recomendadas para ser utilizadas en la construcción y ornamentación). (Tabla 4.1).

Tabla 4.1 Clasificación de la roca de acuerdo a su porcentaje de absorción (Deere y Miller, 1963).

CLASIFICACIÓN	% DE ABSORCIÓN
MUY ALTA	70-100
ALTA	50-70
MEDIA	30-50
BAJA*	10-30
MUY BAJA*	0-10
(* Son las óptimas y recomendadas para ser utilizadas en la construcción y ornamentación).	

El procedimiento para obtener el peso específico aparente de una roca es el siguiente:

1. Las muestras de roca fresca son cortadas en forma cubica dentro de un rango de medidas
(5x5x5) cm³. (UNE 22-172-85).

2. Se determina el volumen del cubo a partir de la medición de cada uno de los lados que lo componen y el cálculo, según la ecuación siguiente:

$$V = A \times e \quad (4.1)$$

Donde:

V = Volumen del cubo (cm³).

A = área (cm²).

e = espesor (cm).

3. A partir del volumen y el peso del cubo, se calcula la densidad de la roca.

$$D = m / v \quad (4.2)$$

Donde:

D = densidad (gr/cm³).

m = masa (gr.).

v = volumen (cm³).

Para la obtención del porcentaje de absorción de agua de una roca, se aplican los siguientes pasos:

1. Una muestra de mano, fresca y representativa; se somete a un proceso de secado durante

18 ± 5 horas en un horno a temperatura constante de 100 ± 5 °C.

2. Al recuperar hidroscofia y enfriarse la muestra se procede a pesarla en una balanza (□seco).

3. Esta muestra se introduce en una piscina con agua a 21 °C durante 24 horas.

4. Por último, se pesa la muestra saturada con superficie seca (ω_h) y se calcula el porcentaje de absorción de agua mediante la siguiente ecuación, según la norma UNE 22-172-85.

$$\% A = (\omega_i \text{ agua} / \omega \text{ seco}) (x 100) (\%) \quad (4.3)$$

Donde:

$\% A = \% \text{ absorción.}$

$\omega_i \text{ agua} = \text{peso del agua absorbida} = \omega_h - \omega \text{ seco (gr.).}$

$\omega \text{ seco} = \text{peso de la muestra seca (gr.).}$

4.7.1.1 Resistencia a la compresión

Esta característica mecánica es importante conocerla cuando la roca se va a emplear en obras destinadas a soportar cargas altas, bien sea en el transporte, utilización o en su almacenamiento. (López, Op. cit.).

Las rocas pueden ser clasificadas con una resistencia a la compresión desde muy baja a muy alta según Deere y Millar (Tabla 4.2).

Tabla 4.2 Clasificación de la roca de acuerdo a su resistencia a la compresión simple
(Deere y Miller, 1963).

RESISTENCIA	□ c (Kg/cm²)
Resistencia muy alta	>2249,6
Resistencia alta	1124,8-2249.6
Resistencia media	562,4-1124,8
Resistencia baja	281,2-562,4
Resistencia muy baja	0-281,2

Para aplicar el ensayo de resistencia a la compresión a una muestra de roca, se procede de la siguiente manera:

1. Se corta la roca en forma cubica con las dimensiones de 5 x 5 x 5 cm. aproximadamente. (UNE 22-175-85 en granitos).
2. Se toman las dimensiones de la muestra (longitud, ancho) para obtener el valor del área (cm²).
3. Se coloca la muestra de roca cubica en una prensa hidráulica, después de haber descansado en una piscina a 21 °C por 48 horas, según la norma UNE-22-175-85, se las somete a cargas crecientes y centradas hasta que se rompen.
4. Se toma la lectura dada por la prensa que no es más que el peso soportado por la muestra, expresado en lb.
5. Los valores de la resistencia a la compresión se calculan mediante la formula:

$$C=E / A \text{ (Kg/cm}^2\text{)} \quad (4.4)$$

Donde:

C = compresión (Kg. /cm²).

E = esfuerzo (Kg.)

A =área (cm²).

La figura 4.6, muestra la dirección de la fuerza ejercida por la prensa hidráulica y el efecto que origina en la roca cuando es sometida al ensayo.

4.7.2. Resistencia a la flexión

Es importante conocer esta característica en el caso de aquellas rocas que serán empleadas en exteriores en forma de placas, como por ejemplo peldaños de escaleras, revestimiento de exteriores de rascacielos que serán sometidos a los empujes de la acción del viento. Por consiguiente, si los esfuerzos que ha de soportar una placa son elevados o los apoyos están muy separados, habrá que dotarla de un espesor grande (LOEMCO, Óp. cit). El procedimiento consiste en conocer la carga máxima que puede soportar una probeta apoyada en los extremos hasta que se rompe. Para obtener el coeficiente de resistencia a la flexión de una roca, se procede de la siguiente manera (Tabla 4.3)

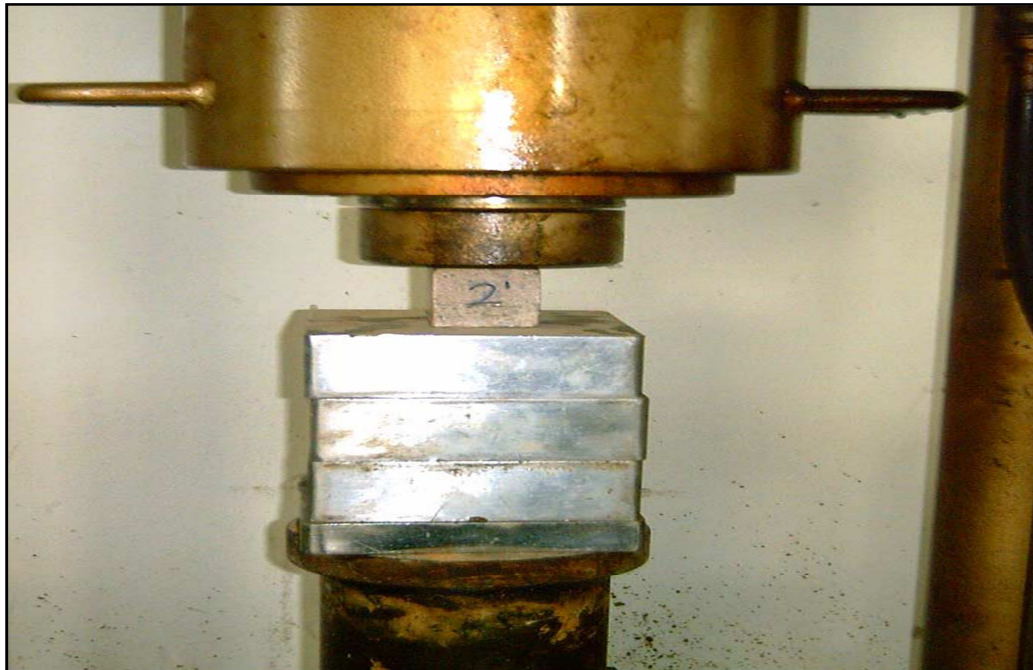


Figura 4.6 Efecto producido por el ensayo de compresión en la roca.

Tabla 4.3 Clasificación de la roca de acuerdo a su resistencia a la flexión (Deere y Miller, 1963).

RESISTENCIA	c (Kg/cm²)
Resistencia muy alta	>600
Resistencia alta	400-600
Resistencia media	250-400
Resistencia baja	140-250
Resistencia muy baja	30-140

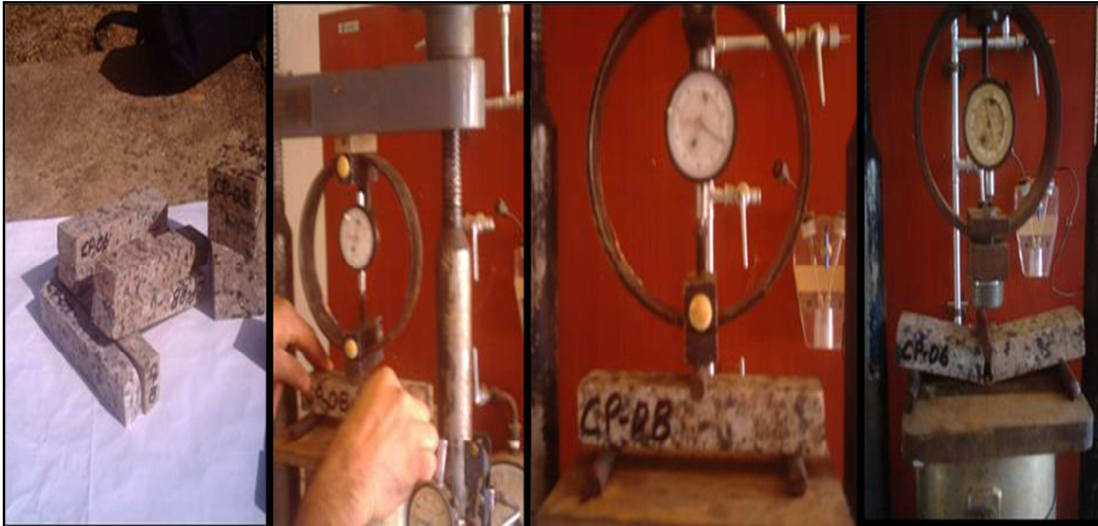


Figura 4.7 Ensayo de resistencia a la flexión

1. Se cortan las muestras en forma de paralelepípedo con características definidas de peso y dimensiones (12x4x2) cm. aproximadamente, las cuales se sumergen en agua a 20° C durante 48 horas. UNE 22-176-85.

2. Se miden las dimensiones de la muestra (altura, longitud, ancho).

3. La muestra es colocada sobre dos apoyos cilíndricos separados 10 cm. y son sometidas, mediante otros cilindros en su parte superior aplicándole cargas crecientes hasta romperla.(Figura 4.7).

4. Se toma la lectura del deformímetro de carga expresada en lb/10⁻⁴ que exprésala fuerza aplicada sobre la muestra y se multiplica por una constante $K = 2.2/10^{-4}$ para obtener el valor expresado en Kg.

5. Obtenidos estos valores se procede a determinar la resistencia a la flexión de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{MOR} = 3FL / 2bd^2 \text{ (Kg/cm}^2\text{)} \quad (4.5)$$

Donde:

F = fuerza (Kg.).

L = longitud (cm).

b = base (cm).

d = ancho (cm).

4.7.3 Resistencia al desgaste

De manera general, una roca que sea muy resistente al desgaste por abrasión, será más apropiada en el empleo en pavimentos que vayan a estar sometidos a tráfico intenso; por lo que la norma UNE 22-173-85 permite determinar la pérdida en peso y en volumen que experimentan la roca a lo largo del ensayo (Tabla 4.4). De tal modo que cuanto menor sea el coeficiente de desgaste por rozamiento, será mayor la durabilidad de la roca. (Figura 4.8).

Tabla 4.4 Clasificación de la roca de acuerdo a su porcentaje de desgaste (Deere y Miller, 1963).

CLASIFICACIÓN	% DE DESGASTE
MUY ALTA	75-100
ALTA	60-75
MEDIA	35-60
BAJA*	15-35
MUY BAJA*	0-15

* Son las óptimas y recomendadas para ser utilizadas en la construcción y ornamentación ya que poseen alta resistencia al uso diario).



Figura 4.8 Preparación de muestras para el ensayo de abrasión.

4.7.3.1 Resistencia al choque

El valor de la resistencia al choque es importante para una roca que vaya a ser empleado en peldaños de escaleras, encimeras o mostradores, aunque la rotura de las placas suele producirse en zonas próximas a las aristas y vértices, por problemas de asentamiento que ponen en evidencia un esfuerzo de flexión u otro efecto de rotura. (López, Op. cit.). Se ve la resistencia a la rotura de una muestra sometida al efecto de la caída de una esfera metálica desde distintas alturas. Colocando 4 placas de 20 x 20 x 3 cm. sobre lecho de arena se deja caer sobre ellas una bola de acero de 1 Kg. desde altura creciente en 5 cm. Hasta la rotura. El resultado es la media aritmética de la resistencia en las 4 muestras medida en cm. (UNE 22-179-85 en granitos) (Figura 4.9).



Figura 4.9 Ensayo de resistencia al choque.

4.7.3.2 Resistencia a las heladas

Esta característica no se debe pasar por alto a la hora de emplear una roca en áreas de climas húmedos y fríos, en obras de pavimentos o revestimientos de exteriores. (López, Op. cit.).

El ensayo se realiza sobre al menos tres probetas cúbicas de 7 cm. de arista previamente secadas en estufa a 110° C. Se sumergen en agua durante 48 horas y posteriormente se someten a 25 ciclos de hielo y deshielo, con sucesivas permanencias de 20 horas a -15° C y 4 horas a 15-20° C.

Por último se pesan en seco y se ve el porcentaje en peso perdido, que es el módulo de helacidad.

4.7.3.3 Resistencia a los cambios térmicos

Se utiliza para predecir el comportamiento de una roca en relación a la acción de los agentes atmosféricos, de ahí su importancia para materiales que vayan a ser utilizados en la intemperie. De las 5 placas rectangulares o cuadradas que se utilizan, una se mantiene inalterada. Las otras cuatro, una vez secadas por calentamiento a 105° C hasta peso constante, se someten a 25 ciclos de calentamiento en estufa a 105° C durante 20 horas e inmersión en agua a 20° C durante 4 horas, determinando posteriormente los pesos en seco. Se observa la pérdida porcentual de peso y las posibles alteraciones superficiales. Es determinante para el granito, y con el se puede observar la facilidad de éste para oxidarse con la aparición de manchas de color parduzco, con cuyo caso el granito pierde gran parte, sino todo su interés comercial. (UNE 22-197-85).

4.8 Cálculo de reservas estimadas en los afloramientos seleccionados

El cálculo de volumen se realizó usando el método de las isocurvas, para ello se usó la hoja Cartográfica 7038-IV-SO, a escala 1:25.000 (modificada); luego con la ayuda del software AUTOCAD V. 2008, y SURFER V.8.04, se calculó el volumen por tres (3) métodos geoestadísticos (Regla de Simpson, 3/8 de Simpson y Trapezoidal) y luego se obtuvo un promedio. Es importante resaltar que el cálculo del volumen se realizó sólo tomando en cuenta la parte aflorante sin incluir la parte que se encuentra bajo la superficie.

4.9 Elaboración del mapa geológico del afloramiento granítico Serranía El Oso

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 estructural definitivo partiendo del mapa topográfico base preliminar que se obtuvo a través de la hoja de catastro minero 7038-IV-SO a escala 1:25.000, en el que se incluyeron los límites del afloramiento 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. Todo esto se elaboró utilizando el software Autocad 2008 y Surfer 8.0.

4.10 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.

4.11 Redacción del informe final

Una vez concluidas todas las etapas, se procedió al análisis y organización definitiva, en la medida de lo posible, de toda la información recopilada tanto en oficina como en la fase de campo para la redacción del informe técnico definitivo.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Interpretación de la hoja de catastro minero 7038-IV-SO a escala 1:25.000

En el orden de delimitación de los diferentes tipos de unidades cartográficas se interpretó:

5.1.1 Delimitación de drenaje

Se utilizó la hoja cartográfica 7038-IV-SO a escala 1:25.000 dando como resultado uno de los primeros productos obtenidos por la interpretación de esta cartografía, como lo es la red de drenaje. En base a esta interpretación el patrón de drenaje fue clasificado de acuerdo a los tipos básicos de red de avenamiento y en conjunto con la concentración o densidad de cursos de aguas, el drenaje del área de estudio se clasificó como dendrítico a sub-rectangular denso.

5.1.2 Vías de acceso

Se demarcó la vía que da en sentido norte con el Río Cuchivero y en sentido sur es conectada con la Carretera Nacional Troncal 19, Ciudad Bolívar-Caicara del Orinoco; además de aquellos caminos de tierras y senderos que atraviesan el área.

También se delimitaron las vías construidas (picas o senderos) para facilitar el acceso al área de estudio.

5.2 Determinación las características petrográficas de la roca

Fue seleccionada una (01) muestra de roca según el interés, para realizarle el análisis petrográfico respectivo. (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Identificación y ubicación de la muestra para análisis Petrográfico.

N°	CÓDIGO	COORDENADAS
01	C-1	N 833330 E 169972 198 m.s.n.m.

Una vez identificada la muestra se le realizó su respectiva sección delgada y su posterior análisis petrográfico. (Tabla 5.2).

Tabla 5.2 Identificación y clasificación de la muestra objeto de estudio.

CODIGO	DESCRIPCIÓN MACROSCÓPI CA	TEXTURA	DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA	NOMBRE DE LA ROCA
C-1	Muestra de mano que macroscópicamente es una roca dura, homogénea, de grano medio y de color gris claro con tonos negros (máfico).	Alotriomórfica inequiangular, donde la mayoría de los minerales son anhedrales y de tamaño variable, que van de grueso a fino.	Compuesta por cuarzo anhedral, algunos alargados, de tamaño variable, fracturado, ondulado y entrecrecido con plagioclasa, (34%). Presenta feldespato tipo pertita y microclino, anhedral, de tamaño variable, de grueso a fino, donde la pertita es mayormente de tamaño grueso y la mayoría de los cristales presentan textura pertítica en cordones, otra en parches y bastantes fracturadas (33%). Presenta plagioclasa anhedral de tamaño variable, que va de fino a medio, fracturado, con maclas difusa, combadas, ligeramente Poiquiliticas (29%). Con cantidades menores de mica biotita de tamaño fino, algunas ligeramente cloritizadas, asociada con muy escasa mica muscovita, (3%). Cantidades mucho menores de epidota, piroxeno y circón.	Granito Alcalino Biotítico

5.3 Elaboración del mapa geológico de la zona

En el anexo 2/2 se presenta el mapa Geológico del área de estudio. En él se aprecian las unidades litológicas bien diferenciadas, que de más antigua a más joven son:

5.3.1 Granito de Santa Rosalía

Esta unidad conforma aproximadamente el 25% de la zona en estudio. Básicamente es representada por un granito alcalino de color gris claro, de textura alotriomórfica inequigranular, de aspecto masivo, macizo, fanerocristalino y cataclástico; constituido por: cuarzo (35%); feldespato potásico, tipo peritita (~32%); plagioclasa (~30%), escasos minerales máficos (~2%) y minerales opacos en muy poca proporción.

5.3.2 Sedimentos Recientes

Esta unidad conforma aproximadamente el 75% de la zona en estudio. Se presenta por toda la zona como producto de la acumulación de sedimentos durante las crecidas de los ríos, caños y quebradas en tiempo de lluvia.

Estos sedimentos están constituidos por materiales tales como: cantos, peñones, gravas, arenas, limos y arcillas provenientes de la meteorización física y química de las rocas de la Provincia Geológica de Cuchivero.

5.4 Determinación de la calidad de la roca a través de estudios geomecánicos

Se seleccionaron un total de tres (03) muestras recolectadas previamente en campo, Se muestran los códigos de las rocas escogidas para tales fines en la tabla 5.3.

Tabla 5.3 Codificación y ubicación de muestras para ensayos geomecánicos.

N°	CODIGO	COORDENADAS
1	C-1	E 170042 N 833812 105 msnm
2	C-2	E 169490 N 833303 118 msnm
3	C-3	E 169817 N 833175 65 msnm

5.4.1 Determinación de peso específico

En la tabla 5.4 se muestran los valores de peso específico obtenidos para cada una de las muestras estudiadas.

Tabla 5.4 Peso específico de las muestras estudiadas.

PESO ESPECIFICO DE LA ROCA						
MUESTRA	PESO (gr)	LADO1 (gr)	LADO2 (gr)	LADO3 (gr)	VOLUME N (cm3)	y (gr/cm3)
C-1	309.60	4.815	4.876	4.914	108.32	2.85
C-2	340.80	4.918	5.004	5.012	125.56	2.71
C-3	325.36	5.022	5.017	5.005	126.85	2.56

5.4.2 Determinación de porcentaje de absorción

En la tabla 5.5 se muestran los valores de porcentaje de absorción obtenidos para cada una de las muestras estudiadas. Tanto el peso específico como el coeficiente de absorción de agua de las muestras en estudio, arrojan valores que permiten considerarlas para el uso ornamental. Los granitos de uso ornamental registran un parámetro de absorción menor del 30% sugerido por la ASTM (American Society For Testing and Materials) y la UNE 22-174. En la tabla 5.5, se

visualiza que todas las rocas están por debajo del (0.45%) de absorción de agua según la clasificación de Deere y Miller.

Tabla 5.5 Porcentaje de absorción de las rocas en estudio.

% DE ABSORCION DE LA ROCA				
MUESTRA	PESO DE LA MUESTRA(gr)	PESO DE LA MUESTRA DESPUES DE SUMERGIDA (24h) (gr)	PESO DEL AGUA (gr.)	%DE ABSORCION
C-1	152.86	152.93	0.68	0.45
C-2	143.35	144.28	0.62	0.44
C-3	176.26	176.29	0.68	0.36

5.4.3 Determinación del porcentaje de abrasión

En la tabla 5.6 se muestran los valores de porcentaje de abrasión obtenidos para cada una de las muestras estudiadas. Se visualiza que la mayoría de las muestras en estudio arrojaron resultados favorables en cuanto a la resistencia al desgaste, esto se traduce en una resistencia media, lo que permite considerarlas en el empleo ornamental puesto que muestran alta resistencia al pulimento. En la tabla 5.6 se muestran los valores de resistencia a la abrasión obtenidos para cada una de las muestras estudiadas.

Tabla 5.6 Porcentaje de abrasión de las rocas en estudio.

ABRASION CON LA MAQUINA DE LOS ANGELES				
GRANULOMETRIA TIPO "A" (NORMA ASTM 151-28)				
PASA POR EL TAMIZ N°	1 ½"	1"	¾"	½"
RETENIDO POR EL TAMIZ N°	1"	¾"	½"	3/8"
PESO DE LA MUESTRA EN(gr)	1258	1258	1258	1258
CARGA ABRASIVA	12.8 (5000gr)			
COEFICIENTE DE DESGASTE DE LOS ANGELES				
MUESTRA	P.FINAL	P.INICIAL	DESGASTE EN (gr)	% DE DESGASTE
C-1	3512.6	4998.6	1493	29.84
C-2	3458.4	4997.5	1548	30.98
C-3	3456.5	4999.2	1551	31.04

5.4.4 Determinación de la resistencia a la compresión de la roca

En la tabla 5.7 se muestran los valores de resistencia a la compresión obtenidos para cada una de las muestras estudiadas. En la tabla 5.7 se observa que la muestra C-1 entra en el rango de valores altos, y las muestras C-2 Y C-3 arrojaron valores de resistencia media, según las normas UNE 22-175 y la clasificación de Deere y Miller, (1963), recomendándose éstas como potenciales rocas aptas para uso ornamental.

Tabla 5.7 Resistencia a la compresión de las rocas en estudio.

RESISTENCIA A LA COMPRESION						
MUEST	L-1	L-2	AREA (cm2)	CARGA	CARGA(σ
C-1	4.908	5.045	24.699	68.000	30398.72	1232.
C-2	5.114	5.096	25.992	56.000	25384.44	976.6
C-3	5.012	4.969	24.882	48.000	23345.10	938.2

Cabe destacar que los valores de resistencia media arrojados por las muestras C-2 y C-3 pueden deberse a que las regletas presentaban fisuras y micro fisuras, producto quizás del al método de muestreo utilizado.

5.4.5 Determinación de la resistencia a la flexión

En la tabla 5.8 se muestran los valores de resistencia a la flexión obtenidos para cada una de las muestras estudiadas. Los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la flexión arrojaron que las muestras tienen una resistencia de media a alta a la flexión según las normas UNE 22-176 y la clasificación de Deere y Miller, (1963). Esto indica que todas las rocas se pueden recomendar en la ornamentación y construcción.

Tabla 5.8 Resistencia a la flexión de las muestras en estudio.

RESISTENCIA A LA FLEXION						
MUESTRA	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ESPESOR(cm)	CARGA (10- 4pulg)	CARGA (Kg)	σ (Kg/cm ²)
C-1	12.01	4.005	1.926	304.056	318.211	289.57
C-2	12.44	4.062	2.025	300.032	314.586	286.27
C-3	12.215	4.256	2.258	425.012	432.147	393.25

5.5 Cálculo de reservas y vida útil del afloramiento granítico de la Serranía El

Oso

Las reservas probables del afloramiento granítico de Serranía El Oso ubicado en el Sector El Oso, alcanzó un volumen total aproximado de 435.176.169,06 m³. Este cálculo se realizó con la ayuda del software AUTOCAD V. 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. El mismo puede ser explotado a una rata de 225000 m³/año, tomando un 45% de material sano explotable, con lo cual se garantiza una vida útil del yacimiento de 870,35 años.

CAPÍTULO VI

GEOLOGÍA ECONÓMICA

En Venezuela, en la sección meridional, Escudo de Guayana, existen varios tipos de rocas ígneas y metamórficas que por sus propiedades físicas y químicas son óptimas para ser utilizadas en la industria.

Las características geológicas de esta zona hacen que este ocupe un lugar destacado a nivel nacional, e incluso, internacional, dentro del ámbito de las rocas ornamentales, especialmente en el tipo más abundante y variado que es el constituido por el grupo de los granitos.

Las rocas de la Provincia de Cuchivero tienen una textura, granulometría, mineralogía, dureza y color de las rocas únicas en la zona. Esto, en la mayoría de los casos, se evidencia a través de la exótica belleza observable en las bandas de diferentes colores que presentan los minerales constituyentes de las masas graníticas, objeto de estudio en la presente investigación.

Los colores de gran atractivo comercial y belleza, van desde el rosado y gris, con tamaños granulométricos que varían de fino a grueso; características éstas que inducen a la exploración detallada de dichos afloramientos, con la finalidad de introducir estas rocas en el mercado nacional e internacional. El granito posee una gran rentabilidad económica ya que su demandada día va en aumento debido a su excelente calidad y belleza apreciable. Las propiedades intrínsecas de la roca granítica van a ser: la composición, el color, el tamaño del grano y textura; éstas van a condicionar, en gran medida, su carácter ornamental y por lo tanto serán factores fundamentales a la hora de decidir si explotar o no dichos afloramientos.

La coloración más frecuente de los granitos, es el gris claro o fuerte, según el matiz de elementos que lo constituyen, haciéndose notar que los colores oscuros (diabasa, gabro, etc.), son hasta 6 veces más caros. La existencia en el mercado de una gran gama de colores motiva a la búsqueda en cuanto a la variedad de coloraciones de rocas ornamentales.

En la zona estudiada, el trabajo se concentró en la ubicación, descripción y posterior utilización como recurso no metálico del afloramientos graníticos “Serranía el Oso” ubicado en el sector el oso. 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.

En la zona estudiada, el trabajo se concentró en la ubicación, descripción y posterior utilización como recurso no metálico de los afloramientos graníticos del sector “El Oso” Esta roca granítica presenta belleza por obtener magnífica pulitura, color llamativo para el mercado nacional e internacional, calidad, durabilidad en el tiempo, dureza y resistencia a los factores contaminantes que se encuentran en el ambiente. Debido a esto, puede ser explotada por la industria para ser utilizada en construcciones, bien sea de viviendas unifamiliares, grandes centros comerciales, edificaciones, plazas, entre otras obras civiles.

Debido a su potencial geoeconómico, la explotación del afloramiento encontrado en la zona de estudio permitirá el aprovechamiento de este recurso natural no metálico, situación que conlleva a un beneficio económico para el estado Bolívar debido al otorgamiento de concesiones de minerales no metálicos. Al implantarse una industria ornamental o una planta para el procesamiento de piedra picada para la construcción en dicha área, se generaran fuentes de empleos directos e indirectos, se

mejoraran las vías de comunicación terrestre y se proporcionará una mejor calidad de vida a los habitantes de la zona.

6.1 Potencialidades económicas de las rocas ornamentales dentro del área de estudio

El Grupo Cuchivero contiene gran parte de los yacimientos pertenecientes de minerales no metálicos del estado Bolívar, tales como rocas ornamentales, materiales de construcción entre otras. Entre las rocas ornamentales encontradas en el área de estudio, se tienen los granitos masivos de color rosado. Potencialmente estas rocas tienen en la actualidad una gran importancia desde el punto de vista ornamental, ya que, pulimentados o no, tienen un gran uso como material para revestimiento de pisos y paredes, que son muy apreciados por su gran belleza y durabilidad, lo que le produce al estado Bolívar excelentes divisas tanto de inversionistas nacionales como internacionales.

El afloramiento granítico Serranía El Oso, ubicado en el sector El Oso, tiene un volumen de 435.176.169,06 m³, los cuales pueden ser explotados a una tasa de 225000 m³/año, con lo cual se garantiza una vida útil del yacimiento de 870,35 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.

6.2 Análisis económico de las rocas ornamentales dentro del área de estudio

El estado Bolívar cuenta con una importante potencialidad geológica que podría ser explotada, transformada y comercializada como piedra ornamental, de igual manera el estado ha dado inicio a la organización del sector de los minerales descentralizados, lo que en su mayoría son minerales no metálicos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Basados en la interpretación de la hoja de catastro minero 7038-IV-SO a escala 1:25.000, fue posible la delimitación del drenaje que afecta al área, el mismo fue clasificado de acuerdo a los tipos básicos de red de avenamiento y en conjunto con la concentración o densidad de cursos de aguas, el drenaje del área de estudio se clasifico como dendrítico a subrectangular denso.

2. De igual manera fue posible la delimitación de las vías de acceso más factibles al área de estudio, a manera de facilitar la penetración al afloramiento para posibles estudios futuros. Se demarcó la vía que da en sentido norte con el sector El Oso y en sentido sur es conectada con la Carretera Nacional Troncal 19, Ciudad Bolívar-Caicara del Orinoco; además de aquellos caminos de tierras y senderos que atraviesan el área. También se delimitaron las vías construidas (picas o senderos) para facilitar el acceso al área de estudio, esto se refleja claramente en el mapa topográfico anexado.

3. Las unidades litológicas en el área están bien diferenciadas, y de más antigua a más joven son: Granito de Santa Rosalía el cual representa un 25% de la zona en estudio y los sedimentos recientes, constituidos por cantos, peñones, gravas, arenas, limos y arcilla provenientes de la meteorización física y química de las rocas del Grupo Cuchivero representando aproximadamente un 75% de la zona en cuestión.

4. Desde el punto de vista geológico el yacimiento estudiado y explorado está básicamente conformado por un granito alcalino perteneciente a la Provincia Geológica de Cuchivero, homogéneo, de grano medio, de color gris claro con tonos negros. Además, exhibe una textura alotriomórfica inequigranular, apto para la industria ornamental y de la construcción, esta unidad representa aproximadamente el 25% de la zona en estudio.

5. Desde el punto de vista petrográfico es un granito alcalino compuesto por cuarzo anhedral, (34%). Presenta feldespato tipo perita y microclino, anhedral, de tamaño variable, de grueso a fino, (33%). Presenta plagioclasa anhedral de tamaño variable, que va de fino a medio, (29%). Con cantidades menores de mica biotita de tamaño fino, (3%). Cantidades mucho menores de epidota, piroxeno y circón.

6. Las muestras de roca analizadas poseen muy bajo porcentaje de absorción de agua, inferior al 1%, además de densidades entre: 2,63 y 2,86 gr. /cm³, por lo que se consideran en estado bien consolidado y estable, aptas para uso ornamental y en la construcción.

7. Las muestras en estudio arrojaron resultados favorables en cuanto a la resistencia al desgaste, esto se traduce en una resistencia media, lo que permite considerarlas en el empleo ornamental puesto que muestran alta resistencia al pulimento.

8. La muestra C-1 arrojó valores de resistencia a la compresión altos, y las muestras C-2 y C-3 arrojaron valores de resistencia media, según las normas UNE 22-175 y la clasificación de Deere y Miller (1963), se recomiendan como potenciales rocas aptas para uso ornamental, piedra picada o balasto.

9. En cuanto a la resistencia a la flexión, las muestras en estudio presentaron valores medios a altos, según las normas UNE 22-176 y la clasificación de Deere y Miller (1963). Esto indica que todas las rocas se pueden recomendar en la ornamentación y construcción.

10. Las reservas probables del afloramiento granítico la serranía el oso ubicado en el sector el osos, alcanzó un volumen total aproximado de 435.176.169,06 m³ tomando sólo que el 45% de material puede ser explotable. y, Asumiendo una rata de 225.000 m³/año, se garantiza una vida útil del yacimiento de 870,35 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. El Departamento de Geotecnia debe en conjunto con los bachilleres, aumentar el número de muestras recolectadas en el área, para así establecer una base de datos más detallada de los análisis realizados que permitan generar una buena comparación de resultados. Para lo cual es necesario disponer de suficientes recursos económicos, tomando en cuenta el alto costo de las distintas evaluaciones técnicas a realizar a los ejemplares recolectados en campo.

2. Los Bachilleres que desean ampliar más sobre el área de estudio deben evaluar la continuidad de los cuerpos graníticos en el subsuelo, ya que la caracterización de las muestras son hechos puntuales, por lo cual conviene investigar su relación con el resto del afloramiento.

3. Las distintas Instituciones o Ministerios del ambiente deben continuar con un estudio de evaluación ambiental, que permita determinar el impacto que generaría

una futura extracción en la zona; involucrando a las comunidades aledañas para que sean participe del proyecto.

4. Los Bachilleres deben realizar análisis químicos para determinar el porcentaje de minerales que podrían ser aprovechados como por ejemplo tantalita, casiterita y columbita.

5. Los Bachilleres precursores deben utilizar técnicas de muestreo más adecuadas (como por ejemplo voladuras) para garantizar la toma de muestras más frescas.

REFERENCIAS

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

Campos, K., F., Mendoza, (2004). **CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA Y GEOMECÁNICA DE LAS ROCAS GRANITICAS DEL AFLORAMIENTO CENTRAL DE LA CANTERA TEBRA, CIUDAD PIAR, MUNICIPIO RAUL LEONI ESTADO BOLIVAR.** pp. 24-32, 43-78.

Gobierno de Bolívar-Minas Bolívar (2004). **INSTITUTO AUTÓNOMO MINAS BOLÍVAR, IAMIB (REGLAMENTO INTERNO),** inédito, Ciudad Bolívar, pp. 1-5.

Corporación Venezolana de Guayana. **TECMIN C.A.** (1991). **DEFINICIONES DE PATRONES DE INTERPRETACIÓN DE UNIDADES LITOLÓGICAS.** Ciudad Bolívar. pp. 20-100.

FUNDAGEOMINAS (1997). **INVENTARIO DE LOS MINERALES NO METALICOS DEL ESTADO BOLÍVAR.** Material Interno. P 44.

Freites, J. (2006). **MANUAL DE EXPLORACIÓN Y EVALUACIÓN DE ROCAS ORNAMENTALES EN EL ESCUDO DE GUAYANA VENEZUELA.** Ciudad Bolívar.

Gonzales, T., L., Orta. (2004). **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA CON FINES ORNAMENTALES DEL AFLORAMIENTO DE GRANITO DEL FUNDO 2022, SECTOR JUAS JUAL Y SAN FRANCISCO DE ASIS, MUNICIPIO RAUL LEONI ESTADO BOLÍVAR.** pp 42-68.

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.

Guilloux, Louis y Herrero, N., José (2000). **PROYECCIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN DE LAS ROCAS ORNAMENTALES DEL ESTADO BOLÍVAR.** FUNDAGEOMINAS–UDO, Ciudad Bolívar. pp. 40-78.

Herrero, N., José y Guilloux, Louis (1999). **“PROYECTO DE LABORATORIO DE GEOTÉCNIA (ENSAYOS DE ROCAS ORNAMENTALES)”**.

FUNDAGEOMINAS–UDO / IAMOT, Ciudad Bolívar

Level A., T., Villasana (2007). **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA A ESCALA REGIONAL CON FINES ORNAMENTALES DE LAS ROCAS GRANÍTICAS UBICADAS EN EL SECTOR EL DIAMANTE, LOS CASTILLOS DE PARGUAZA MUNICIPIO CEDEÑO ESTADO BOLÍVAR.** pp 18-26, 35-38.

Mendoza, Vicente S. (1974). **GEOLOGÍA DEL ÁREA DEL RÍO SUAPURE, PARTE NOROCCIDENTAL DEL ESCUDO DE GUAYANA, ESTADO BOLÍVAR. VENEZUELA.** Memoria de la IX Conferencia Geológica Inter-Guayana. Boletín Geológico. Publicación Especial N° 6. pp. 306-307.

Mendoza, Vicente. SV (1977). **PETROGÉNESIS DEL GRANITO RPAKIVI DEL PARGUAZA, NOR. OESTE DEL ESCUDO DE GUAYANA. VENEZUELA. MEMORIA.** 2º Congreso Latinoamericano de Geología.

C.V.G. TECMIN C.A. (1991). **DEFINICIONES DE PATRONES DE INTERPRETACIÓN DE UNIDADES LITOLÓGICAS.** Ciudad Bolívar. Pp. 20-100.

Menéndez, A. (1968). **REVISIÓN DE LA ESTRATIGRAFÍA DE LA PROVINCIA DE PASTORA SEGÚN EL ESTUDIO DE LA REGIÓN DE GUASIPATI.** Guayana Venezolana: Boletín de Geología, Caracas, Vol. 10. pp 309-338.

C.V.G. TECMIN C.A. (1991). **PROYECTO DE INVENTARIO DE LOS RECURSOS NATURALES EN LA REGIÓN GUAYANA. INFORME DE AVANCE DE LA HOJA NC-20-14.** Tomo I,II,III Ciudad Bolívar, pp. 159-164; 192-198; 214-215; 247-253; 420-450. Tomo II, Ciudad Bolívar, pp 638-651, 684-695; 734-739; 940-960.

Takeda H., P. Lira y C. Sosa (1989). **ESTUDIO PETROLÓGICO DE LAS ROCAS ÍGNEAS EN LA REGIÓN DE CARUM-ANTABAN, ESTADO BOLÍVAR.** Mem.50 Aniv. Escuela de Geología Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela. Geos. 29:238-248.

Mendoza, Vicente S. (2000). **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO GUAYANA EN VENEZUELA (Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SURAMERICANO).** Ciudad Bolívar. pp. 30-48.

Mendoza, Vicente S. (2003). **GEOLOGÍA DE VENEZUELA**. Tomo I, Ciudad Bolívar, pp 30-60.

Ríos, Juan H (1969). **GEOLOGÍA DE LA REGIÓN DE CAICARA. ESTADO BOLÍVAR IV** Congreso Geológico Venezolano. Caracas. pp. 1759-1982.

Funes, A. Manuel, (1999). **PLAN DE EXPLOTACIÓN Y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA EXPLOGRANITOS, YACIMIENTO SUR**. Ciudad Piar. Estado Bolívar. Venezuela. pp 20-49.

Funes, A. Manuel, (1999). **PLAN DE EXPLOTACIÓN Y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA EXPLOGRANITOS, YACIMIENTO NORTE**. Ciudad Piar. Estado Bolívar. Venezuela. pp 20-50.

Whitten, D.G.A. y Brooks, J.R.V. (1972). **DICCIONARIO GEOLÓGICO**. Middlesex, Inglaterra pp. 364.

Wladimir Peter koppen (1918 – 1936). **Clasificación Climática de Köppen**. Streckeisen, A, (1976). **TO EACH PLUTONIC ROCK ITS PROPER NAME**. –Earth Science Rev., Bd. 12; Amsterdam, London, New York. pp. 1-33.

Tepedino, V. (1985). **GEOLOGÍA DE LA REGIÓN DEL BAJO CAURA, EDO. BOLÍVAR**. I Simposium Amazonico, M.E.M. Dirección de Geología. Caracas. Pp.150-160.

Los bachilleres Laidequel Orta y Tirso González (2004) Realizaron como trabajo de grado una **CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA Y GEOMECANICA DE LAS ROCAS GRANÍTICAS DEL AFLORAMIENTO**

**CENTRAL DE LA CANTERA TEBRA, UBICADO EN CIUDAD PIAR,
MUNICIPIO RAÚL LEONI – ESTADO BOLÍVAR.**

En Octubre de (2007), los bachilleres Neomar Oliveros e Hildana Romero realizaron como trabajo de grado una **“EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA PARTE ESTE DEL AFLORAMIENTO GRANÍTICO CERRO LOS ERMITAÑOS. MUNICIPIO AUTÓNOMO HÉRES, ESTADO BOLÍVAR.**

INTROMAC (2005). GUÍA DE ENCARGADO Y OPERADOR DE ESTABLECIMIENTO DE BENEFICIO MINERO. Depósito Legal CC-44-2005.150 páginas.

López Jimeno, C. (1995). **MANUAL DE ROCAS ORNAMENTALES.** E.T.S.I. Minas y LOEMCO. Editorial Madrid. 696 páginas.
<http://www.fundacite.arg.gov.ve/documentacion/fde/rocas/capitulo07.html>.
<http://www.ENCARTA2009.com/diccionario/rocas>.

APENDICES

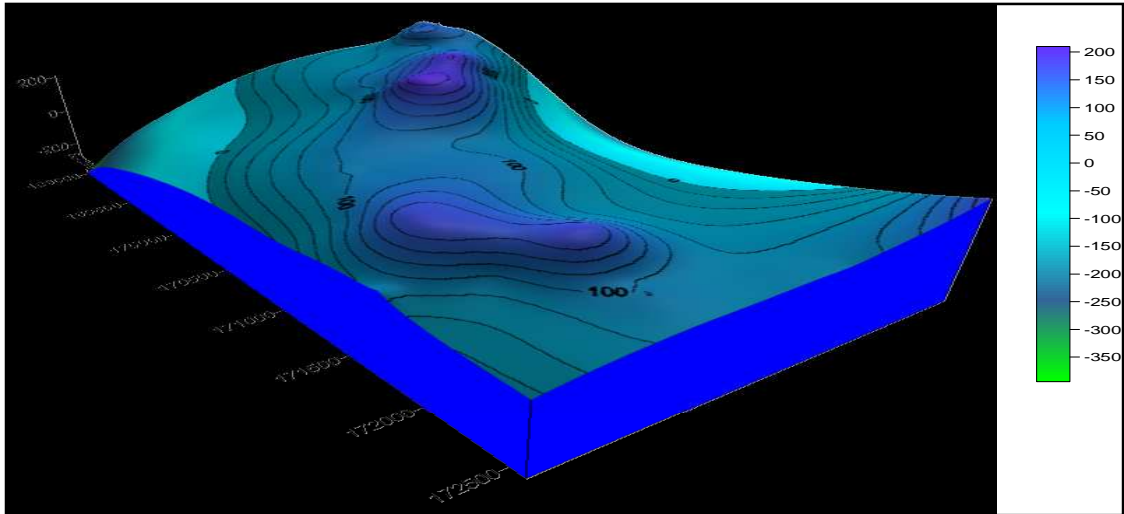


Figura. 1 Representación de la serranía el Oso mediante la herramienta Surfer 8,0.

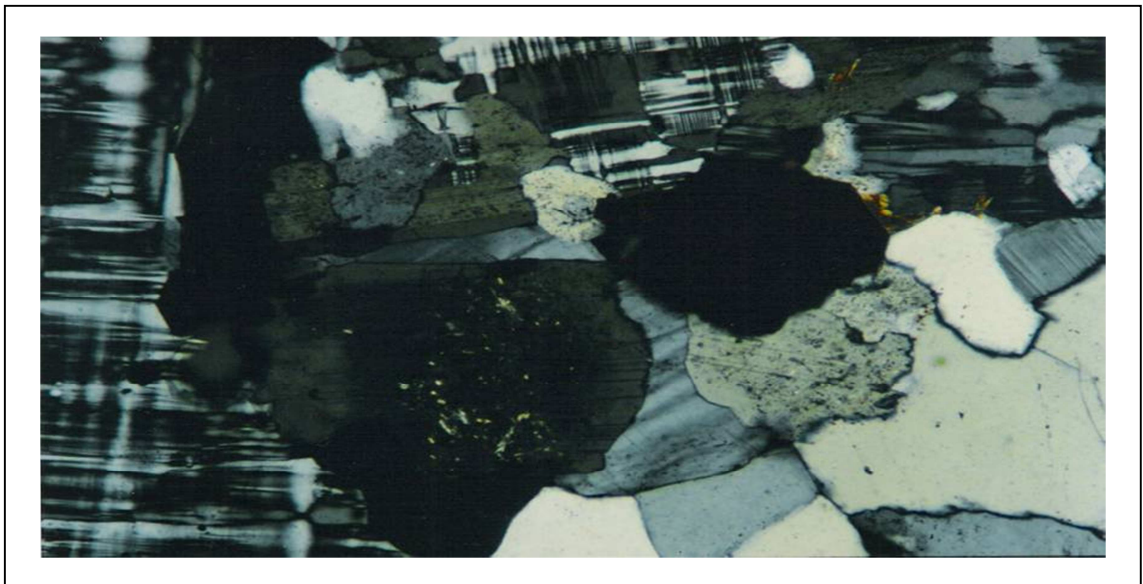


Figura 2 Microfotografía tomada a la muestra C-I para análisis petrográfico.



Figura 3 Fotografía tomada en campo. Granito Alcalino Biotítico



Figura 4 Fotografía tomada en campo. Granito Alcalino Biotítico



Figura 5 Fotografía tomada en campo. Granito Alcalino Biotítico



Figura 6 Fotografía tomada en campo. Granito Alcalino Biotítico

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

Título	CARACTERIZACION GEOLOGICA Y GEOMECANICA CON FINES ORNAMENTALES DE LAS ROCAS AFLORANTES EN LA SERANIA EL OSO, UBICADO EN EL MUNICIPIO CEDEÑO, CAICARA DEL ORINOCO – ESTADO BOLIVAR
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Isabel M, Hidalgo	CVLAC	14.043.485
	e-mail	Isacris97@hotmail.com
	e-mail	
Johanna R, Moreno	CVLAC	14.888.197
	e-mail	Jrma@hotmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Granito de Santa Rosalía
Estudio Petrográficos
Estudios Geomecánicos
Rocas con Fines Ornamentales

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

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Departamento de Geología	Geología

Resumen (abstract):

En la región occidental del estado Bolívar, Municipio Cedeño, Sector El Oso, se encuentran localidades que desde el punto de vista geológico revisten gran importancia debido a su complejidad estructural y potencialidad geoeconómica, por estas razones se selecciona esta región como base del estudio para la realización de este trabajo de grado. El objeto de la investigación es caracterizar a manera de inventario, geológica y geotécnicamente el afloramiento de la serranía el Oso, en la región Centro-Sur del estado Bolívar. aproximadamente, donde afloran rocas pertenecientes a la Provincia Geológica de Cuchivero y el resto lo conforman aluviones del reciente. La metodología utilizada para la elaboración de este estudio consta básicamente de 3 fases que fueron la etapa de oficina, la cual consistió en la recopilación de información cartográfica y bibliográfica del área de estudio; trabajo de campo en la cual se delimitó el afloramiento, se realizó el levantamiento geológico respectivo midiendo y anotando las estructuras presentes en el afloramiento tales como dirección, forma, estructuras geológicas, suelo, geomorfología y vegetación, la recolección de muestras frescas previendo que éstas no estuviesen fracturadas ni meteorizadas y marcando su ubicación con G.P.S. y; por último la fase final, para realizar una serie de ensayos petrográficos y geomecánicos a la muestras de rocas. Desde el punto de vista petrográfico el yacimiento estudiado y explorado resultó ser básicamente un granito alcalino de color gris claro, de textura al otriomórfica inequigranular, además estas rocas presentan una llamativa vistosidad en caras pulidas, aptas para la industria ornamental y de la construcción. Los ensayos geomecánicos por su parte demostraron que las muestras de roca analizada poseen muy bajo porcentaje de absorción de agua inferior al 1%, por lo que se consideran en estado consolidado y estable; poseen resultados favorables en cuanto a la resistencia al desgaste que van desde 29,84% a 31,04%, ya que muestran alta resistencia al desgaste; tienen valores altos de resistencia a la compresión (desde 938,2 a 1232,0 kg/cm²), tienen una resistencia media a alta a la flexión (desde 286,27 a 393,25 Kg/cm²). Todas estas características indican que las rocas se pueden recomendar como ornamentales y en la industria de la construcción, según las normas UNE y la clasificación de Deere y Miller, 1963. El afloramiento granítico posee un volumen minero de 435.176.169,06 m³, tomando sólo que el 45% de material puede ser explotable y, asumiendo una rata de 225.000 m³/año, se garantiza una vida útil del yacimiento de 870,35 años.

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

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Acosta Enrique	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	5.082.874
	e-mail	
	e-mail	
Osio Bezeida	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	7.253.131
	e-mail	
	e-mail	
Edibli Jaques	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	12.189.882
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2010	06	18
-------------	-----------	-----------

Lenguaje: spa

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

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-Characterizacion geológica y geomecanica con fines ornamentales.doc	Application/msword

Alcance:

Espacial: _____ (Opcional)

Temporal: _____ (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: Geólogo

Nivel Asociado con el Trabajo: Pre-Grado

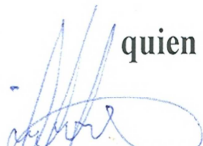
Área de Estudio: Departamento de Geotecnia

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

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

Derechos:

De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos de grado
“Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la
Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros
fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo,
quien lo participara al Consejo Universitario”



Isabel M. Hidaigo

Johanna R. Moreno

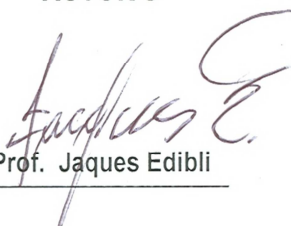
AUTOR 1


Prof.: Enrique Acosta

AUTOR 2


Prof. Bezeida Osio

AUTOR 3


Prof. Jaques Edibli

TUTOR

JURADO 1

JURADO2

POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS:

