
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**ESTUDIO DE SUSCEPTIBILIDAD ANTE LOS PROCESOS DE
MOVIMIENTOS EN MASA, EN LA ZONA DE PUERTO LA
CRUZ – GUANTA, DE LOS MUNICIPIOS SOTILLO Y
GUANTA, AL NORESTE DEL ESTADO ANZOÁTEGUI.**

TOMO I

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por la Br. Mourad N, Susana
Para optar al Título
de Ingeniero Geólogo

Caracas, Noviembre del 2010

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**ESTUDIO DE SUSCEPTIBILIDAD ANTE LOS PROCESOS DE
MOVIMIENTOS EN MASA, EN LA ZONA DE PUERTO LA
CRUZ – GUANTA, DE LOS MUNICIPIOS SOTILLO Y
GUANTA, AL NORESTE DEL ESTADO ANZOÁTEGUI.**

TOMO I

Tutor Académico: Prof. Miguel Castillejo

Tutor Industrial: Ing. Geol. Franklin Alarcón (INGEOMIN)

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por la Br. Mourad N, Susana
Para optar al Título
de Ingeniero Geólogo

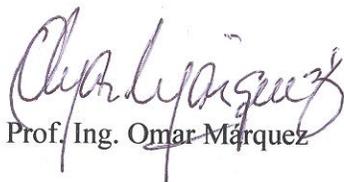
Caracas, Noviembre del 2010

Caracas, 2010

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Geológica, Minas y Geofísica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por la Br. Susana Mourad Nassabay, titulado:

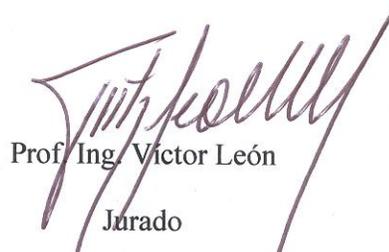
“ESTUDIO DE SUSCEPTIBILIDAD ANTE LOS PROCESOS DE MOVIMIENTOS EN MASA, EN LA ZONA DE PUERTO LA CRUZ-GUANTA, DE LOS MUNICIPIOS SOTILLO Y GUANTA, AL NORESTE DEL ESTADO ANZOÁTEGUI”.

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Geólogo, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.



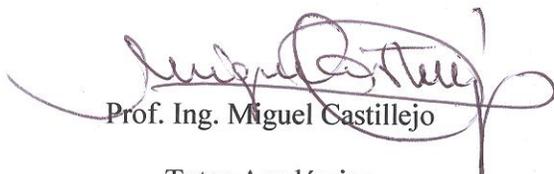
Prof. Ing. Omar Márquez

Jurado



Prof. Ing. Víctor León

Jurado



Prof. Ing. Miguel Castillejo

Tutor Académico



Ing. Geol. Franklin Alarcón

Tutor Industrial

INGEOMIN

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico principalmente a Alá por estar siempre en mí y enseñarme en tener fe, en los mejores y peores momentos de mi vida. De enseñarme lo que es la vida y como enfrentarla. Te doy las gracias Alá por los cortos y largos momentos que cuando mi familia no lograba estar cerca de mí siempre estaba un amigo incondicional a mi lado en la cual me brindo apoyo y protección cuando más lo necesite. Me enseñaste a descubrir el bien, la maldad, la verdad, la mentira, la lealtad, la envidia, la codicia, el amor, el odio, el perdón, la reflexión y las lecciones aprendidas que siempre estarán presentes. También a San Marcos de León y San Miguel, por brindarme el apoyo y protección en los momentos más duros de mi vida.

Un pequeño espacio para la Universidad Central de Venezuela, por abrirme las puertas para descubrir un mundo diferente y lleno de oportunidades en una mejor calidad de vida en mi existencia, y enseñarme que el hogar lo puedo encontrar en cualquier sitio sin importar las condiciones que este. Le doy las gracias a mi familia en enseñarme la creencia, lealtad y unión en los momentos más duros de la vida. A mi madre Ismahan en enseñarme a ser feliz y dar amor sin esperar nada a cambio, a mis hermanos Semer y Samar por enseñarme a compartir, tener responsabilidad y protegerlos de cualquier maldad. En realidad no pensaba en incluirlo pero se dio así, a mi Padre Riad Alí, ya que al no brindarme el apoyo, la confianza y valoración me enseñó que la vida no tiene un camino fácil y tener el carácter y la fuerza para enfrentarme a cualquier persona o situación y no depender de nadie.

También se la dedico a mis amigos: Ambar, Jeidy, Yumaire, Humberto, Angel, Marla, Cesar, Eduardo, Lissett, Alejandra, Guillen, Tatiana, Irma, Fabián, Indira, Elda, Janine, Xiomara, Roselys, Rosángela, Sara, Eleazar, Jesús, Luisa, Leomar, y demás amigos que faltaron por nombrar pero se mantuvieron a mi lado en los duros momentos de la carrera, en especial a Herlian Valero que en paz descanses amigo mió. A mis profesores: Miguel Castillejo, Paúl Romero, Douglas McQuae,

Víctor León, José Peña, Andreé Singer, Feliciano De Santis, Díaz Quintero, María de Armas, Rafael Falcón Y Jorge Mora, en demostrar que el ser Ingeniero no solo esta en los libros o las clases, sino como lo enfrentes y lo apliques en tu mente. A Atento Venezuela por darme un apoyo económico y saber como trabajar en momentos difíciles y bajo presión con personas desagradables. Claro que no puedo dejar pasar al grupo “T90 Airsoft Team” por ser grandes amigos y lograr convertir en los juegos de fantasías a una realidad inofensiva.

También esta dedicación muy sincera y especial para Josse Cheik, Yobanna Pineda, Kinlay Cheng y Giovanni Caicedo en darme apoyo, fuerza y confianza en estos últimos pasos para mi titulo de Ingeniero Geólogo. A Giovanni Arias en enseñarme a ser jefe y tener dominio en el grupo de personal a cargo y que el apoyo llega de la persona que menos te imaginas. A Andersson Cordero por ser mi amigo confidente sin importar el grado de la situación. Y a Helio Rodríguez por demostrarme de que puedo encontrar unos hermosos ojos que brillen de amor por mí. A todos se los dedico por enseñarme todo lo que aprendí y aun me falta por aprender. En la cual he descubierto que en cada amigo tengo una gran fortuna, y al tenerlos a todos ustedes se que soy la persona más millonaria del mundo, los amo a todos. ¡Que Alá los Bendiga!

SUSANA MOURAD NASSABAY

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a *Ala* por brindarme esta calidad de vida llena de éxitos, oportunidades y felicidades.

Agradezco a la *UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA*, que es la que me enseñó durante el periodo de la carrera la diferencia del éxito y el fracaso, y me ayudó a lograr una formación profesional y humanitaria que defenderé a lo largo del camino de mi vida.

Al Instituto Nacional de Geología y Minería de Venezuela (*INGEOMIN*) y al Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación (*FONACIT*) por el financiamiento de este proyecto.

Al tutor industrial, Ing. Geol. *Franklín Alarcón*, y a *Marilyn Manchego*, quienes me orientaron en todas las dudas y me brindaron todo el apoyo necesario para el desarrollo y la culminación de este trabajo profesional.

A mi gran amigo Ing. Geol. *Giovanni Caicedo*, que por su valiosa confianza y su actitud positiva e incondicional, demostró que en todo momento siempre ahí que mantenerse firme y constante en su mente y posición.

Agradezco a todo el personal de *INGEOMIN* en especial al Ing. Geol. *Franklín Alarcón* y a la Geog. *Marilyn Manchego*, en la institución que me ofreció la oportunidad para realizar este trabajo de grado, y poder culminar esta etapa de mis estudios, que a su vez también incluyo a los tesisistas de *INGEOMIN*, que siendo estudiantes como yo hemos trabajado paralelo en el desarrollo de nuestras tesis.

Y por último, a todas aquellas personas que no son nombradas, pero que están en mi mente y cada uno agrego un granito de arena para formar la montaña de éxitos que es hoy en día este Trabajo Especial de Grado.

Gracias a todos.

Mourad N. Susana.

ESTUDIO DE SUSCEPTIBILIDAD ANTE LOS PROCESOS DE MOVIMIENTOS EN MASA, EN LA ZONA DE PUERTO LA CRUZ – GUANTA, DE LOS MUNICIPIOS SOTILLO Y GUANTA, AL NORESTE DEL ESTADO ANZOÁTEGUI.

Tutor académico: Prof. Ing. Miguel Castillejo. Tutor Industrial: Ing. Geol. Franklin Alarcón. Tesis. Caracas, UCV. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. 2010, Pág. 296.

Palabras claves: Susceptibilidad a movimientos en masa, deslizamiento terreno, erosión, estabilidad de taludes.

Resumen: Este trabajo se realizó con el objetivo de determinar el grado de susceptibilidad de la ciudad de Puerto La Cruz y parte de la ciudad de Guanta, por lo que se diseñó una metodología experimental a través de la información previa. Se incluye un levantamiento geológico-geomorfológico detallado de las principales unidades fisiográficas, así como el estudio de la estabilidad cinemática en laderas y taludes. Se realizó un estudio en análisis de fotointerpretación de las imágenes pancromáticas y fotografías aéreas correspondientes a la zona de estudio, seguidamente fueron procesados los datos a partir de la herramienta de Sistemas de Información Geográfica: ArcGIS 9.3, por medio de la cual se generaron modelos digitales de elevación 3D, mapas temáticos con valores de ponderación, que permitieron caracterizar espacialmente la susceptibilidad ante los movimientos en masa en donde fueron clasificados en 5 categorías (muy baja, baja, media, alta, muy alta), para determinar los sectores de mayor y/o menor susceptibilidad ante los movimientos en masa.

ÍNDICE
CAPITULO I

INTRODUCCIÓN.....	1
-------------------	---

CAPITULO II

FUNDAMENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
2.1.-Planteamiento del Problema.....	3
2.2.-Antecedentes del Problema.....	8
2.3.-Antecedentes de la Investigación.....	11
2.4.-Alcances.....	15
2.5.-Objetivo General.....	16
2.6.-Objetivos Específicos.....	16

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO, GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO.....	18
3.1.-Marco Teórico.....	18
3.1.1.-Definiciones Básicas.....	19
3.1.2.-Caracterización de los Movimientos del Terreno.....	22
3.1.3.-Eventos o procesos que generan la Etapa de Deterioro.....	24
3.1.4.-Clasificación de los Movimientos en Masa.....	24
3.1.5.-Tipos de Procesos Geodinámicos.....	27
3.1.5.1.-Lavado Superficial o Erosión.....	27
3.1.5.2.-Erosión Laminar.....	27
3.1.5.3.-Erosión Moderada (Surcos).....	29
3.1.5.4.-Erosión Concentrada (Cárcavas).....	30
3.1.5.5.-Deslizamientos.....	32
3.1.5.6.-Deslizamiento Rotacional.....	32
3.1.5.7.-Deslizamiento de Rocas.....	34
3.1.5.8.-Deslizamiento Activo e Inactivo.....	34
3.1.5.9.-Reptación.....	35
3.1.5.10.-Conos de Deyección.....	36
3.1.5.11.-Glacis de Acumulación.....	36
3.1.5.12.-Flujos de Detritos.....	37

3.1.5.13.-Abanico Aluvial.....	38
3.1.6.-Causas de los Movimientos en Masa.....	38
3.1.7.-Características Geotécnicas de los Sedimentos.....	40
3.1.7.1.-Depósitos Coluviales.....	41
3.1.7.2.-Depósitos Aluviales.....	42
3.1.7.3.-Depósitos Litorales.....	42
3.1.8.-Clasificaciones Geomecánicas del Suelo.....	43
3.1.8.1.-Clasificación de Bieniawski.....	44
3.1.8.2.-Resistencia a la Matriz Rocosa a la Comprensión Simple.....	44
3.1.8.3.-Separación de las Juntas (Diaclasas).....	45
3.1.8.4.-Rugosidad / Relleno.....	46
3.1.8.5.-La Separación.....	47
3.1.8.6.-Persistencia / Continuidad.....	47
3.1.8.7.-Agua dentro del Macizo Rocoso.....	48
3.1.9.-Estabilidad Cinemática.....	48
3.1.9.1.-Falla Planar.....	50
3.1.9.2.-Disminución en la Resistencia de las Discontinuidades.....	51
3.1.9.3.-Condiciones para que se presente la falla planar.....	51
3.1.9.4.-Falla en Cuña o Cuñamiento.....	52
3.1.9.5.-Condiciones para que ocurra la Falla en Cuña.....	53
3.1.9.6.-Falla por inclinación o Volteo (Volcadura).....	53
3.1.9.7.-Condiciones para que ocurra la Falla de Volteo.....	54
3.1.9.8.-Falla Circular o con Superficie Curva.....	55
3.2.-Marco Geográfico.....	55
3.2.1.-Ubicación del Área de Estudio.....	55
3.2.2.-Vías de Acceso del Área de Estudio.....	56
3.2.3.-Clima.....	58
3.2.4.-Precipitación.....	59
3.2.5.-Temperatura.....	63
3.2.6.-Pisos Térmicos.....	64

3.2.7.-Nubosidad.....	65
3.2.8.-Evaporación.....	66
3.2.9.-Humedad.....	68
3.2.10.-Hidrografía.....	68
3.3.-Marco Geológico.....	69
3.3.1.-Geología Regional.....	72
3.3.1.1.-Grupo Guayuta.....	73
3.3.1.2.-Formación Querecual.....	73
3.3.1.3.-Formación San Antonio.....	76
3.3.1.4.-Formación Vidoño.....	78
3.3.1.5.-Cuaternario.....	80
CAPITULO IV	
MARCO METODOLÓGICO.....	83
4.1.-Aspectos Principales.....	83
4.2.-Etapa Pre-Campo.....	84
4.2.1.-Determinación de la Zona de Estudio.....	84
4.2.2.-Digitalización del Mapa Topográfico.....	85
4.2.3.-Compilación Geológica y Estructural.....	88
4.2.4.-Digitalización del Mapa de Pendiente y Modelo de Elevación.....	89
4.2.5.-Elaboración y Digitalización del Mapa de Isoyetas.....	93
4.3.-Etapa de campo.....	96
4.3.1.-Visita a las Instituciones.....	96
4.3.2.-Nomenclatura de los Puntos de Levantamiento.....	97
4.3.3.-Cálculo de la Declinación Magnética.....	98
4.3.4.-Calibración del GPS.....	100
4.3.5.-Recolección de Datos de la Planilla de Campo.....	100
4.3.6.-Recolección de Muestras en Campo.....	103
4.4.-Etapa Post-Campo.....	104
4.4.1.-Interpretación Geológica – Estructural en la Zona de Estudio.....	104

4.4.2.-Clasificación y Elaboración del Mapa de Vegetación.....	105
4.4.3.-Elaboración del Mapa de Orientación de Laderas.....	116
4.4.4.-Elaboración del Mapa de Estabilidad Cinemática.....	119
4.4.5.-Elaboración del Mapa de Unidades Geomorfológicas.....	120
4.4.5.1.-Descripción de las unidades geomorfológicas.....	123
4.4.6.-Elaboración del Mapa de Inventario de Procesos.....	130
4.4.7.-Elaboración del Mapa de Litología Superficial.....	141
4.4.8.-Elaboración del Mapa de Susceptibilidad.....	145
4.4.9.-Determinación de los Valores de ponderación en cada uno de los mapas temáticos, que definen el Mapa de Susceptibilidad.....	147
CAPITULO V	
RESULTADOS Y DICUCIÓN DE RESULTADOS.....	153
5.1.-Resultados.....	153
5.1.1.-Datos de los levantamientos de Campo Obtenidos en cada Punto de Estación.....	153
5.1.2.-Mapa de Vegetación.....	180
5.1.3.-Mapa Geológico – Estructural.....	183
5.1.4.-Resultados de Laboratorio aplicados a las muestras Obtenidas en Campo.....	186
5.1.5.-Resultados obtenidos en las secciones finas de las muestras Analizadas.....	190
5.1.6.-Definición de los Grados de Susceptibilidad ante los Movimientos en Masa para la Nomenclatura del Mapa.....	204
5.2.-Discusión de los Resultados.....	207
5.3.-Anexos de los Informes de Análisis Efectuados en el Laboratorio de INGEOMIN y el Laboratorio Ingenieros De Santis C.A.	209
CAPITULO VI	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	258
6.1.-Conclusiones.....	258
6.2.-Recomendaciones.....	261
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	263

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Factores que controlan los movimientos del terreno. Tomado de González de Vallejo, (2002).....	7
Cuadro N° 2: Glosario de manifestaciones de riesgo geológico en el noreste Del Estado Anzoátegui. Tomado de Singer, Rojas y Lugo. (1983).....	11
Cuadro N° 3: Factores condicionantes y desencadenantes. Tomado de Vallejo (2006).....	19
Cuadro N° 4: Velocidad de los movimientos en masa. Tomado de Varnes (1996), citado por Suárez (1998).....	25
Cuadro N° 5: Tipos de movimientos en masa descritos en este capítulo	26
Cuadro N° 6: Influencia de los diferentes factores en las condiciones de los materiales y de las laderas. Cuadro elaborado por Vallejo (2002).	39
Cuadro N° 7: Calcificación ISMR ampliada (1977), para la resistencia de rocas y suelos. Tomado de Bieniawski (1976,1979).....	45
Cuadro N° 8: Clasificación para el espacio de las juntas, tomado de Vallejo (2002) y modificada por Bieniawski (1989).....	46
Cuadro N° 9: Clasificación de rugosidad. Tomado de Vallejo (2002) y modificada por Bieniawski (1989).....	46
Cuadro N° 10: Separación de las diaclasas. Tomado de Bieniawski (1989).....	47
Cuadro N° 11: Escala de meteorización en el macizo rocoso según ISRM 1977. Tomado de Bieniawski (1989).....	47
Cuadro N° 12: Flujo de agua entre las juntas (diaclasas). Tomado de Romana 1993.....	48
Cuadro N° 13: Modos de Fallas en Macizos Rocosos. Tomado de Suárez (1.995).....	49
Cuadro N° 14: Estaciones Meteorológicas evaluadas para la caracterización Climática de la Zona de Estudio de Puerto La Cruz – Guanta.....	58

Cuadro N° 15: Tomado de DEA – Anzoátegui. Valores medios mensuales de Evaporación, correspondientes a los años desde 1970 a 1983.....	66
Cuadro N° 16: Categorías seleccionadas para el valor de ponderación en el Mapa de Pendiente.....	90
Cuadro N° 17: Clasificaciones jerárquicas de los rasgos geomorfológicos.....	121
Cuadro N° 18: Clasificación de las unidades de relieve.....	122
Cuadro N° 19: Factores Condicionantes y Desencadenantes. Tomado de Vallejo 2002.....	131
Cuadro N° 20: Tipos de erosión presentes en la zona de estudio.....	132
Cuadro N° 21: Descripción de parámetros geotécnicos para clasificación de cortes en suelo y roca.....	141
Cuadro N° 22: Perfil Geotécnico. Construido en base a Alarcón (2008) en Chaparro (2009).....	142
Cuadro N° 23: Método de jerarquías analíticas para asignación de valor o peso.....	148
Cuadro N° 24: Rango de asignación de valor en cada factor (a_{ij}).....	148
Cuadro N° 25: Matriz de jerarquías analíticas con los factores de ponderación involucrados en la susceptibilidad ante movimientos en masa, en la zona que abarca Puerto La Cruz y parte de la ciudad de Guanta.....	149
Cuadro N° 26: Determinación del valor de las unidades (correspondientes a cada factor temático) en función de la susceptibilidad ante movimientos en masa, en la zona que abarca Puerto La Cruz y parte de la ciudad de Guanta.....	150
Cuadro N° 27: Valor en peso asignado a cada unidad en cada mapa temático, junto a la comparación de escala de medidas asignados en juicios de valor, en la posibilidad de generar movimientos en masa.....	152
Cuadro N° 28: Punto de Levantamiento PL-1-1.....	154
Cuadro N° 29: Punto de Levantamiento PL-1-2.....	154

Cuadro N° 30: Punto de Levantamiento PL-1-3.....	155
Cuadro N° 31: Punto de Levantamiento PL-1-4.....	155
Cuadro N° 32: Punto de Levantamiento PL-1-8.....	155
Cuadro N° 33: Punto de Levantamiento PL-1-9.....	155
Cuadro N° 34: Punto de Levantamiento PL-1-10.....	156
Cuadro N° 35: Punto de Levantamiento PL-1-11.....	156
Cuadro N° 36: Punto de Levantamiento PL-1-13.....	156
Cuadro N° 37: Punto de Levantamiento PL-1-14.....	156
Cuadro N° 38: Punto de Levantamiento PL-1-16.....	157
Cuadro N° 39: Punto de Levantamiento PL-1-17.....	157
Cuadro N° 40: Punto de Levantamiento PL-1-18.....	157
Cuadro N° 41: Punto de Levantamiento PL-1-19.....	157
Cuadro N° 42: Punto de Levantamiento PL-1-20.....	158
Cuadro N° 43: Punto de Levantamiento PL-1-21.....	158
Cuadro N° 44: Punto de Levantamiento PL-1-23.....	158
Cuadro N° 45: Punto de Levantamiento PL-1-24.....	158
Cuadro N° 46: Punto de Levantamiento PL-1-27.....	159
Cuadro N° 47: Punto de Levantamiento PL-1-28.....	159
Cuadro N° 48: Punto de Levantamiento PL-1-29.....	159
Cuadro N° 49: Punto de Levantamiento PL-1-30.....	159
Cuadro N° 50: Punto de Levantamiento PL-1-31.....	160
Cuadro N° 51: Punto de Levantamiento PL-1-32.....	160
Cuadro N° 52: Punto de Levantamiento PL-1-33.....	160
Cuadro N° 53: Punto de Levantamiento PL-1-34.....	160
Cuadro N° 54: Punto de Levantamiento PL-1-35.....	161
Cuadro N° 55: Punto de Levantamiento PL-1-37.....	161
Cuadro N° 56: Punto de Levantamiento PL-1-38.....	161
Cuadro N° 57: Punto de Levantamiento PL-1-39.....	161
Cuadro N° 58: Punto de Levantamiento PL-1-40.....	162
Cuadro N° 59: Punto de Levantamiento PL-1-41.....	162
Cuadro N° 60: Punto de Levantamiento PL-1-42.....	162

Cuadro N° 61: Punto de Levantamiento PL-1-43.....	162
Cuadro N° 62: Punto de Levantamiento PL-1-44.....	163
Cuadro N° 63: Punto de Levantamiento PL-1-45.....	163
Cuadro N° 64: Punto de Levantamiento PL-1-46.....	163
Cuadro N° 65: Punto de Levantamiento PL-1-47.....	163
Cuadro N° 66: Punto de Levantamiento PL-1-48.....	164
Cuadro N° 67: Punto de Levantamiento PL-1-49.....	164
Cuadro N° 68: Punto de Levantamiento PL-1-51.....	164
Cuadro N° 69: Punto de Levantamiento PL-1-52.....	164
Cuadro N° 70: Punto de Levantamiento PL-3-1.....	165
Cuadro N° 71: Punto de Levantamiento PL-3-2.....	165
Cuadro N° 72: Punto de Levantamiento PL-3-3.....	165
Cuadro N° 73: Punto de Levantamiento PL-3-4.....	165
Cuadro N° 74: Punto de Levantamiento PL-3-5.....	166
Cuadro N° 75: Punto de Levantamiento PL-3-6.....	166
Cuadro N° 76: Punto de Levantamiento PL-3-7.....	166
Cuadro N° 77: Punto de Levantamiento PL-3-8.....	166
Cuadro N° 78: Punto de Levantamiento PL-3-9.....	167
Cuadro N° 79: Punto de Levantamiento PL-3-10.....	167
Cuadro N° 80: Punto de Levantamiento PL-3-11.....	167
Cuadro N° 81: Punto de Levantamiento PL-3-12.....	167
Cuadro N° 82: Punto de Levantamiento PL-3-13.....	168
Cuadro N° 83: Punto de Levantamiento PL-3-14.....	168
Cuadro N° 84: Punto de Levantamiento PL-3-15.....	168
Cuadro N° 85: Punto de Levantamiento PL-3-16.....	168
Cuadro N° 86: Punto de Levantamiento PL-3-17.....	169
Cuadro N° 87: Punto de Levantamiento PL-3-18.....	169
Cuadro N° 88: Punto de Levantamiento PL-3-19.....	169
Cuadro N° 89: Punto de Levantamiento PL-3-20.....	169
Cuadro N° 90: Punto de Levantamiento PL-3-21.....	170
Cuadro N° 91: Punto de Levantamiento PL-3-22.....	170

Cuadro N° 92: Punto de Levantamiento PL-3-23.....	170
Cuadro N° 93: Punto de Levantamiento PL-3-24.....	170
Cuadro N° 94: Punto de Levantamiento PL-3-25.....	171
Cuadro N° 95: Punto de Levantamiento PL-3-26.....	171
Cuadro N° 96: Punto de Levantamiento PL-3-27.....	171
Cuadro N° 97: Punto de Levantamiento PL-3-28.....	171
Cuadro N° 98: Punto de Levantamiento PL-3-29.....	172
Cuadro N° 99: Punto de Levantamiento PL-3-30.....	172
Cuadro N° 100: Punto de Levantamiento PL-3-31.....	172
Cuadro N° 101: Punto de Levantamiento PL-3-32.....	172
Cuadro N° 102: Punto de Levantamiento PL-3-33.....	173
Cuadro N° 103: Punto de Levantamiento PL-3-34.....	173
Cuadro N° 104: Punto de Levantamiento PL-3-35.....	173
Cuadro N° 105: Punto de Levantamiento PL-3-36.....	173
Cuadro N° 106: Punto de Levantamiento PL-3-37.....	174
Cuadro N° 107: Punto de Levantamiento PL-3-38.....	174
Cuadro N° 108: Punto de Levantamiento PL-3-39.....	174
Cuadro N° 109: Punto de Levantamiento PL-3-40.....	174
Cuadro N° 110: Punto de Levantamiento PL-3-41.....	175
Cuadro N° 111: Punto de Levantamiento PL-3-42.....	175
Cuadro N° 112: Punto de Levantamiento PL-3-43.....	175
Cuadro N° 113: Punto de Levantamiento PL-3-44.....	175
Cuadro N° 114: Punto de Levantamiento PL-3-45.....	176
Cuadro N° 115: Punto de Levantamiento PL-3-46.....	176
Cuadro N° 116: Punto de Levantamiento PL-3-47.....	176
Cuadro N° 117: Punto de Levantamiento PL-3-48.....	176
Cuadro N° 118: Punto de Levantamiento PL-3-49.....	177
Cuadro N° 119: Punto de Levantamiento PL-3-50.....	177
Cuadro N° 120: Punto de Levantamiento PL-3-51.....	177
Cuadro N° 121: Punto de Levantamiento PL-3-52.....	177
Cuadro N° 122: Punto de Levantamiento PL-3-53.....	178

Cuadro N° 123: Punto de Levantamiento PL-3-54.....	178
Cuadro N° 124: Punto de Levantamiento PL-3-55.....	178
Cuadro N° 125: Punto de Levantamiento PL-3-56.....	178
Cuadro N° 126: Punto de Levantamiento PL-3-57.....	179
Cuadro N° 127: Punto de Levantamiento PL-3-58.....	179
Cuadro N° 128: Punto de Levantamiento PL-3-59.....	179
Cuadro N° 129: Datos recopilados determinando en cada punto el tipo de vegetación.....	180
Cuadro N° 130: Resumen de las muestras obtenidas.....	187
Cuadro N° 131: Resultados de los ensayos de Comprensión de Cubos de Roca.....	189
Cuadro N° 132: Resultados de los ensayos de Hidrometría.....	189
Cuadro N° 133: Resultados de los ensayos según la Clasificación S.U.C.S.....	190
Cuadro N° 134: Muestras seleccionadas para el ensayo de secciones finas	191
Cuadro N° 135: Descripción de los Grados de Susceptibilidad ante movimientos en masa.....	205

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Concentración de Población del país (%), en zonas de Amenazas Múltiples. Tomado y modificado de Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT), (2006).....	4
Figura N° 2: Nomenclatura de Taludes y Laderas. Tomado de Suárez, (1998).....	22
Figura N° 3: Nomenclatura de un deslizamiento. Tomado de Suárez, (1989).....	23
Figura N° 4: Muestra el impacto de la gota de lluvia al caer en el suelo y la manera como genera las cuatro fases en el proceso de erosión al impactar el suelo. Tomado de Suárez (2002).....	28
Figura N° 5: Esquema de la formación de surcos de erosión dando origen a la erosión moderada. Tomado de J. Suárez (1998). La figura no presenta escala.....	29
Figura N° 6: Esquema general de la Cárcava de Erosión. Tomado de Suárez 1998.....	31
Figura N° 7: Ejemplos de Deslizamientos Rotacionales. Tomado de González de Vallejo (2002).....	33
Figura N° 8: Proceso de Reptación. Tomado de GEMMA (2007).....	35
Figura N° 9: Muestra de un corte de perfil, el glacis de erosión que también conocido como glacis de acumulación. Tomado de Derruau (1.966).....	37
Figura N° 10: Tipos de Flujos en deslizamientos. Tomado de González de Vallejo (2002).....	38
Figura N° 11: Perfil de Tipo de Deposito Coluviales. Tomado de Vallejo (2002).....	41
Figura N° 12: Perfil de tipo de depósitos aluviales. Tomado de Vallejo (2002).....	41
Figura N° 13: Perfil tipo de depósitos litorales. Tomado de Vallejo (2002).....	41

Figura N° 14: Representación de la falla planar en el talud. Tomado de Suárez (1995).....	50
Figura N° 15: Representación de la falla en cuña en el talud y en la red estereográfica. Tomado de Suárez, (1995).....	52
Figura N° 16: En el mapa se observa la ubicación geográfica y a su vez marcando el límite del área de estudio.....	56
Figura N° 17: Imagen satelital tomada el día 20 de Agosto del 2007, por Digital Globe en Google Earth.....	57
Figura N° 18: Ubicación geográfica de las Estaciones Meteorológicas en el Estado Anzoátegui y la representación geográfica de las cuatro estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio. Elaborado por Mourad 2010.....	61
Figura N° 19: Correlación de las unidades más importantes del Cretácico Tardío en Venezuela, que se muestra en la Serranía del Interior Oriental. Tomado de Historia de la Exploración Petrolera en Venezuela Wec 1997.....	70
Figura N° 20: Distribución de Facies Sedimentarias dominantes durante el Cenomaniense – Campaniense (Cretácico Tardío) al Norte de Cratón de Guayana. Tomado de la Wec 1997.....	71
Figura N° 21: Afloramiento de la Formación Querecual, PL-1-34, Foto 16 azimut 190.....	74
Figura N° 22: Afloramiento de la Formación Querecual, PL-1-34, Foto 21 azimut 182.....	74
Figura N° 23: Afloramiento de la Formación San Antonio, PL-1-8, Foto 1 azimut 234.....	76
Figura N° 24: Afloramiento de la Formación San Antonio, PL-3-33, Foto 9 azimut 83.....	76
Figura N° 25: Afloramiento de la Formación Vidoño, PL-1-48, Foto 24 azimut 27.....	78
Figura N° 26: Afloramiento de la Formación Vidoño, PL-1-48, Foto 10 azimut 19.....	78

Figura N° 27: Diseño en representación de la metodología.....	83
Figura N° 28: Se observa el marco de las Hojas 1:5.000 y el cubrimiento que representan en cada una de ellas en el área de estudio.....	86
Figura N° 29: Mapa Topográfico. Digitalizado por INGEOMIN.....	87
Figura N° 30: Mapa de Pendiente.....	91
Figura N° 31: Mapa de Modelo de Elevación 3D.....	92
Figura N° 32: Mapa de Isoyetas.....	95
Figuras N° 33^a y N° 33^b: Donde se muestra en el lineamiento rojo es la desviación del Norte de la brújula y el lineamiento azul es la declinación magnética que esta calculada en el sector, que muestra la desviación esta en 11°40'00'' y la declinación se determino en 8°80'00''.....	99
Figura N° 34: Modelo de planilla para la recolección de datos geológicos y geotécnicos, en el punto de levantamiento en talud o laderas. Tomada y modificada de Caicedo y Medina (2007).....	101
Figura N° 35: Modelo de planilla donde se reflejan los resultados de los datos geológicos y geotécnicos, obtenidos en campo en el punto de levantamiento en talud o laderas.....	102
Figura N° 36: Muestra de perfil que se toma desde el Ecuador hasta el Trópico de Cáncer. Tomado de Strahler (1997).....	107
Figura N° 37: Tomado de Strahler (1997) y modificado por Mourad (2010) Se toma de escala para la clasificación de la cobertura vegetal y debajo de la figura están agregadas las fotos en las zonas que simulan respecto a su clasificación.....	108
Figura N° 38: Muestra del mapa de vegetación señalados con los puntos de levantamientos que se efectuaron en la segunda salida.....	109
Figura N° 39: Imagen SPOT5 satelital, las tonalidades de color rojo son la intensidad de vegetación presente en la zona.....	110
Figura N° 40: Mapa de Vegetación.....	112

Figura N° 41: Se muestra la vegetación como cobertura vegetal en el suelo y señala cada factor como reacciona o trabaja entre el suelo y su ambiente. Tomado de Vallejo (2002).....	113
Figura N° 42: Corte de perfil para tener mejor visualización de los datos que se obtuvieron de la ladera para la determinación del ángulo...	117
Figura N° 43: Taludometro con la división de los octanales.....	117
Figura N° 44: Mapa de Orientación de Laderas.....	118
Figura N° 45: Red Estereográfica.....	120
Figura N° 46: Interacción de los parámetros geomorfológicos que dan origen a las geoformas o formas topográficas. Tomado de Caicedo y Medina, (2005).....	122
Figura N° 47: Foto tomada desde el punto PL-1-2, con azimut 293.....	123
Figura N° 48: Foto tomada desde el punto PL-1-34 con azimut 349.....	126
Figura N° 49: Escalones de terrazas que se encuentran en la Urbanización Miramar.....	127
Figura N° 50: Mapa de Unidades Geomorfológicas.....	129
Figura N° 51: Punto PL-1- 41, con azimut 198.....	133
Figura N° 52: Punto PL-3-25 Flujos de detritos.....	133
Figura N° 53: Punto PL-1-20. Acumulación de sedimentos a causa de los flujos de detritos.....	134
Figura N° 54: Punto PL-1-33. Se observan claramente las marcas de las cárcavas y a su alrededor surcos, mostrando así la fuerte erosión afectando la estabilidad del terreno.....	134
Figura N° 55: Foto tomada desde el punto PL-1-48 con azimut 217.....	135
Figura N° 56: Foto tomada desde el PL-1-2 con azimut 135.....	136
Figura N° 57: PL-1-19 azimut 239. Desnivelación de pared.....	137
Figura N° 58: Punto PL-1-22, azimut 212.....	137
Figura N° 59: Punto PL-1-46, con azimut 113. Glacis de acumulación..	138
Figura N° 60: Área de cubrimiento de las fotografías aéreas de la misión 0401191.....	139
Figura N° 61: Mapa de Inventario de Procesos.....	140

Figura N° 62: Recorrido del área de estudio en la primera y tercera salida que se encuentra marcado en línea negra.....	143
Figura N° 63: Mapa de Unidades Litológicas Superficiales.....	144
Figura N° 64: Mapa de Vegetación, adicional se encuentra señalado los puntos de levantamiento para la clasificación del tipo de vegetación.	182
Figura N° 65: Mapa Geológico-Estructural de la zona Puerto La Cruz – Guanta.....	185
Figura N° 66: Ubicación de cada una de las muestras en el mapa Geológico-Estructural.....	188
Figura N° 67: Muestra PL-1-2(1) vista de luz en nicols cruzados, Escala: 4x/0.10POL.....	192
Figura N° 68: Muestra PL-1-2(1) vista de luz en nicols paralelos, Escala: 4x/0.10POL.....	192
Figura N° 69: Muestra PL-1-4(1) vista de luz en nicols cruzados, Escala: 4x/0.10POL.....	193
Figura N° 70: Muestra PL-1-4(1) vista de luz en nicols paralelos, Escala: 4x/0.10POL.....	193
Figura N° 71: Muestra PL-1-4(2) vista de luz en nicols cruzados, Escala: 4x/0.10POL.....	194
Figura N° 72: Muestra PL-1-4(2) vista de luz en nicols paralelos, Escala: 4x/0.10POL.....	194
Figura N° 73: Muestra PL-1-7(2) vista de luz en nicols cruzados, Escala: 4x/0.10POL.....	195
Figura N° 74: Muestra PL-1-7(2) vista de luz en nicols paralelos, Escala: 4x/0.10POL.....	195
Figura N° 75: Muestra PL-1-8(1) vista de luz en nicols cruzados, Escala: 4x/0.10POL.....	195
Figura N° 76: Muestra PL-1-8(1) vista de luz en nicols paralelos, Escala: 4x/0.10POL.....	195
Figura N° 77: Muestra PL-1-8(2) vista de luz en nicols cruzados, Escala: 4x/0.10POL.....	196

Figura N° 78: Muestra PL-1-8(2) vista de luz en nicoles paralelos, Escala: 4x/0.10POL.....	196
Figura N° 79: Muestra PL-1-10(1) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL.....	197
Figura N° 80: Muestra PL-1-10(1) vista de luz en nicoles paralelos, Escala: 4x/0.10POL.....	197
Figura N° 81: Muestra PL-1-16(1) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL.....	198
Figura N° 82: Muestra PL-1-16(1) vista de luz en nicoles paralelos, Escala: 4x/0.10POL.....	198
Figura N° 83: Muestra PL-1-24(3) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL.....	199
Figura N° 84: Muestra PL-1-24(3) vista de luz en nicoles paralelos, Escala: 4x/0.10POL.....	199
Figura N° 85: Muestra PL-1-28(1) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL.....	200
Figura N° 86: Muestra PL-1-28(1) vista de luz en nicoles paralelos, Escala: 4x/0.10POL.....	200
Figura N° 87: Muestra PL-1-29(1) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL.....	201
Figura N° 88: Muestra PL-1-29(1) vista de luz en nicoles paralelos, Escala: 4x/0.10POL.....	201
Figura N° 89: Muestra PL-1-31(1) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL.....	202
Figura N° 90: Muestra PL-1-31(1) vista de luz en nicoles paralelos, Escala: 4x/0.10POL.....	202
Figura N° 91: Muestra PL-1-35(1) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL.....	203
Figura N° 92: Muestra PL-1-35(1) vista de luz en nicoles paralelo, Escala: 4x/0.10POL.....	203
Figura N° 93: Muestra PL-1-46(1) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL.....	204

Figura N° 94. Muestra PL-1-46(1) vista de luz en nicoles paralelo,
Escala: 4x/0.10POL..... 204

Figura N° 95: Mapa de Susceptibilidad..... 206

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Comparación Anual de los datos de precipitación. Datos obtenidos en DEA – Anzoátegui.....	62
Gráfico N° 2: Promedios Mensuales de Precipitación. Datos obtenidos en DEA – Anzoátegui.....	62
Gráfico N° 3: Se observa el valor promedio de las temperaturas máximas, media y baja, registros obtenidos en la estación meteorológica Barcelona-Aeropuerto. Datos obtenidos en DEA – Anzoátegui.....	64
Gráfico N° 4: Se muestra el valor promedio mensuales de Nubosidad, registros obtenidos en la estación meteorológica Barcelona-Aeropuerto. Datos obtenidos en DEA – Anzoátegui.....	66
Gráfico N° 5: Se observa el valor promedio mensuales de Evaporación, registros obtenidos en la estación meteorológica Barcelona-Aeropuerto. Datos obtenidos en DEA – Anzoátegui.....	67
Gráfico N° 6: Valores Promedios del porcentaje de Humedad de la Estación Barcelona – Aeropuerto. Datos obtenidos en DEA – Anzoátegui.....	68
Gráfico N° 7: Ponderaciones en porcentaje, asignada a cada uno de los mapas temáticos.....	150

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En Venezuela los centros urbanos han clasificado la población, por lo que se ha venido ocupando e incrementando horizontalmente estos espacios, sin tomar en cuenta los factores de ocurrencia de movimientos en masa, sin consultar a los organismos públicos pertinentes, para sus estudios y posible permisología; generalmente estos asentamientos urbanos ocurren en zonas de alta susceptibilidad geológica.

Las zonas de alto relieve y en alto grado de pendiente pueden aumentar la probabilidad de movimientos en masa y siendo estas regiones afectadas ya sea en un futuro mediano o inmediato. Los factores detonantes que influyen sobre la superficie terrestre dan lugar al movimiento en masa de diversas características de magnitud y velocidad. Los más frecuentes y extendidos son los movimientos de masa en laderas que engloban los procesos gravitacionales presentes en ellas (deslizamientos, caídas, etc.).

El Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN) en conjunto con la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), realizan un programa que es el Proyecto de “Misión Ciencias”, y lo denomina con el nombre de: “Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión Integral del Riesgo en Espacios Urbanos” a nivel nacional. En este Trabajo Especial de Grado se efectúa el análisis de susceptibilidad en la ciudad de Puerto La Cruz y parte de la ciudad de Guanta, el cual se anexa como un componente temático para luego llegar al estudio de riesgo de la misma zona.

En este proyecto se efectuó un estudio aplicado a los movimientos en masa de la región de Puerto La Cruz, para determinar su grado de susceptibilidad, es decir, la

probabilidad de ocurrencia de los mismos. Para abordar el estudio es necesario conocer las características topográficas del relieve, incluso tener en cuenta que este tipo de eventos de movimientos en masa puede presentarse en cualquier sector, se encuentre poblado o no.

Este modelo que determinara el grado de susceptibilidad se realiza mediante una matriz de ponderación hacia factores condicionantes, estos factores son los siguientes: capa temática de geología estructural, capa temática de pendiente, capa temática de vegetación, capa temática de estabilidad cinemática y capa temática de litología superficial. Estas capas han sido generadas mediante la evaluación de un sistema semi-cuantitativo.

Asimismo se indica en los anexos de este estudio una temática de isoyetas, el de inventario de procesos, el modelo de elevación 3D y el de orientación de laderas los cuales serán herramientas necesarias en el análisis de los resultados de este estudio, y en la comprensión del mapa de susceptibilidad.

Los mapas temáticos de factores condicionantes ha ser evaluados son: el mapa geológico, inventario de procesos, litología superficial, vegetación, estabilidad cinemática y de pendiente, cada uno de estos define un valor de ponderación que determina la suma algebraica, logrando obtener un valor relativo, el cual determina el grado de susceptibilidad ante movimientos en masa, obteniendo el resultado el mapa de susceptibilidad de la zona de Puerto La Cruz – Guanta.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.-Planteamiento del Problema

La dinámica externa mediante los procesos erosivos produce el propio modelado en el terreno, lo cual le puede dar susceptibilidad a los movimientos de masa, estos tipos de procesos se discuten mas adelante en el capitulo III del Marco Teórico.

El gran porcentaje de población presente en Venezuela, en su mayoría se encuentra en la región de costa montaña, en especial en zonas con fácil acceso y propicias para las construcciones de urbanizaciones, mucho de los cuales se asientan en sectores con gran susceptibilidad a cualquier tipo de evento geológico natural.

Desde hace muchos años los conquistadores y colonizadores españoles al llegar a nuestro continente se asentaron en las zonas cercanas a las costas debido a la accesibilidad a las cordilleras, descubriendo grandes riquezas en nuestro continente, iniciaron la explotación de oro, plata y diamantes, tomando posesión de los esclavos y hasta militares de aquella época para garantizar las entradas y salidas de refuerzos y así obtener el dominio que iniciaban en la costa, con el paso del tiempo extienden su dominio al interior para expandir su poder.

A medida que los españoles desarrollaban el asentamiento a lo largo de la vertiente sur y norte de la cordillera de la costa y de sus valles andinos, encontraron ambientes parecidos, pero no iguales a sus lugares de origen, desarrollando las actividades agropecuarias similares a otros sitios, adicionalmente observando las actividades que aplicaban los indios para su alimentación.

A raíz de esta cultura española, la cual somos herederos de este proceso histórico y de sus consecuencias urbanísticas, se trata de modificar y corregir a la población, dando a entender que en la manera de vida urbana que llevan, son inconscientes de saber que viven en zonas susceptibles a un desastre natural.

En la Fig. 1, se observa la gran concentración de población ubicada al norte del país (60%), tomando todo el dominio de la cordillera de la costa, a su vez, al centro del país en las zonas que dominan parte de los valles son las más habitadas, la población se reorganiza en sitios accesibles sin tener la precaución de ver si el lugar es seguro o no en desastres naturales.

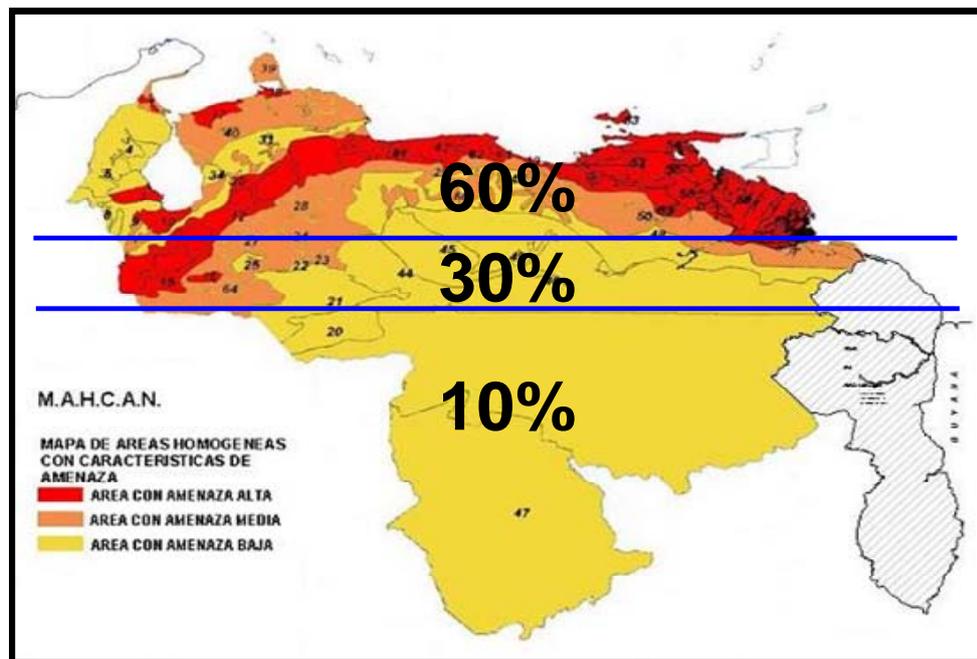


Figura 1. Concentración de Población del país (%), en zonas de Amenazas Múltiples. Tomado y modificado de Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT), (2006).

Con referencia a la Fig. N° 1, las zonas norte y centro del país muestran un mayor porcentaje de amenazas en referencia a un evento natural ya sean de menor o mayor grado de impacto, por una gran densidad de población presente en ellas. Las

área que presenta un porcentaje de amenaza baja, no están exentas de amenaza, solo que la evaluación para estas regiones nos indica que su grado de amenaza es menor.

Desde siglos anteriores se han realizado estudios geológicos aplicados a la producción a movimientos en masa, obteniendo esta información se puede realizar previsiones a los espacios urbanos ante una amenaza, ya sea por precipitación, inundaciones, sismos, deslizamientos, deslaves y muchos otros más.

Existen proyectos de prevención y asesorías en muy pocos sectores del país para el caso de presentar este tipo de eventos de amenaza o susceptibilidad, pero mientras que la población no este conciente y entiendan que viven en un sitio en las cuales son vulnerables a cualquiera de estos eventos y pueden causar daños y perdidas tanto materiales y humanas, la madre naturaleza seguirá cobrando vidas en sus eventos naturales, sin hacer nada para evitarlo.

Las instituciones especializadas han realizado estudios ya sean de susceptibilidad, amenaza, vulnerabilidad y riesgo, en la cual cada una de ellas presentan herramientas diferentes en su elaboración, para este trabajo la prioridad es el análisis de susceptibilidad ante movimientos en masa, y su verificación en la zona de estudio, y proyectar a futuro la susceptibilidad por medio de análisis de resultados y recomendaciones.

La susceptibilidad es la cartografía de las aéreas que son propensas a la modificación de la topografía a través del análisis de los factores condiciones por medio de la evaluación semi-cuantitativa, FUNVISIS es una de las instituciones que estando conciente de lo grave que representa una población al tomar en consideración el peligro a que está en un área determinada han elaborado variedad de trabajos en diversos sectores del país, a partir de los cuales se elabora el “Inventario Nacional de Riesgos Geológicos” donde han registrado los siguientes eventos:

- ✓ Riesgos asociados a fenómenos gravitacionales
-

- ✓ Riesgos inherentes a vicios del suelo y/o subsuelo
- ✓ Riesgos asociados a desplazamientos bruscos de espejos de agua
- ✓ Deformaciones del Suelo y cambios fisiográficos
- ✓ Otros riesgos como huracanes, zonas anegadizas, sitios con combustión superficial de materiales inflamables, anomalías geométricas, sitios con proyecciones de líquidos, sólidos y gases

Durante muchos años, distintas ciudades o poblaciones del país constantemente son afectadas por eventos naturales, estas aumentan su grado de susceptibilidad por las actividades que el hombre ejerce sobre el relieve, la cual es conocida como actividad antrópica, y representan un factor indirecto que acelera o activa estos fenómenos y generan los movimientos en masa, obteniendo el resultado de localidades afectadas por deslizamientos, desprendimientos, deslaves, derrumbes, en relieves de sistemas montañosos y piemontinos.

Por esta situación FUNVISIS e INGEOMIN, se encuentra elaborando un estudio en todo el país para realizar un análisis de susceptibilidad con respecto a movimientos en masa el cual tiene como objetivo zonificar las áreas que son más susceptibles a este tipo de eventos.

Para abordar un estudio de los movimientos del terreno como el que se propone, es necesario conocer los materiales rocosos y los suelos presentes, sus características intrínsecas, propiedades geológicas y geomecánicas, y su comportamiento, así como los factores que condicionan (que dependen de la propia naturaleza, estructura y forma del terreno) y desencadenan los movimientos (factores externos que provocan las inestabilidades) (González de Vallejo, 2002).

Con la información obtenida por medio de recopilaciones y análisis de la zona de estudio y el desarrollo de estudios técnicos de condiciones geológicas locales, se

obtendrá el análisis de susceptibilidad ante los movimientos en masa de zonas urbanas con gran densidad poblacional, como parte del “Proyecto de Investigación aplicada a la Gestión Integral del Riesgo en Espacios Urbanos”, adelantado por el Ministerio de Ciencias y Tecnología y Misión Ciencias, en conjunto con INGEOMIN.

Este proyecto gubernamental tiene como objetivo cubrir el estudio en todo el país, para lo cual el Trabajo Especial de Grado se enfoca en la ciudad de Puerto la Cruz y parte de la ciudad de Guanta, que esta al norte del Estado Anzoátegui; como también en otros sectores para finalmente compilar la información a nivel nacional.

De la zona urbana de Puerto La Cruz y Guanta, esta investigación evalúa un área de 50 Km², que representa la mayor concentración poblacional del sector, adicionalmente por su topografía se muestra una cuenca a piedemonte la cual limita al norte con el mar, lo que adiciona otros factores, no solo en eventos geológicos, sino en inundaciones y deslaves.

En el siguiente Cuadro N° 1, se mencionan algunos de los factores condicionantes y desencadenantes; los factores condicionantes que se incluyen dentro de esta investigación a sido mencionada en párrafo anteriores, y por medio de una matriz de ponderación nos permitirá cartografiar las regiones susceptibles a movimientos en masa en la región de estudio.

Cuadro N° 1. Factores que controlan los movimientos del terreno.

Tomado de González de Vallejo, (2002)

Condicionantes	Desencadenantes
Relieve (pendientes, geometría)	Precipitaciones y aportes de agua
Litología (composición, textura)	Aplicación de cargas
Estructuras geológicas	Cambios morfológicos de geometría en las laderas
Propiedades geomecánicas de los materiales	Erosión y socavación del terreno
Deforestación	Acciones climáticas
Meteorización	

En tal sentido, se generan las siguientes interrogantes:

- ✓ ¿En que sector del área de estudio pueden ser aplicados los factores condicionantes, asumiendo que tenga una influencia ponderada en una determinada región?
- ✓ ¿Los movimientos en masa, tendrán influencia en los posteriores eventos erosivos, están activos e inactivos?
- ✓ ¿Exactamente cuales podrán ser los factores desencadenantes que generan los movimientos en masa en la zona estudiada?
- ✓ ¿En que situación o circunstancia pueden actuar cada uno de los factores que intervienen en la formación de movimientos de terreno en la zona de Puerto La Cruz-Guanta?
- ✓ ¿Cómo ponderar los factores condicionantes para una región determinada, asumiendo que las circunstancias o situaciones no son homogéneas en la región de estudio?

2.2.-Antecedentes del Problema

Durante la historia de Venezuela, como el resto del mundo, se han registrado eventos geológicos que afectan a la comunidad, tales eventos como lluvias, inundaciones, deslizamientos, derrumbes, sismos, deslaves, etc. Por supuesto que no solo se han presentado en ciudades y pueblos, también se han presentado en sitios que no se encuentran habitados, pero al momento de realizar un estudio de susceptibilidad, abarca toda la zona del estudio se encuentre habitada o no.

Un relato que otorga apoyo en estas situaciones son Singer, Rojas y Lugo (1983), señalan que “Desde la época colonial, estos eventos de magnitud excepcional ameritaron la elaboración de monografías detalladas basadas en relatos de testigos presenciales”. Para eventos geológicos que afectaron de origen natural mencionaremos los siguientes trabajos previos:

- (a) 1610; Fray Pedro Simón, (1963), citado en el trabajo de Singer, Rojas y Lugo, (1983). Evento sísmico en la cual su epicentro ocurrido cerca de Tovar, Estado Mérida.
- (b) 1977; Holoceno reciente; Singer. Aludes torrenciales que afectaron a la ciudad de Caracas, en aquel tiempo conocido como la provincia de Caracas.
- (c) 1900; Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. (1997). Registran sismos con daños materiales en la ciudad de Caracas.
- (d) 1929; (op cit) Superficies totalmente agrietadas causadas por un evento sísmico que se activa nuevamente en la Falla del Pilar, cerca de Cumana.
- (e) 1948 a 1960; Singer, Rojas y Lugo, op cit. Se presentan deslizamientos que fueron generados o activados (si se encontraban inactivos) con los sismos de los Estados Mérida, Lara y Portuguesa.
- (f) 1951; Singer, Rojas y Lugo, (1983), y Besada, (2000). Registran lluvias torrenciales muy alargadas, en la cual generan crecidas en la vertiente Norte del Ávila.
- (g) 1967; Singer, Rojas y Lugo, (1983) y Herrera y otros, (2000). Registran eventos del terremoto de Caracas.
- (h) 1987; Audemard y otros, (1989). Mencionan los Aludes Torrenciales, en la cuenca del Río El Limón, en el Parque Henry Pittier, marcando una precipitación de 180mm/m^2 en la cual dejo consecuencias catastróficas, bajo la opinión de otros autores, señalan que es la mas fuerte en la historia del país.

- (i) 1997; Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, (1997). Terremoto de Cariaco, dejando grietas en la superficie y fuertes daños materiales.

- (j) 1999; Hidalgo, (2000) y la Dirección Nacional de Defensa Civil, Herrera y otros, (2000). Señala Aludes Torrenciales sufridos en toda la costa del litoral del Estado Vargas, generado por la acumulación de lluvias continuas alrededor de 14 a 16 días, con precipitaciones cerca de $1200\text{mm}/\text{m}^2$, que se registraron en la estación meteorológica del Aeropuerto Internacional de Maiquetía y un estimado de $2200\text{mm}/\text{m}^2$, en la parte alta de las microcuencas de la zona donde ocurrió el desastre de vargas, generando un deposito de manto aluvial marcando un volumen de $8.000.000\text{ m}^3$, que sepultaron gran parte de la población.

Estos eventos geológicos y muchos mas que no están señalados en este trabajo, son causadas por eventos sísmicos, intensidad de lluvias muy altas y otros mas; logrando de esta forma acelerar los procesos de meteorización, más en algunos sectores que en otros, generando así la formación de suelos residuales, Gallardo, (2000).

Algunos registros muestran el impacto destructivo causados por los factores sísmicos, climático y otros, en la zona de estudio del presente trabajo de investigación, no se excluye de los eventos mencionados anteriormente; ya que estos tienen influencia correspondientes a posibles eventos generados por las condiciones intrínsecas del suelo, otorgando a esto un aspecto a considerar al momento de evaluar. En el Cuadro N° 2 se observa el factor mas predominante es el proceso morfogenético del terreno, bajo sus condiciones químicos y físicos, pudiendo generar eventos de mayor riesgo para la población.

Cuadro N° 2. Glosario de Manifestaciones de Riesgo Geológico en el Noreste del estado Anzoátegui. Tomado de Singer, Rojas, y Lugo, (1983)

Fecha	Localización	Localidad cercana más grande	Identificación del Riesgo	Efectos del Riesgo
1766	?	Barcelona	Fenómenos de Licuefacción	
<1847	Río Neverí	Barcelona	Arrastres Torrenciales	Daños Considerables
1847-oct-12	Calle del Congreso	Barcelona	Arrastres Torrenciales	
1885-oct-04	Orillas del Mar	Píritu	Fenómenos de Licuefacción	Casas dañadas
1900-oct -29	El Rincón	Barcelona	Fenómenos de Licuefacción	
1900-oct -29	Salineta El Maguey	Barcelona-Puerto La Cruz	Fallas Activas NE-SO	
1900-oct -29	Caño Puente Colorado	Barcelona	Modificación de Cauze Natural	
1900-oct -29	Isla Borracha (Flanco NE)	Barcelona	Derrumbes	
1900-oct -29	Isla Borracha (Flanco SO)	Barcelona	Falla Activa ?	
1939-may -31	Pozuelos	Puerto La Cruz	Fenómenos de Licuefacción	
1939-may -31	San Diego	Barcelona-Puerto La Cruz	Fenómenos de Licuefacción	
1950	Canal de Derivación Río Neverí	Barcelona	Deslizamientos	
1950-ago -05	San Bernardino	Barcelona	Arrastres Torrenciales	Iglesia, casas y sembradíos destruidos
1958	Ferrocarril Guantá-Naricual, Campo de Maniobras (Km27)	Barcelona	Deslizamientos	
1962	Cerro Santo	Barcelona	Arrastres Torrenciales	
1965-oct -22	Caserío Los Altos	Barcelona	Derrumbes Sísmicos	
1965-oct -22	Pekín	Puerto La Cruz	Derrumbes Sísmicos	
1965-oct -22	La Caraqueña	Puerto La Cruz	Derrumbes Sísmicos	
1979-sep -20	Vía Intercomunal Barcelona-Puerto La Cruz	Barcelona-Puerto La Cruz	Arrastres Torrenciales	
1980-jun	Cerro Venezuela (Vía El Morro)	Barcelona	Suelos Expansivos	1 Quinta destruida

2.3.-Antecedentes de la Investigación

El primer autor en estudiar las rocas de la región de estudio estuvo a cargo de Liddle (1928), realizando en el lado nororiental de Venezuela, un trabajo de investigación, en donde asigna a la secuencia sedimentaria “Formación Querecual”, en ellas se incluye los miembros Guayuta y San Antonio, para que posteriormente Hedberg y Pyre (1944), elevan la Formación Guayuta como el rango de Grupo Guayuta, a su vez Querecual y San Antonio suben a rango Formacional.

Luego Bellizia (1947), presenta un estudio geológico que marca la parte septentrional del Estado Anzoátegui, que abarca en los alrededores de las ciudades de

Puerto La Cruz, Guanta, Pertigalete y las islas cercanas a la costa; marcando un área de 60 Km².

Para la zona de Puerto La Cruz, Bellizzia determina cartografía las secuencias sedimentarias del Cretácico en el Oriente de Venezuela, se verifican ambientes que van desde paludal de laguna costanera a marino poco profundo en el Cretácico inferior, y luego pasa a ambiente marino profundo en el Cretácico medio, generando un diseño estructural de juegos con esfuerzos distensivos en dirección Norte – Sur, provocado por el levantamiento andino, la cual chocaba contra el macizo de Guayana. Estos procesos fueron causantes que zonas como al Norte de Anzoátegui, presentan partes fuertemente plegadas y falladas debido al poco aporte que permitían de los sedimentos.

Luego Martín (1954) y Bellizzia (1955), evaluaron la probabilidad de que las calizas que afloran entre Puerto La Cruz y Guanta se utilicen como materia prima para la industria siderúrgica, el cual realizaron estudios geológicos pertinentes, estableciendo que las calizas arrecifales de la Formación Caratas, que se forman al suroeste de Puerto la Cruz son lateralmente discontinuas y estas pasan a las areniscas de la Formación Los Jabillos, hallándose muy dentro de los depósitos aluvionales y salinos de edad reciente que forman una serie de colinas bajas y aisladas. Por su característica y la intensidad de las deformaciones, generan fracturas y no existe posibilidad de utilizar las calizas de la Formación El Cantil que se encuentra al sureste de Guanta, y por el tipo de relieve abrupto y montañoso de la zona, marcando una altura máxima en el relieve de 800 m.

En el trabajo de Rosales en 1960, consistió en estudiar y clasificar la estratigrafía del Cretácico – Paleoceno – Eoceno de la Serranía del interior, señalando que en dirección norte a noreste se presenta el declive natural del basamento junto con su influencia clástica y sus constantes oscilaciones epirogénicas de la época, generaron los cambios litológicos de la zona.

Mata Sara (1981), presento un trabajo en la cual muestra en el área de estudio de Puerto La Cruz, en la zona reservas de aguas subterráneas, indicando que las unidades litológicas muestran características como consolidación, permeabilidad por fisuración, fracturamiento, disolución y efecto mixto, sometiendo la litología a condiciones favorables que pueden llegar a presentar la presencia de acuíferos fracturados.

Luego Macia (1982) realizo un análisis geológico de la zona que abarca desde Boca de Uchire hasta Guanta, y otra zona que se encuentra desde Guanta a Cumaná en 1990, en la cual trata los temas clima, temperatura, precipitación, topografía, geomorfología y estratigrafía, y aspectos geotécnicos de las formaciones encontradas, en donde las características se citan a continuación:

- ✓ Material de fundición, de acuerdo a la resistencia, homogeneidad, inalterabilidad, impermeabilidad primaria, espesor y frescura.
- ✓ Escarpes de aguas, según la tendencia de las rocas para desarrollar o no, ciertos tipos potenciales de escarpes de agua debido a permeabilidad primaria o secundaria
- ✓ Y condiciones para excavación, que se relaciona con la dificultad técnica para realizar los trabajos y dependiendo de la necesidad de utilización de explosivos y equipos mecánicos pesados para la modificación del terreno.

Márquez (1993), trabajo en un análisis secuencial e integral de variables físicas que intervienen en la estabilidad de los terrenos, comparándolas para llegar a una zonificación de riesgo, logrando reconocer cinco zonas desde estable hasta muy inestables. Márquez llego a obtener tres zonas de geodinámica superficial, de plana a semiplana presentando procesos geomorfológicos incipientes, asimismo describe un relieve poco montañoso y medianamente afectado, con la erosión superficial difusa, y

otros relieves montañosos altamente intervenidos con una erosión superficial muy intensa.

Quiroz (1999), muestra su trabajo de cartografía en las zonas de riesgo para la prevención de eventos de incendios en la zona del lado sur del Parque “Henri Pittier”, utilizando el Sistema de Información Geográficas para realizar la cartografía a través del multicriterio de la ponderación de variables y así determinar cuanto es el valor que actúa cada una de la incidencia del riesgo en el lugar.

El trabajo de Machado (2002), propone un sistema de clasificación para movimientos en masas en rocas sedimentarias, apoyándose en un estudio de los macizos rocosos en el borde septentrional de la Serranía del Interior, mostrando la correlación entre varios sistemas de clasificación e índice físico de meteorización de los macizos rocosos, y también las propiedades geomecánicas que representaron en ellas. Este trabajo concluye que la estratificación es uno de los factores de mayor influencia en la calidad de masa rocosa de acuerdo al punto de vista geológico, además el sistema de clasificación SRI lo señala como el más adecuado para ser utilizados en macizos rocosos sedimentarios, y toma en cuenta la estratificación como otro plano aparte de las diaclasas.

Palacios (2001), realizó un estudio de alta resolución en la costa del Orinoco, con el objetivo de obtener información de alto riesgo al momento de realizar perforaciones petroleras y colocación de estructuras, llegando a obtener datos de 3 m. de fondo marino y constituido por sedimentos blandos, así determina la conclusión que el riesgo mayor se presenta en los escarpes regionales donde se muestran mayor espesor de sedimentos.

Marcano (2002), genera un modelado de riesgos de movimientos en masa en la zona del Parque “Henry Pittier” del estado Aragua, estudiando los factores detonantes e intrínsecos del suelo de acuerdo a los ensayos aplicados en él, así como

los factores condicionantes (susceptibilidad del suelo, pendiente, contexto geomorfológico y geología superficial), con una relación de ocurrencia elevada que cuantifica la determinación de los niveles de riesgo, definiendo un valor de ponderación de las variables analizadas, obteniendo de esta forma el resultado u objetivo en su modelado.

Guillen (2006), diagnóstico un proceso de erosión en masa (cicatrices) en la cuenca alta del río Guárico, que determina la relación de procesos geomorfológicos presentes en la zona, obteniendo de este estudio grandes variables en el índice de concentración en marcas de surcos, con las unidades litogeomorfológicas idénticas, aumentando el grado de susceptibilidad en la cuenca de acuerdo a la intensidad de la lluvia presente en la zona.

Mota (2006), elabora un mapa de riesgo de una zona al suroeste de la parroquia Petare, Estado Miranda, por medio de la superposición de varios mapas temáticos, como resultado obtiene que las rocas de contenido calcáreo son mas resistentes a los deslizamientos, y la litología que contiene cuarzo-grafitosas son medianamente resistentes, describe que las rocas meteorizadas no son tan resistentes por lo que son muy favorables a los deslizamientos.

2.4.-Alcances

Este Trabajo Especial de Grado generará el estudio de susceptibilidad con respecto a movimientos en masa, en especial atención con los aspectos de inestabilidad del terreno generadas al tipo de evento geológico externo como procesos de erosión y tipos de deslizamientos afectadas en la zona, las lluvias y actividades antrópicas también influyen en aporte a los movimientos en masa.

La zonificación de susceptibilidad ante movimientos en masa, es de vital importancia para un mayor conocimiento e identificación de las áreas más propensas a estos mismos movimientos, este resultado u objetivo a obtener, se utilizara con el

fin de establecer posibles medidas de prevención para cada una de ellas que se vean afectadas en la zona.

2.5.-Objetivo General

Zonificar y determinar el grado de susceptibilidad con respecto a los procesos de movimientos en masa, mediante un estudio semi-cuantitativo considerando los factores detonantes que son utilizados en los mapas temáticos, en la zona de Puerto La Cruz-Guanta, de los Municipios Sotillo y Guanta, al noreste del Estado Anzoátegui.

2.6.-Objetivos Específicos

- (a) Establecer la caracterización geológica de la cuenca que abarca la ciudad de Puerto La Cruz y la localidad de Guanta, a través de estudios previos, de la cartografía básica, de los mapas geológicos y de diferentes misiones aéro-fotográficas, a escala variables entre 1:25.000 y 1:10.000.
- (b) Corroborar la información de la cartografía geológica mediante controles de campo, efectuar las correcciones de ser necesario, si se presenta alguna discrepancia con los trabajos previos.
- (c) Identificar los sectores que presenten procesos geológicos y erosivos asociados a inestabilidades en las laderas y taludes de la zona de estudio.
- (d) Determinar y reinterpretar las características geomecánicas de las rocas y suelos que afloran en la zona de estudio.
- (e) A partir de los factores detonantes y condicionantes, elaborar los mapas temáticos y de susceptibilidad.

- (f) Establecer los rangos de valores de ponderación para los diferentes procesos de movimientos en masa e inestabilidad que se presenten actualmente en la zona.
- (g) Elaborar el mapa de susceptibilidad, fundamentado en los mapas temáticos previamente generadas.
- (h) Generar el mapa de geomorfológico mostrando el inventario de los procesos que se identifican en la zona de estudio.
- (i) Efectuar la comparación del mapa de Inventario de Procesos con el mapa de Susceptibilidad para corroborar la metodología aplicada para este trabajo.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO, GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO

3.1.-Marco Teórico

Antes de tomar en cuenta las interpretaciones que se llevo a cabo en el estudio realizado en la zona de Puerto La Cruz – Guanta, se presenta un resumen conceptual de los términos que se han utilizado y aplicado en esta investigación; en un principio se utilizan la clasificación para los movimientos de masa tomados en cuenta en el análisis e interpretación de los rasgos geomorfológicos, utilizando para esto las herramientas de los factores condicionantes y desencadenantes, para establecer cuales de ellos se presentan y fueron aplicados en la zona de estudio.

La Geomorfología: es el estudio de formas de relieve terrestre, es decir, un estudio completo en la cual se involucran los siguientes términos que son: Topografía llevando a un análisis de Topoforma a Geoforma, Procesos, Erosión, Tectónica, Geología, Vegetación y Geografía.

Derruau en 1966 señala que “El nombre de Geomorfología se deriva de tres palabras griegas, que son: geo (tierra), morfé (forma) y logos (estudio)”, la geomorfología se propone a describir y explicar los procesos y las formas que ocurren y han ocurrido para entonces, en la zona de estudio a través de un estudio científico aplicado a factores condicionantes, como son señalados en el Cuadro N° 3.

Debido a ello presentamos los siguientes conceptos básicos en las cuales son necesarios para la discusión de este tema:

Cuadro N° 3. Factores condicionantes y desencadenantes. Tomado de Vallejo (2006)

	Factores	Influencias y Efectos
Condicionantes	Relieve (pendientes, geometría)	Distribución del peso del terreno
	Litología (Composición, Textura)	Densidad, resistencia, comportamiento hidrogeológico.
	Estructura Geológica y Estado Tensional	Resistencia, deformabilidad, comportamiento discontinuo y anisótropo. Zonas de debilidad.
	Propiedades Geomecánicas de los minerales	Comportamiento hidrogeológico. Generación de presiones intersticiales.
	Deforestación	Modificaciones en balance hídrico. Erosión
	Meteorización	Cambios Físicos y químicos, erosión externa e interna, generación de zonas de debilidad.
Desencadenantes	Precipitaciones y aportes de agua	Variación de las presiones intersticiales y del peso del terreno. Saturación de suelos. Erosión.
	Cambio de las condiciones hidrogeológicas	
	Aplicación de Cargas Estáticas o Dinámicas	Cambio en la distribución del peso de los materiales y en el estado tensional de la ladera. Incremento de presiones intersticiales.
	Cambios morfológicos y de geometría en las laderas.	Variación de las fuerzas debidas al peso. Cambio en el estado tensional.
	Erosión y Socavación del Pie.	Cambios Geométricos en la Ladera. Cambios en la Distribución del Peso de los materiales y en el estado tensional de la ladera.
	Acciones climáticas (Procesos de deshielos, heladas, sequías)	Cambio en el contenido de agua de terreno. Generación de grietas y planos de debilidad. Disminución de las propiedades resistentes.

3.1.1.-Definiciones Básicas

Amenaza: en términos geológicos, puede ser definido como un proceso con características específicas en cuanto a su origen, tipología y energía, que puede convertirse en un fenómeno dañino. Las amenazas de origen natural se clasifican en función del agente que las provoca.

Colina: Extensa elevación del terreno que suele tener una altura inferior a la de una vertientes de poca inclinación y poca altura.

Deflación: Levantamiento y remoción del material suelto por el viento.

Desprendimiento: Tipo de movimientos común a los que se refiere a la caída libre de fragmentos sueltos de suelos y rocas de cualquier tamaño

Erosión: Remoción y transporte de material de suelo o roca por un agente dinámico como el agua, viento y el hielo, o por el hombre.

Fila: Es la continuidad topográfica de un relieve en una región determinada, generalmente es alineada aunque puede presentar desvíos en su trayectoria.

Frente de Cuesta: relieve estructural cuyos estratos se encuentran inclinados en una sola dirección. Su génesis requiere la alternancia de estratos de rocas con distinta resistencia.

Inventario de Proceso: Localización y distribución espacial de los procesos actuales y pasados en las zonas en donde son afectadas, muestra sus características y tipo de actividad presente o que fue presentado.

Ladera: Es la inclinación natural del relieve montañoso, puede ser regular o irregular, de acuerdo a la litología y el proceso de erosión que afecte en ella.

Llanura Aluvial: Zona plana que bordea un río y que ha sido formada por la acumulación de material aluvional.

Llanura Costera: es una planicie de baja altitud que está al lado de una superficie acuática. Usualmente, se extiende hacia el mar, formando lo que se conoce como plataforma continental. En geología, la llanura costera es una prolongación del continente, y frecuentemente es producto de aluviones amontonados o el accionar humano.

Llanura de Explayamiento: es la superficie próxima a un piedemonte o un relieve, generalmente es pseudohorizontal y sirve como superficie de depositación de sedimentos de origen de altos relieves, que generalmente son transportados por medio fluvial (sedimentos).

Pasos: Son los puntos más altos en la topografía de las zonas montañosas, dejando entre ellas una cota mas baja de su punto.

Peligrosidad: condición, proceso o acontecimiento que supone una amenaza para el ser humano y su hábitat. La peligrosidad se expresa en función de la probabilidad de ocurrencia de una amenaza y su energía.

Pendiente: Es la inclinación del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación m/l, en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical.

Suelo: es el conjunto suelto o denso de material orgánico o mineral con espacios vacíos (poros) que pueden estar ocupados por agua y aire, o cualquier otro fluido. Los suelos son el producto de la meteorización física y/o química de las rocas.

Susceptibilidad: puede definirse como la posibilidad de que una zona quede afectada por un determinado proceso, expresada en diversos grados cualitativos y relativos. Depende de los factores que controlan y condicionan la ocurrencia de los procesos que pueden ser intrínsecos a los propios materiales geológicos o externos.

Riesgo: Zonificación del territorio en base al riesgo o el grado de riesgo. Varnes (1984) define el riesgo en función de tres parámetros peligro, vulnerabilidad y elementos bajo riesgo.

Roca: Una roca es un agregado natural, coherente y multigranular de uno o más minerales o mineraloides que conservan individualmente sus propiedades. No todas las rocas están formadas por minerales diferentes. Hay rocas que solo presentan un tipo de mineral, como la caliza.

Talud: Es la superficie artificial inclinada de un terreno que se forma al cortar una ladera.

Valle: Es una depresión de la superficie terrestre, entre dos vertientes, de forma alargada e inclinada hacia un lago, mar o cuenca endorreica, por donde habitualmente discurren las aguas de un río (valle fluvial) o el hielo de un glaciar (valle glaciar).

Vega: Es la superficie de la ladera por donde fluye la trayectoria en la escorrentía de un drenaje.

Vulnerabilidad: describe el grado de resistencia de un sistema respecto al impacto de los peligros naturales. Se puede medir como el grado de pérdida esperado que puede provocar un fenómeno destructivo, de una magnitud dada, sobre un elemento expuesto (personas o bienes). La vulnerabilidad depende de todos los aspectos que determinan el elemento expuesto: físicos, ideológicos, sociales, económicos, ambientales, políticos, educativos, etc.

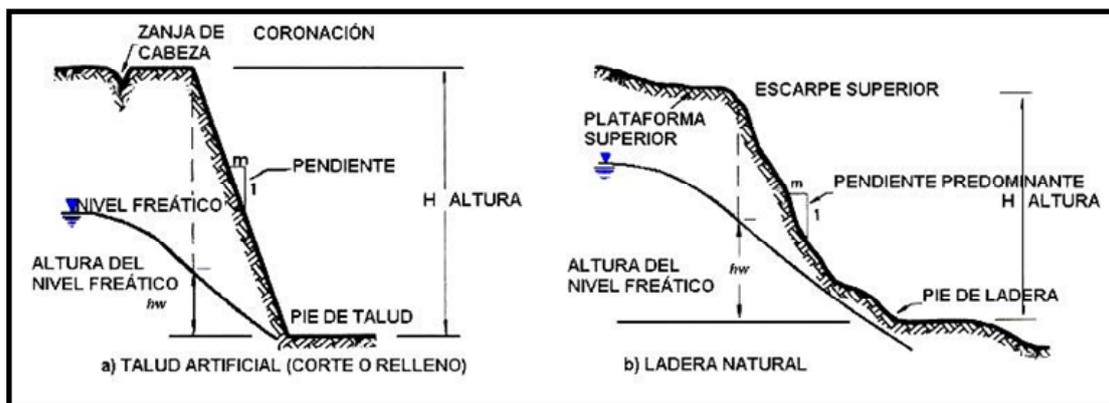


Figura N° 2. Nomenclatura de Taludes y Laderas. (Tomado de Suárez, 1998)

3.1.2.-Caracterización de los Movimientos del Terreno

Según Suarez (1998), los taludes y laderas tienen elementos constitutivos como altura, pie, cabeza o escarpe, altura del nivel freático y pendiente (ver Fig. 2), la diferencia entre ellos (en caso que sea un talud artificial) es que el talud fue generado por la actividad antrópicas, en cambio la ladera fue generada de naturaleza propia.

En la Fig. N° 3, Suárez (1989), señala o describe algunas de las partes que conforman un movimiento de terreno, que son muy conocidos como paleoformas o cicatriz de coronas, que tienen partes como línea de escarpe principal y secundario, que constituyen la cabeza.

Suárez (op. cit.), describe o señala una serie de elementos como partes de un movimiento de terreno, y se dividen en cuatro secciones que son, cabeza, cuerpo, pie y base; y éstas a su vez se sub-clasifican en escarpe principal y secundario, cabeza, corona, costado, superficie de falla, pie de falla, punta y base, ver Fig. N° 3

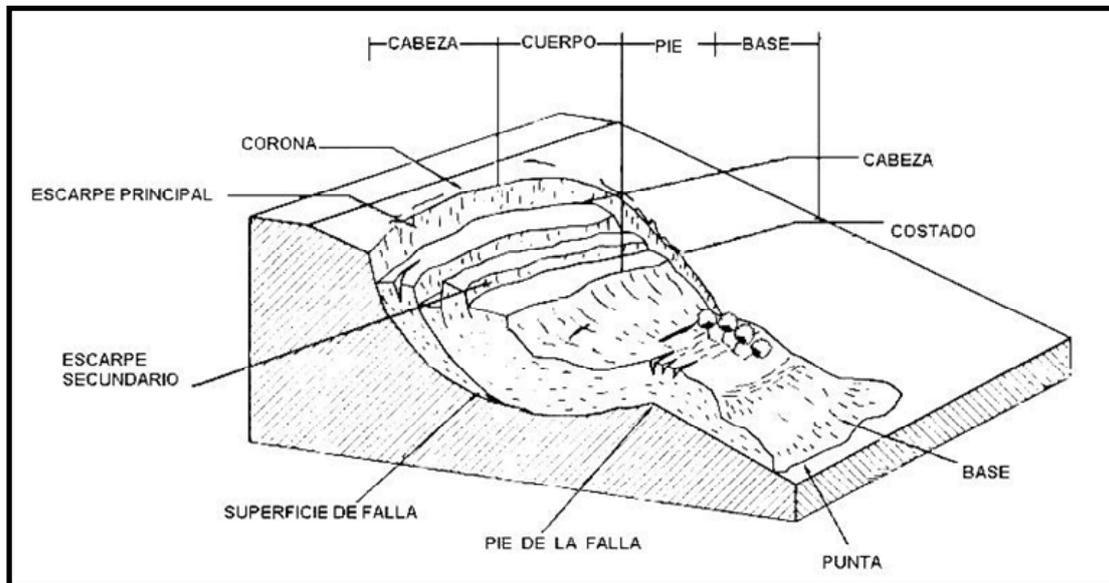


Figura N° 3. Nomenclatura de un deslizamiento. Tomado de Suárez, (1989)

Las características señaladas en la Fig. N° 3, son muy similares a los componentes o factores que se pueden presentar en una falla circular o deslizamiento rotacional, que se discutirá mas adelante. Ya mencionadas las cuatro secciones, estas son generadas por cuatro etapas en la cual damos una descripción de ellas, que son:

- (a) **Etapa de deterioro o antes de la falla**, donde el suelo es esencialmente intacto.
- (b) **Etapa de falla**, caracterizada por la formación de una superficie de rotura o el movimiento de una masa importante de material.
- (c) **Etapa post-falla**, que incluye los movimientos de la masa involucrada en un deslizamiento desde el momento de la falla hasta el preciso instante en el cual se detiene totalmente
- (d) **La etapa de posible reactivación** en la cual pueden ocurrir movimientos que pueden considerarse como una nueva falla, e incluyen las tres etapas anteriores,

las cuales se refieren a los deslizamientos inactivos, cuando después de haberse presentado un deslizamiento se identifican señales indicativas de que puede volver a activarse en cualquier momento.

A raíz de los numerosos y variables movimientos de masa que se han presentado alrededor del mundo, éstos se han clasificado estableciéndose diferentes tipos de deslizamientos y eventos erosivos, que de manera directa o indirecta los activan o los mantienen activos, por lo cual constituyen eventos geológicos muy importante en la génesis de desastres naturales que afectan zonas pobladas y despobladas (claro está, las zonas mas sensibles, desde nuestro punto de vista son aquellas que están habitadas).

3.1.3.-Eventos o procesos que generan la etapa de Deterioro

Suárez, (1998) señala que el deterioro se relaciona con la alteración física y química de las rocas y su subsecuente desprendimiento o remoción en masa. De esta manera relaciona la alteración con los efectos de abrasión. El inicio y propagación de las fracturas en la superficie del terreno tiene un significado particular ya que marca el inicio del deterioro de la superficie que puede generar las caídas de rocas o el deslizamiento o colapso del talud o ladera.

El mismo autor propone una clasificación ampliada de la generada por Nicholson y Hencher (1997), y de esta manera incluye los procesos que se presentan en un movimiento en masa. A continuación se describen conceptos de los eventos que se encuentran presentes en la zona de estudio.

3.1.4.-Clasificación de los Movimientos en Masa

El término de Movimiento en Masa se refiere a todos aquellos movimientos que afectan los taludes o laderas, en el cual es el desprendimiento o deslizamiento de la roca o suelo bajo efectos de gravedad, incluyendo los tipos de erosión existentes en el glosario geológico, el evento relevante.

Crudden (1991), señala al término movimiento en masa para incluir todas aquellas inestabilidades de ladera que incluyen masas de roca, de detritos o de suelos,

por efectos de la gravedad. Algunos movimientos en masa como la reptación de suelos, son lentos, a veces imperceptibles y difusos, en tanto que otros, como algunos deslizamientos pueden desarrollar velocidades altas y pueden definirse con límites claros, determinados por superficie de rotura Crozier, 1999a, en Glade y Crozier, (2005).

González de Vallejo (2002), señala que las clasificaciones de los movimientos de ladera suelen referirse a los tipos de materiales involucrados, distinguiendo generalmente entre materiales rocosos, derrubios y suelos y al mecanismo y tipo de rotura considerando también otros aspectos, como el contenido de agua en el terreno, la velocidad y la magnitud del movimiento. En el Cuadro N° 4, se observa que Varnes (1996), toma en cuenta de acuerdo a la velocidad que toma el movimiento en masa, presenta un súper poder destructor.

Cuadro N° 4. Velocidad de los movimientos en Masa. (Tomado de Varnes, 1996, citado por Suárez, 1998)

Clase	Descripción	Velocidad (mm/seg)	Desplazamiento	Poder Destructor
7	Extremadamente rápido	5×10^3	5 m/seg	Catástrofe de violencia mayor; edificios destruidos por el impacto o el material desplazado, muchas muertes; escape improbable.
6	Muy rápido	5×10^1	3 m/min	Algunas pérdidas de vidas; velocidad demasiado alta para permitir a todas las personas escapar.
5	Rápido	5×10^1	1.8 m/hora	Escape posible; estructuras, propiedades y equipos destruidos.
4	Moderado	5×10^3	13 m/mes	Algunas estructuras temporales y poco sensitivas pueden mantenerse temporalmente.
3	Lento	5×10^5	1.6 m/año	Construcciones de mitigación pueden llevarse a cabo durante el movimiento. Algunas estructuras insensitivas pueden mantenerse con mantenimiento frecuente.
2	Muy Lento	5×10^1	16 mm/año	Algunas estructuras permanentes no son dañadas por el movimiento.
1	Extremadamente lento			Imperceptibles sin instrumentos; construcción posible pero deben tenerse precauciones.

Hay gran variedad de tipos de movimiento en masa, pero en este trabajo solo discutiremos los que se identificaron en la zona de estudio y en los que varios autores tomaron en cuenta el relieve y la litología, como factores relevantes, por lo que a continuación discutiremos los siguientes tipos de movimientos, que se presentan de manera muy breve en el Cuadro N° 5.

Cuadro N° 5. Tipos de movimientos en masa descritos en este capítulo.

Tipo	Sub-tipo	Descripción
Deslizamientos	Deslizamiento de Roca	Movimiento en masa de rocas
	Deslizamiento Rotacional	Movimiento en masa de suelo o roca manteniendo el volumen del mismo
	Deslizamiento Activo	Movimiento en masa, combinado con variedad de factores, detritos, suelos, rocas, flujos
	Deslizamiento Inactivo	Zona donde hubo movimiento en masa, ahora se encuentra relativamente estable.
Erosión	Erosión Concentrada	Fuerte concentración en procesos erosivos, presencia de cárcavas
	Erosión Moderada	Presencia de procesos erosivos como surcos
	Erosión Laminar	Tipo de erosión muy ligera la presencia de procesos erosivos es casi perceptible
Glacis	Glacis de Acumulación	Acumulación de sedimentos que se presentan en pendientes muy bajas
	Glacis de Erosión	Proceso de erosión que se presentan en las pendientes muy bajas
Flujo	Flujo de Detritos	Movimiento o deslizamiento en masa de pequeñas partículas
Reptación	Reptación	Tipo de erosión muy lenta, casi perceptible a la vista.

Es importante tener en cuenta que en la práctica es difícil asignar un movimiento en masa a una clase en particular, debido a que la mayoría de los procesos son bastante complejos y presentan diferentes comportamientos a lo largo evolución, debido a los materiales involucrados, mencionadas antes. Además, hay factores externos que influyen en el tipo de movimiento por ejemplo, si una ladera pudiera presentar un movimiento de deslizamiento se puede transformar en una avalancha o flujo de detritos en condiciones de mayor humedad, aumentando la longitud de su recorrido, tal como lo señala Crozier y Glade, (2005).

3.1.5.-Tipos de Procesos Geodinámicos

3.1.5.1.-Lavado Superficial o Erosión

La erosión es el desprendimiento de partículas o masas pequeñas de suelo o roca, por la acción de fuerzas generadas por el movimiento del agua, pudiendo producirse sedimentación de materiales en el pie del talud. Los procesos erosivos, generalmente son comunes en suelos residuales poco cementados o en suelos aluviales, especialmente compuestos por limos y arenas finas, principalmente, en los que la cobertura vegetal ha sido removida. Los distintos tipos de erosión que se encuentran presentes en la zona de estudio, son los siguientes:

3.1.5.2.-Erosión Laminar

El proceso de erosión laminar se inicia a partir del impacto de las gotas de lluvia contra la superficie del suelo, la cual es complementada por la fuerza de la esorrentía, produciéndose un lavado de la superficie del terreno como un todo, sin formar canales definidos. Al caer las gotas de lluvia levantan las partículas del suelo y las reparten sobre la superficie del terreno.

La velocidad de las gotas de lluvia puede alcanzar valores hasta de diez metros por segundo y su efecto es muy grande sobre las superficies de talud expuestos y sin cobertura vegetal. El proceso es particularmente grave cuando la pendiente del talud es grande, como es el caso de los taludes de cortes en obras viales.

Por los efectos de los impactos de las gotas de agua de lluvia, la topografía va perdiendo su topografía original para mostrar finalmente una ladera recta, asimilandose a una superficie semi-regular. De acuerdo al tipo de vegetación que cubra la ladera, se determina si el efecto es rápido o lento en el desgaste del suelo.

En el grafico tomado de J. Suárez (2001), ver Fig. 4, se muestra el efecto de la erosión de una gota de lluvia, impactando en el suelo. La gota de lluvia genera un proceso erosivo en cuatro fases que se inicia con la caída de la gota, en el momento de tocar el suelo se está en la segunda fase y de seguidas pasamos a la tercera fase, el

desprendimiento de las partículas de suelo, por efectos del impacto, así culminando con la última fase que es el esparcimiento donde las partículas o granos que están en el suelo, desde donde son removidos para generar el proceso de erosión, que con el paso del tiempo y/o dependiendo de la intensidad de la lluvia, va a generar los surcos de socavación; de esta manera la erosión laminar pasa luego a erosión moderada. En algunos casos se presenta este cambio de erosión en otras no, es decir, es impredecible el cambio de tipo de erosión en la zona.

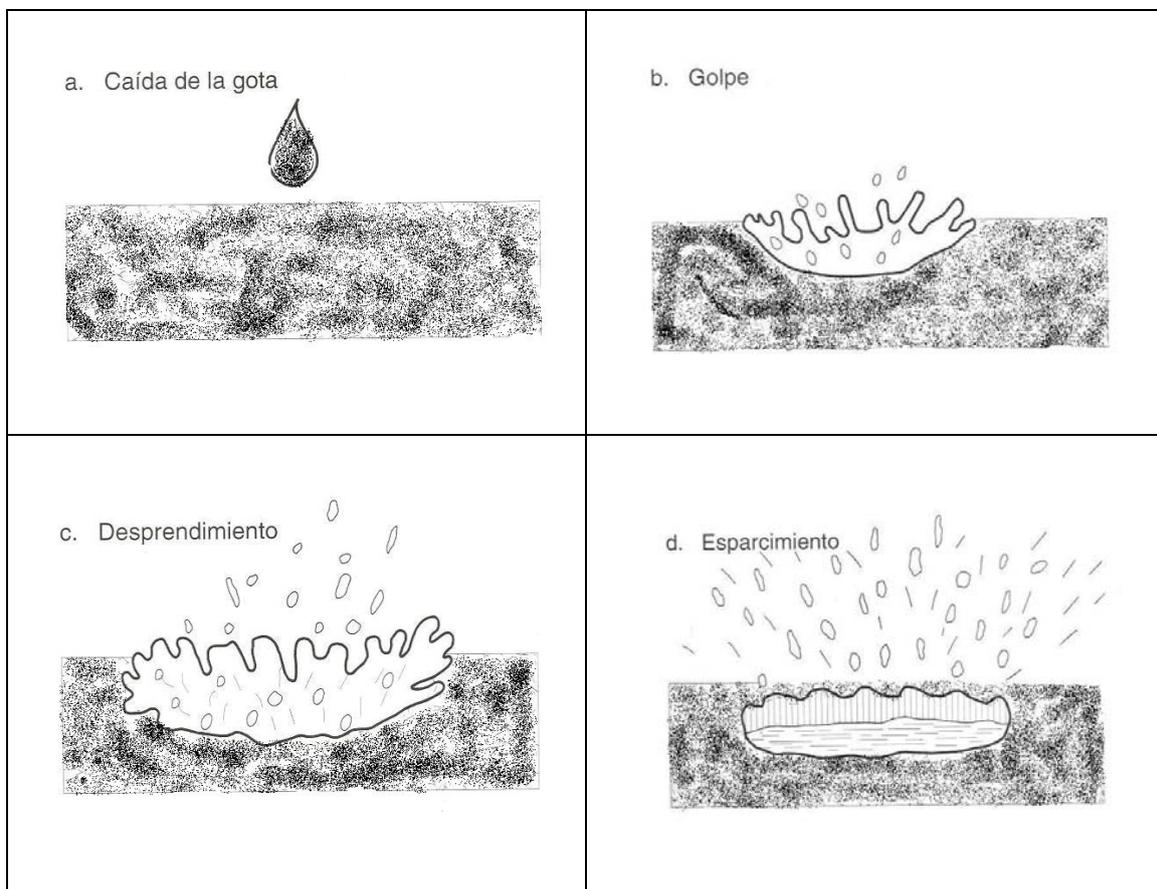


Figura N° 4. Muestra el impacto de la gota de lluvia al caer en el suelo y la manera como genera las cuatro fases en el proceso de erosión al impactar el suelo. Tomado de Suárez (2002)

3.1.5.3.-Erosión Moderada (Surcos)

No existe término que identifique la erosión moderada, se trata solo es una nomenclatura que fue derivada a la Erosión en Surcos y se generan de la misma manera que la laminar, solo que la concentración de agua es mayor.

Suárez, (1998), describe este proceso el cual se forman con la concentración de flujo del agua en los caminos preferenciales, arrastrando las partículas y dejando canales de poca profundidad generalmente, paralelos. El agua de escorrentía fluye sobre la superficie de un talud y a su paso va levantando y arrastrando partículas de suelos, formando surcos (rills), ver Fig. N° 5.

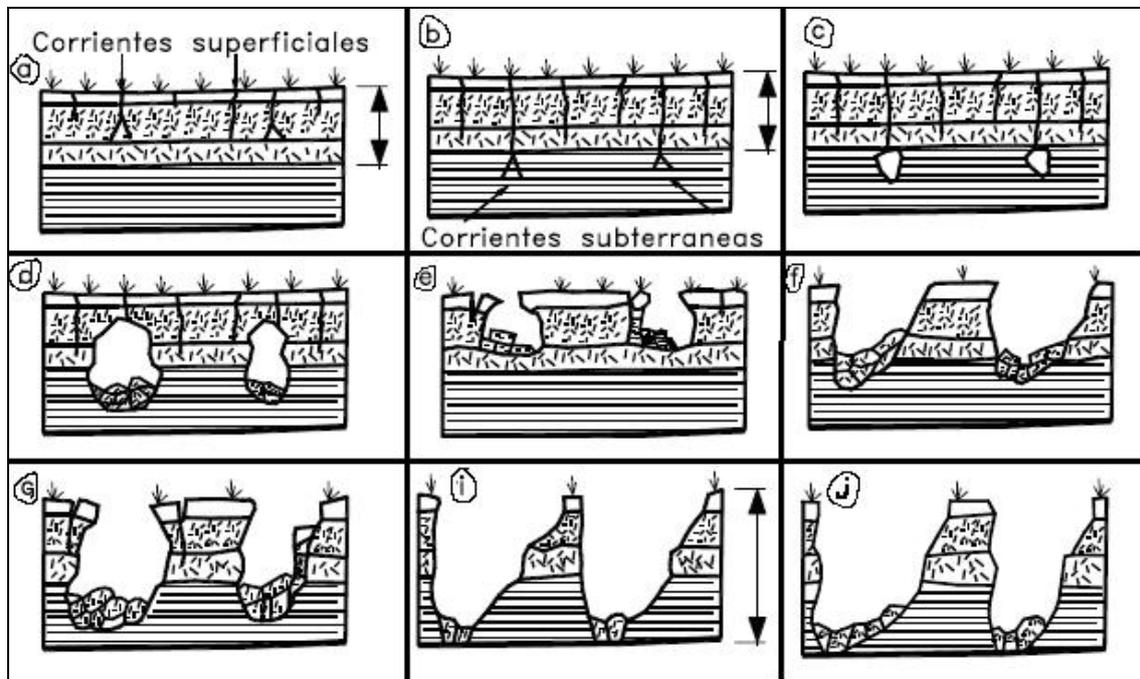


Figura N° 5. Esquema de la formación de surcos de erosión dando origen a la erosión moderada. Tomado de J. Suárez (1998). La figura no presenta escala.

Los surcos forman una compleja microrred de drenaje donde una grieta, al profundizarse va capturando los vecinos, formando otros de mayor tamaño, los cuales a su vez se profundizan o amplían formando cárcavas en forma de V que pueden transformarse en forma de U.

Inicialmente la cárcava se profundiza hasta alcanzar una superficie de equilibrio, la cual depende de las características geológicas e hidráulicas, para luego iniciar un proceso de avance lateral mediante los deslizamientos de los taludes semiverticales, producto de la erosión.

La caracterización en cuanto a su profundidad y la velocidad de avance del proceso, es controlada por fenómenos de tipo hidráulico y por la resistencia del material a la erosión. Los surcos de erosión pueden estabilizarse generalmente con prácticas de agricultura o que este cubierto totalmente por la vegetación, es decir, la desaceleración del proceso de formación de erosión laminar, surcos y generación de cárcavas.

3.1.5.4.-Erosión Concentrada (Cárcavas)

La erosión concentrada se encuentra fuertemente relacionada con los procesos erosivos de las cárcavas, desprendimientos de rocas, los flujos de detritos y por supuesto en el sector que abarcan las coronas activas de los deslizamientos.

Las cárcavas constituyen el estado más avanzado de erosión y se caracterizan por su profundidad, que facilita el avance lateral y frontal por medio de desprendimientos de masas de material en los taludes de pendiente alta que conforman el perímetro de cárcava. Las cárcavas inicialmente tienen una sección en V pero al encontrar un material mas resistente o interceptar el nivel freático se extienden lateralmente, tomando la forma de U, algo similar con los surcos pero mas predominante en forma y tamaño, se puede apreciar las partes de la cárcava en la Fig. 6.

Los procesos más importantes de cárcava son los siguientes señalados por J. Suárez (2001):

- (a) Profundización del fondo de la cárcava*
- (b) Avance lateral*
- (c) Erosión acelerada concentrada en sitios de cambios topográficos*
- (d) Avance de la cabeza de la cárcava*
- (e) Erosión laminar y en surcos*

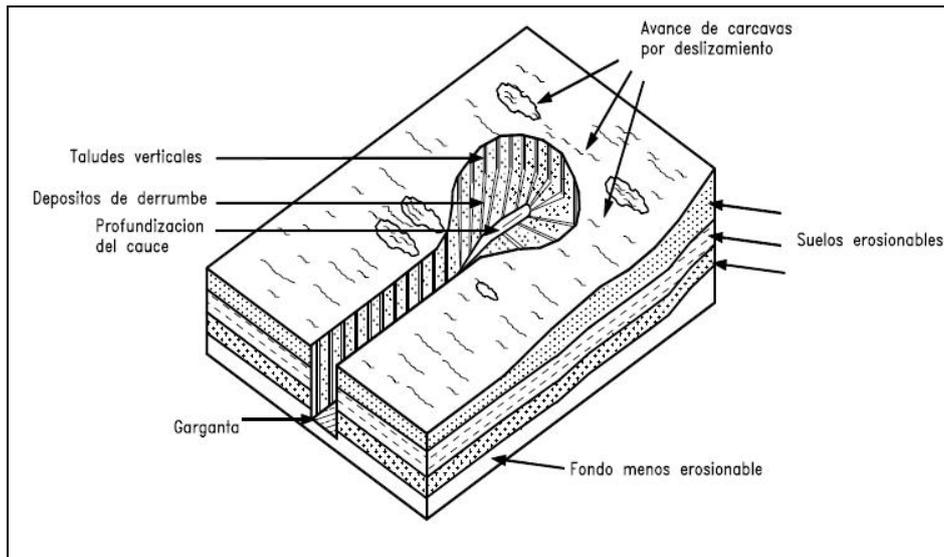


Figura N° 6. Esquema general de la Cárcava de Erosión. Tomado de Suárez (1998).

Este tipo de evento mayormente se presenta en la zona completa de la ladera, es decir, abarca todo el perfil de la ladera desde el principio hasta el pie de ella o también conocido como talud, en la cual como se menciono anteriormente será fuertemente evidente y muy relacionada con las coronas activas.

Se tiene que tener en cuenta que en una corona o cicatriz inactiva también pueden presentarse los eventos de la erosión concentrada, ya que tenemos entendido que estas coronas a pesar de que estén inactivas son impredecibles y cualquier evento erosivo, fluvial o sísmico son los detonantes para activarla nuevamente.

El termino de “cárcava” seria un concepto conocido como un tipo de erosión concentrada en surcos muy pronunciados o de mayor tamaño que se forma por el escurrimiento de las aguas sobre la superficie de las laderas. Ellas se evidencian relacionadas a cualquier tipo de evento erosivo que este muy concentrado o incluso en alguna corona que esta activa en sus procesos de deslizamientos o erosiones que pueden mostrar en cualquier zona bajo cualquier tipo de temperatura, ambiente y/o condiciones de riesgo. Se considera un rango alto de riesgo en tal caso que se efectuó la comparación con los eventos de flujos de detritos.

3.1.5.5.-Deslizamientos

Este tipo de movimiento consisten en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies, que pueden desertarse fácilmente o dentro de una zona relativamente delgada como se muestra en la Fig. N° 7, este movimiento varia según su volumen, recorrido, velocidad en la trayectoria al efectuar el deslizamiento y este movimiento puede ser progresivo en toda la superficie de falla.

Los deslizamientos pueden ser de una sola masa que se mueve o pueden comprender varias unidades o masas semi-independientes. Los deslizamientos pueden obedecer a procesos naturales o desestabilización de masas de tierra por el efecto de cortes, rellenos, deforestación, etc.

Estos movimientos también se pueden llegar a dividir en varios tipos entre estos por lo menos tenemos los que se encuentran presentes en este trabajo que son: deslizamientos rotacionales, de rocas, activos e inactivos; su definición es muy importante ya que a raíz de estas clasificaciones se puede definir el sistema de análisis y grado de susceptibilidad del terreno a emplearse, en comparación con el mapa de inventario de procesos.

3.1.5.6.-Deslizamiento Rotacional

En el Deslizamiento Rotacional, el plano o superficie de falla se presenta de forma circular o por una curva, cuyo centro de giro se encuentra por encima del centro de gravedad del cuerpo de movimiento, este es un de los ejemplos que se pueden apreciar para el deslizamiento rotacional.

Si se observa en planta el deslizamiento posee una serie de agrietamientos concéntricos y cóncavos en la dirección del movimiento. El movimiento produce un área superior de movimiento y otra inferior de deslizamiento generándose comúnmente, flujos de materiales por debajo del pie del deslizamiento.

El deslizamiento rotacional es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto-estabilizante y este ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas.

“Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s.” citado por Gemma (2007).

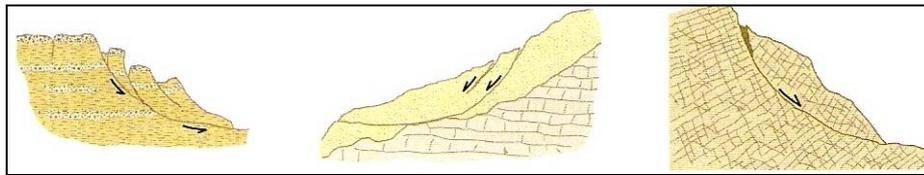


Figura N° 7. Ejemplos de Deslizamientos Rotacionales. Tomado de González de Vallejo (2002).

En la mayoría de los deslizamientos rotacionales forman una superficie cóncava en forma de cuchara. Generalmente el escarpe debajo de la corona tiende a ser semi-vertical, lo cual facilita la ocurrencia de movimientos retrogresivos. Y su movimiento aunque es curvilíneo no es necesariamente circular por lo tanto estos movimientos son comunes en materiales residuales donde la resistencia al corte de los materiales aumenta la profundidad.

En la cabecera del movimiento, el desplazamiento es aparentemente semi-vertical y tiene muy poca rotación, sin embargo se puede observar que generalmente, la superficie original del terreno gira en dirección de la corona del talud, aunque otros bloques giren en la dirección opuesta.

3.1.5.7.-Deslizamiento de Rocas

Los deslizamientos de rocas, también conocido como avalancha de rocas, marcan flujo de rocas de gran longitud y extremadamente rápidos, en rocas fracturadas, que resultan el deslizamiento de roca en magnitud sumamente considerable. Pueden ser extremadamente móviles, o su movilidad puede llegar a crecer su volumen. Usualmente sus depósitos se encuentran cubiertos por bloques grandes, aun cuando se puede encontrar bajo la superficie del depósito material fino derivado parcialmente de la roca fragmentada e incorporada en la trayectoria.

Los deslizamientos de rocas suelen ser muy peligrosas, en cuanto a la zona de estudio afortunadamente no se presenta en toda el área, se encuentra mas el lado sur en relieves altos y por los momentos esta distante de las zonas habitadas; estos deslizamientos pueden llegar a crear represar los ríos y automáticamente crean una amenaza secundaria asociada al rompimiento del drenaje o desborde del mismo.

3.1.5.8.-Deslizamiento Activo e Inactivo

No hay un concepto específico para los deslizamientos activos e inactivos, este término fue utilizado de acuerdo a los profesionales geógrafos de INGEOMIN, lo cual al observar el modelado que genera la topografía otorga señales de la forma de corona en el relieve, pero no se presentan evidencias del tipo de deslizamiento que pueda estar presente en ella.

Hay que tener presente que un deslizamiento es una masa que representa una cantidad del suelo comprendido en ella que se mueve a lo largo de la superficie de falla plana u ondulada. En general estos movimientos suelen ser mas superficiales que los rotacionales y en general ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades, fallas, planos de diaclasa, planos de estratificación o foliación, o también el plano de contacto del suelo con la roca superficial.

Para el caso que se presente un “deslizamiento inactivo” esto se refiere a el tipo de relieve que se encuentra en la ladera presentando la forma de corona, pero no existe

evidencia de algún evento de deslizamiento que haya dejado el relieve de esa forma, o algún tipo de evento erosivo presente en ella. Por lo contrario, el área se observa estable y con su vegetación cubriendo totalmente la zona.

En cuanto al “deslizamiento activo” observamos el tipo de relieve generando claramente la corona o marca de cicatriz, y en ella su vegetación es muy escasa o se encuentra pobre en densidad y las evidencias de erosión se aprecian con facilidad. No muestra con claridad el tipo de deslizamiento pero se encuentra erosionando y aumentando cada vez más el riesgo de un desastre geológico.

3.1.5.9.-Reptación

La reptación se refiere a aquellos movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. La reptación puede ser de tipo estacional, cuando se asocia a cambios climáticos o de humedad del terreno, y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuo en el tiempo, ver Fig. N° 8.

Dentro de este movimiento se incluyen la soliflucción y la geliflucción, este último término reservado para ambientes periglaciales. Ambos procesos son causados por cambios de volumen de carácter estacional en capas superficiales del orden de 1 a 2 metros de profundidad, combinados con el movimiento lento del material ladera abajo.

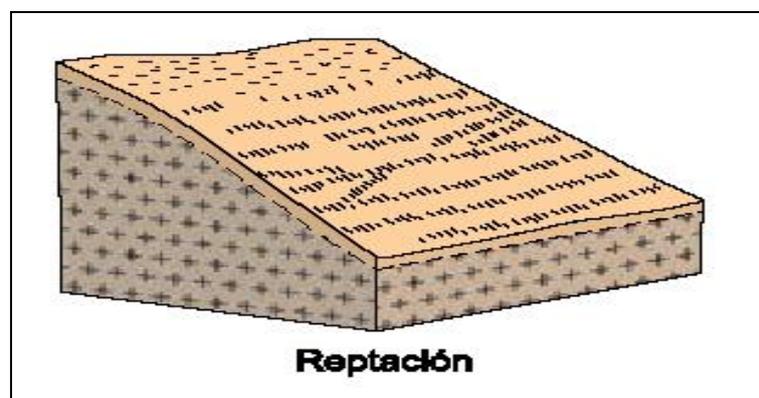


Figura N° 8. Proceso de Reptación. Tomado de GEMMA (2007).

La reptación de suelos y la solifluxión son importantes en la contribución a la formación de delgadas capas de suelo coluvial a lo largo de laderas de alta pendiente. Estas capas pueden ser subsecuentemente la fuente de deslizamientos de detritos superficiales y de avalanchas de detritos.

3.1.5.10.-Conos de Deyección:

Son las masas de arenas y gravas depositadas por un torrente que ha circulado por un cauce angosto cuando afluye a un valle principal o a una llanura, o cuando ve repentinamente reducida la inclinación de su curso. La forma de este depósito de derrubios (como también se denomina) es semicónica o en forma de abanico, con los sedimentos más pesados en el centro y la parte superior, y los más ligeros desplazados hacia las márgenes del curso, donde la fuerza de la corriente es menor. La forma geométrica del cono de deyección se repite también en los llamados abanicos aluviales, que sólo se diferencian en que los sedimentos arrastrados son mucho más finos. Aquí se repite el fenómeno por el cual la corriente pierde la mayor parte de su energía en la fricción y no puede seguir transportando el sedimento arrastrado hasta entonces.

3.1.5.11.-Glacis de Acumulación:

El evento de glacis que se encuentran tres tipos que son: denudación, acumulación y de explayamiento, estas se presentan en pendientes muy débiles o bajas, en la cual esta relacionada con los efectos de meteorización y la permanencia de la humedad que esta filtrándose en la profundidad de la ladera, aunque estas son generadas principalmente por la erosión moderada, a pesar de que se encuentra muy relacionada con la pendiente longitudinal muy suave, ver Fig. N° 9.

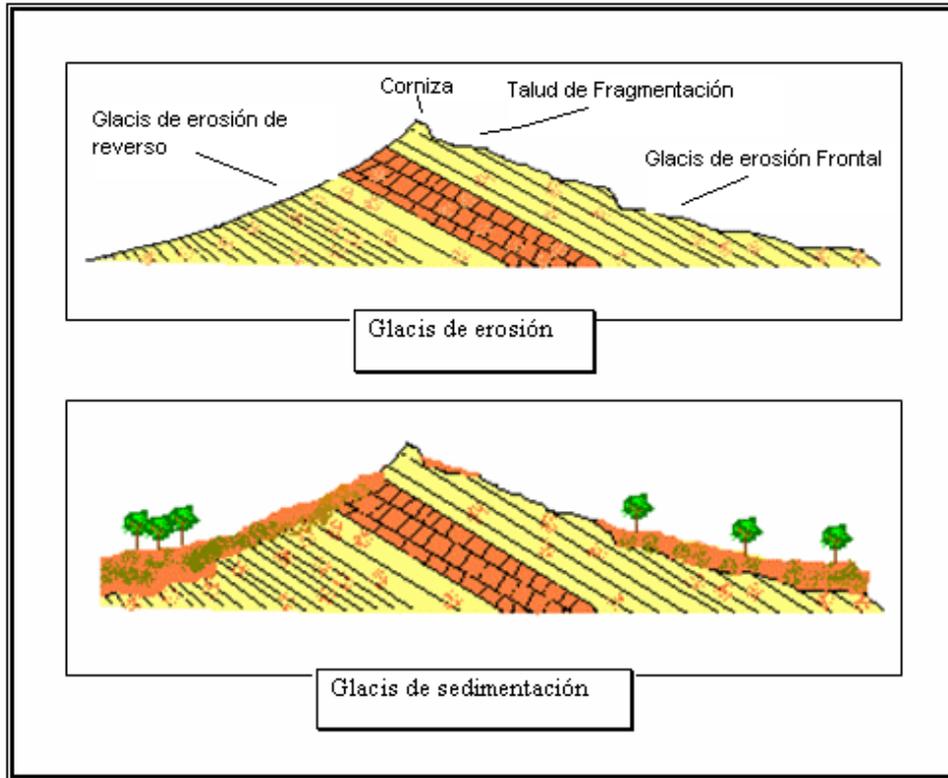


Figura N° 9. Muestra de un corte de perfil, el glacis de erosión que también conocido como glacis de acumulación. Tomado de Derruau (1966).

3.1.5.12.-Flujos de detritos:

Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (Índice de plasticidad menor al 5%), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes. Los flujos de detritos incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos. Ver Fig. N° 10.

En la cual por el concepto de lo que significa los flujos de detritos que son generados por procesos de erosión o deslizamientos activos. Se toma consideración que parte de los sectores que evidencian estos flujos de detritos se tienen que determinar como sectores de alto riesgo.

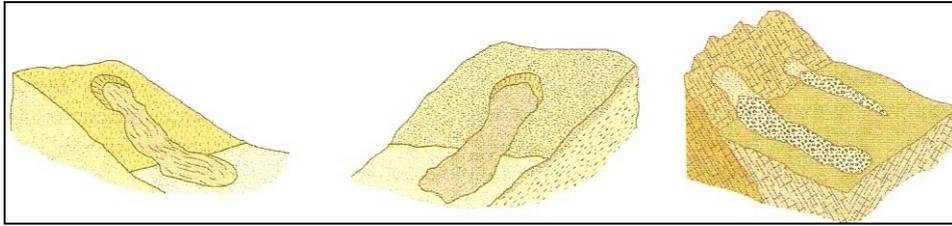


Figura N° 10. Tipos de Flujos en deslizamientos. Tomado de González de Vallejo (2002).

3.1.5.13.-Abanico Aluvial:

Es la acumulación de material detrítico, especialmente arenas y gravas finas, en forma de abanico o cono a modo de delta, depositadas por una corriente de agua en el punto donde abandona un valle angosto que atraviesa un macizo montañoso y se abre a una llanura o valle principal. En este lugar la velocidad de la corriente es menor, debido a un cambio de gradiente y el curso principal se divide en varios ramales, por lo que disminuye la capacidad de transporte fluvial y aumenta la sedimentación. Cuando el aluvión presenta un mayor grosor y pendiente se habla de cono de deyección o de derrubios, depositados por torrentes de montaña en la boca en un valle.

3.1.6.-Causas de los Movimientos en Masa

Según Vallejo (2006), los factores que controlan los movimientos en masa en las laderas son aquellos capaces de modificar las fuerzas externas e internas que actúan sobre el terreno, estos factores se han dividido y descrito como condicionantes (pasivos) que dependen de la propia naturaleza, estructura y forma del terreno, mientras que los desencadenantes (o activos), pueden ser considerados como factores externos que provocan o desencadenan las inestabilidades y son responsables, por lo general, de la magnitud y velocidad de los movimientos.

En la mayoría de los casos son varias las causas que contribuyen al movimiento de una ladera; aunque con frecuencia se atribuyen a la acción de algún factor desencadenante (lluvias, terremoto, etc.), las inestabilidades no se hubieran producido de no existir una serie de condiciones predeterminadas que favorecen el fenómeno.

A efectos de incidencia, por el comportamiento geomecánico de suelos y rocas, los factores o agentes que controlan los movimientos en masa en las laderas pueden agruparse en aquellos que contribuyen a reducir la resistencia del corte y aquellos que incrementan los esfuerzos de corte, en el Cuadro N° 6. Presentado por Vallejo (2006) se presenta una relación de dichos factores.

Cuadro N° 6. Influencia de los diferentes factores en las condiciones de los materiales y de las laderas. Cuadro elaborado por Vallejo (2002).

Ámbito	Fases	Métodos y Técnicas	Finalidad
Investigación de áreas inestables.	Estudios Preliminares	Revisión de Información y Cartografía Existentes	Identificación de los procesos y tipos de movimientos. Identificación de los factores condicionantes. Evaluación general de la estabilidad de la zona.
		Interpretación de fotos aéreas y teledetección.	
	Reconocimientos Generales	Observaciones de Campo. Cartografía de los procesos. Cartografía de los factores.	
	Estudio de los procesos y los factores que causan.	Reconocimiento de Campo.	
Investigación preliminar del subsuelo: Geofísica			
Investigación de deslizamientos particulares	Investigaciones de detalle.	Observación y medidas en afloramiento.	Descripción y clasificación de los movimientos. Datos morfológicos, geológicos, hidrogeológicos y geomecánicos.
		Sondeos, geofísica, ensayos de campo, toma de muestras.	
	Ensayos de Laboratorio.		
	Instrumentación	Inclinómetro, extensómetros, tiltímetros, piezómetros.	Datos de velocidad, dirección, situación de planos de rotura. Evaluación de la estabilidad. Diseño de medidas correctoras.
Análisis de la estabilidad.	Equilibrio límite. Modelos matemáticos, tenso-deformacionales.		

Dentro de los factores condicionantes, las propiedades físicas, resistentes de los materiales (directamente relacionadas con la litología) y las características morfológicas y geométricas de la ladera son fundamentales para la predisposición a la inestabilidad; otros factores importantes son la estructura geológica (discontinuidades), las condiciones hidrogeológicas y los estados tenso-deformacionales.

El relieve juega un papel muy importante y definitivo ya que es necesaria cierta pendiente para que produzcan los movimientos gravitacionales. No obstante, en ocasiones y dependiendo de otros factores, es suficiente una pendiente muy baja, de algunos grados, para que tengan lugar los determinados tipos de inestabilidades, como los flujos de barro o tierra.

La estructura geológica, estratigrafía y litología determinan la potencialidad de movimientos en los diferentes tipos de materiales rocosos y suelos y la existencia de planos de discontinuidad que pueden actuar como superficies de rotura. Aspectos como la composición, resistencia, deformabilidad, grado de alteración y fracturación, porosidad y permeabilidad, determinan la posibilidad del terreno de sufrir roturas y desplazamientos bajo la actuación de determinados factores desencadenantes.

3.1.7.-Características Geotécnicas de los Sedimentos

Los depósitos sedimentarios se forman por la acción de los procesos geomorfológicos y climáticos, destacando el medio de transporte y la meteorización. Los distintos medios de sedimentación originan una serie de depósitos cuyas características geotécnicas están relacionadas con las condiciones de formación de estos sedimentos que son señalados por Vallejo (2006).

La clasificación de los materiales con respecto a granulometría, forma y tamaño, son dependientes del medio de transporte que estén sometidos. Conociendo los factores geomorfológicos y climáticos, es posible prever la disposición y geometría del depósito, propiedades físicas y otros aspectos de interés en ingeniería geológica.

Con estos objetivos se describen los siguientes tipos de depósitos, en función de sus relaciones geológico-geotécnicas más características.

3.1.7.1.-Depósitos Coluviales

Son materiales transportados por gravedad, principalmente por el agua. Su origen es local, producto de la alteración *in situ* de las rocas y posterior transporte como derrubios de ladera o depósitos de solifluxión.

Frecuentemente están asociados a masas inestables, su composición depende de la roca en la que proceden estando formados por fragmentos angulares y heterométricos, generalmente de tamaño grueso, englobados en un matriz limo arcilloso. Su espesor suele ser escaso, aunque puede ser muy variable.

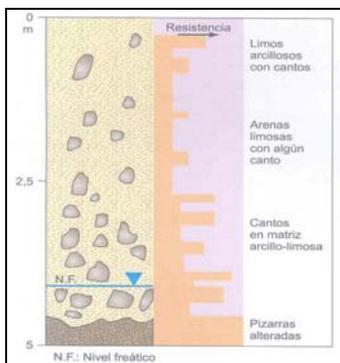


Figura N° 11. Perfil de Tipo de Deposito Coluviales.

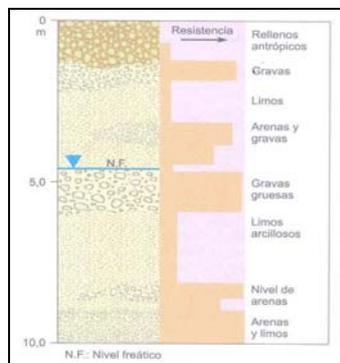


Figura N° 12. Perfil de tipo de depósitos aluviales.

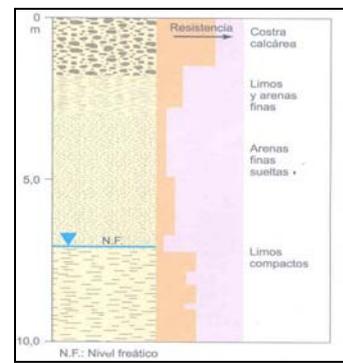


Figura N° 13. Perfil tipo de depósitos litorales.

Figuras N° 11, 12 y 13 Tomadas del González de Vallejo (2002).

Tiene una gran importancia geotécnica cuando se trata de masas inestables, contiene una resistencia baja, sobre todo en la zona de contacto y cuando se desarrollan altas presiones intersticiales en consecuencia de las lluvias intensas. La investigación de este tipo de material es fundamental para un estudio geológico – geotécnico, se considera prioritario en las investigaciones in situ. En la figura N° 11, se muestra un esquema de columna para este tipo de depósito.

3.1.7.2.-Depósitos Aluviales

Son materiales transportados y depositados por el agua, su tamaño de granos varía desde la arcilla hasta las gravas gruesas, cantos y bloques. Las facies mas gruesas presentan bordes redondeados y se distribuyen en forma estratiforme, variando mucho su densidad.

Se desarrollan mucho en los climas templados, ocupando cauces y valles fluviales, llanuras y abanicos aluviales, terrazas y paleocauces.

Son suelos muy anisotrópicos en su distribución, con propiedades geotécnicas altamente variables y estrechamente relacionadas con la granulometría, y de acuerdo a ella depende la permeabilidad. Su continuidad es irregular pueden presentar altos contenidos de materia orgánica en determinados medios.

Los aluviales constituyen una fuente de recursos de materiales para la construcción, sobre todo como áridos, en la Fig. N° 12. Se muestra un esquema de estos suelos.

3.1.7.3.-Depósitos Litorales

Son materiales formados en la zona intermareal por la acción mixta de los ambientes continentales y marinos, influyendo en este caso las corrientes, el oleaje y las mareas. Predominan las arenas finas y los limos, pudiendo contener abundante materia orgánica y carbonatos. En general la consistencia de los materiales es de blanda a muy blanda y muy anisotrópica, se pueden presentar encostramientos pero su característica principal es su alta compresibilidad, de este ejemplo se muestra en la Fig. N° 13.

3.1.8.-Clasificaciones Geomecánicas del Suelo

Las clasificaciones geomecánicas del suelo se presentan como una herramienta muy útil en el análisis o levantamiento de suelo, para lograr definir sus características tanto físicas y mecánicas, que se encuentran en la estructura del suelo.

Estas clasificaciones son útiles para logra definir los parámetros del suelo que se refiere en el estudio de estabilidad en laderas y taludes, en la cual permite obtener un conjunto de datos descriptivos y geométricos que se encuentran presentes en el macizo rocoso, permitiendo procesar por medio del valor de ponderación de los parámetros establecidos y así obtener un valor en el grado de estabilidad de la ladera o talud de estudio, permitiendo procesar por los parámetros establecidos y así clasificar el grado de estabilidad presente en la ladera o talud.

Estas clasificaciones se encuentran respaldadas en publicaciones y estudios previos que se lograron por los siguientes autores: Romana, Bieniawski, Truzman y otros más; la cual nos ayuda a obtener un criterio más practico y sencillo al momento de efectuar un análisis de suelo con respecto a la muestra ya sea estando en el laboratorio o campo.

Es importante tener en cuenta que la obtención y procesamiento de los datos ofrecidos en estas clasificaciones, son muy aproximados al diagnostico real de las condiciones del macizo rocoso, de manera que los autores otorgan la validez y confiabilidad de estas clasificaciones presentan el correcto estudio geológico; el autor Biniawski señala los siguientes puntos de gran interés e importancia:

- ✓ Las clasificaciones geomecánicas (RMR, SMR, GSI), no deben usarse aisladamente, deben estar compuestas en el contexto de un proceso global de diseño de ingeniería.
- ✓ Las clasificaciones geomecánicas deben usarse solo en fases preliminares y/o de planteamiento, pero no para definir las medidas finales del diseño

- ✓ Las clasificaciones son esenciales para controlar las condiciones de la roca, previo y durante la construcción, ya que permiten una comparación efectiva entre lo previsto en el proyecto a partir de la investigación geotécnica, con la realidad.

3.1.8.1.-Clasificación de Bieniawski (1973)

Bieniawski (1973) presentó un nuevo sistema de clasificación de macizos rocosos mediante un índice de RMR “Rock Mass Rating”. Algunos autores lo llaman a dicha clasificación como CSIR, nombre abreviado del organismo sudafricano en el que Bieniawski lo desarrolló.

En la segunda versión de Bieniawski (1976,1979), estableció una forma actual en la clasificación. El índice numérico del macizo rocoso RMR básico es independiente de la estructura a construir y se obtiene sumando cinco parámetros que son la resistencia de la matriz rocosa a la comprensión simple, RQD “Rock Quality Designation”, separación de las juntas (diaclasas), estado de las juntas y agua dentro del macizo rocoso.

De acuerdo a los tipos de clasificaciones mencionados y muchos otros que faltan por mencionar solo se mostraran las que fueron aplicadas en la zona de estudio, ya que la variedad del estudio en el análisis del suelo es muy amplia, pero es importante tomar en cuenta el saber cual usar y a que resultado se desea obtener. A continuación los tipos de análisis que se efectuaron en este Trabajo Especial de Grado.

3.1.8.2.-Resistencia a la Matriz Rocosa a la Comprensión Simple (Co)

Para determinar un valor absoluto su dato correcto en este parámetro es la resistencia a la comprensión simple medida en el laboratorio, pero no esta demás estimar las medidas de resistencia en el campo, en especial cuando no se puede disponer

del ensayo. El Cuadro N° 7 (ISMR 1978a), contiene algunas indicaciones útiles para estimar dicho parámetro con los ensayos de manera manual. Las rocas resistentes son más abundantes en el área de rocas sedimentarias (condiciones frescas).

Cuadro N° 7. Clasificación ISRM ampliada (1977), para la resistencia de rocas y suelos. Tomada de Bieniawski (1976, 1979)

Grado	Descripción	Resistencia a la compresión uniaxial estimada (MPa)	Índice de Carga Puntual (MPa)	Ensayo de Identificación	Ejemplos
R0	Extremadamente Débil	0,25 - 1	----	Mellada de la uña del pulgar	Relleno de falla, rígido.
R1	Muy Débil	1 - 5	----	Se disgrega por golpes fuertes de la punta de la piqueta. Puede ser desconchada por una navaja.	Roca altamente meteorizada o alterada, lutita.
R2	Débil	5 - 25	----	Puede ser desconchada por una navaja, la muestra puede ser fracturada por un golpe fuerte de piqueta.	Tiza (creta), sal de roca, potasa.
R3	Medianamente Resistente	25 - 50	1 - 2	No puede ser rayada o desconchada por navaja, la muestra puede ser fracturada por un golpe fuerte de piqueta.	Arcilita, carbón, concreto, esquisto, lutita, limolita.
R4	Resistente	50 - 100	2 - 4	La muestra requiere más de un golpe de la piqueta para fracturarla.	Caliza, mármol, filita, arenisca, esquisto, lutita.
R5	Muy Resistente	100 - 250	4 - 10	La muestra requiere de varios golpes de la piqueta para fracturarla.	Anfibolita, Arenisca, basalto, gabbro, gneis, granodiorita, caliza, mármol, riolita, toba.
R6	Extremadamente Resistente	> 250	> 10	La muestra solo puede ser astillada por la piqueta.	Basalto fresco, chert, diabasa, gneis, granito, cuarcita.

3.1.8.3.-Separación de las Juntas (Diaclasas)

El espaciamiento entre las juntas representa la distancia que hay entre ellas, que se miden de acuerdo a las líneas perpendiculares a los planos de discontinuidad. Bieniawski recomienda utilizar el valor medio en la practica, ya que la ISRM toma todos los valores y saca un valor promedio de el.

La clasificación utilizada para el estudio es señalado en el cuadro N° 8 En la que es elaborada por la ISRM a la que Bieniawski (1989) añadió un objetivo indicativo general modificando así estado general del macizo rocoso.

Cuadro N° 8. Clasificación para el espacio de las Juntas. Tomado de Bieniawski (1989) y modificada por Vallejo (2002)

Descripción	Espaciamiento	Condición del Maciso
Muy Separadas	Mayor a 2 m	Sólido
Separadas	0.6 a 2 m	Masivo
Med. Separadas	0.2 a 0.6 m	Con bloques/estratos
Próximos	0.06 a 0.2 m	Fracturado
Muy Próximos	Mayor a 0.06 m	Muy Fracturado

3.1.8.4.-Rugosidad / Relleno

La escala de rugosidad de RMR es fácil y practica al ser utilizada en campo. En el cuadro N° 9 se presentan la variedad de parámetros para su clasificación.

Cuadro N° 9. Clasificación de Rugosidad. Tomado de Vallejo (2002) y modificada por Bieniawski (1989)

Rugosidad	
Muy Rugosa	Hay arrugas y escalones verticales en los bordes.
Rugosa	Hay algunas arrugas y asperezas, y en los bordes se sienten asperos al tacto.
Suave	No hay asperezas. Los bordes se sienten suaves.
Con espejos de Falla	Hay señales de pulidos en los bordes.

Lo más importante de la rugosidad de una junta es la capacidad de percibir comportamientos dilatantes cuando la junta se encuentra cerrada y acoplada y esta sujeta a esfuerzos cortantes en su plano. Para un mejor resultado es necesario distinguir si las juntas presentan relleno (débil o rígido).

3.1.8.5.-La Separación

Representa la distancia que existe entre las juntas, a pesar de que su medición real es complicada, la clasificación RMR presenta una escala muy simplificada, en el Cuadro N° 10 son señaladas dichas características.

Cuadro N° 10. Separación de las Diaclasas. Tomado de Bieniawski (1989)

Separación de las Diaclasas	
Cerradas	Menos de 0,1 mm (que es la mínima distancia que puede apreciar el ojo humano)
Algo Abiertas	De 0,1 a 1mm. Los bordes se ponen en contacto con un pequeño deslizamiento de corte.
Abiertas	De 1 a 5 mm. Los bordes se ponen en contacto sólo después de un desplazamiento apreciable.
Muy Abiertas	Más de 5 mm. Los bordes se ponen en contacto sólo después de un gran desplazamiento de corte.

3.1.8.6.-Persistencia / Continuidad

Cuadro N° 11. Escala de Meteorización en el Macizo Rocoso según ISRM 1977. Tomado de Bieniawski (1989).

Escala de Meteorización en el macizo rocoso según ISRM 1977			
Símbolo	Término y Grado	Meteorización (%)	Descripción
F	Sano o Fresco Ia y Ib	-	Sin signos visibles de alteración en la roca matriz. Débil decoloración en las discontinuidades principales.
SW	Ligeramente Alterado II	< 10	Con decoloración general indicando la alteración de la roca matriz y discontinuidades
MW	Moderadamente Alterado III	10 - 50	Menos de la mitad de la roca está descompuesta y/o desintegrada a suelo, pueden presentarse zonas de roca sana y decolorada, bien formando un marco continuo o bien como bloques o núcleos sanos.
HW	Altamente Alterado IV	50 - 90	Más de la mitad de la roca está descompuesta y/o desintegrada a suelo, pueden presentarse zonas de roca sana y decolorada bien formando un marco continuo o bien como bloques o núcleos sanos
CS	Completamente Alterado V	> 90	Toda la roca está descompuesta y/o desintegrada a suelo, la estructura original del macizo está todavía fundamentalmente intacta

Esta clasificación representa la proyección en distancia de la traza del plano de diaclasa. La ISRM clasifica las juntas (o diaclasas) en: persistentes (continuas) y las no persistentes (no continuas).

En la clasificación RMR se usan solo las dos clases extremas. Las juntas persistentes se transforman en continua en cuanto se inicia la rotura y la meteorización del macizo rocoso, ver Cuadro N° 11.

3.1.8.7.-Agua Dentro del Macizo Rocosos

Representa el contenido de agua y su manifestación expuesta en el macizo rocoso, para el caso tal que se encuentre fluyendo. La clasificación original RMR, valora el agua con otros parámetros como flujo, humedad o seco en el talud. Con respecto a los taludes se puede usar la clasificación que se describe en el Cuadro N° 12.

Cuadro N° 12. Flujo de agua entre las juntas (diaclasas). Tomado de Romana 1993.

Descripción	Juntas sin Relleno		Juntas con Relleno	
	Junta	Flujo	Junta	Flujo
Seca	Seca	No	Seco	No
Ligeramente Húmeda	Manchada	No	Húmedo	No
Húmeda	Húmeda	No	Saturado	Alguna Gota
Goteando	Mojada	Ocasional	Semilavado	Goteo
Fluyendo	Mojada	Continuo	Lavado	Continuo

3.1.9.-Estabilidad Cinemática

El modo de Falla del talud de una roca depende principalmente de las características de las discontinuidades o estructuras de la roca. Por la cual se debe determinar el estudio de cinemática y mecánica de estabilidad, de acuerdo al objetivo y el resultado que se desean obtener. Lo ideal es realizar ambos estudios, para obtener un mejor análisis de estabilidad que este expuesta la zona de estudio, por motivos económicos, se trabajo solo con análisis de cinemática para llegar a un análisis cualitativo; y la cual se debe analizar lo siguiente (según Suárez 1998):

- (a) Presencia de Familias de discontinuidades
- (b) Orientación de los grupos de discontinuidades con respecto a la fachada del talud
- (c) Espaciamiento en las discontinuidades en las tres dimensiones
- (d) Resistencia al cortante en las paredes de las discontinuidades
- (e) Persistencia de las discontinuidades

Cuadro N° 13. Modos de Fallas en Macizos Rocosos. Tomado de Suárez (1995).

<i>Modo de Falla</i>	<i>Descripción</i>	<i>Observaciones</i>
<i>Planar</i>	La discontinuidad buza hacia la fachada del talud con buzamiento mayor que el ángulo de fricción de la discontinuidad.	Al desconfinar lateralmente un macizo puede desplazarse una masa de roca, sobre una discontinuidad.
<i>Cuña</i>	La línea de intersección de dos discontinuidades buza hacia la fachada del talud, con un buzamiento significativamente mayor, que el ángulo de fricción de las discontinuidades.	Generalmente, son movimientos muy peligrosos, debido a que la superficies de deslizamiento poseen altas pendientes.
<i>Circular</i>	La roca es blanda y extremadamente fracturada.	Cuando el patrón de discontinuidades es aleatorio (no hay familias) las fallas son muy parecidas a las de un talud en suelo.
<i>Inclinación</i>	Bloques esbeltos tabulares columnares, formados por discontinuidades de alta pendiente con discontinuidades basales, con un buzamiento menor que el ángulo de fricción de la discontinuidad.	Generalmente, requiere de tres set de discontinuidades orientadas en tal forma que los bloques que se forman se encuentran semi paralelos a la fachada del talud.
<i>Flexión</i>	Grupos de discontinuidades de alta pendiente con espaciamientos muy cercanos.	Con frecuencia se produce un movimiento gradual de una distancia hasta cinco veces la altura del talud.
<i>Caída</i>	Bloque sueltos que pueden volcarse o deslizarse por caída libre a saltos o rodando.	Se pueden predecir las trayectorias de los bloques, utilizando programas de software.

El Cuadro N° 13. Se indica los modos individuales de falla que pueden ocurrir en macizos de roca fracturada. Tomado de Suárez 1995.

Los tipos de fallas mencionados en el Cuadro N° 13, solo se describieran las que se involucran en el trabajo, en las cuales son la falla planar, cuneiforme de cuña, circular e inclinación o volteo.

La geometría de los grupos de discontinuidades generalmente controla el comportamiento del talud, el cual puede identificarse utilizando cinemática. A continuación se muestra una explicación de cada una de estas fallas.

3.1.9.1.-Falla Planar

Según Suárez 1998, la falla planar es la falla por desplazamiento de la roca sobre una discontinuidad. En una falla planar, una masa o un bloque de roca que se mueve a lo largo de una superficie planar basal. Esta falla se puede analizar como una superficie recta. Debe analizarse la proporción de discontinuidad intacta, separada o rellena y las propiedades de fricción y cohesión a lo largo de cada sector homogéneo de discontinuidad. Ver Fig. N° 14.

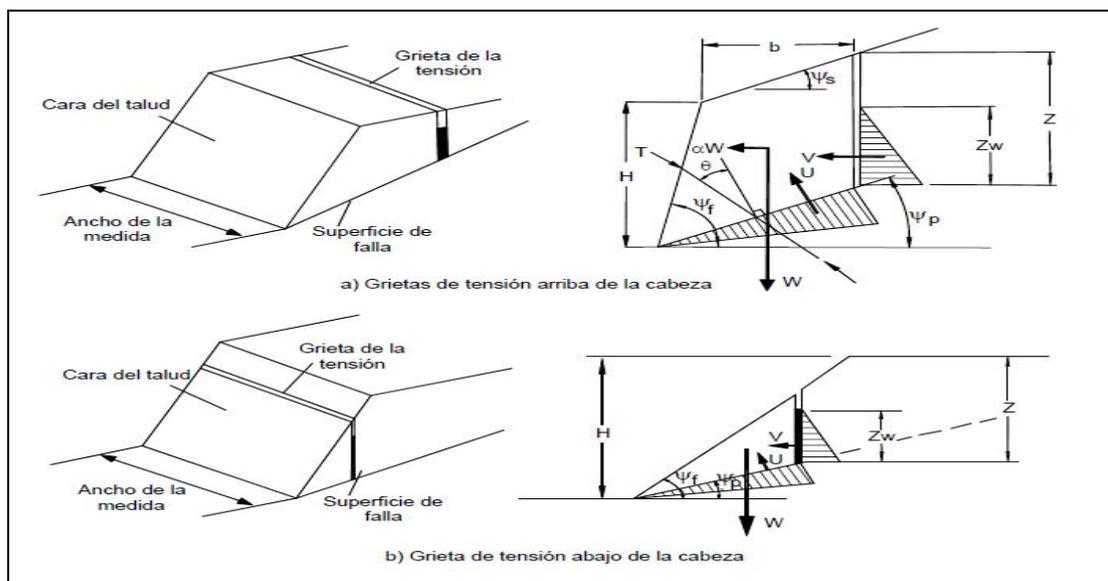


Figura N° 14. Representación de la falla planar en el talud. Tomado de Suárez (1995).

Este tipo de Falla Planar corresponde a mecanismos trasnacionales o ocasionalmente rotacionales a lo largo de superficie estructurales más débiles, donde la resistencia al cortante es menor y existe susceptibilidad al desplazamiento.

3.1.9.2.-Disminución en la resistencia de las discontinuidades

A medida que se desarrolla el mecanismo de falla, la resistencia al cortante disminuye progresivamente en las discontinuidades por alguna de las siguientes razones que señala Suárez 1998:

- (a) Se desarrolla deformación con un resultado de la regresión de la resistencia residual
- (b) Ocurren fenómenos de meteorización, los cuales producen atenuación de las características de la resistencia a lo largo de la superficie de debilidad
- (c) El agua, al acumularse, genera presiones de poros las cuales disminuyen la resistencia de la fricción
- (d) En eventos sísmicos se produce agrietamiento de los materiales, licuación de los materiales de relleno de las discontinuidades o desplazamientos por acción de las fuerzas sísmicas

3.1.9.3.-Condiciones para que se presente la falla planar

Para que el movimiento planar ocurra se deben cumplir las siguientes condiciones básicas, estas condiciones Suárez (1998), las tomó y modificó de Matherson, (1983):

- (a) El plano de la discontinuidad en la cual ocurría el deslizamiento, debe tener una dirección aproximadamente paralela a la superficie del talud igual o menor a 15° , con la pendiente de la superficie.
- (b) Las fronteras o límites laterales de la superficie a deslizarse, deben tener muy poca resistencia.

- (c) No deben existir resistencia importantes laterales para el movimiento de la masa de roca.
- (d) El plano de deslizamiento debe aflorar sobre la superficie del talud.
- (e) El ángulo de buzamiento del plano de deslizamiento debe ser mayor que el ángulo de fricción de esta superficie.
- (f) La cabeza o parte superior del deslizamiento debe interceptar la superficie del talud o terminar en una grieta de tensión.

3.1.9.4.-Falla en Cuña o Cuñamiento

Un caso importante y común de falla de roca sucede cuando la intersección en dos planos de discontinuidad forma un vértice en dirección hacia fuera del talud. En la falla en cuña el movimiento ocurre en la dirección de la línea de contacto entre 2 familias de discontinuidades, ver Fig. N° 15.

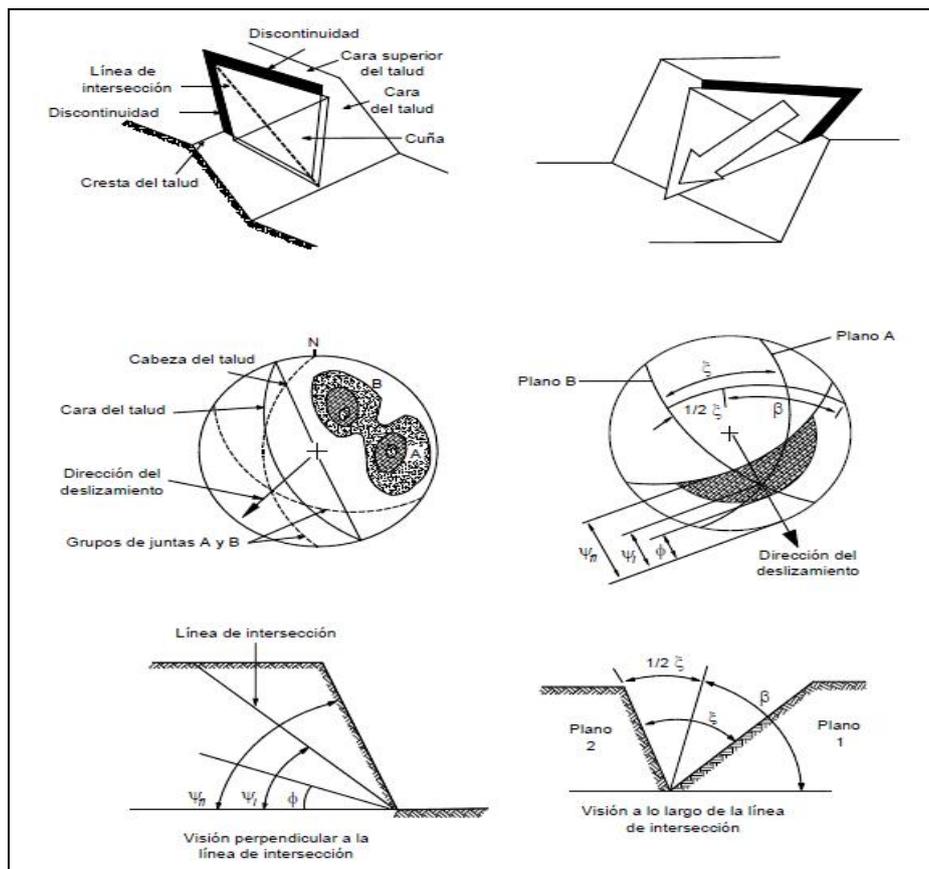


Figura N° 15. Representación de la falla en cuña en el talud y en la red estereográfica.

Tomado de Suárez, (1995).

En estos casos se puede producir una falla de cuña, aun cuando los planos de discontinuidad sean independientemente estables. Generalmente el buzamiento de la línea de intersección es inferior a las discontinuidades pero la dirección es hacia la superficie del talud.

3.1.9.5.-Condiciones para que ocurra la Falla en Cuña

Para que ocurra la falla en cuña deben cumplir las siguientes condiciones básicas estas condiciones Suárez (1998), las tomó y modificó de Matherson, (1983):

- (a) La parte inferior de la línea de intersección entre los dos planos de discontinuidad debe aflorar sobre la superficie del talud, arriba del pie.
- (b) La parte superior de línea de intersección entre los dos planos debe interceptar la superficie del talud en su cabeza, arriba de esta o terminar en una grieta de tensión.
- (c) El buzamiento de la línea de intersección debe exceder los ángulos de fricción de los planos de deslizamiento. Los esfuerzos de cortante deben superar la resistencia conjunta de los planos que conforman la cuña.

3.1.9.6.-Falla por Inclinación o Volteo (Volcadura)

La falla volteo es un mecanismo muy común en macizos de roca y se caracteriza por la inclinación de estructuras semi-verticalizadas como resultado de la acción de gravedad.

La inclinación generalmente esta acompañada por la falla cortante, en la interfase entre capas perturbadas sucesivas dentro de la masa de roca. Las discontinuidades que permiten el volteo corresponden generalmente a las direcciones predominantes de fractura, texto citado en Suárez (1995) por Caine, (1982); Holmes y Jarvis, 1985); la estratificación de las rocas sedimentarias y la foliación o esquistosidad en las rocas metamórficas.

En el largo plazo, el volteo generalmente actúa formando un sistema de fracturas que se desarrolla y extiende progresivamente en la base de los bloques volteados, la cual se convierte en una superficie de falla de fondo de la masa en movimiento.

Esta superficie de falla facilita un proceso de falla planar o rotacional, la cual combinada con el volteo genera una cinemática en toda la masa de deslizamiento.

Antes de determinar la resistencia ante un plano específico debe establecerse la proporción de juntas y rocas sanas que cubre la superficie de falla y la proporción de superficies a corte y tensión, lo cual puede determinarse estudiando la orientación en el espacio de varios grupos de discontinuidades y conociendo la resistencia al corte y la tensión de las juntas y la roca sana.

3.1.9.7.-Condiciones para que ocurra la Falla de Volteo

Para que ocurra la falla de volteo deben cumplir las siguientes condiciones básicas estas condiciones Suárez (1998), las tomo y modifíco de Matherson, (1983):

- (a) El plano de la discontinuidad debe tener una dirección casi paralela al plano del talud, pero en sentido opuesto y el ángulo debe ser igual o menor de 15° con la pendiente de la superficie
- (b) El ángulo de la pendiente que corresponde al plano de discontinuidad debe ser igual o superior a los 70° .
- (c) Concentración muy alta de los esfuerzos y reducción de la resistencia de la roca como resultado de la meteorización.

3.1.9.8.-Falla Circular o con Superficie Curva

Este tipo de mecanismo de falla es muy común en suelos, también puede ocurrir en masas de roca, señalado por Suárez (1995), en especial las rocas blandas o meteorizadas.

A medida que avanza el proceso de movimiento en masa interno del talud, se puede ir generando una forma progresiva un comportamiento de los bloques como si fuesen elementos que conforman una masa gravitacional que puede fallar a lo largo de superficies curvas, las cuales no corresponden a discontinuidades existentes previamente.

Las fallas con superficies curvas ocurren con frecuencia en roca blanda o cuando los patrones de discontinuidades son aleatorios, es decir, que no existen familias de discontinuidades.

Este mecanismo de falla aprovecha las áreas de debilidad de la roca como la esquistosidad, la filiación y la estructura tectónica las cuales se pueden asociar entre si, formando una matriz heterogénea de puntos de concentración de esfuerzos. Los procedimientos usados para análisis de fallas circulares en roca son muy similares a los utilizados para análisis de taludes en suelos.

3.2-MARCO GEOGRÁFICO

3.2.1.-Ubicación del Área de Estudio

El área de estudio se ubica geográficamente al Norte de la Serranía del Interior Oriental, por lo cual se limita en el lado Norte con el Mar caribe, el lado Este parte de la ciudad de Guanta, lado Sur, con la cordillera montañosa que rodea la ciudad de Puerto La Cruz y del lado Oeste con la ciudad de Barcelona y el Morro, y se muestra con mayor detalle en la Fig. N° 16.

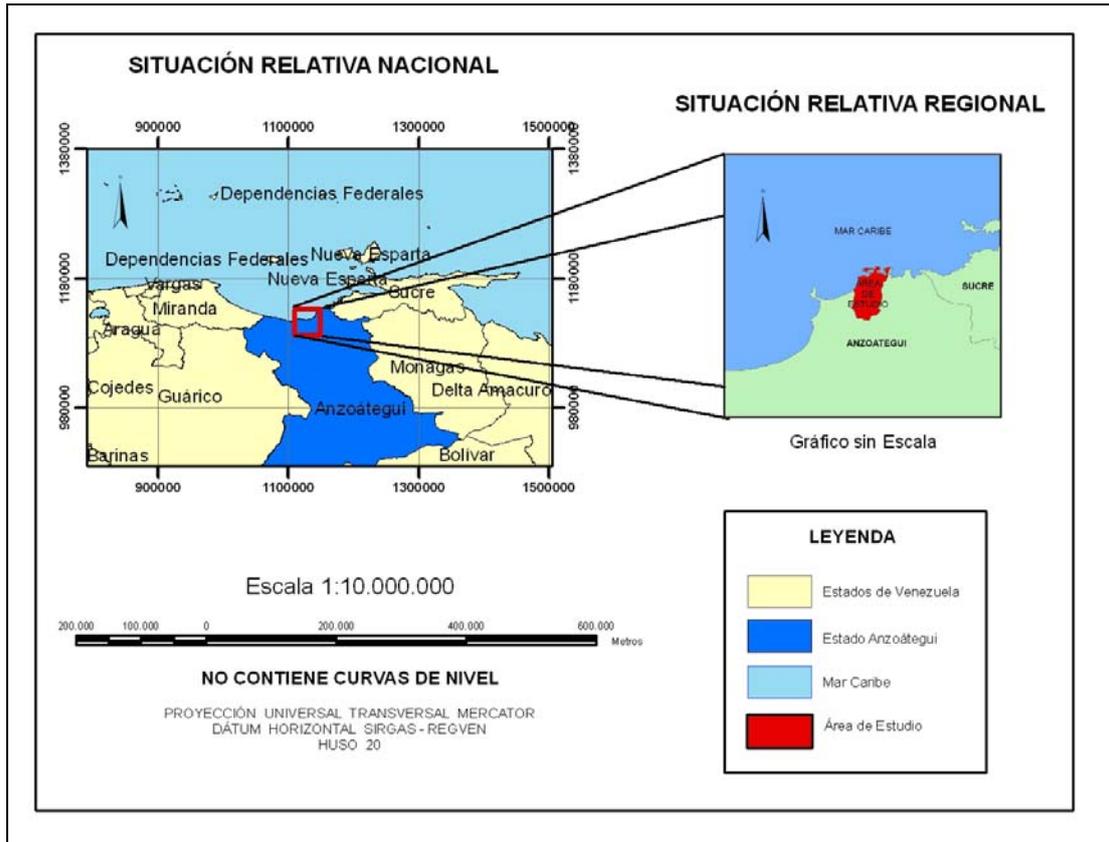


Figura N° 16. En el mapa se observa la ubicación geográfica y a su vez marcando el límite del área de estudio.

La zona comprende un área aproximado de 50 Km², que son señaladas bajo las coordenadas N 1.134.750 - 1.125.700 y E 320.000 - 327.000 y estas mismas son representadas por los paralelos 10°15'36,7" y 10°10' de latitud norte y los meridianos 64°38'33,7" y 64°34'45,5" de longitud este, ubicándose en el mapa topográfico de Cartografía Nacional, actualmente Instituto Geográfico Simón Bolívar, Hoja N° 7246 de escala 1:100.000.

3.2.2.- Vías de Acceso del Área de Estudio

La vía de acceso principal tiene la ruta "Este 16" que cruza Puerto La Cruz, y la otra ruta es la "Este 9" que pasa por Barcelona y cruza a Puerto La Cruz, que luego va a Bahía Bergatin, pasando por Bahía Guanta y la localidad de Pertigalete.

Las carreteras pavimentadas de Barcelona – Cumana, coinciden con la ruta “Este 9” y permite el transito en dirección Este – Oeste; la que conecta a Barcelona con El Tigre, que tiene una orientación hacia el Sureste. Las rutas secundarias son como ramales que abarcan todas las adyacencias de Puerto La Cruz y Guanta, tanto como la carretera hacia Guanta que es casi paralela a la Quebrada de Guanta, ver Fig. N° 17



Figura N° 17. Imagen satelital tomada el día 20 de Agosto del 2007, por Digital Globe en Google Earth.

3.2.3.-Clima

Para clasificar la zona en estudio, desde el punto de vista climático; se empleó el sistema propuesto por Köeppen el cual toma en cuenta la relación de la media del análisis de los meses más cálidos y los más fríos.

En base a este sistema se determina una zona semiárida y calida, con el valor máximo en precipitación anual del periodo lluvioso correspondiente del verano astronómico, estas zonas de planas costeras corresponden al tipo Bshi y se encuentra una vegetación xerófita.

En cuanto a los sectores que presentan relieve elevado como colinas, lomas y otras zonas montañosas, éstas se ubican en el clima tipo Awig, que lo determina un clima tropical correspondiente a los tipos de sabanas y bosques tropófitos subhúmedas y sus valores correspondientes a la evaporación se encuentran por encima de los valores de precipitación.

La base de datos fue suministrada por la Coordinación de Ordenación Ambiental de la Dirección Estatal Ambiental del Estado Anzoátegui (DEA-Anzoátegui) del Ministerio del Ambiente, y se utilizó para determinar la caracterización climática en la zona de estudio.

En el Estado Anzoátegui, se encuentran 39 estaciones meteorológicas instaladas y actualmente se encuentran en funcionamiento, ver Fig. 18, de las cuales se seleccionaron 4 para tomar sus datos en el análisis, tomando en cuenta su cercanía a la zona de estudio, las características de cada una de estas zonas seleccionadas se muestran en el Cuadro N° 14 y su ubicación geográfica es señalada en la Fig.18.

Cuadro N° 14, Estaciones Meteorológicas evaluadas para la caracterización Climática de la Zona de Estudio de Puerto La Cruz – Guanta.

Estación	Tipo	Serial	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m)	Fecha de Instalación
Barcelona-Aeropuerto	SB	1773	10°07'	64°41'	7	Enero 1921
Puerto La Cruz	PR	1751	10°13'02"	64°37'49"	15	Diciembre 1947
El Chaparro-Caserío	PR	1756	10°13'39"	64°31'48"	320	Octubre 1947
La Corcovada	C2	1790	10°05'	64°34'	90	Diciembre 1967

3.2.4.-Precipitación

El análisis de precipitación es muy importante cuando se está desarrollando un estudio de amenaza de deslizamientos, en cualquier región y a pesar de que, en nuestro caso, no se tomará en cuenta el estudio de amenaza, si se efectuará la comparación con el mapa de susceptibilidad y el de inventario de procesos, ya que la lluvia representa uno de los factores activadores de los movimientos en masa en los sectores de topografía irregular, como la que nos ocupa.

León y Quintana (1999), mencionan que el Ministerio del Ambiente presentó un trabajo sobre la caracterización hidrológica de la región Nororiental de Venezuela en el cual concluye que la zona Norte del Estado Anzoátegui se encuentra afectada por precipitaciones altas causadas por la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ITZC), además de la que proviene desde el Océano Atlántico (tormentas tropicales, ondas de corriente del Este y otros eventos), todos los cuales generan descargas de lluvias contra el relieve montañoso de esa región, habiéndose registrado precipitaciones con rangos variables entre 1000 mm y 2400 mm.

Los datos obtenidos en la DEA – Anzoátegui (Ver Grafico 1) correspondiente al periodo de 1955 a 1991, muestran una variedad en los niveles de precipitaciones anuales en los cuales se destacan las siguientes cifras, además de las observadas en las estaciones involucradas:

- (a) En 1981, la Estación La Corcovada ubicada al Sur, a 90 m.s.n.m. presentando un máximo de 1753 mm.
- (b) En 1957, la Estación Puerto La Cruz en la zona de estudio, a 15 m.s.n.m. presenta un mínimo de 282,7 mm.
- (c) En el año 1974, fue el año de menores precipitaciones para las cuatro estaciones, continuación de los datos de 1973 en la cual inicio un declive muy marcado en los niveles de lluvias en la región

- (d) En el año 1980, fue un periodo de aumento muy progresivo de precipitaciones, en la cual proviene a la precipitación máxima registrada.
- (e) En el año 1988, se presenta un aumento muy brusco en las lluvias de la región y proviene de una disminución severa de precipitaciones
- (f) Y en 1990, para este último periodo se registran altos niveles de precipitación (hasta esta fecha se tenían los datos disponibles).

Los registros de precipitaciones muestran una tendencia mensual, en la cual se obtiene un grafico unimodal, ver Grafico N° 2, que se puede interpretar como reflejo de los periodos climáticos característicos de la zona de estudio; en diciembre se presenta la sequía a causa del declive de las lluvias y esta culmina en abril, presentando los niveles más bajos entre febrero y marzo; en mayo se inicia un periodo lluvioso que culmina en noviembre, observándose los mas altos valores de precipitación entre mayo y septiembre, representando el 73,75% de la precipitación anual.

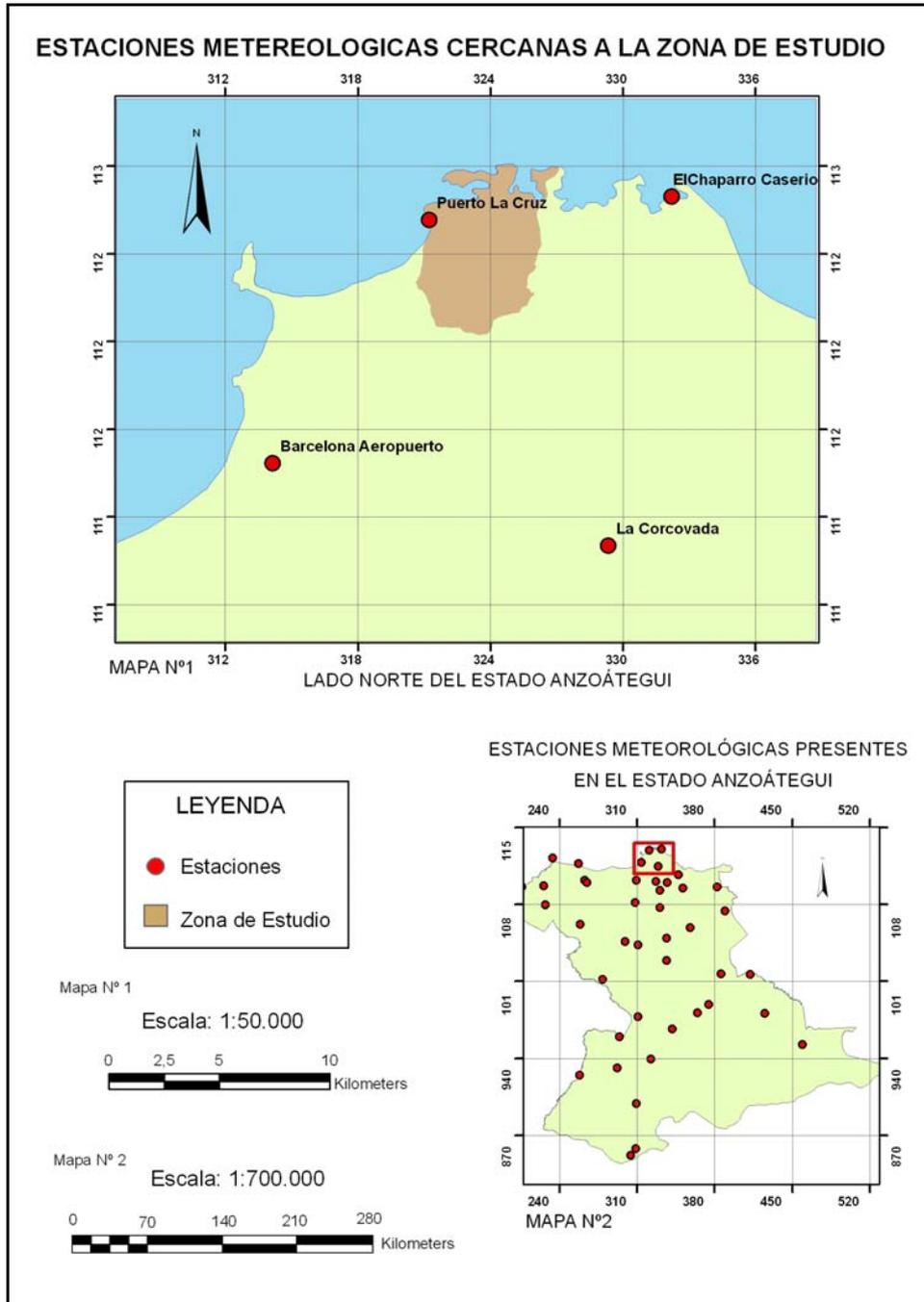


Figura N° 18. Ubicación geográfica de las Estaciones Meteorológicas en el Estado Anzoátegui y la representación geográfica de las cuatro estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio.

Elaborado por Mourad 2010

Grafico N° 1. Comparación Anual de los datos de precipitación.
Datos obtenidos en DEA – Anzoátegui.

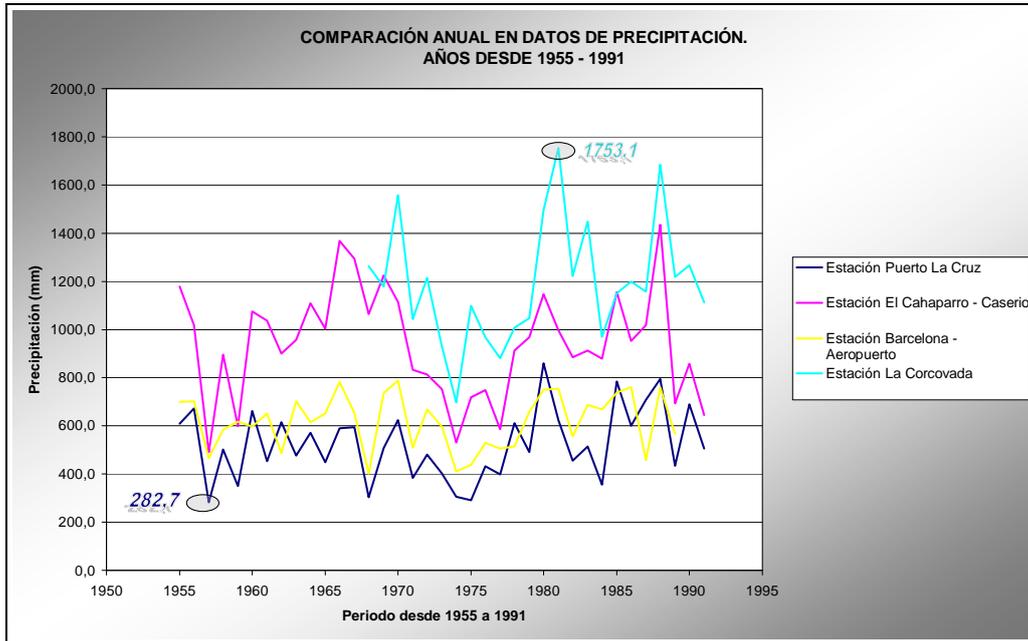
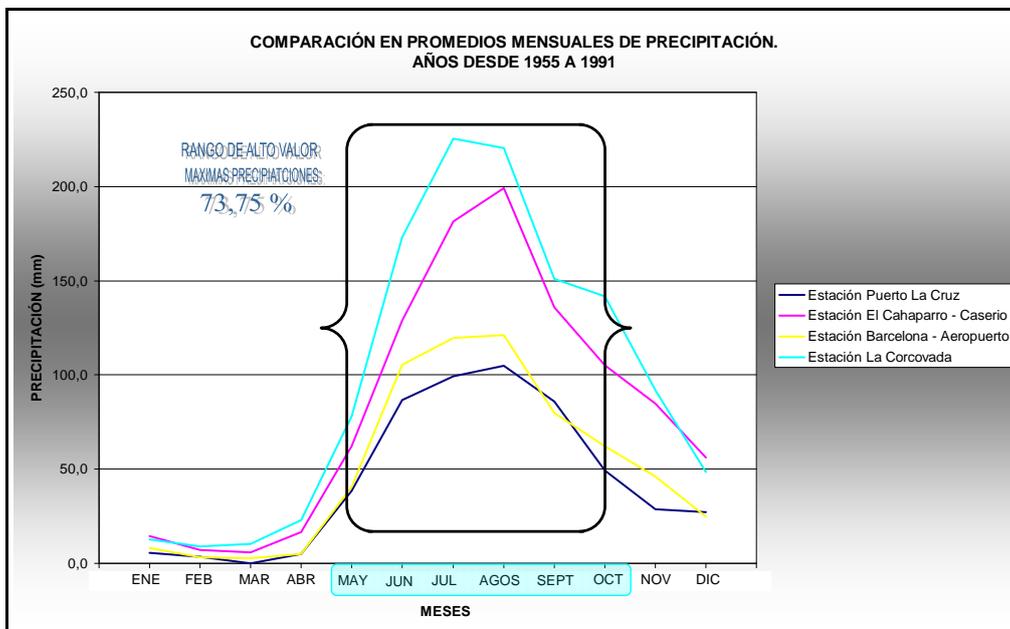


Grafico N° 2 Promedios Mensuales de Precipitación. Datos obtenidos en DEA – Anzoátegui.



Los gráficos N° 1 y N° 2, muestran las precipitaciones registradas en las cuatro estaciones; las mayores precipitaciones se registran en la Estación Puerto La Cruz (320 m.s.n.m.) y en El Chaparro – Caserío (90 m.s.n.m.); y con menor precipitación están en el Barcelona – Aeropuerto (7 m.s.n.m.) y en La Corcovada (15 m.s.n.m.). Estos valores de precipitación demuestran que están relacionadas con la altitud, presentando el mayor valor de precipitación al Sur y Sureste de la zona de estudio, en la cual comienza la serranía.

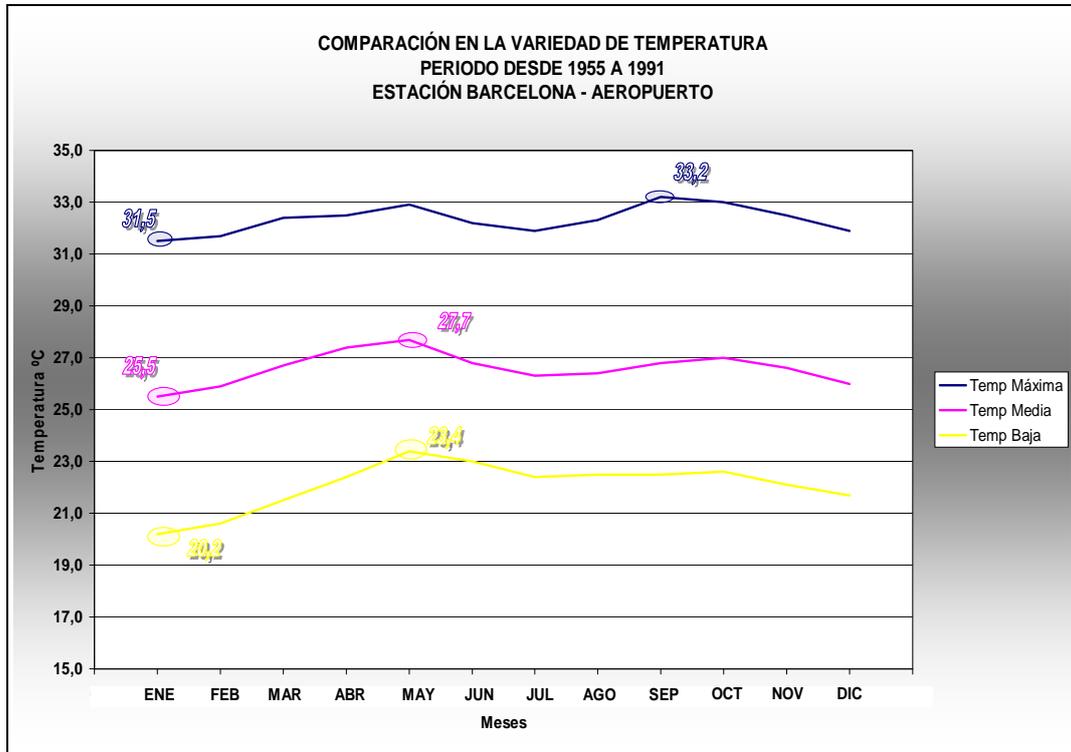
Si se deben tomar en cuenta los datos de temperatura, nubosidad, humedad y evaporación es importante tener los registros de las cuatro estaciones, solo que la DEA – Anzoátegui, solo nos facilitaron los datos expuestos en el trabajo, que es la Estación Barcelona – Aeropuerto para el análisis de Temperatura, Nubosidad y Humedad y de la Estación La Corcovada se tiene presente los datos de Evaporación.

Por tal motivo se agregan los ejemplos de las graficas de las otras estaciones cercanas a la zona de estudio para obtener un valor relativo de la precipitación.

3.2.5.-Temperatura

En relación a la temperatura, de acuerdo a los registros de las estaciones meteorológicas consideradas, se muestran las variaciones de temperaturas anuales, destacándose que la Estación Barcelona – Aeropuerto, muestra que la diferencia entre el mes mas frío y el mas caliente es de 2,5°C; y que las diferencias más drásticas de temperatura que se generan entre el día y la noche, resaltándose que el periodo de lecturas cubre un lapso entre 1955 y 1991 y marcan tres rangos de temperatura, ver Grafico 3.

Gráfico N° 3. Se observa el valor promedio de las temperaturas máximas, media y baja, registros obtenidos en la estación meteorológica Barcelona-Aeropuerto. Datos obtenidos en DEA – Anzoátegui.



En el gráfico se observan los promedios de los tres rangos de temperatura, es decir, el promedio de temperatura media, la máxima y la baja, verificando el patrón antes reseñado y destacándose una continuidad de altibajos en sus valores. De esta manera señalan la temperatura más alta está entre los meses de mayo y octubre, mientras que el mes de menor temperatura se encuentra el mes de enero.

3.2.6.-Pisos Térmicos

La temperatura media disminuye en dirección hacia la cota más elevada, señala Silva (2002). La zona donde presenta mayor altura en el relieve, presenta a la temperatura una moderación y reducciones a cambios drásticos al aproximarse al margen del ecuador, y se reduce drásticamente que a poca altitud se presentan en el transcurso del año.

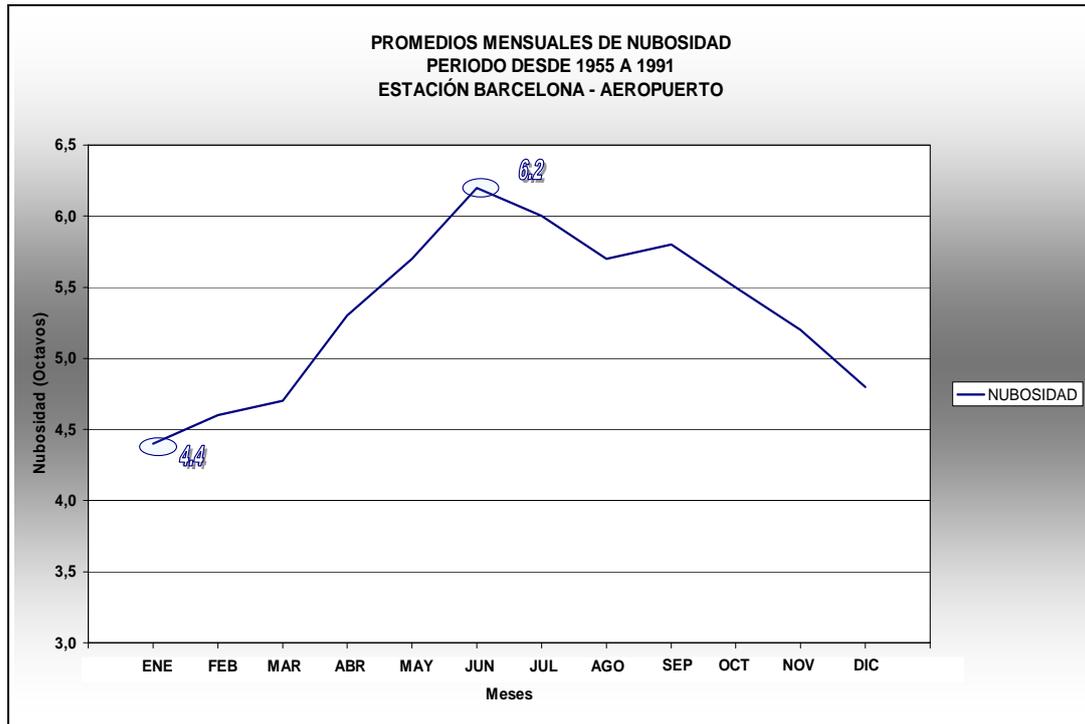
Silva (*op cit*) señala lo siguiente: “un piso térmico se debería definir con límites precisos de temperatura media y por lo tanto, con un nombre de índole térmica (Pittier, 1935) para desestimar términos latitudinales u ecológicos para su designaciones de pisos térmicos”. Para 1999 propone una clasificación que logra definir los pisos térmicos de Venezuela, apoyándose en un estudio muy detallado de la cuenca del Río Chama; y es la única que llega a un desnivel de 5000 m.

Para esta clasificación de la zona de estudio se muestran los pisos climáticos que son calurosos y frescos. El piso caluroso se presenta en un rango aproximado de altitudes de 0 a 850 m.s.n.m. y con sus temperaturas medias de 28°C y 23°C. en cuanto al piso fresco muestra un rango aproximado de 850 a 1650 m.s.n.m. y con temperaturas medias de 23°C y 18°C.

3.2.7.-Nubosidad

Para calibrar esta característica se emplearon los datos generados por la Estación Barcelona – Aeropuerto, para un período de registros que cubre los años entre 1955 a 1991, encontrándose un rango de 4 a 6 octavos; y que de acuerdo a lo señalado en el Grafico N° 4, la zona se mantiene nublada para los meses de marzo y noviembre, marcando una nubosidad anual de 74% y el mes de junio es el que presenta la mayor densidad de nubosidad del año.

Gráfico N° 4. Se muestra el valor promedio mensuales de Nubosidad, registros obtenidos en la estación meteorológica Barcelona-Aeropuerto. Datos obtenidos en DEA – Anzoátegui.



3.2.8.-Evaporación

Los valores de evotranspiración Real (ETR) en la Región Nororiental de Venezuela se encuentran relacionados directamente con la precipitación y el tipo de vegetación existente, señalado por León y Quintana (*op cit*). En este trabajo se ve que la mayor cantidad de registro de ETR se encuentra al norte del Estado Anzoátegui, donde se registra una precipitación que varía entre 1000 mm a 1400 mm, en los bosques montañosos y submontañosos.

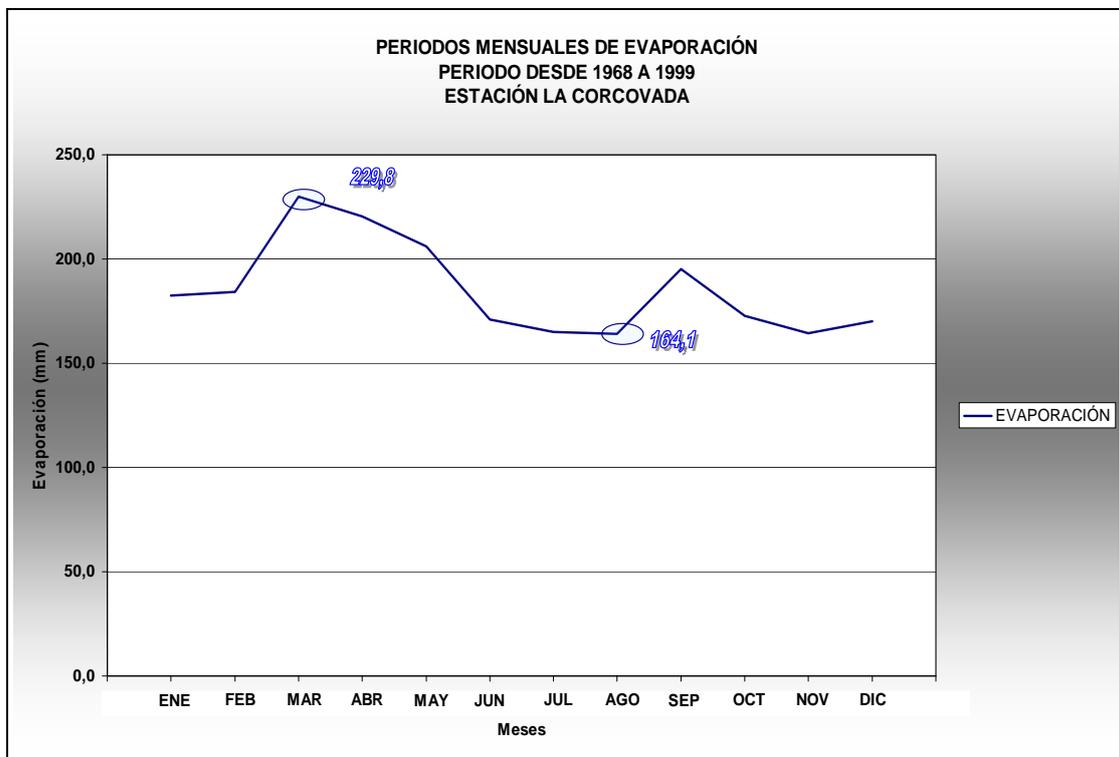
Cuadro N° 15. Tomado de DEA – Anzoátegui. Valores medios mensuales de Evaporación, correspondientes a los años desde 1970 a 1983.

Datos de la Estación		Promedios de Evaporación (mm)			
Nombre	Barcelona-ENOH	Enero	217,7	Julio	168,0
Serial	1712	Febrero	228,2	Agosto	197,3
Tipo	C3	Marzo	270,8	Septiembre	197,5
Altura	400m.s.n.m.	Abril	263,8	Octubre	205,9
Latitud	10°40'	Mayo	249,1	Noviembre	196,9
Longitud	64°27'	Junio	198,5	Diciembre	197,4

Los estudios para caracterizar la evaporación de la zona de estudio, se basó en los datos obtenidos entre los años de 1938 a 1970, provenientes de la Estación Barcelona – ENOH, de la Dirección de Hidrología, pertenecientes al Ministerio de Ambiente y los Recursos Naturales (MARN, 2006, ver Cuadro N° 15 y el Grafico N° 5).

Debido a que la zona se mantiene nublada durante la mayor parte del año, se observa que el valor medio máximo anual registrado en la Estación Barcelona – ENOH es de 2611 mm; y los meses que presentan mayor evaporación están desde diciembre hasta abril, correspondiendo al periodo seco, e identificándose el registro de menor valor para el mes de junio con 168 mm, coincidiendo en el periodo de lluvias y un valor máximo en el mes de marzo con 270,8 mm, este coincidiendo en el periodo de sequía.

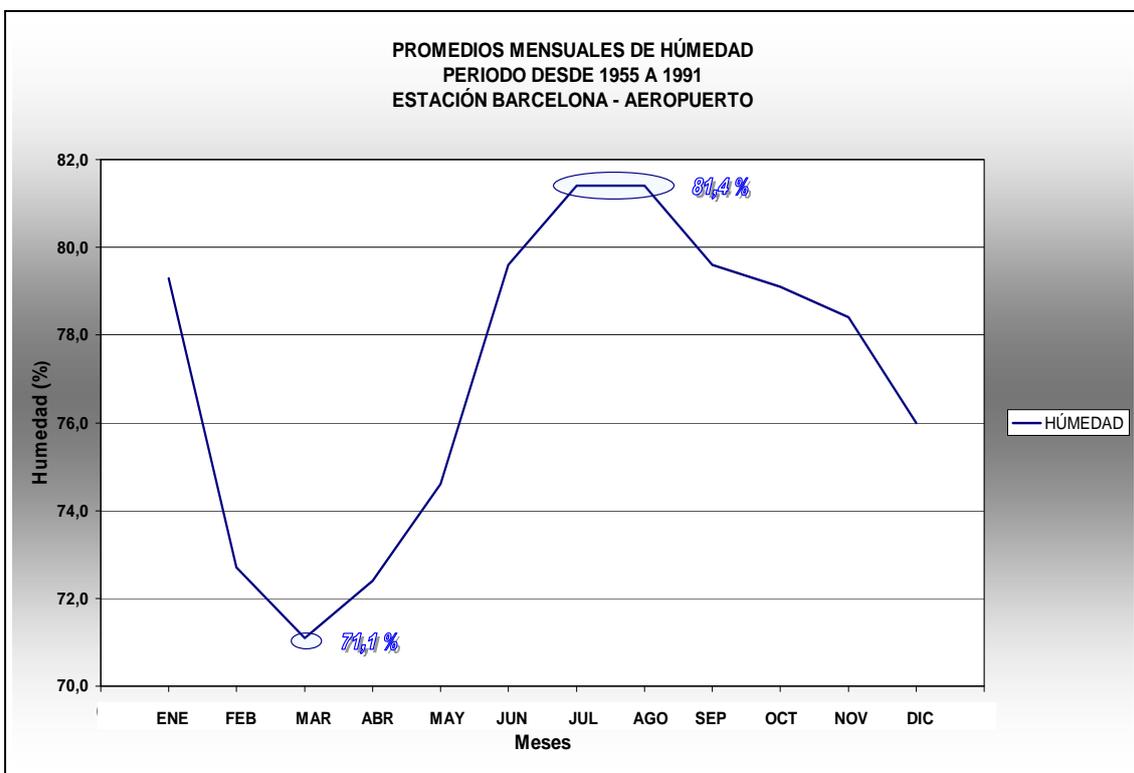
Gráfico N° 5. Se observa el valor promedio mensuales de Evaporación, registros obtenidos en la estación meteorológica Barcelona-Aeropuerto. Datos obtenidos en DEA – Anzoátegui.



3.2.9.-Humedad

En la Estación Barcelona – Aeropuerto, se reportan niveles de humedad mensual en un rango de 71 a 82 % (ver Grafico N° 6), los cuales representan el porcentaje máximo de humedad, que se ubican entre los meses de junio y noviembre, por lo que el promedio anual entre los años 1955 y 1991 se encuentre en un 76,58%.

*Grafico N° 6. Valores Promedios del porcentaje de Humedad de la Estación Barcelona – Aeropuerto.
Datos obtenidos en DEA – Anzoátegui.*



3.2.10.-Hidrografía

La Quebrada La Sirena representa el afluente principal, su dirección es de este a oeste, presentando un recorrido irregular; y la Quebrada muestra un desvío casi de 90 grados en Sector Colombia la cual genera su salida uniéndose al Mar Caribe por la Bahía El Chaure, en la que su heterogeneidad es originado por su caudal de flujo abundante, generando saltos y cascadas producto de la erosión de las capas litológicas, mas susceptibles a la socavación, mostrando abundantes torrentes con gran carga de sedimentos con gran variedad de tamaño.

En los sectores montañosos que abarcan en la zona esta el Cerro Bellorin, Cerro Jabillal, Barrio Las Charas, Cerro Provisor, y Urbanización Miramar; abarcan una red de drenajes secundarios dentro del sector montañoso, formando quebradas intermitentes, en la época de altas precipitaciones de lluvias y todas descienden hacia la zona rural de las urbanizaciones y parte de ellas descienden alimentando la vertiente principal de la Quebrada La Sirena.

En Alarcón y Caicedo (2010), citan a Bellizzia A. y Bellizzia M. mencionan la frecuencia de ubicar drenajes perpendiculares a sus ejes topográficos principales. Las formas topográficas presentes en la zona de estudio son de gran variedad, presentando colinas, lomas, cuencas, laderas y crestas que dominan la geomorfología general del área, y así presenta declives mas pronunciados.

3.3.-MARCO GEOLÓGICO

Al describir la evolución geológica, particularmente los eventos que afectaron la zona de estudio, es imprescindible ubicarse en el marco regional, en especial cuando la zona de estudio muestra dos unidades de relieve que son montañosa (como relieve alto) y planicie (relieve bajo), formando así una cuenca.

Se comienza con una breve descripción de la morfogénesis, en la cual se detalla en cada evento para cada periodo y depositación de las Formaciones.

En el tiempo del Cretácico Tardío, se indica conceptualmente la distribución de paleoambientes y unidades estratigráficas principales, que se encuentra al norte de la Placa Suramericana, en la Fig. 19, se tiene un cuadro de correlación en la cual muestra la historia depositacional de las formaciones, que para este punto es importante el de la Serranía del Interior.

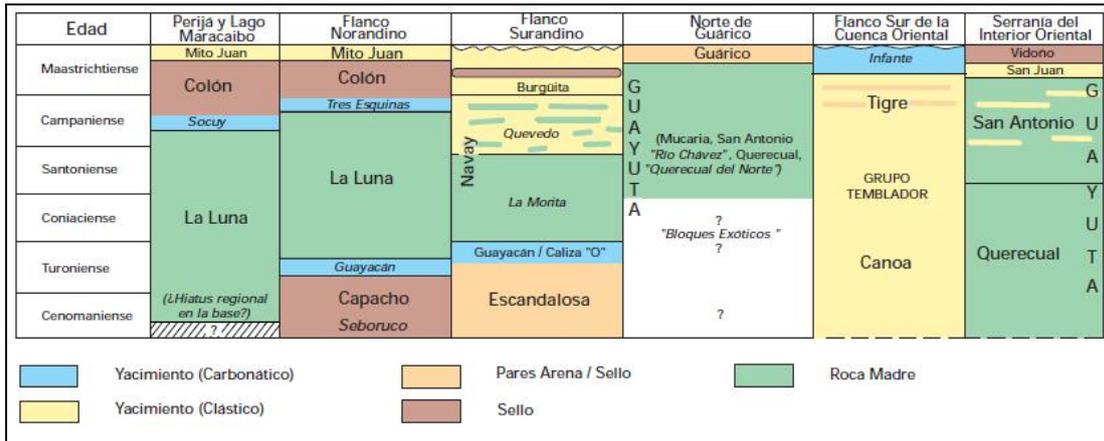


Figura N° 19. Correlación de las unidades más importantes del Cretácico Tardío en Venezuela, que se muestra en la Serranía del Interior Oriental. Tomado de Historia de la Exploración Petrolera en Venezuela (1997).

En este cuadro de correlación muestra las formaciones del Grupo Guayuta, en la cual después sigue con la Formación San Juan y después termina con la Formación Vidoño, mas adelante nos daremos cuenta porque no aparece la Formación San Juan en la zona de Estudio.

En la Fig. N° 20, se muestra como el Grupo Guayuta abarca toda la costa en el proceso de trasgresión que sufrió a finales del Albiense y esta llevo a cubrir extensas zonas al sur del país, en las cuales el proceso de erosión genero su actividad en las áreas que se encontraban expuestas que se generó a finales del Jurásico e incluso desde finales del Paleozoico.

Este proceso transgresivo del cretácico tardío es el responsable de la sedimentación que contiene calizas, lutitas y ftanitas ricas en materia orgánica. Dichas rocas se conocen en Venezuela como las Formaciones Querecual y San Antonio que pertenecen al Grupo Guayuta, aparte de otras Formaciones como Mucaria, Navay y La Luna.

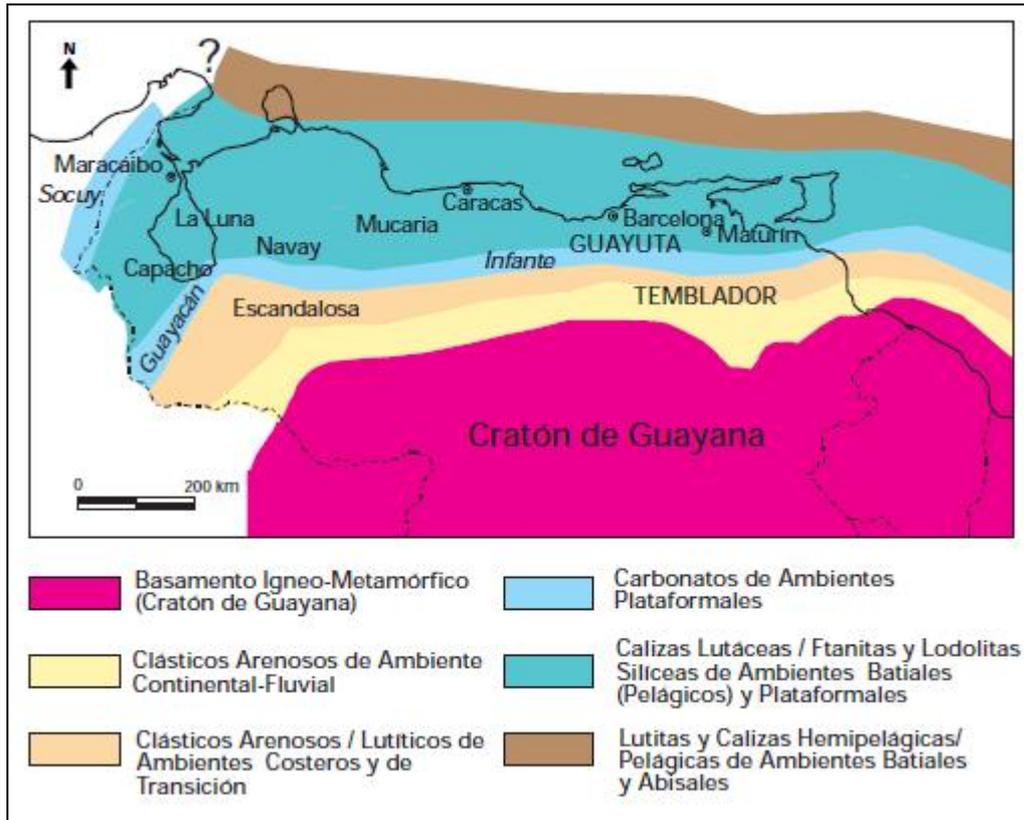


Figura N° 20. Distribución de Facies Sedimentarias dominantes durante el Cenomaniense – Campaniense (Cretácico Tardío) al Norte de Cratón de Guayana. Tomado de Schlumberger (1997).

Schlumberger (1997) señala que el evento de transgresión se presentó en un periodo entre el Turoniense y el Campaniense de 72 a 91 Ma; y marcan a la Formación Querecual una de las rocas Madres por excelencia. Y el Grupo Guayuta alcanza a tener más de 1 Km de espesor en su región tipo del Estado Anzoátegui.

El Cretácico tardío en Venezuela finaliza en el Maastrichtiense con unidades regresivas (Regresión) respecto a los ambientes más profundos en la roca madre.

En cuanto a la zona de Venezuela Norte-central, los equivalentes de la Formación Mucaria pasan verticalmente a secuencias hemipelágicas y turbidíticas de la parte inferior de la Formación Guarico; hacia el este las areniscas de ambiente batial de la formación San Juan suprayacen las ftanitas negras y areniscas de la Formación San Antonio; a su vez a finales del Maastrichtiense (60-65 Ma), la Formación San Juan pasa a lutitas oscuras de la Formación Vidoño, que señalo la (Schlumberger, 1997).

Para la edad de Paleoceno – Eoceno Temprano, la sedimentación no se encontraba influenciada por los frentes de deformación que se encontraba generando la costa del caribe, acumulando así sedimentos finos del talud continental de la costa con la formación Vidoño que son de ambiente semi-pelágicos con los arenosos de la Formación Caratas. Para estos eventos es posible que se presente la colisión oblicua en el Eoceno Medio.

En la edad del Neogeno se presentan importantes periodos de formación montañosa, en la cual afecta o sufre un levantamiento a consecuencia de la colisión de la Placa de caribe con la Suramérica y así nace el levantamiento andino con su relación de estructuras asociadas a este levantamiento del movimiento relativo de la Placa del Caribe hacia el este entre las placas de Norteamérica y Suramérica para finales del Oligoceno y Comienzos del Mioceno. Por lo tanto el relieve montañoso en la zona estudio fue causa de este levantamiento andino.

A raíz de la deformación que genero el levantamiento andino, el área de estudio de Puerto La Cruz – Guanta, sufrió variedades de deformaciones y fallas locales, y adicional durante el levantamiento, la Formación San Juan, fue acuñándose hacia el Norte, y al llegar a la costa dicha Formación no se encuentra visible.

3.3.1-Geología Regional

En la zona de estudio se encuentran litologías que representan una secuencia que de más viejo a más joven, incluye las formaciones Querecual, San Antonio y Vidoño, luego se identifica el Pleistoceno que presenta Terrazas, Coluviones y el Holoceno, en la cual se identifica aluviones y facies de litoral de playa.

A continuación se presenta la descripción de las Formaciones que afloran en la zona de estudio, incluyendo su descripción litológica, la sección tipo, espesor, tipo de contacto presente, edad, ambiente de depositación y correlación, en base a los trabajos previos o publicaciones de diferentes autores.

3.3.1.1.-Grupo Guayuta

Parte del Grupo Guayuta, que cubre el área de estudio está conformada por las Formaciones Querecual (Ksq) y San Antonio (Kssa). La referencia original del Grupo Guayuta, se debe a Liddle (1.928), como Formación Guayuta pero sin presentar definición precisa en relación a su extensión y relaciones, y mas adelante Hedberg (1937-a, b) definió dos unidades cretáceas estrechamente relacionadas, las Formaciones Querecual y San Antonio y para referirse a ellas en conjunto elevó la Formación Guayuta al rango de Grupo, criterio que fue aceptado posteriormente. La unidad suprayace al Grupo Sucre e infrayace al Grupo Santa Anita. Kugler (1953) extendió el reconocimiento del Grupo Guayuta hasta Trinidad.

Como consideración histórica, a raíz de los estudios detallados de la estratigrafía cretácea de Venezuela oriental, Hedberg (1937-a, b, c) elevó la Formación Guayuta, mal definida por Liddle (1928), a rango de grupo. De acuerdo con su definición, esta unidad se componía de las formaciones Querecual, inferior, y San Antonio, superior. Autores posteriores aceptaron unánimemente esta terminología. Algunos nombres empleados anteriormente para designar afloramientos locales de la Formación Querecual, tales como "Capas de Hurupú" y "Lutitas de Guanoco", son sinónimos en desuso desde hace mucho tiempo.

3.3.1.2.-Formación Querecual

Esta formación fue incluida por (1928), dentro de la Formación Guayuta, pero mas tarde (Hedberg, 1937-a, b, c) al elevar el término Guayuta, a rango de Grupo, empleó el término de Formación Querecual, para designar la mitad inferior del mismo intervalo, criterio éste seguido por autores posteriores. La Formación Querecual fue aceptada formalmente desde la edición del primer Léxico Estratigráfico (MMH, 1956) y su definición litológica, se ha mantenido casi invariable desde entonces.



Figura N° 21. Afloramiento de la Formación Querecual, PL-1-34, Foto 16 azimuth 190.



Figura N° 22. Afloramiento de la Formación Querecual, PL-1-34, Foto 21 azimuth 182.

La Formación Querecual se describe bajo las siguientes características, que reseñan la mayoría de las publicaciones, entre ellas el Léxico Estratigráfico de Gonzáles de Juana (1980).

Localidad tipo: Río Querecual, en Anzoátegui nororiental, entre los puntos a 250 m de distancia aguas arriba, y 600 m aguas abajo, desde Paso Hediondo, estado Anzoátegui (Hoja 7345, Ed. 1-DCN, Dirección de Cartografía Nacional).

Descripción litológica: Consiste de calizas arcillosas con estratificación delgada, laminadas, carbonáceo-bituminosas y lutitas calcáreas. El color de las calizas y lutitas es típicamente negro, aunque también han sido reportados colores claros para la unidad, en el subsuelo de la cuenca oriental de Hay y Aymard, (1977), la laminación alcanza valores entre 10 y 20 láminas por pulgada, esta lo define Hedberg, (1937 b), atribuidas a la alternancia de foraminíferos planctónicos con material carbonoso. Son abundantes las formas discoidales, esferoidales y elipsoidales y han sido descritas como concreciones, alcanzando diámetros entre unas cuantas pulgadas, hasta varios pies (*ibidem*), así como también se ha observado, que la laminación puede envolverlas o desvanecerse dentro de ellas tomado de González de Juana *et al.*, (1980).

Espesor: En su sección tipo, se mencionan 700 m (González de Juana *et al.*, *op. cit.*) y 750 m (CVET 1970). Rosales (1960), señaló que la formación es uniforme en cuanto a su espesor.

Fósiles: La unidad es especialmente rica en microfauna, con abundancia de los géneros *Hedbergella*, *Bulimina*, *Heterohelix* y *Globotruncana*. (Yoris, 1985, 1988), se reporta la frecuente presencia de *Ticinella* sp., en la parte inferior de la Formación Querecual, al sur de la Serranía del Interior y se dan listas de fósiles identificados por Furrer en trabajos de tesis del Departamento de Geología de la UCV y en las que aparecen además de las taxas ya mencionadas: *Rotalipora*, *Bolivina*, *Neobulimina*, *Clavhedbergella*, *Rugoglobigerina*, abundantes radiolarios y ocasionales espigas de esponjas. Chiock *op. cit.* (1985), indica como característico de la Formación Querecual, en el subsuelo de Monagas.

Edad: La presencia de *Ticinella* sp en la parte inferior de la unidad, parece mostrar su edad en Albiense tardío extremo, especialmente por su posición suprayacente a la Formación Chimana, restringida al Albiense (Yoris, 1985). Los macrofósiles presentes parecen extender la edad de la Formación Querecual, hasta el Turoniense-Coniaciense, con probable extensión al Santoniense (González de Juana *et al.*, *op. cit.*). Otros autores se inclinan por una edad no más antigua que el Turoniense, basándose en las taxas publicadas por Liddle (1937) y (Hedberg Pyre, 1944), (Macsoy *et al.*, *op. cit.*). El rango máximo de edad es entonces, Albiense tardío extremo Santoniense. De esta manera se define la edad de la Formación Querecual encontrándose en el **Cretácico Inferior**.

Correlación: La Formación Querecual se encuentra en la base con la Formación San Antonio (para la zona de estudio), y se presenta continúa lateralmente con la parte superior del Grupo Temblador. Hacia el oeste, se la ha correlacionado litológicamente y por edad, con la Formación Mapuey, estado Cojedes y con la Formación La Luna de Venezuela occidental. Hacia el este, se la considera equivalente lateral de la Formación Naparima Hill.

Paleoambientes: Numerosos autores han expresado su conformidad con el ambiente marino (oceánico) euxínico y profundo de la unidad, pero no hay datos exactos sobre su batimetría.

González de Juana *et al.* (*op. cit.*), incluyen a las formaciones Querecual y San Antonio dentro de su Provincia Pelágica. Campos *et al.* (*op. cit.*), le señalan un ambiente marino de poca profundidad, en el subsuelo del norte de Anzoátegui.

Yoris (1988), la restringe al talud medio a inferior (margen pasivo), para los afloramientos del sur y este de la Serranía del Interior, y postula la existencia de corrientes de borde que retrabajaron y escogieron el material, causando en algunos espacios cortos de tiempo, ambientes más oxigenados que permitieron a algunos organismos vivir en el fondo marino y provocar bioturbación; este último rasgo constituye un aspecto que debe ser cuantificado en el futuro, con estudios detallados de estructuras sedimentarias, paleontología y análisis geoquímicos de materia orgánica.

Importancia económica: Los estudios geoquímicos más recientes evidencian, que la Formación Querecual es la roca madre por excelencia de los hidrocarburos de la Cuenca Oriental de Venezuela 1977 (Campos *et al.*, *op. cit.*).

3.3.1.3.-Formación San Antonio

Herberg (1937 a) nombro y describió originalmente la Formación San Antonio como unidad superior del Grupo Guayuta. La Formación San Antonio toma su nombre del Cerro San Antonio al norte del pueblo de Bergantín.



Figura N° 23. Afloramiento de la Formación San Antonio, PL-1-8, Foto 1 azimuth 234.



Figura N° 24. Afloramiento de la Formación San Antonio, PL-3-33, Foto 9 azimuth 83.

Localidad tipo: La sección tipo se encuentra en el Río Querecual, desde la base de la primera arenisca, unos 600 m de aguas debajo de Paso Hediondo, hasta la base de la arenisca potente que forma una graganta, de la Formación Santa Anita.

Descripción litológica: Contiene capas numerosas de areniscas calcárea dura, gris clara y frecuentes diques de arenisca. Herberg (1937 a) indica que esta formación es de forma irregular en que se presentan los frecuentes diques de arenisca en cuanto a su espesor y rumbo constituye un carácter típico de la unidad.

Espesor: Las capas de arenisca de color gris claro presentan un espesor variable desde 30 cm hasta 1.5 m, completando para la formación San Antonio un espesor de 393 m en su sección tipo.

Fósiles Herberg (1937a) señala la Formación San Antonio de manera mas detallada y menciona que las secciones delgadas de calizas frecuentemente contienen concha de foraminíferos pelágicos como de la Formación Querecual. En las calizas de San Antonio estas conchas están rellenas de material carbonaceo, a diferencia de la de Querecual que contiene calcita.

Edad: Cretácico; post-Turonense. Según Furrer y Castro (*op. cit.*) a las diferentes secciones estudiadas de la Formación San Antonio le asignan una edad Cretácico Tardió y en la Quebrada de Agua, en el estado Sucre determinaron una edad Cretácico Tardió, Turonense temprano a Medio.

Correlación: La Formación San Antonio esta en contacto concordante tanto en la Formación Querecual infrayacente como en la Formación Santa Anita de manera suprayacente. Litológicamente, representa una zona de transición entre estas dos unidades, basándose en fósiles provenientes de la Formación Querecual (Herberg y Pyre, 1944 p. 12).

Paleoambientes: En sus estudios sobre el origen de las fñanitas cretácicas de Venezuela, Marcucci (1976, p. 1285) concluyó que el ambiente de la Formación San Antonio era transicional entre el ambiente euxínico de Querecual y el ambiente oxigenado (pero no nerítico, como indica el autor) de San Juan, presumiendo la

presencia de "corrientes periódicas, capaces de transportar clásticos y oxígeno a las aguas estancadas del fondo" y una sedimentación lenta. Añadió que la relación K_2/Na_2O indica aguas profundas, y que la composición química de la ftanitas favorecen un origen biogénico para ellas.

3.3.1.4.-Formación Vidoño

El termino de Vidoño fue usado originalmente como miembro de la Formación Santa Anita; posteriormente la Formación Santa Anita fue elevada al rango de Grupo que señalo Liddle (1946) y sus respectivos miembros (San Juan, Vidoño y Caratas) a Formaciones según Herberg (1950).



Figura N° 25. Afloramiento de la Formación Vidoño, PL-1-48, Foto 24 azimut 27.



Figura N° 26. Afloramiento de la Formación Vidoño, PL-1-48, Foto 10 azimut 19.

Localidad tipo: La Formación Vidoño, incluyendo su variación lateral, tiene una distribución geográfica muy ancha a lo largo de la parte meridional de la Serranía del Interior, y puede seguirse desde el Estado Monagas en el este, hasta el estado Portuguesa hacia el oeste, por una distancia de unos 780 Km. En el oeste la Formación Vidoño pasa gradualmente a la Formación Colón.

Descripción litológica: Según Herberg y Pyre (1944), hacia el occidente, en las cercanías de Barcelona, este miembro lutítico se engruesa a expensas de los miembros San Juan y Caratas. Forma el valle de Vidoño y esta bien expuesto en la carretera de Puerto la Cruz a Oficina en la cuesta meridional y la cresta del cerro. También aflora en las cercanías de Puerto La Cruz y en la Isla La Borracha. Hacia el oriente del Río

Querecual el miembro se adelgaza y pasa gradualmente a las areniscas y limolitas de los miembros San Juan y Caratas.

Espesor: En el río Querecual se presenta el registro de un espesor aproximado de 300 metros (Hedberg y Pyre, 1944), hacia el norte, en el Sinclinal de Tinajitas, la sección incompleta de esta formación mide aproximadamente 170 m. (Laurier *et al.* 1986). En el río Orégano Vivas (en prensa) midió un espesor máximo de 330 m y Aguasuelos (1990, p. 363) reportaron un espesor de 800 m cerca del morro de Unare.

Fósiles: La lutita de Vidoño contiene una fauna rica en foraminíferos en la cual ha sido dividida provisionalmente en las faunizonas siguientes, desde la base hacia arriba: (1) “Zona de Gumbelina-Sphogenerinoides”; (2) “Zona de Giroidina-Bulimina”; (3) “Zona de Rzehakina-Spiroplectamina”; (4) “Zona de Dorothia-Cyclamina”.

La fauna de foraminíferos de la lutita de Vidoño fue descrita por Cushman (1947). De acuerdo con la evidencia paleontológica que señalan Herberg y Pyre (1944) la parte interior de la lutita Vidoño es de aproximadamente de edad Senoniense Superior, mientras que su parte superior contiene una fauna de aspecto cretácico, pero careciendo de las especies definitivamente conocidas como limitadas al Cretáceo.

Edad: en relación con lo que se ha descrito en la sección de fósiles, y a causa del carácter transicional de la lutita de Vidoño al miembro Caratas suprayacente se puede representar de una edad tan joven como la de paleoceno.

Correlación: Con la parte superior de la Formación San Juan e inferior de la Formación Caratas (González de Juana, *et al.*, 1980); al oeste se correlaciona con la parte inferior de la Formación Guárico (Peirson, 1965) en Guárico nororiental.

Paleoambientes: La sedimentación se produjo durante una transgresión con baja oxigenación, debido a la estratificación de las aguas y/o alta productividad en las capas de aguas superficiales, dando origen a gran acumulación de materia orgánica en las lutitas. La fauna arenácea característica de esta formación, mas que batimetría, refleja condiciones físico-químicas existentes en el fondo marino, (Rosales, 1960).

3.3.1.5.-Cuaternario

El Cuaternario es el periodo mas reciente en la era Cenozoica y esta comprendida en los últimos dos millones de años de la historia geológica de la tierra; y esta dividida en épocas que son: Pleistoceno y el Holoceno.

En Venezuela el Cuaternario se ha otorgado muy poca información, a pesar de su poco interés científico y económico; la determinación del limite entre el plioceno, pleistoceno y holoceno, y aun no ha sido determinado.

Un trabajo reciente elaborado por Alarcón y Caicedo (2010), presentado en INGEOMIN trata sobre la diferenciación de los sedimentos cuaternarios, otorgando así una referencia bibliográfica que se describe en este trabajo para la región de Puerto La Cruz, y describe la cartografía para las unidades del cretácico superior y Paleoceno-Eoceno, además describen los sedimentos del cuaternario.

Los sedimentos que pertenecen a la época Plio-Cuaternaria se abarca como llanuras costeras que cubre desde la población de Guanta hasta 5km del caserío Punta Chapata (dirección este – oeste); formando llanuras costeras que están conformados por rocas sedimentarias del Cuaternario (en referencias de Benaím y Caicedo 2009). Dichas llanuras contienen arenas, gravas, arcillas y acumulación de material orgánico, formando capas turbas generalmente lenticulares.

Bajo estas condiciones Alarcón y Caicedo (2010), las distribuyeron en siete categorías que se mencionan y se describen a continuación son:

- (a) Abanicos Aluviales
 - (b) Depósitos de aguas salobres y/o dulces dentro de la llanura costera
 - (c) Paleo – Llanura Costera
 - (d) Paleo – Ambiente próximo costero
 - (e) Playa
 - (f) Depósitos Antrópicos
 - (g) Depósitos Coluvionales
-

Abanicos Aluviales: esta unidad se encuentra dividida en dos secciones que son T1 y T2 para su descripción litológica y sus procesos sedimentarios.

En T2 tiene su descripción sedimentario de mas antiguo a reciente se observaron eventos fluvio – torrenciales, y están subdivididas en cuatro secciones que son abanico superior, abanico medio, abanico inferior y llanura de la cuenca.

Para T1 están descritas dos eventos aluvionales, el primero corresponde a un proceso de depositación generado de la T2 a pesar de contener diferente topografía y esta en contacto directo con aguas salobres o dulces o ambas, recolectados en secuencias fluvio – torrenciales. El segundo ambiente aluvial en la cual determina que no es de influencia marina por ausencia de contenido fósil, debido a que su sedimento contiene una intercalación de areniscas y lutitas, con presencia de lentes conglomeráticos.

Depósitos de aguas salobres y/o dulces: dentro de la llanura costera: se determina una litología T0 que la denominan como una llanura costera en desarrollo originado por la tasa de sedimentación de la región, y describiendo una secuencias depositacionales en dos procesos el primero que es el deposito generado por el estancamiento de aguas salobres y/o dulces y la segunda es el acuñamiento de la secuencia de la zona de relieves por encima del nivel acuático de este ambiente “extremo de la depresión de aguas salobres y/o dulces”. Se asume una edad relativa Holoceno (Inferior – Medio).

Paleo – Llanura costera: presenta facies de lagunas y pantano extintos por los procesos de aporte de sedimentarios y la colmatación de estas depresiones, conteniendo secuencias de sedimentos de arenas de grano fino, arenas sucias o grano grueso, limos poco frecuentes hacia la zona mas proximal a la línea de la costa. Su edad relativa es Holoceno (Inferior – Medio).

Paleo – Ambiente Próximo – Costero: aflora a la línea de la costa, presentando abundantes fósiles “Moluscos”, en buenas condiciones, se observan arenas de tamaño de granos heterogéneos de forma decreciente, y en la base se observa una capa limosa, y se describe como la secuencia de plataforma interna o próxima costera y lo describe

como la variación ambiental lateral de las facies de llanuras costeras. Se presume una edad relativa de Holoceno (Inferior – Medio).

Playa: comprendida su limite al norte de la zona de estudio, con un contenido litológico de arena, y en algunos sectores por el tamaño del grano puede ser limo, puede contener fragmentos fósiles como conchas que son erosionados por el paleoambiente próximo costero o de plataforma interna. Asimismo se distinguen en este ambiente cantos de origen antrópico; representando una edad relativa de Holoceno superior, y actualmente esta en proceso de desarrollo.

Depósitos Antrópicos: son depósitos de actividad humana, presenta una edad relativa de holoceno superior y actualmente esta en desarrollo. Los sedimentos son de origen inorgánico, es decir, contiene clastos de material de construcción, escombros, tierra removida, relleno, planeamientos o remoción en zonas urbanas, infraestructuras urbanas, y canalización de ríos.

Depósitos Coluvionales: son depósitos de origen de los estribos de las montañas, productos de la desestabilización de planos sobresaturados de agua, en donde los suelos in situ se desestabilizan en los periodos de alta precipitación por el plano u horizontes antes mencionados.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1.-Aspectos Principales

Para ejecutar el desarrollo de la metodología consiste en definir las variables a ser tomadas en cuenta, en las cuales se señalaron los objetivos generales y específicos a satisfacer por este trabajo, es decir, generar los mapas temáticos para elaborar el mapa de susceptibilidad y aparte realizar la interpretación y el desarrollo del mapa de inventario de procesos; y así efectuar la comparación y validar la metodología que determina la elaboración del mapa de susceptibilidad.

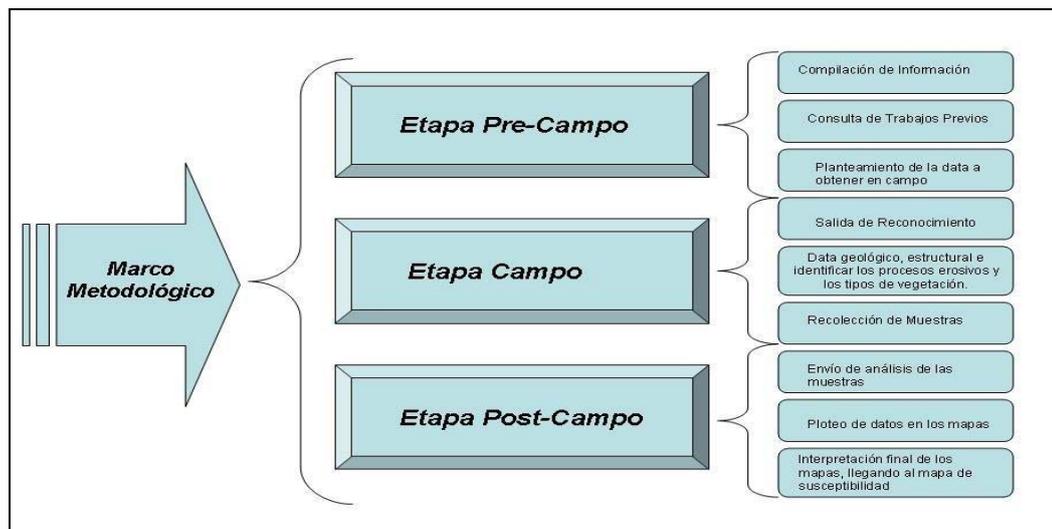


Figura N° 27. Diseño en representación de la metodología.

En desarrollo del trabajo fue dividido en tres etapas, en donde se logra visualizar y describir los procedimientos utilizados que son etapas de pre-campo, campo y post-campo, de las cuales se deriva el desarrollo de este estudio, lográndose así determinar el análisis para el estudio de susceptibilidad ante movimiento en masa de la cuenca

que cubre las localidades de la ciudad de Puerto La Cruz y parte de la ciudad de Guanta. Estas tres etapas (ver Fig. N° 27) se describen de la siguiente forma:

4.2.-Etapa Pre-Campo

En esta etapa se recoge toda información que se encuentren en trabajos previos, tanto en mapas temáticos anteriores como informes técnicos, también se desarrolla en esta etapa una planilla en la cual se determina la información a obtener que son los datos estratigráficos, diaclasas, contenido de fósiles, contenido de humedad, cantidad de fracturas, pliegues, tipos de erosión, etc., es decir, de acuerdo al objetivo que se desea llegar, se determina los tipos de datos que se deben de obtener en la salida.

4.2.1.-Determinación de la Zona de Estudio

Se establece la zona de estudio sobre una hoja topográfica a escala 1:10.000, logrando el cálculo de área en la zona de estudio, determinándose un área aproximada a estudiar de 50 Km².

La zona de estudio cubre toda la ciudad de Puerto La Cruz y parte de la ciudad de Guanta, en la cual se encuentra limitada en el lado Este del Cerro Las Trincheras, en su lado Oeste limita parte del Cerro Jabillal y Cerro Sucre, al Norte se limita con el Mar Caribe y al Sur esta limitado con Cerro Provisor.

Esta zona de estudio fue seleccionada con el propósito en determinar la estabilidad presente en el área, la cual existen sectores que tienen registros de deslizamientos y desbordes. Por tal motivo esta zona fue uno de los puntos principales que IN-GEOMIN selecciono para el análisis de susceptibilidad ante movimientos en masa.

4.2.2.-Digitalización del Mapa Topográfico

Tomando en cuenta la información topográfica de los mapas a escala 1:5.000 que fueron obtenidas por MINDUR en el año 1991, por medio de las siguientes hojas: H-15, I-13, I-14, I-15, I-16, J-13, J-14, J-15, J-16, K-13, K-14, K-15, L-13, L-14 y L-15, ver Fig. N° 28. En la cual fue digitalizada por INGEOMIN bajo el software Sistema de Información Geográfico, ArcGis 9.3, de esta manera se generó el mapa topográfico a escala 1:10.000, ver Fig. N° 29.

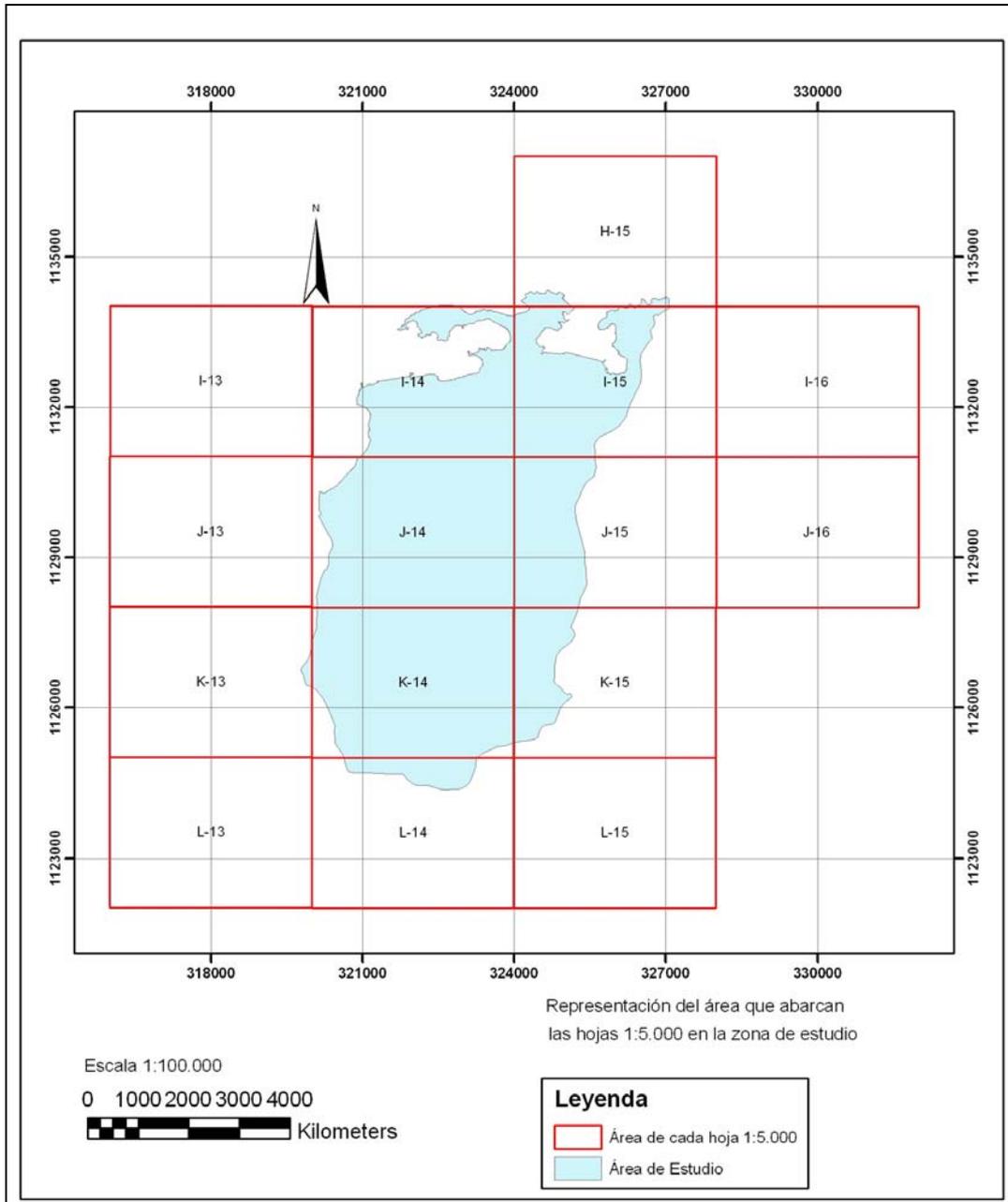


Figura N° 28. Se observa el marco de las Hojas 1:5.000 y el cubrimiento que representan en cada una de ellas en el área de estudio.

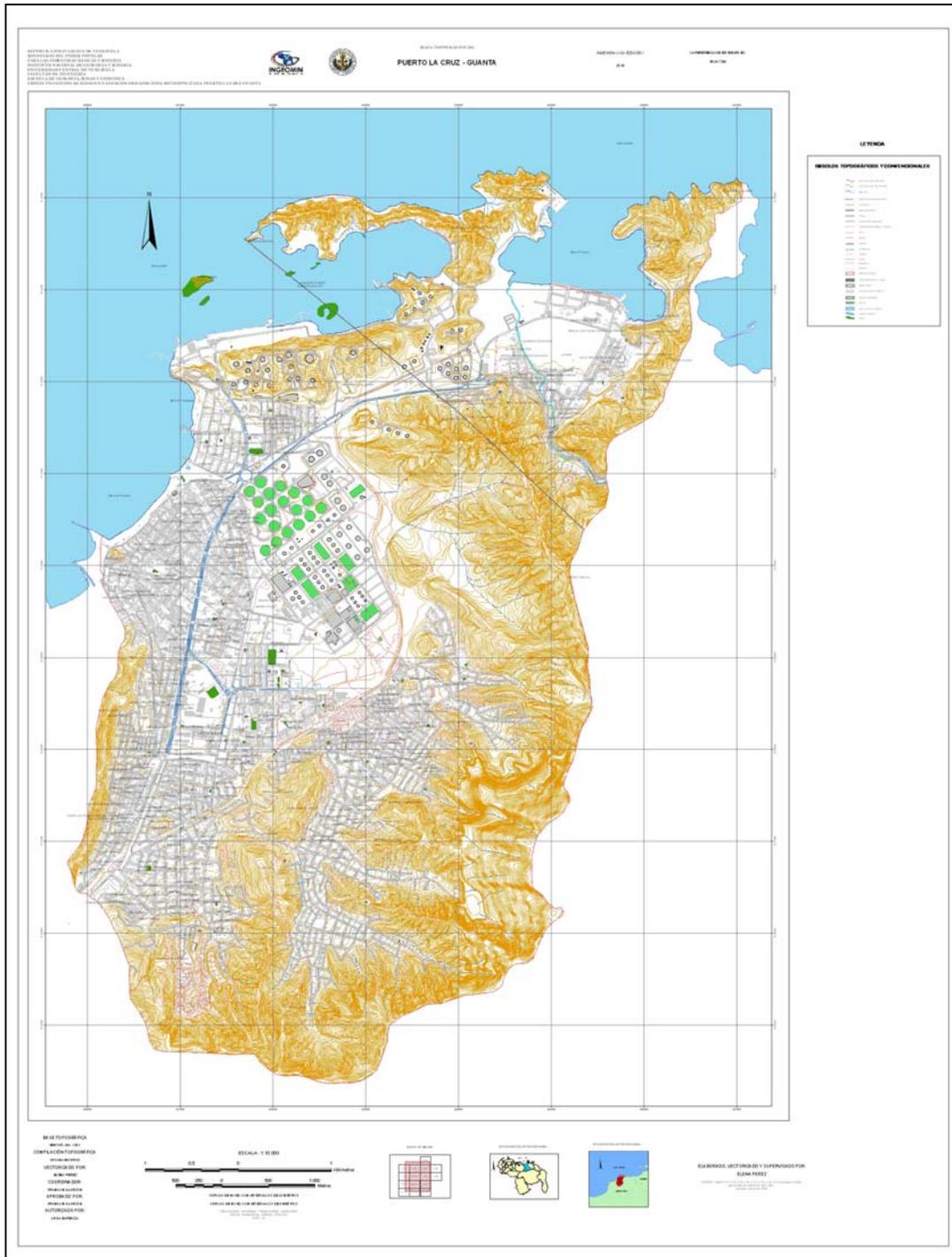


Figura N° 29. Mapa Topográfico. Digitalizado por INGEOMIN.

4.2.3.-Compilación Geológica y Estructural

La información básica se obtiene de los trabajos previos y tesis, para definir y cartografiar las unidades litoestratigráficas presentes en la zona de estudio. El mapa generado a partir de la información compilada incluirá datos geológicos obtenidos en la fase de campo, estos son: medición de estructuras planares, estratificación, diaclasas, ejes de pliegues, entre otras interpretación geológica-cartográfica existente.

En base a esa información previa, se estableció la presencia de las siguientes unidades:

- (a) Formación Querecual.
- (b) Formación San Antonio.
- (c) Formación Vidoño.
- (d) Cuaternario.

Aparte de estas unidades, no se deben ignorar las que se encuentran a su alrededor, otras unidades: como miembro Tinajitas y la Formación Caratas.

Por otro lado, dentro de la literatura consultada se señala en la región estudio el encuñamiento de la Formación San Juan, razón por la cual no es posible observarla en superficie al Norte del estado Anzoátegui.

El miembro Tinajitas, representa una secuencia de 12 metros de capas biotramicas al tope de la Formación Carata, fue descrita originalmente por Herberg y Pyre (1944), en la zona no fue posible ubicarla en superficie, aunque Alarcón y Caicedo (2010) mencionan un afloramiento al norte de altos de pozuelos para este miembro y de acuerdo a la cartografía geológica de Bellizzia y Martínez esta secuencia aflora al este del Cerro Maguey.

Adicional a los datos medidos de las estructuras planares y cartografiados en esta investigación, se incluyen en el mapa geológico anexo a la orientación de los planos de estratificación del mapa de Bellizzia y Martínez (1960). Estos datos planares de los autores antes citados fueron incorporados al sistema UTM, ya que estaban siendo cartografiados con otro sistema de información geográfica.

Una vez culminado la cartografía para la estratificación de las unidades presentes en la zona de estudio y el diaclasamiento, se procedió a interpretar las estructuras geológicas mayores, anticlinales, sinclinales, fallas de corrimientos, pliegues volcados y sistemas de fallas (fallas normales e inversas).

Por medio de las estructuras planares fue posible verificar y obtener la ubicación y orientación de la Falla de Guanta, el anticlinal de Pozuelos y el sinclinal de Puerto La Cruz.

Finalizando con la interpretación estructural, se determina el contacto geológico entre las unidades de Querecual, San Antonio y Vidoño, con la secuencia reciente de Plio-Cuaternario interpretado por Benaim y Caicedo (2010), siendo esto posible por los puntos tomados de los mapas antes indicados y además los datos de levantamientos obtenidos en campo.

4.2.4.-Digitalización del Mapa de Pendiente y Modelo de Elevación

Para estos mapas se empleó el modelo del software del Sistema de Información Geográfico, ArcGis 9.3, el cual permite mediante las curvas de nivel principal (intervalos de 25 m.) y las secundarias (intervalos de 5 m.), calcular la elevación de sus curvas con respecto a la superior e inferior, creando el Modelo de Elevación 3D y la cartografía o mapa de Pendiente, ambos a escala 1:10.000, ver Fig. N° 30 y N° 31.

Simultáneamente a la cartografía de los mapas mencionados, se determina un valor de ponderación para cada uno de ellos, el cual se usará para establecer la matriz de ponderación a cada mapa temático, obteniendo de esta manera el mapa de susceptibilidad.

Luego de realizar el mapa de elevación digital modelo 3D, se elabora el mapa de pendiente y se clasifican los rangos de pendientes que se describen a continuación:

Rango de Pendiente	Clasificación de acuerdo al rango
< de 10°	Muy Baja
10° a 20°	Baja
20° a 35°	Media
35° a 50°	Alta
> a 50°	Muy Alta

Cuadro N° 16. Categorías seleccionadas para el valor de ponderación en el Mapa de Pendiente.

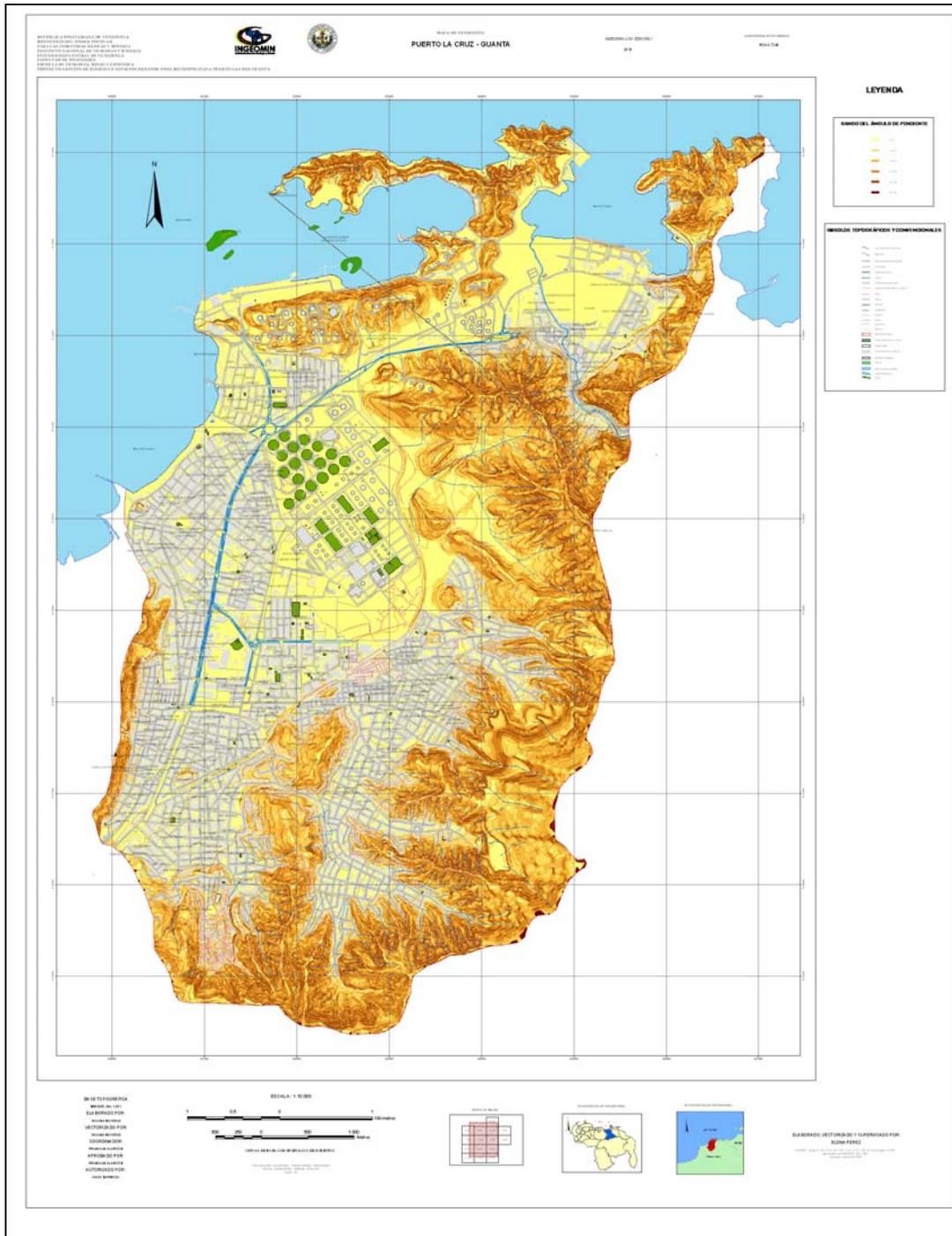


Figura N° 30. Mapa de Pendiente.

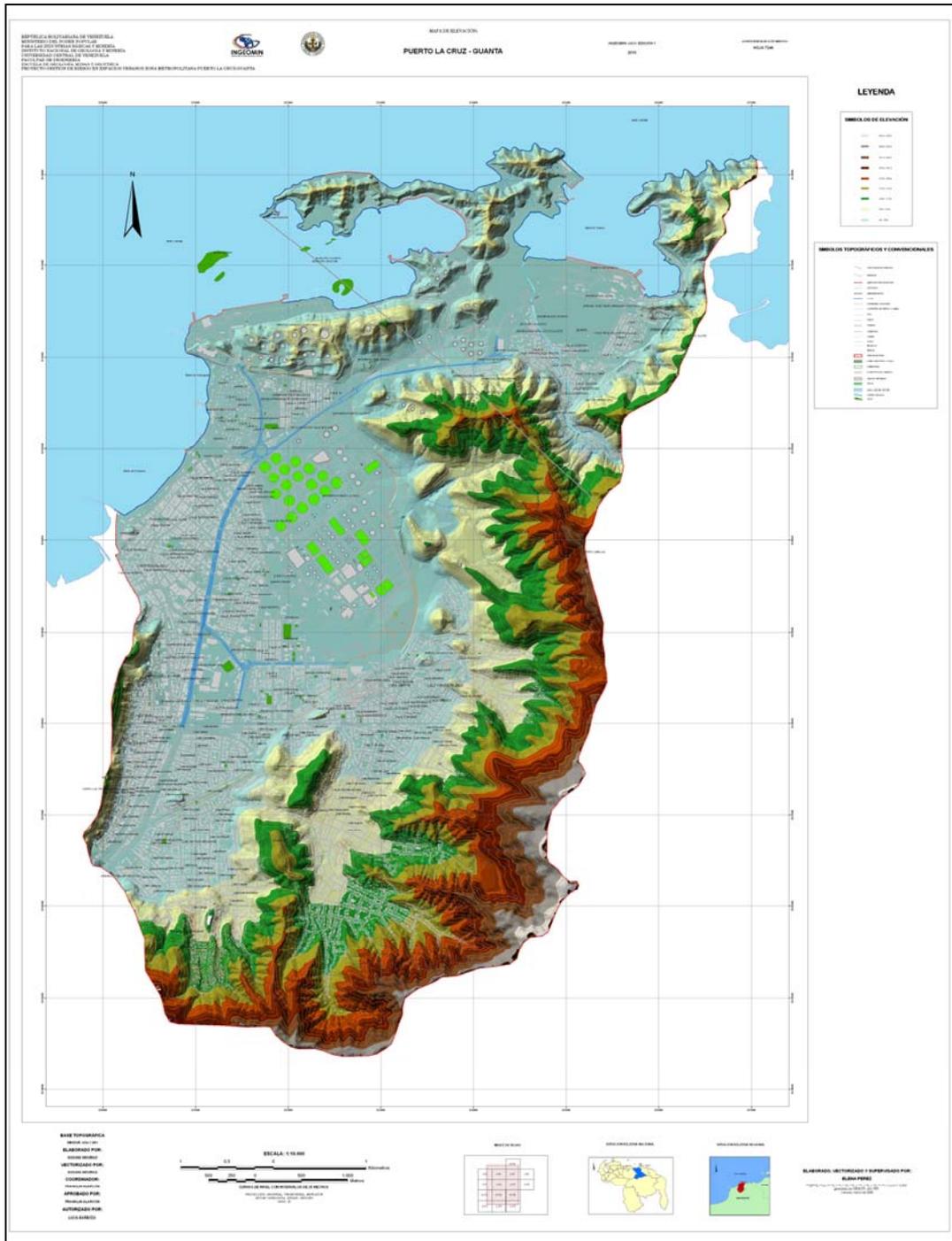


Figura N° 31. Mapa de Modelo de Elevación 3D.

4.2.5.-Elaboración y Digitalización del Mapa de Isoyetas

Para realizar el mapa de Isoyetas, es necesario adquirir los datos de valores anual suministrados por la coordinación de ordenación ambiental de la dirección del estado ambiental del estado Anzoátegui; empleando el mayor numero de estaciones meteorológicas dentro y fuera de la región del estado como se mencionó en el capítulo III, en la sección referencial, el Estado Anzoátegui tiene 39 Estaciones Meteorológicas que funcionan actualmente y registran los datos diarios de la cantidad de precipitación que cae en cada estación.

Del total anterior, fueron seleccionadas 4 Estaciones Meteorológicas para tener una data de referencia en registros de trabajos previos, ver Cuadro N° 15, pero en el caso de la elaboración de este mapa, es primordial tomar la data de las 39 estaciones completas, a fin de trazar las líneas isoyetas correspondientes. Estos valores fueron determinados a partir de los datos de promedio de precipitación de cada mes en el periodo de 1955 hasta 1991; las 4 estaciones mas cercanas son conocidas como: Barcelona-Aeropuerto, Puerto La Cruz, El Chaparro – Caserío y La Corcovada.

En las líneas de Isoyetas se clasificaron los siguientes valores de precipitación en donde son divididos en líneas principales, fijando un valor de intervalo de 100 (recomendado por la geógrafa Maryori Levi, comunicación personal) y secundarias con un intervalo de 20 (con respecto a las unidades de precipitación en mm.), logrando obtener 5 rangos de valor de precipitación que cubren el área de estudio.

Estas zonas de precipitación son cartografiadas en el mapa de Isoyetas de acuerdo a los siguientes rangos: precipitaciones menores a 540mm, entre 541 a 620mm, entre 621 a 700mm, entre 701 a 800mm, y mayores 800mm. Los rangos fueron clasificados de esta manera en recomendación de los autores León y Quintana (1999), quienes señalan al rango de precipitación menor a 540mm como el de más ba-

ja intensidad de la zona y la mayor cuando se reporta precipitaciones por encima de los 800mm.

Estos datos se tomaron en cuenta solo para la elaboración del mapa de precipitación (mapa de Isoyetas de Puerto La cruz Guanta); y el resto fueron considerados en el marco referencial como la nubosidad, evaporación y temperatura, pero de igual son de gran importancia, para la información referente al tipo de clima y temperatura que se manifiesta en el área de estudio. Determinando de esta manera los rangos de valores de precipitación, se digitaliza el Mapa de Isoyetas, ver la Fig. N° 32.

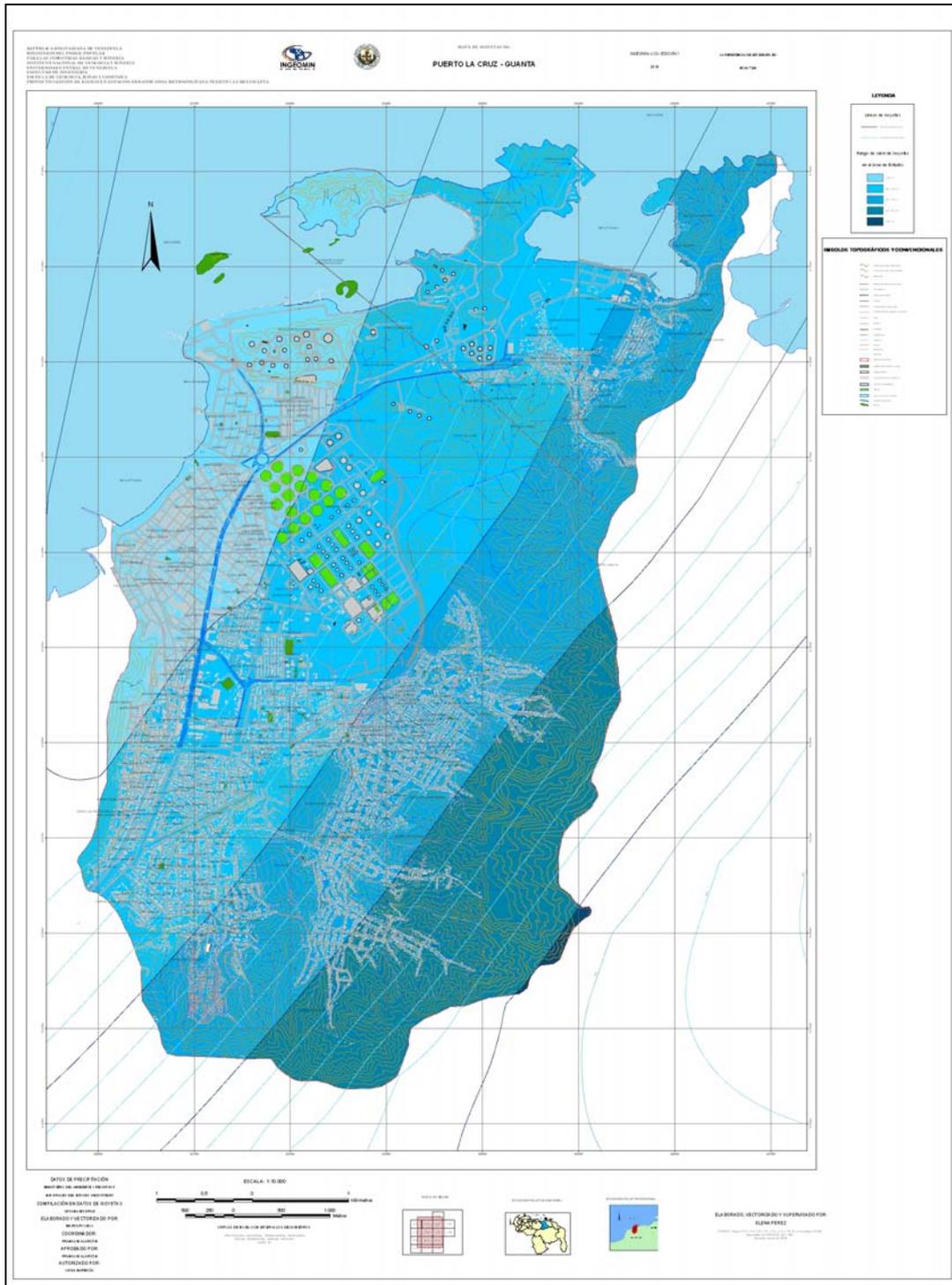


Figura N° 32. Mapa de Isoyetas.

4.3-Etapa de campo

Esta etapa consiste en la realización de un reconocimiento de la zona de estudio y su levantamiento de los datos de campo, en la cual se determina o se clasifica la información que se desea obtener, a los fines del proyecto.

4.3.1-Visita a las Instituciones

Previamente a las salidas de reconocimiento y de trabajo de campo, se realizó una visita a las instituciones públicas que disponían de información referente a la investigación en progreso, encontrándose asesoramiento técnico en diferentes áreas de la geología. Las instituciones visitadas fueron: la sede de INGEOMIN en parque central y el laboratorio que tiene su sede en la florida, visita a Ingeniero's De Santis, visita a la Institución Nacional de Estadística (INE), Instituto Geográfico Simon Bolívar (IGSB), en la sede de MINFRA donde se encuentra el laboratorio de FUNDANAVIAL, la sede de HIDROCARIBE, la biblioteca del MINISTERIO DEL AMBIENTE, para la revisión de publicaciones de los trabajos correspondientes a la zona de estudio; y la UNIVERSIDAD DE ORIENTE en búsqueda de trabajos de tesis.

Incluso se realizó la visita a las autoridades para solicitud de protección y apoyo, como son Policía del Estado Anzoátegui, Efectivos de la Guardia Nacional, Policía del Municipio Sotillo, Protección Civil del Municipio Guanta y los mismos habitantes de los sectores que conforman los consejos comunales en su respectiva comunidad.

4.3.2-Nomenclatura de los Puntos de Levantamiento

A los fines del levantamiento de campo se estableció un sistema de referencia que fue tomado y modificado de Caicedo y Medina (2.005) para identificar la unidad, ladera o talud de interés, correspondiente a los puntos del levantamiento de campo, para su identificación; y que se expresa de la siguiente forma genérica: **PL-1-4**

Donde:

- ✓ **PL:** Punto de Levantamiento,
- ✓ **1:** primer número, es el número de salida efectuada, o región determinada en donde pueden haber varios puntos de descripción.
- ✓ **4:** estación de levantamiento, es el número de punto en levantamiento efectuado en la salida correspondiente.

Al establecer esta nomenclatura es posible identificar con mayor facilidad la ubicación del sitio y de la salida de campo cuando se levantó, es decir, se refiere por ejemplo al punto “PL-2-13”, que nos indica que este punto se tomó en la segunda salida y en la estación número 13.

La nomenclatura utilizada para la recolección de muestras toma en cuenta el tipo de muestra que fue obtenida, en cual punto del levantamiento se tomó; y cuantas fueron, es decir, se identifican si son muestras de rocas o suelos; y se marcan su cantidad de acuerdo el orden que se obtiene.

Por ejemplo, tenemos la muestra MR-PL-1-32(2), la cual nos indica que es MR (muestra de roca), en el punto de levantamiento de la primera salida de campo, en la estación número 32 y es la segunda muestra obtenida en ese punto. En cuanto a las muestras de suelo, la nomenclatura sería: MS-PL-1-13(1), la cual nos indica que MS es una (muestra de suelo), tomada en la primera salida de campo en la estación número 13; y es la primera muestra obtenida en ese punto.

La nomenclatura de las fotografías, se clasifica bajo la misma nomenclatura del punto de levantamiento, adicionando el número de fotos y su azimut correspondiente, es decir, PL-3-20-3(114°), lo que indica que la foto fue tomada en el punto de levantamiento de la tercera salida de la estación número 20; y es la tercera foto con un azimut de 114°.

4.3.3-Cálculo de la Declinación Magnética

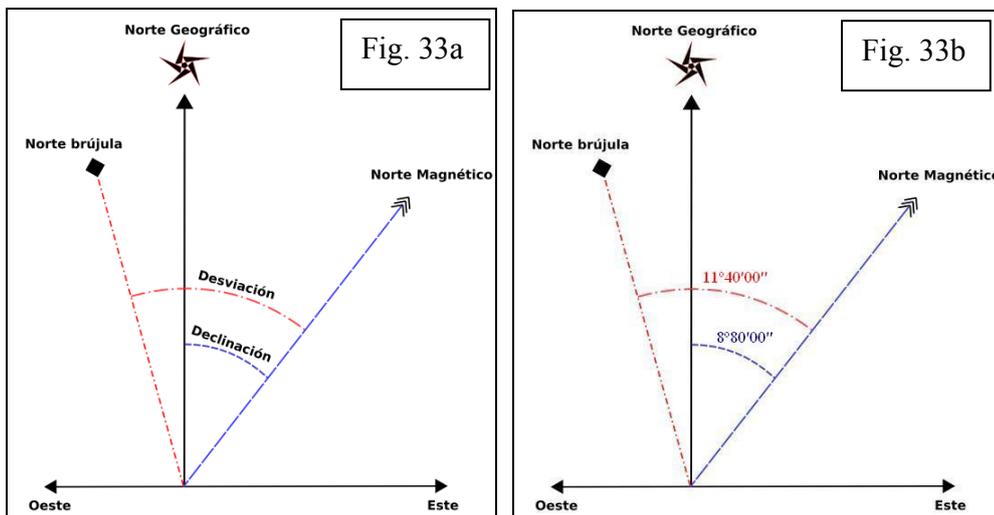
Antes de realizar la salida de campo es de importancia realizar el cálculo de la declinación magnética en la zona a trabajar, ya que las brújulas marcan el Norte actual, sin tomar en cuenta la declinación entre el norte geográfico y el norte magnético, independientemente en la zona de estudio que se encuentre.

La declinación magnética es un ángulo variable que forma la dirección de la brújula en el campo magnético terrestre (meridiano magnético) con la línea del meridiano geográfico en cada lugar del mundo que ésta se encuentre.

Este ángulo puede llegar a ser positivo o negativo (también llamado variación magnética), varía con la posición geográfica y en cierta medida con el tiempo. Se han determinado la magnitud, el signo y el cambio anual de la declinación de la mayoría de los lugares de la superficie terrestre; y estos datos están registrados en todas las cartas náuticas o también en la carta isogónica.

Para este sector y el lapso del trabajo de campo, entre septiembre-octubre 2008 y marzo 2010, se tomaron los cálculos en base a la carta isogónica publicada el año 1995 que señala los puntos de la estación magnética que están en Puerto La Cruz y en Guanta, ambas se encuentran muy cercanas, y se decidió efectuar el cálculo en el punto de la estación Puerto la Cruz ya que abarca mas del 70% de la zona de estudio.

Tomando las correcciones para ambas fechas, en la primera fase de campo trabajado que fue en agosto-septiembre del 2008, se define una data de un desviación de $11^{\circ}40'00''$ con una declinación de $8^{\circ}80'00''$; en cuanto al segundo campo que fue en marzo del 2010 se determina una desviación de una declinación de $11^{\circ}98'00''$.



Figuras N° 33a y N° 33b, Donde se muestra en el lineamiento rojo es la desviación del Norte de la brújula y el lineamiento azul es la declinación magnética que esta calculada en el sector, que muestra la desviación esta en $11^{\circ}40'00''$ y la declinación se determino en $8^{\circ}80'00''$.

4.3.4- Calibración del GPS

Antes de iniciar la salida de reconocimiento de la zona de estudio, fue necesario tener en mano tanto un GPS para efectuar la ubicación relativa en el sitio donde se realiza el correspondiente levantamiento de campo.

La calibración consistió en la corrección del equipo de posicionamiento satelital, (navegadores Garmin) en Puerto la Cruz, en la estación de embarque y desembarque del Ferry, en donde se ubicó el BM “MTC A34” (Base Marks) de coordenadas UTM, Norte, Este, y Cota 5 metros sobre el nivel del mar. El error calculado fue de ± 5 metros con las cotas Norte y Este.

4.3.5-Recolección de Datos de la Planilla de Campo

Para el trabajo en campo, se empleó una planilla que permite o facilita la obtención de la mayor información posible en el punto de levantamiento a trabajar, la cual consta de un formato que toma en cuenta los parámetros geológicos y geotécnicos del talud o ladera que se trate; ver Fig. N° 34.

En la Fig. N° 35 se emplea una planilla en donde se reflejan los resultados obtenidos en campo y este ha sido anexada para cada punto de levantamiento que se muestra en el capítulo V correspondiente a los resultados de campo.

En cuanto a los parámetros de información que incluye la planilla de campo, apreciado en la Fig. N° 34; y explicado con mayor detalle en el capítulo III “marco teórico” en la clasificaciones geomecánicas del suelo, en donde se define cada uno de los parámetros a obtener y la utilidad de estos dentro de la investigación.

FICHA DE RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO DE MACIZO ROCOSO						Fecha:	Hora:
Proyecto:	Estado		Sector				
Estación #	Coordenadas (UTM)				Altitud		
	N:	E:					m.s.n.m.
Formación <input type="checkbox"/>		Unidad Litodémica <input type="checkbox"/>					
FOTO LITOLOGIA		Descripción Litológica:					
Muestra #		Orientada según:					
Meteorización ISRM (77)		F <input type="checkbox"/>	SW <input type="checkbox"/>	MW <input type="checkbox"/>	HW <input type="checkbox"/>	CS <input type="checkbox"/>	RS <input type="checkbox"/>
Resistencia roca intacta ISMR aplicada (78): R0 <input type="checkbox"/> R1 <input type="checkbox"/> R2 <input type="checkbox"/> R3 <input type="checkbox"/> R4 <input type="checkbox"/> R5 <input type="checkbox"/> R6 <input type="checkbox"/>						Co (kg/cm ²)	Valor
Discontinuidades		Foliación	Estrato	Diaclasa 1	Diaclasa 2	Diaclasa 3	Falla
Rumbo							Valor
Buzamiento							
Frecuencia							
Separación RMR(89)							
Persistencia RMR(89)							
Abertura RMR(89)							
Rugosidad RMR(89)							
Relleno RMR(89)							
Meteorización bordes RMR(89)							
Aqua Freática RMR(89)		<input type="checkbox"/> M1 (Seco) <input type="checkbox"/> M2 (Húmedo) <input type="checkbox"/> M3 (Goteando) <input type="checkbox"/> M4 (Fluyendo) <input type="checkbox"/>					
RMR básico:		Ajuste:	RMR ajustado:	Clase:	Calidad:	$\phi(^{\circ})=$	C(Mpa)=
Orientación respecto al talud:		Fav <input type="checkbox"/> Desf <input type="checkbox"/>	Fav <input type="checkbox"/> Desf <input type="checkbox"/>	Fav <input type="checkbox"/> Desf <input type="checkbox"/>	Fav <input type="checkbox"/> Desf <input type="checkbox"/>	Fav <input type="checkbox"/> Desf <input type="checkbox"/>	
BSI Truzman(99)		Estructura:		Superficie:		Valor:	$\phi(^{\circ})=$ C(Mpa)=
Geometría Talud <input type="checkbox"/> Ladera <input type="checkbox"/>				Orientación	Inclinación(°)	Altura (m)	Longitud (m)
Zona inferior							
Zona superior							
FOTO PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS		PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS					
		Remoción en masa:					
		1) Tipo:		Activo <input type="checkbox"/> Incipiente <input type="checkbox"/> Antiguo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>			
		2) Tipo:		Activo <input type="checkbox"/> Incipiente <input type="checkbox"/> Antiguo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>			
		Erosión Hídrica:					
		1) Tipo:		Activo <input type="checkbox"/> Incipiente <input type="checkbox"/> Antiguo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>			
		2) Tipo:		Activo <input type="checkbox"/> Incipiente <input type="checkbox"/> Antiguo <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>			

Figura N° 34. Modelo de planilla para la recolección de datos geológicos y geotécnicos, en el punto de levantamiento en talud o laderas. Tomada y modificada de Caicedo y Medina (2007).

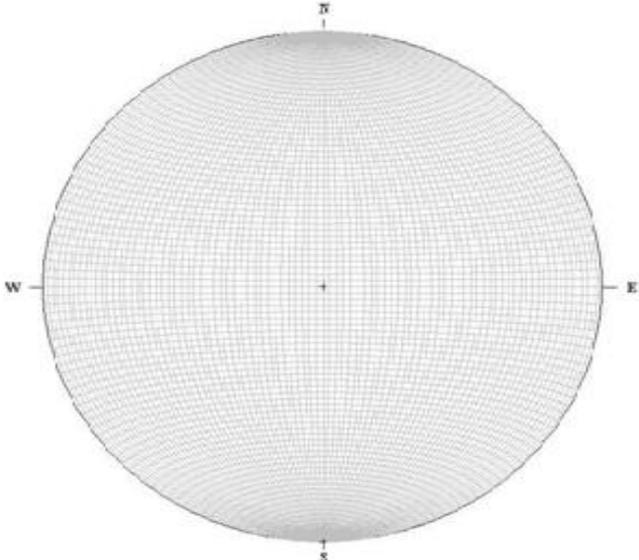
Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas:				Sector:	
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
		1	2	3	4	
Rumbo y Buzamiento						
Frecuencia						
Separacion RMR (89)						
Persistencia RMR (89)						
Abertura RMR(89)						
Rugosidad RMR(89)						
Relleno RMR(89)						
Meteorización en los bordes RMR(89)						
Humedad RMR (89) respecto al talud						
Geometría en Ladera o Talud			Resistencia ISMR (73)			
Altura:			Rumbo y Pendiente:			
			Longitud:			
Gráfico del Modelo Geotécnico						
						
<i>Análisis Cinemático:</i>						
<i>Análisis en Vegetación:</i>						
<i>Análisis de Procesos Geomorfológicos:</i>						

Figura N° 35. Modelo de planilla donde se reflejan los resultados de los datos geológicos y geotécnicos, obtenidos en campo en el punto de levantamiento en talud o laderas.

4.3.6.-Recolección de Muestras en Campo

La toma de muestras se realizó de acuerdo al objetivo o resultado que se estima obtener; y la verificación de la litología presente en cada punto del levantamiento para corroborar la formación que se encuentra en el sector.

En base al trabajo de campo se recolectaron 5 muestras de suelo y 38 muestras de rocas, para un total de 43 muestras, que se obtuvieron en la primera salida de campo.

Fueron seleccionadas 14 muestras para realizarles análisis petrográficos, a fin de corroborar la litología presente y la descripción geográfica de la muestra; a los efectos de su nomenclatura se mantuvo el mismo que se indicó previamente.

Las 29 muestras restantes se procesaron en el laboratorio de “Ingeniero’s De Santis C.A.” donde se realizaron la clasificación según el Sistema Unificado de Suelos (SUCS), de acuerdo a la Norma ASTM D 2487-93, ensayos de Hidrometría de ASTM -422-63(1998), comprensiones en cubos de roca, ensayos de suelos con la pasa 200 bajo la Norma ASTM (C-117-95), ensayos de granulometría de suelos bajo la Norma ASTM (C-136-96a), todo con el fin de obtener las propiedades físicas y mecánicas de las muestras, que se explica con mayor detalle en el capítulo V en los resultados y discusión de los mismos.

En las tres salidas de campo pautadas en esta investigación se realizaron las siguientes actividades: para la primera salida se tomaron datos referentes a la estratificación e identificación de familias de diaclasas, las estructuras halladas en campo, y verificación de los procesos geomorfológicos y erosivos presentes en la zona de estudio; la segunda salida se validó la información y clasificación del tipo de vegetación que se encuentra en cada sector; y finalmente la tercera salida, fue el mismo procedimiento de trabajo que la primera para el sector que quedaba restante.

4.4.-Etapa Post-Campo

En esta se realizan las siguientes actividades, debido que se tienen datos y muestras del área de estudio para su inicio de proceso en lo que se refiere “trabajo de oficina”, se toma la validación de las investigaciones e interpretaciones previas que se realizaron del mismo.

En esta etapa se procedió a la interpretación de los datos previamente recolectados y posteriormente a la elaboración de los mapas temáticos, estos mapas fueron: mapa geológico – estructural, vegetación, orientación de laderas, estabilidad cinemática, unidades geomorfológicas, inventario de procesos; y el litológico superficial (geotecnia), para finalmente obtener el mapa de susceptibilidad.

4.4.1.-Interpretación Geológico-Estructural en la Zona de Estudio

Ya culminado los trabajos de campo se procedió a vaciar la información en el mapa previo de geológico-estructural que fue elaborado en la fase pre – campo, para efectuar la corroboración de los datos estructurales presentes en el área de estudio.

Teniendo los datos de estratificación y familias de diaclasas, con sus respectivos planos de orientación y sus ángulos de buzamiento de cada uno, fueron cartografiados en el mapa topográfico para realizar la interpretación estructural. En consecuencia se logró interpretar y determinar las estructuras anticlinales, sinclinales, sinclinal volcado, anticlinal volcado, falla de corrimiento, algunas fallas locales y la dirección de las mismas.

Teniendo ya las estructuras interpretadas, se validan los límites de los contactos geológicos incluyendo el Cuaternario, apoyándonos en el contraste litológico descriptivo a la fase de campo y levantamientos efectuados en la primera y tercera salida, ya que la segunda salida fue tomar los datos y clasificar el tipo de vegetación.

Al culminar la interpretación y el procesamiento de los mapas temáticos, se efectuó la digitalización y georeferenciación de los mismos; en los siguientes párrafos se describe la metodología implementada para cada uno de los mapas temáticos utilizados en el proceso de zonificación de susceptibilidad ante movimientos en masa.

4.4.2.-Clasificación y Elaboración del Mapa de Vegetación

Elaborando el mapa de vegetación, se toma en cuenta dos factores principales que son el contenido de agua en la superficie y la consistencia del entrapamiento mecánico de la superficie que genera la misma vegetación o las raíces de ella enlazándose en el suelo.

El factor vegetación se asocia de acuerdo a los termino del contenido de agua en el suelo, abundancia de capa vegetal en el suelo, flujos y coladas de barro para el tratamiento de cultivo que es conocida como vegetación deforestada, movimientos complejos en sectores que presentan vegetación escasa, de acuerdo al tipo de vegetación si es herbácea o arbórea se toma en cuenta la densidad presente que cubre el suelo que actúa como una red cubriendo el suelo para su mayor estabilidad ante movimientos y deslizamientos.

Para una mejor orientación en la clasificación de vegetación se tomo en cuenta como cobertura vegetal y se desglosó en cinco categorías, que son las siguientes:

- (a) V1 Áreas Desprovistas de Vegetación**
- (b) V2 Áreas Deforestadas para Cultivo**
- (c) V3 Áreas de Vegetación Escasa**
- (d) V4 Áreas de Vegetación Moderada**
- (e) V5 Áreas de Vegetación Abundante**

La clasificación tomó en cuenta el de cobertura de vegetación, ya sea los tipos herbáceos o arbóreos o la mezcla de ambas que también es posible. Teniendo una mejor orientación de la misma las categorías fueron determinadas de acuerdo a las siguientes características:

- (a) **V1 Áreas Desprovistas de Vegetación:** señalado como la zona de vegetación escasa, incluyendo el área urbana, se considera de menor densidad abarcando un porcentaje menor del 10%, teniendo la presencia de plantas herbáceas y arbóreas, plantadas por el hombre y algunas desarrolladas por la misma naturaleza.
- (b) **V2 Áreas Deforestadas para Cultivo:** esta parte de la vegetación fue clasificada en el sentido de obtener algún sector que esté sujeta a actividades antrópicas para la agricultura u otros fines propios en utilidad del hombre, que para la zona de estudio no se hayo muestra de este tipo de clasificación.
- (c) **V3 Áreas de Vegetación Escasa:** están clasificadas en un porcentaje igual o superior del 10% de cobertura vegetal, que es representada de menor densidad, sin ser cultivada por el hombre, solo generada por la misma naturaleza.
- (d) **V4 Área de Vegetación moderada:** en su contenido de plantas herbáceas y arbóreas, es moderado y mezclados entre si, aumentando la densidad de la misma pero se mantiene con posible acceso a la zona y no se encuentra intervenida por el hombre.
- (e) **V5 Área de Vegetación Abundante:** presenta un contenido de vegetación muy dominante tanto del tipo herbácea como arbórea, de muy difícil acceso, mostrando ser la menos afectada por actividades antrópicas, ya que en ningún momento fue intervenida por el hombre por razones particulares como zona protegida por PDVSA, zonas de difícil acceso y alcance, o también el suelo que no representa un buen uso.

Teniendo definida estas 5 clasificaciones se verifica en el recorrido y el punto de cada estación para el detalle de vegetación presente en la zona, dichas clasificaciones son determinadas con al ayuda de la orientación de Strahler (1997), y se tomo de referencia la Fig. N° 37, se muestra una sección de perfil que presenta la vegetación presenta la dirección del ecuador hasta el trópico de cáncer, clasificando algunos ejemplos de la variedad de vegetación que presenta en el mundo.

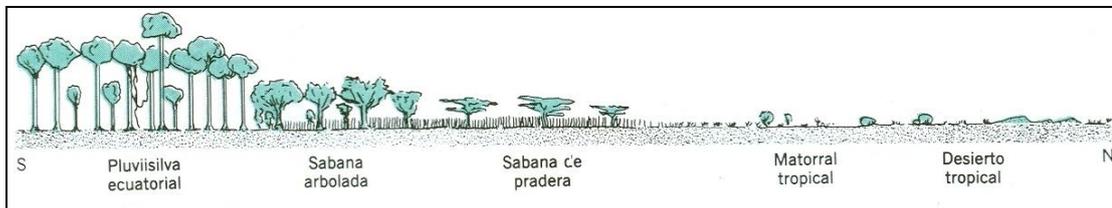


Figura N° 36. Muestra de perfil que se toma desde el Ecuador hasta el Trópico de Cáncer. Tomado de Strahler (1997)

En referencia a la Fig. N° 36, se toma de orientación para llevar una similitud en la clasificación de los tipos de cobertura vegetal presente en el área de estudio, ver Figura N° 37, que se anexan muestras fotográficas que se tomaron en la segunda salida, la descripción de izquierda a derecha es Foto a, que marca el punto PL-2-2 marcando un azimut de 210° y representa la vegetación del tipo V5, la foto b marca el punto PL-2-37 marcando un azimut de 110° y representa la vegetación del tipo V4, la foto c marca el punto PL-2-92 marcando un azimut de 92° que representa la vegetación del tipo V3, en cambio la vegetación del tipo V2 no se tiene ninguna foto ya que no se presento este tipo en la zona, y finalmente la foto d pertenece al punto PL-2-114 con un azimut 108 y representa la vegetación del tipo V1.

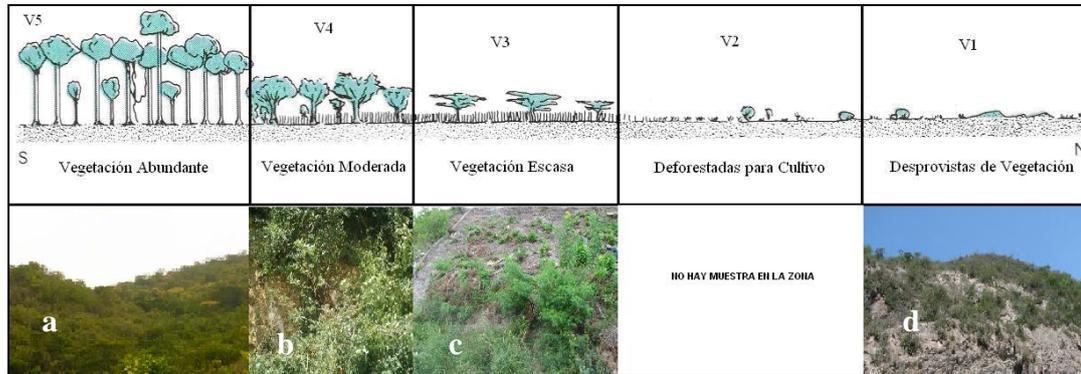


Figura N° 37. Tomado de Strahler (1997) y modificado por Mourad (2010) Se toma de escala para la clasificación de la cobertura vegetal y debajo de la figura están agregadas las fotos en las zonas que simulan respecto a su clasificación.

Por la escasa información que se tiene de la cobertura vegetal, se efectuó una segunda salida de campo realizando un recorrido del área de estudio y se tomaron puntos arbitrarios por toda la zona, teniendo en cuenta la clasificación seleccionada y de esta manera se puede apreciar los puntos de levantamiento en la data de cobertura vegetal como se muestra en la Fig. N° 38, que muestra el mapa con cada uno de los puntos de levantamiento efectuados en este recorrido.

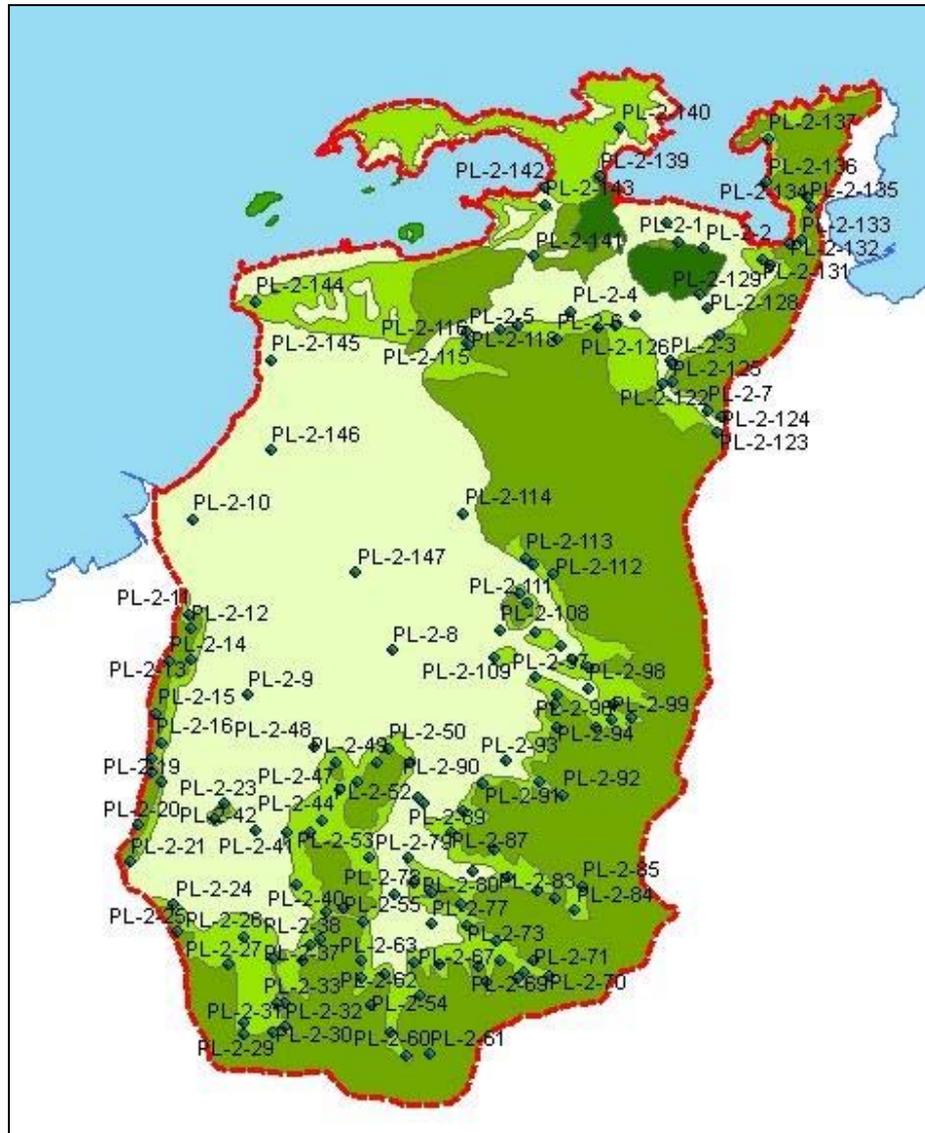


Figura N° 38. Muestra del mapa de vegetación señalados con los puntos de levantamientos que se efectuaron en la segunda salida.

Además de estos datos que se obtuvieron en la salida, se tomaron datos adicionales con la colaboración del Instituto de Ingeniería Laboratorio de Procesamiento Avanzado de Imágenes de Satélites (LPAIS), se tomaron las imágenes pancromáticas SPOT5, en las cuales presentan tonalidades del color rojo que marca la cobertura ve-

getal en el área, donde el color rojo más intenso señala una vegetación densa, y el rojo claro marca una vegetación de baja densidad, que se muestra en la Fig. N° 39.

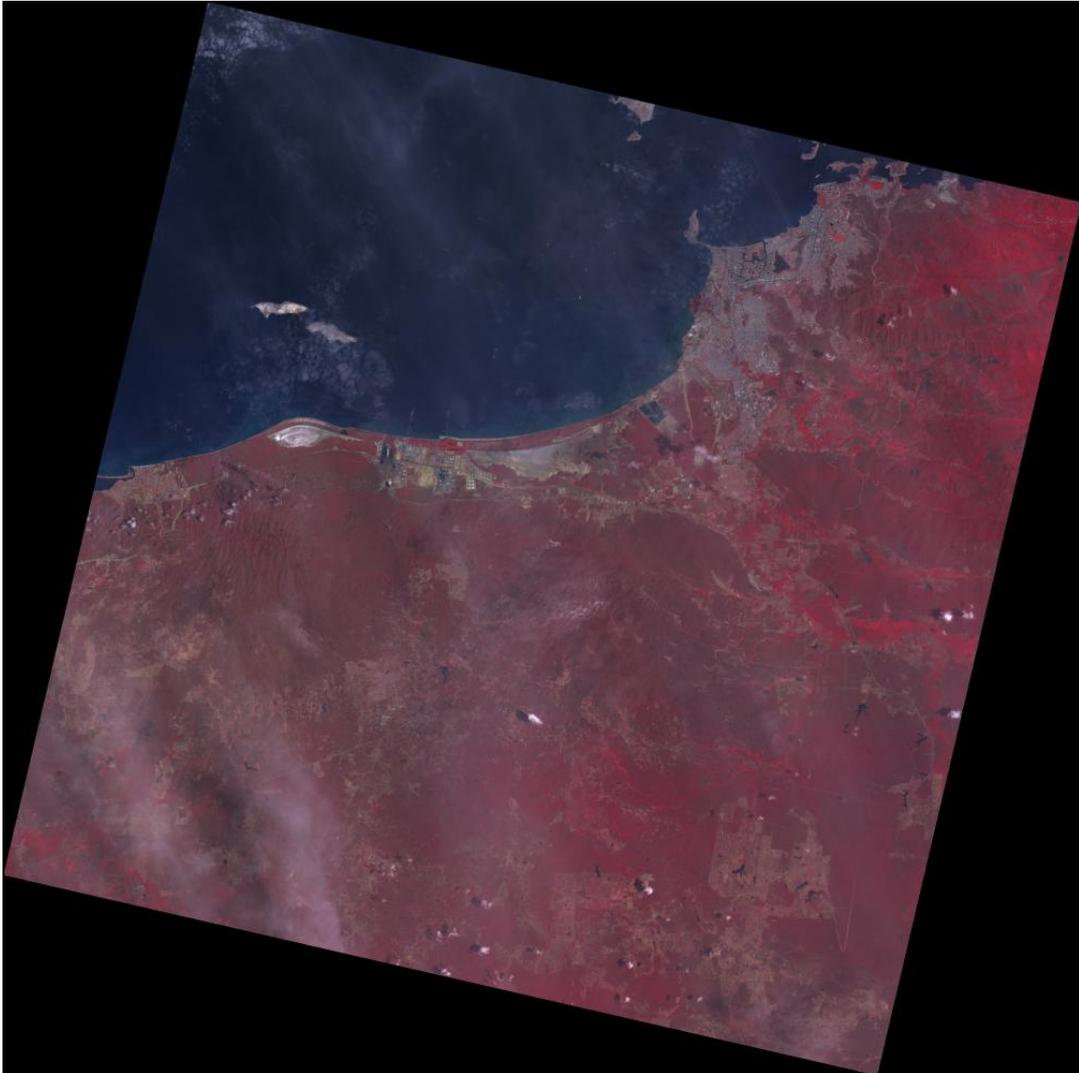


Figura N° 39. Imagen SPOT5 satelital, las tonalidades de color rojo son la intensidad de vegetación presente en la zona.

Observando la Fig. N° 39 y se compara esta misma con la Fig. N° 40 (ambos son de diferentes escalas y dimensiones), se aprecia la similitud entre ellas dando prueba que la validación para las 5 clasificaciones de cobertura vegetal que es con-

vincente para su desarrollo en la elaboración del mapa de vegetación. La imagen SPOT5 se utilizó para garantizar la referencia y ponderación en valor, pero no fue utilizada para efectuar una digitalización en ella.

La vegetación es una característica muy particular e influyente en la susceptibilidad de un talud y una ladera, ante el movimiento en masa, siendo parámetros dependientes entre si. Hay que tomar en cuenta que las propiedades químicas, físicas y biológicas permiten el desarrollo de una capa vegetal particular en cada sector que se encuentre.

Tomando en cuenta las características o propiedades observadas en campo y material bibliográfico, las clasificaciones definidas fue definida bajo el criterio de su densidad y abundancia; estos factores son: intercepción, evapotranspiración, infiltración, protección de la superficie del suelo, escorrentía superficial, sujeción del suelo, reforzamiento del suelo por las raíces y sobrecargas.

Los datos obtenidos en la segunda salida para la referencia de la cobertura de vegetación se obtuvo en el Cuadro N° 17, que se muestra en el capítulo V, resaltando se en cada punto del levantamiento una clasificación mas detallada, de esta forma se logró culminar la elaboración del mapa de vegetación a escala 1:10.000 m, que se muestra en la Fig. N° 40.

La vegetación se muestra como una interfase entre el suelo y la atmosfera, expuesta a una serie de efectos hidrológicos y mecánicos, afectado por el control de procesos de degradación como protección y es de importancia para la conservación del suelo, en la cual se observa en la Fig. N° 41.

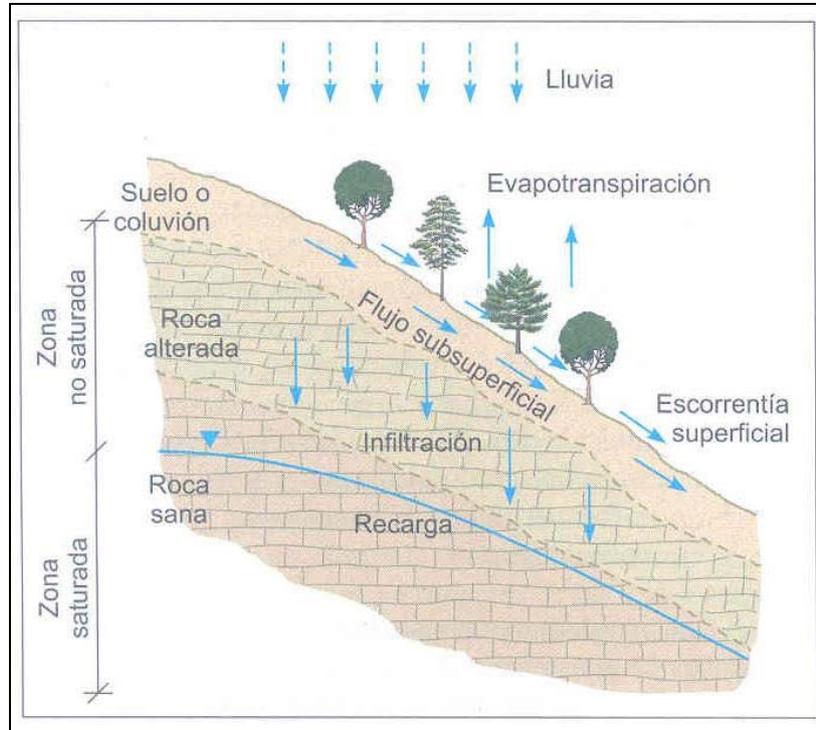


Figura N° 41. Se muestra la vegetación como cobertura vegetal en el suelo y señala cada factor como reacciona o trabaja entre el suelo y su ambiente. Tomado de Vallejo (2002).

El ejemplo que otorga la Fig. N° 41, indica que la cobertura vegetal es importante en la infiltración de las aguas y la estabilidad del movimiento en masa en los suelos y laderas, la cobertura de vegetación genera protección en el suelo y estas muestran ciertas características generales.

En la intercepción del agua al suelo, la capa de vegetación contribuye a la reducción del volumen de agua y su precipitación que llega al suelo, esta misma que es capaz de producir remoción y movilización del suelo.

Caicedo y Medina (2005), cita a Suárez, en la cual divide a la lluvia en dos partes, la primera indica la intercepción del agua sobre el suelo y la segunda es inter-

ceptada con el follaje, en la cual menciona que de acuerdo a la densidad del bosque tropical y la intensidad de precipitación se puede interceptar hasta un 60% de la lluvia.

La evapotranspiración utiliza que el agua que intercepta el follaje se convierte en vapor de agua a causa de la evaporación y la transpiración de la vegetación disminuyendo la humedad que se pueda generar en el suelo en ausencia de la vegetación.

Según Suárez (1998), indica que “la evapotranspiración profundiza los niveles de aguas freáticas y al mismo tiempo puede producir asentamientos de suelos arcillosos blandos y agrietamientos por desecación, debe tenerse en cuenta que en un suelo al saturarse se disminuyen las fuerzas de succión o presiones negativas de agua de poros, las cuales ayudan a la estabilidad. En ocasiones la vegetación produce un efecto de mantener la humedad por debajo del límite de saturación mejorando la estabilidad de las laderas”.

La infiltración es generada por el ingreso de la cantidad de agua en el suelo que toma una retención de agua, es decir, la capa vegetal controla la porosidad que presenta al momento que la cantidad de agua ingresa en el suelo.

La infiltración se tomo como un factor importante dependiendo del tipo de vegetación que se presenta en la zona, tomando en cuenta la retención de agua en el suelo, además que logra disminuir la erosión superficial en el sitio afectado. Esto suele ocurrir de acuerdo al tipo de vegetación que se mantiene y la intensidad de lluvia (precipitación) que cae sobre el.

En Caicedo y Medina (2005), citan a Rice y Krames (1970), sugieren que “el clima determina el efecto relativo de la vegetación para prevenir los deslizamientos en los climas en los cuales la precipitación es muy grande, el efecto de la cobertura vegetal puede afectar en forma significativa la ocurrencia de deslizamientos”.

Para el caso de la protección de la superficie del suelo, se toman en cuenta los siguientes factores que ayudan a proteger el suelo que son: el follaje, el humus y la cantidad de materia orgánica. En si, los factores mencionados crean una capa protectora en el suelo, que genera retraso en su proceso erosivo y alteración del suelo.

La escorrentía superficial es la capacidad de las aguas superficiales en transitar sobre la superficie, de acuerdo al tipo de vegetación que se encuentre en la zona si es escasa o densa; controlara la velocidad de la escorrentía, además de la infiltración puede llegar a retrasar o acelerar su capacidad de absorción.

La sujeción del suelo, trata sobre los sistemas radicales que presentan la vegetación en el suelo, y estas contribuyen a estabilizar los estratos superficiales, es decir, las raíces de las plantas o árboles se amarran al suelo superficial evitando que disminuya el grado de estabilidad en la superficie y mantenerlo totalmente estable ante deslizamientos y movimientos en masa.

En cuanto a reforzamiento del suelo y las sobrecargas que afectan a la superficie están relacionadas con el punto de sujeción del suelo, que trata en el punto de sistemas radicales correspondientes a plantas y árboles, desarrollando una especie de red que enlaza el suelo con las raíces logrando así un reforzamiento mecánico del suelo.

Mencionados cada uno de estos puntos, se tiene claro la función que cumple la vegetación, sin importar el tipo, lo que importante es la densidad que presenta, convirtiéndose en una cobertura vegetal, que su objetivo el cual es aceptado universalmente, genera la protección del suelo superficial, de acuerdo al agente erosivo que afecte en el sector.

4.4.3.-Elaboración del Mapa de Orientación de Laderas

En la elaboración del mapa de orientación de laderas, utilizó como base el mapa topográfico a escala 1:10.000, que presenta curvas de nivel primarias (intervalo de 25m) y secundarias (intervalo de 5m), otorgando una mayor precisión a la expresión del relieve topográfico. De igual forma, el mapa contiene datos de la toponimia de la zona de estudio, logrando determinar hasta que altura, en el pie de la ladera alcanza la ciudad o población y definir un límite más preciso en la ladera seleccionada para su orientación.

Tomando en cuenta estas observaciones se limita la ladera con un intervalo que va desde el pie de la misma hasta su cúspide, pudiéndose llegar hasta la línea de cresta de una zona montañosa, ya sea la fila primaria o un ramal secundario (siempre y cuando su ladera no cambie de orientación), es decir abarcando todo tipo de relieve alto que se encuentre en el área de estudio; otro límite que también ayuda a su división son las vegas o quebradas que limitan el cambio de orientación entre las laderas.

Una vez teniendo seleccionadas las laderas y marcadas en polígonos, se obtiene la data de rumbo y buzamiento, y las mismas son clasificadas de acuerdo a la clasificación que otorgue el taludometro. Luego de obtener el rumbo se procede a establecer el ángulo de inclinación, si los datos que disponemos son la distancia (P.H.) y la diferencia de altura, este cálculo se determina con la siguiente formula trigonométrica que es $\tan g\alpha = \frac{(H_f - H_i)}{P.H.}$, y su orientación es de acuerdo al uso de la brújula, ver

Fig. N° 42.

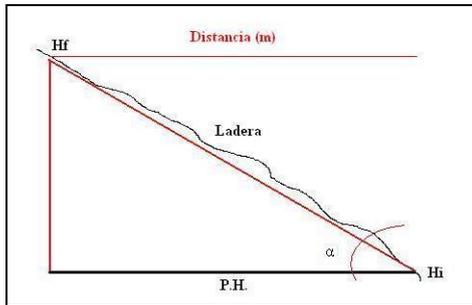


Figura N° 42. Corte de perfil para tener mejor visualización de los datos que se obtuvieron de la ladera para la determinación del ángulo.

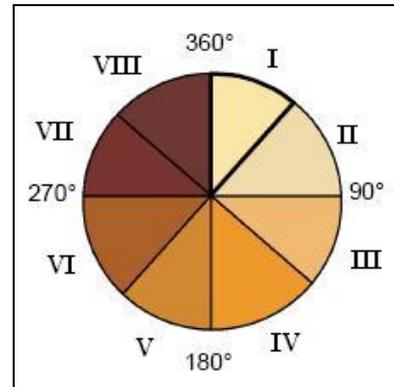


Figura N° 43. Taludómetro con la división de los octantes.

Finalmente de obtener los datos que son el ángulo y orientación de la ladera, se determina la clasificación por medio de un taludómetro en la cual presenta 8 octantes, y cada uno de ellos determina la diferencia de clasificación por color para una mejor identificación, ver Fig. N° 43.

Se debe tener presente que el cálculo realizado que determina el ángulo de inclinación y el mismo presenta un margen de error, debido que el relieve topográfico tiene secciones irregulares, y el dato de proyección horizontal (P.H.) se tomó la data en la zona del levantamiento y no en el plano del mapa, ya que este no es un ángulo de valor certero sino un ángulo de valor relativo; debido a que la base del mapa topográfico muestra irregularidad en la superficie y no es apreciable, por lo tanto se sugiere tener en cuenta este error para un mejor análisis, al momento de elaborar el mapa de estabilidad cinemática.

4.4.4.-Elaboración del Mapa de Estabilidad Cinemática

Utilizando los datos de planos de estratificación y diaclasas en cada ladera que se encuentren se determina la estabilidad presente cada sector de estudio que fue dividido por las laderas. Descripción que se muestra mas detallada en el siguiente punto.

El mapa de Inestabilidad Cinemática representa el factor de mayor ponderación en la generación del mapa de susceptibilidad, este nos facilita información de estabilidad presente en las rocas evaluadas clasificando los tipos de fallas en el terreno: falla planar, volcadura, de cuñamiento y circular.

Se debe tener en cuenta que la falla circular presenta cierta particularidad al momento de obtener los datos en el área donde se presenten dichas fallas, se necesitan otros tipos de ensayos para tomar mayor cantidad de información en el área para determinar con certeza la falla circular, en cambio catalogándolo como “deslizamiento rotacional” esta misma presente las mismas características físicas se refiere a un análisis mas cualitativo que cuantitativo, por esta razón no se tomo el análisis de falla circular para la elaboración del mapa de estabilidad cinemática.

Al tener los datos en la orientación de laderas, se verificó la ubicación de cada punto que se encuentre en cada polígono seleccionado según el número de ladera que esta se encuentre. Se tomó data de los mapas de Bellizzia y los de Caicedo y Benaím, para efectuar los análisis en relación de orientación de ladera o talud, con los puntos de estratificación. Se agregan a los datos de los puntos de estratificación de los levantamientos de la primera y tercera salida de campo, junto con los datos de diaclasas, que tienen un mayor peso.

El mapa de estabilidad cinemática se determina como un estudio semi-cuantitativo y no cuantitativo. Tomando los datos de cada uno de los puntos con sus planos de estratificación y diaclasas, y su ladera correspondiente, se agregan los datos

en la red estereográfica y esta determina la información para efectuar el análisis de la estabilidad cinemática que se encuentre en la misma.

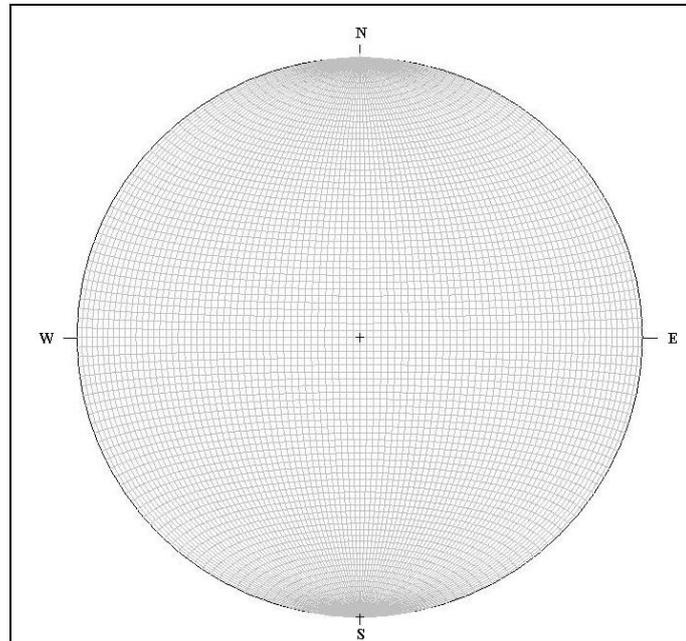


Figura N° 45. Red Estereográfica.

4.4.5.- Elaboración del Mapa de Unidades Geomorfológicas

A los efectos de elaborar el Mapa de Unidades Geomorfológicas en la zona en estudio se utilizó la clasificación de unidades de relieve, es decir un conjunto de formas y accidentes de la superficie de la tierra y antes de abortar la interpretación del mapa, se tiene que destacar una clasificación de las formas de relieve, como se describe en el cuadro de clasificaciones jerárquicas de los rasgos geomorfológicos que se obtuvo en las guías de fotogeología del Profesor Armando Díaz Q.

Cuadro N° 17. Clasificaciones jerárquicas de los rasgos geomorfológicos

Clasificaciones jerárquicas de los rasgos geomorfológicos terrestres, de acuerdo a su escala (Modificada por Tricart en 1965 y Chorley en 1984)			
Orden	Escala Espacial Aproximada (Km ²)	Unidades características (con ejemplos)	Escala de tiempo aproximada de persistencia (en años)
1	10 ⁷	Continentes, Cuencas Oceánicas	10 ⁸ – 10 ⁹
2	10 ⁶	Provincias Fisiográficas, Cuencas Oceánicas	10 ⁸
3	10 ⁴	Unidades tectónicas de escala media. (cuencas sedimentarias, macizos montañosos)	10 ⁷ – 10 ⁸
4	10 ²	Unidades tectónicas menores (bloques fallados, volcanes, depresiones, sub cuencas sedimentarias, zonas montañas individuales)	10 ⁷
5	10 – 10 ⁶	Unidades erosionales - deposicionales de gran escala (deltas, valles mayores, piedemontes)	10 ⁶
6	10 ⁻¹ – 10	Unidades o formas erosionales - deposicionales de escala media (planicies aluviales. Abanicos aluviales, morrenas, valles menores y cañones)	10 ⁵ – 10 ⁶
7	10 ⁻²	Unidades o formas erosionales - deposicionales de escala media (arrecifes, terrazas, dunas de arena)	10 ⁴ – 10 ⁵
8	10 ⁻⁴	Unidades de procesos geomorfológicos de escalas mayores (laderas de los cerros, márgenes de los drenajes)	10 ³
9	10 ⁻⁶	Unidades de procesos geomorfológicos de escalas medias (lagunas y rápidos, barras fluviales, dolinas)	10 ²
10	10 ⁻⁸	Unidades de procesos geomorfológicos en macroescala (rizadura eólica y fluviales, estrías glaciares)	1

Para su primera fase de su interpretación se realizó la división de unidades geomorfológicas que se son dos en la zona de estudio, el primero como unidad de piedemonte (relieve alto) y el segundo de unidad de valle amplio (relieve bajo), y estas se mencionan junto a sus subunidades en el Cuadro N° 19, que presentan sus formas topográficas pertenecientes a cada unidad que se encuentra en la zona de estudio.

Cuadro N° 18. Clasificación de las unidades de relieve.

Unidad de Piedemonte (relieve alto)	Unidad de Valle Amplio (relieve bajo)
Zona Montañosa	Llanura Aluvial
Línea de Cresta Primaria y Secundaria	Llanura de Explayamiento
Vega	Llanura Costera
Colina	Terraza
Laderas	Valle
Verma Costera	Abanico Aluvial
Relieve de Cuesta	Lomas

Para la zona de estudio de Puerto La Cruz – Guanta, la cual es trabajada en la escala 1:10.000, como fue señalado en al Cuadro N° 19, y cada una de las unidades están representadas bajo las formas topográficas que se encuentran mencionadas en el cuadro, y esta división de las unidades geomorfológicas se basa en los parámetros geomorfológicos (ver Fig. N° 46), que tiene relacionado en el clima, estructuras y litologías presentes en la zona de estudio.

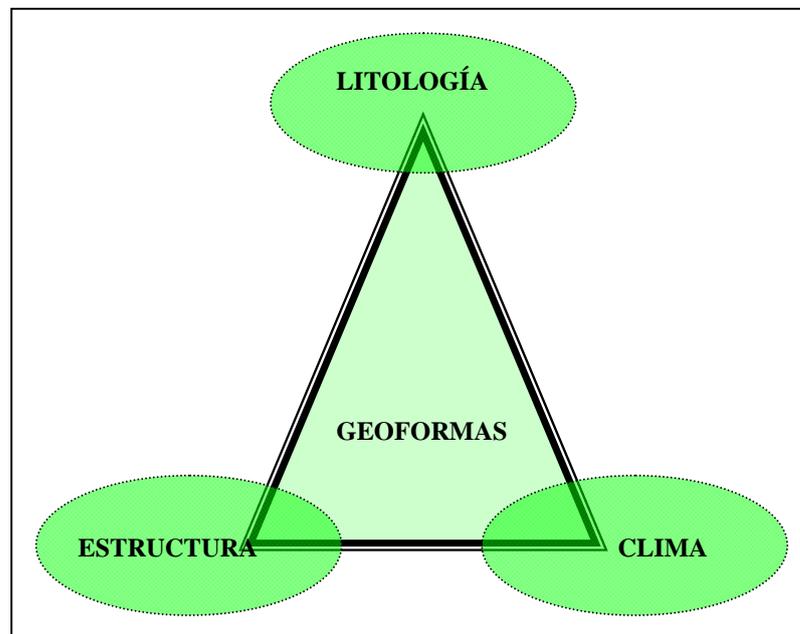


Figura N° 46, Interacción de los parámetros geomorfológicos que dan origen a las geoformas o formas topográficas. (Tomado de Caicedo y Medina, 2005)

En su contenido litológico para ambas unidades se describe en lo siguiente, la unidad de piedemonte esta contenida con las Formaciones San Antonio, Querecual y Vidoño, que consisten en calizas y lutitas negras, calizas arcillosas, intercalaciones de areniscas y limolitas. En cambio para la unidad de valle amplio se encuentra conformado por el Cuaternario que contiene arenas, gravas, arcillas y acumulación de material orgánico, formando capas turbas generalmente lenticulares.

3.3.1.5.-Descripción de las unidades geomorfológicas.

Unidad de piedemonte: se encuentra conformado por topofomas de relieves altos o moderadamente altos, (ver Fig. N° 47) y esta distribuida por zonas montañosas, vegas, laderas, colinas, relieve de cuesta y verma costera; y se describen a continuación:



Figura N° 47. Foto tomada desde el punto PL-1-2, con azimut 293.

- (a) **Zona Montañosa:** abarca el 60% de la zona de estudio rodeando la unidad de valle amplio, predomina mayormente en el lado este y sureste, pequeñas partes en su lado norte y oeste, se representa en el Sector Vulcanero, Cerro Vellorin, Cerro Jabillal, Cerro Provisor, Cerro Monte Cristo y el Cerro El Maguey; predomina en las formas de terreno con una amplia línea de cresta primaria que a su vez representa la línea divisora de aguas, marcando un trayecto irregular que su cota se eleva en dirección hacia el sur, presentando estribos que representan declives en varias direcciones marcando las líneas de crestas secundarias marcándose como líneas de divisorias de agua notoria, y las vegas marcando el trayecto de los drenajes o el canal de flujo que dejan los mismos drenajes.
- (b) **Piedemonte:** es el nombre técnico usado para indicar el punto donde nace una montaña, así como a la llanura formada al pie de un macizo montañoso por los conos de aluviones. Se expresa en metros sobre el nivel del mar (msnm). El pie de monte también puede definir la zona donde comienza la ocupación del suelo y el asentamiento de una población humana.
- (c) **Laderas:** en la zona de piedemonte marcándose por las laderas y su forma geométrica se muestra de diferentes formas, están de forma cóncava, convexa, planar y variando el grado de pendiente, en la cual se encuentran suaves en algunos sectores y en otros pendientes abruptos.
- (d) **Colinas:** son pocas las colinas y se distribuyen en varios sectores de la zona de estudio, se encuentran al sur del campo residencial el Chaure, lado del Cerro Vellorin y otro que se encuentra en las terrazas cuaternarias, son topofor-mas pequeñas que se distribuyen alrededor de la zona.

- (e) **Verma Costera:** esta sub-unidad, se representa en el piedemonte en los relieves donde marca la costa que limita la zona norte del área de estudio con el mar caribe.
- (f) **Relieve de Cuesta:** marca la zona que se encuentra en el lado oeste del área de estudio.

Unidad de Valle Amplio: esta unidad marca el 40% de la zona de estudio, conformado por llanuras de explayamiento, costera, aluvial, terraza, valle, abanico aluvial y lomas, que se describen a continuación:

- (a) **Valle Amplio:** abarca en el centro del área de estudio, el cual se estrecha en dirección al sur hasta acercarse al piedemonte, es decir, constituye parte de la transición del paisaje abrupto hacia el paisaje llano (en dirección sur – norte) marcando una orientación N70E aproximadamente; a su vez este valle amplio esta comprendido en llanura de explayamiento, llanura aluvial y llanura costera. Este valle presenta una superficie pseudohomogénea, marcando los 3 niveles de terraza que son señalados por Alarcón y Caicedo (2010), en la descripción del cuaternario. Estos tres niveles de terraza en el valle amplio marcan la evidencia de un control estructural, teniendo un origen fluvio-torrencial y aluvionales, presentando eventos tectónicos de componente vertical. Estas terrazas que abarcan el valle amplio, clasificado por orden de acuerdo a su edad (más reciente al más antiguo) que son T2, que cubre parte a T1, y el más antiguo es T0.
- (b) **Llanura de Explayamiento:** representa el margen entre el valle amplio y el piedemonte, muestra un relieve pseudohorizontal, generado por la deposición del material que proviene en el área de zona montañosas, este sector del área de estudio corresponde el nivel de terraza T2, que es el mas joven de la sedimentación.

- (c) **Llanura Aluvial:** se representa en el valle amplio entre la llanura de explayamiento y la llanura costera, coincidiendo con el nivel de terraza T1 definido por Alarcón y Caicedo (2010), se determina en denominación a su topografía regular y de muy baja pendiente, aparte de su contenido de sedimento contiene una intercalación de areniscas y lutitas, con presencia de lentes conglomeráticos y queda el margen ante la llanura costera por la ausencia del contenido de fósiles.

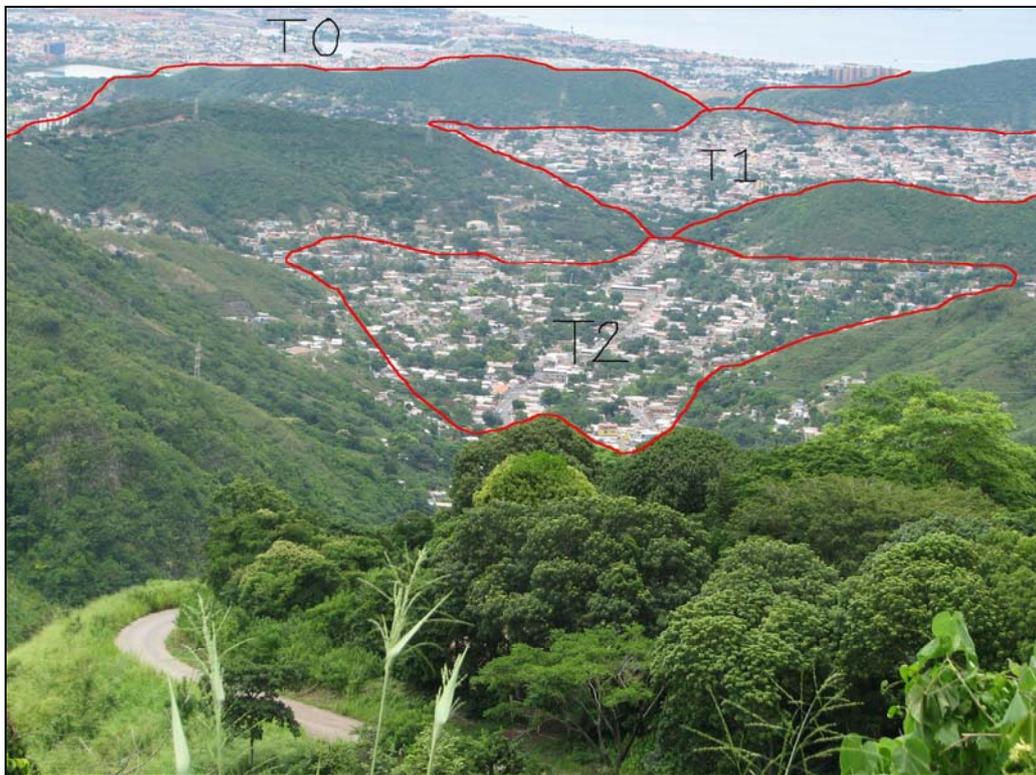


Figura N° 48. Foto tomada desde el punto PL-1-34 con azimut 349.

- (d) **Llanura Costera:** marca el margen exterior del valle amplio, que parte de ella limita con el Mar Caribe, representa una topografía de muy baja altitud y de pendiente muy suave entre 1° - 3° grados, contiene sedimentos de arenas de grano fino, arenas sucias o grano grueso, limos poco frecuentes.
- (e) **Lomas:** representados como las pequeñas elevaciones que se distribuyen alrededor del valle en su lado este.
- (f) **Terrazas:** es una pequeña área en la zona de estudio que se encuentra en la Urbanización Miramar, denominado terrazas, mas por su topografía que por su contenido litológico, marcando una especie de escalones, que para una mejor apreciación, se puede ver como E1, E2 y E3, referenciado en el ejemplo de la Fig. N° 49.



Figura N° 49. Escalones de terrazas que se encuentran en la Urbanización Miramar.

Observando la Fig. N° 50, se muestra que la diferencia de 2 unidades de relieve e indica que la unidad piedemonte abarca un espacio aproximado de 45%, y la unidad de Valle Amplio que representa el mayor porcentaje de la zona de estudio con un total de 55% del área; marcando la diferencia en el modelado de relieve, además de su contenido litológico, y el tipo de erosión o proceso de remoción en masa que se encuentra afectada en el sector.

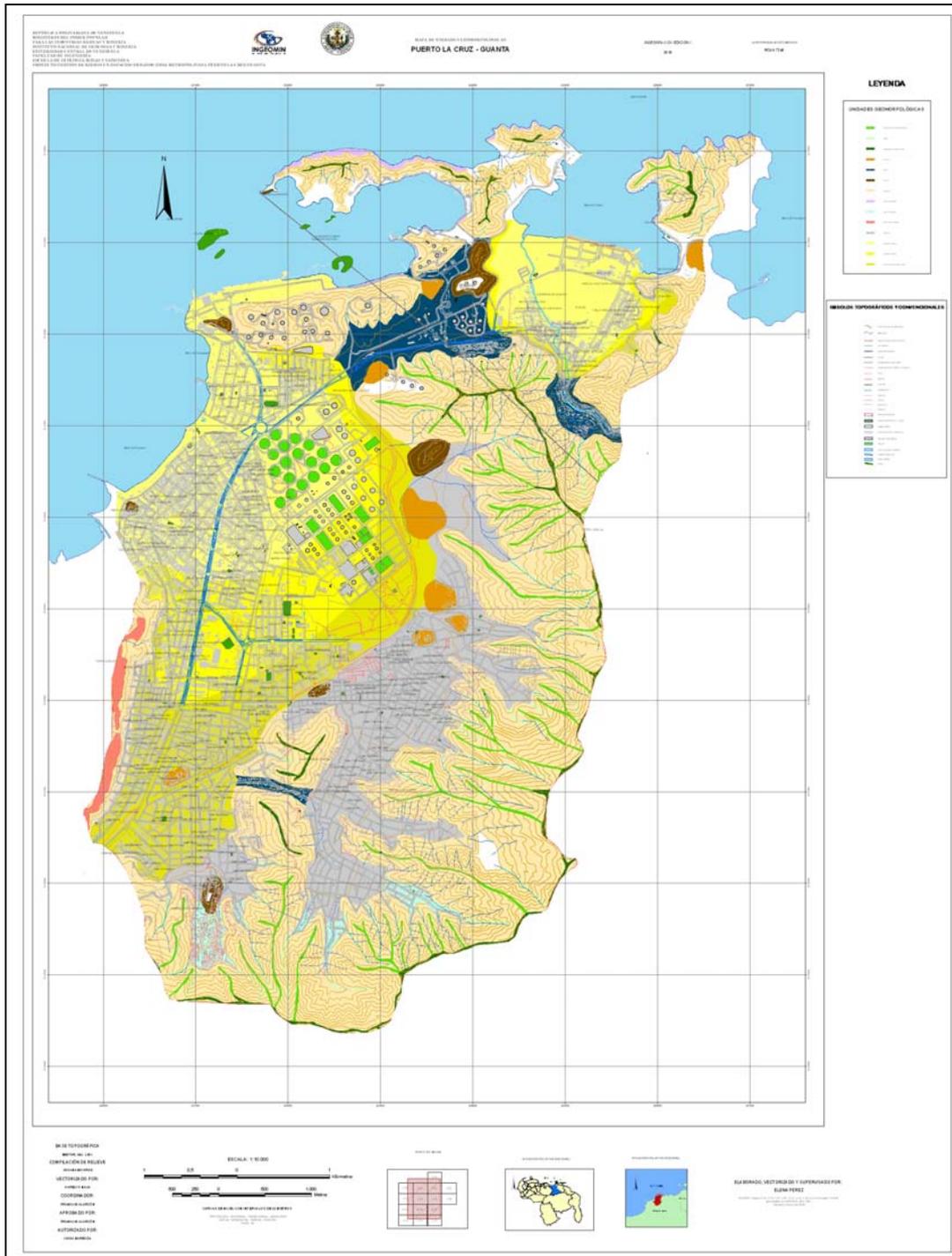


Figura N° 50. Mapa de Unidades Geomorfológicas

4.4.6.-Elaboración del Mapa de Inventario de Procesos

“El nombre de geomorfología se deriva de tres palabras griegas, que son: geo (tierra), morfé (forma) y logia (estudio)”, señalado por Derruau (1966). Como toda ciencia o estudio científico, la geomorfología se propone a describir y explicar los procesos y formas que ocurren y han ocurrido para entonces, en la zona de estudio para llegar a su interpretación, tomando en cuenta los factores condicionantes y desencadenantes que se describen en el Cuadro N° 20

Por los factores señalados en el Cuadro N° 20, indica la relación que se caracteriza con la forma de terreno, y describe la influencia o efecto que puede ser posible que se presente en la zona de estudio.

Al interpretar el mapa se logran identificar varios tipos de eventos erosivos y deslizamientos en la zona, los cuales permitieron cartografiar el mapa de inventario de procesos, a escala 1:10.000, que se puede apreciar en la Fig. N° 61.

En el estudio morfológico se involucran los estudios del suelo o de la superficie del mismo, tomando en cuenta los movimientos en masa presentes, y los factores determinantes de las inestabilidades identificadas, y se muestran en el Cuadro N° 21.

“La erosión envuelve a un conjunto de procesos que degradan el relieve...” señalado por Derruau (1966), este proceso es generado por el viento, corriente de aguas, efecto de lluvias (impacto de las gotas), hielo, acciones químicas, mecánicas y el simple efectos de gravedad, al punto en degradar, diseminar, o rebajar las formas del relieve que acentúan los desniveles de las superficies las cuales muestran las evidencias de los efectos erosivos a los que fue expuesta en la zona afectada.

Cuadro N° 19. Factores Condicionantes y Desencadenantes. Tomado de Vallejo 2002

	Factores	Influencias y Efectos
Condicionantes	Relieve (pendientes, geometría)	Distribución del peso del terreno
	Litología (Composición, Textura)	Densidad, resistencia, comportamiento hidrogeológico.
	Estructura Geológica y Estado Tensional	Resistencia, deformabilidad, comportamiento discontinuo y anisótropo. Zonas de debilidad.
	Propiedades Geomecánicas de los minerales	Comportamiento hidrogeológico. Generación de presiones intersticiales.
	Deforestación	Modificaciones en balance hídrico. Erosión
	Meteorización	Cambios Físicos y químicos, erosión externa e interna, generación de zonas de debilidad.
Desencadenantes	Precipitaciones y aportes de agua	Variación de las presiones intersticiales y del peso del terreno. Saturación de suelos. Erosión.
	Cambio de las condiciones hidrogeológicas	
	Aplicación de Cargas Estáticas o Dinámicas	Cambio en la distribución del peso de los materiales y en el estado tensional de la ladera. Incremento de presiones intersticiales.
	Cambios morfológicos y de geometría en las laderas.	Variación de las fuerzas debidas al peso. Cambio en el estado tensional.
	Erosión y Socavación del Pie.	Cambios Geométricos en la Ladera. Cambios en la Distribución del Peso de los materiales y en el estado tensional de la ladera.
	Acciones climáticas (Procesos de deshielos, heladas, sequías)	Cambio en el contenido de agua de terreno. Generación de grietas y planos de debilidad. Disminución de las propiedades resistentes.

Alrededor del 40% de la zona montañosa esta comprendida por erosión concentrada, cárcavas y coronas que marcan deslizamientos y deslizamientos de rocas, mostrando un gran efecto erosivo, en la cual se evidencia gran inestabilidad en el área afectada.

Cuadro N° 20. Tipos de erosión presentes en la zona de estudio.

Erosión Laminar	Erosión Moderada (Surcos y Soliflucción)
Erosión Concentrada (Cárcavas)	Reptación
Conos de Deyección	Glacis de Acumulación
Flujos de Detritos	Deslizamiento de Rocas
Deslizamiento Activo	Deslizamiento Inactivo
Deslizamiento Rotacional	Abanico Aluvial

El restante del 60% de la zona montañosa cubre la erosión moderada y laminar, en la cual se presentan de menor intensidad, pero ahí que tomar en cuenta que están presentes marcas de coronas con muestras de deslizamientos ya sean activos e inactivos, surcos, cárcavas, reptación, glacis, y demás efectos erosivos, la cual también son factores de gran peso que generen inestabilidad en el área afectado.

Procesos de reptación se observo en el lado Este de la zona, donde se encuentra la fila que abarca los Barrios desde Barrio Sierra Maestra hasta Barrio Unión, como se observa en la Fig. N° 51.

Los flujos de detritos cubren gran parte de la zona de estudio de manera distribuida mostrando así, inestabilidad en el terreno al momento de que el nivel freático suba, que se presente deforestación de la vegetación o algún otro factor que genere la inestabilidad del mismo, en la Fig. N° 52, se muestra la evidencia del deslizamiento de los flujos de detritos a pesar de que se encuentre totalmente cubierta de la vegetación. En la otra Fig. N° 53, donde se aprecia la acumulación de sedimentos por efectos del flujo de detritos en la zona.



Figura N° 51, Punto PL-1- 41, con azimut 198.



Figura N° 52. Punto PL-3-25 Flujos de detritos



Figura N° 53. Punto PL-1-20. Acumulación de sedimentos a causa de los flujos de detritos.



Figura N° 54. Punto PL-1-33. Se observan claramente las marcas de las cárcavas y a su alrededor surcos, mostrando así la fuerte erosión afectando la estabilidad del terreno.

Las cárcavas de igual manera se encuentran distribuidas en la zona de estudios, en la Fig. N° 54, se tiene un ejemplo bien claro de las cárcavas que se observan en Campo Residencial El Chaure.

Uno de los procesos que se muestran con mayor detalle y variedad son las coronas que muestran las cicatrices, que son las marcas que dejan reflejados los tipos de deslizamientos que se presentan en la zona ya se encuentren activos e inactivos. En la Fig. N° 55, se muestra un deslizamiento rotacional activo, y marca en su topografía la corona de cicatriz que evidencia el lineamiento de origen en la misma; por otro lado la Fig. N° 56, se muestran coronas marcando deslizamientos inactivos evidenciados por los rasgos topográficos.



Figura N° 55. Foto tomada desde el punto PL-1-48 con azimut 217.

Los deslizamientos que afectan el área urbana, se evidencia en el sector Guatatará en este sector las paredes y aceras están totalmente agrietadas y desniveladas, por la fuerza de empuje del mismo terreno, esta observación se aprecia en las Fig. N° 57 y Fig. N° 58, en el sector el Junquito donde se encuentran los procesos de deslizamiento rotacional y flujos de detritos.



Figura N° 56. Foto tomada desde el PL-1-2 con azimut 135.



Figura N° 57. PL-1-19 azimut 239. Desnivelación de pared.



Figura N° 58. Punto PL-1-22, azimut 212

En la Fig. N° 59, se tomo en el Sector Sierra Maestra, se muestra la acumulación de sedimentos en la zona que fue interpretada como glacis de acumulación, y su frente, representa el relieve de cuesta que marca la fila en el área de estudio.



Figura N° 59, Punto PL-1-46, con azimut 113. Glacis de acumulación

Para este análisis, se utilizaron los mapas topográfico y de pendiente a escala 1:10.000, las fotografías aéreas de la misión 0401191 a escala 1:25.000 con las fotos: 007, 008, 009, 034, 035, 036, 037, 038, 039, 041, 042, 043, 044, 045, 046, 047, 048, 049, 053, 054, 055, 056, 057, 058, 059, 070, 071, 072, 073, 074, y 075; que se muestra en la Fig. N° 60, marcando el croquis, donde cada fotografía muestra el sector en que solapa en la zona de estudio.

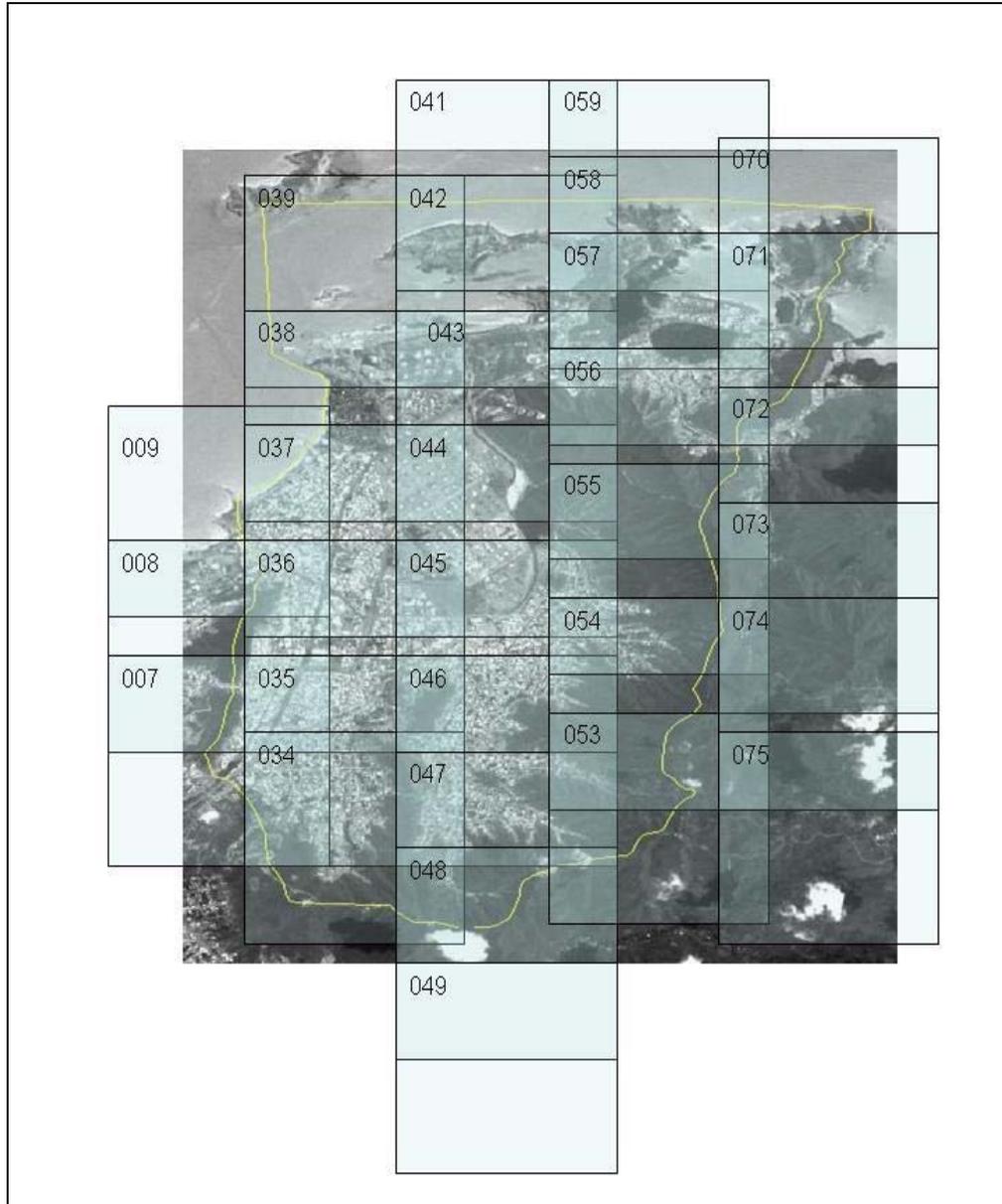


Figura N° 60. Área de cubrimiento de las fotografías aéreas de la misión 0401191.

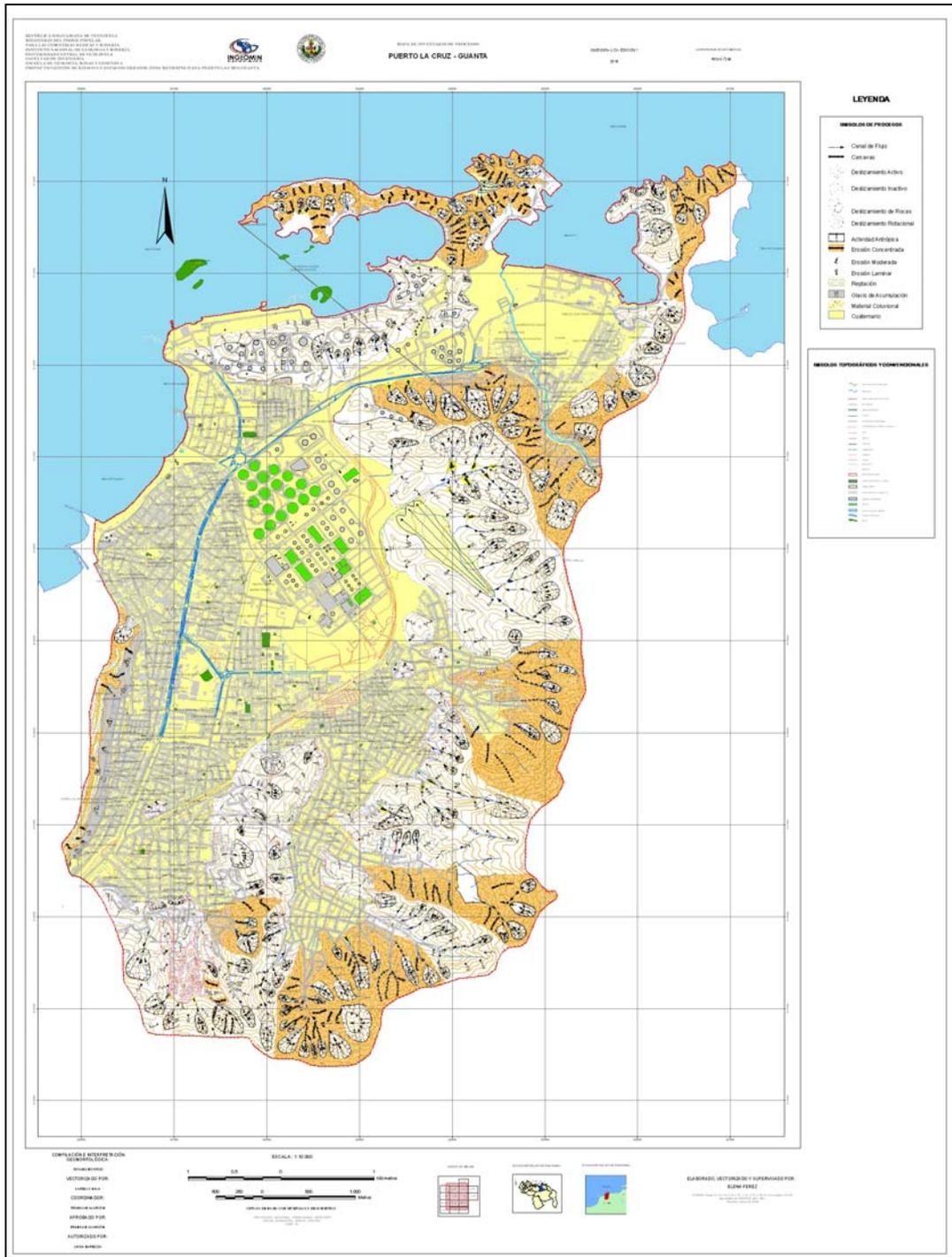


Figura N° 61. Mapa de Inventario de Procesos.

4.4.7.- Elaboración del Mapa de Litología Superficial

En el análisis para la elaboración del Mapa de Litología Superficial se tomaron en cuenta los datos generados por el levantamiento de campo, en donde se muestran las características superficiales de la roca y la influencia de estos en la estabilidad de la roca.

Existen parámetros geotécnicos en la cual se toman en cuenta para los cortes de rocas, y al origen del Cuadro N° 21, se utilizó de base para llegar a la clasificación del perfil geotécnico que se tiene idealizado para el mismo perfil de roca que se aprecia en el Cuadro N° 22.

Cuadro N° 21. Descripción de parámetros geotécnicos para clasificación de cortes en suelo y roca.

ESTADO FISICO DE LA ROCA	
SIMBOLO	Descripción
R	Roca
D	Descompuesta
M	Meteorizada
F	Fresca
b	blanda
d	dura
f	fracturada
s	sana
RD	Roca Descompuesta
RM	Roca Meteorizada
RF	Roca Fresca

Chaparro (2009) cita a Alarcón (2008), un perfil geotécnico en la cual selecciona las propiedades físicas para suelo y roca, determinando cada una de ellas para un mejor análisis en el suelo en litología superficial. En el Cuadro N° 22, se muestra un esquema hipotético para un perfil de suelo y roca, indistintamente de la génesis de los mismos, para una mejor clasificación de los suelos y rocas.

Cuadro N° 22. Perfil Geotécnico. Construido en base a Alarcón (2008) en Chaparro (2009).

PERFIL GEOTÉCNICO IDEALIZADO PARA UN PERFIL DE SUELO Y ROCA		
REGOLITO	SUELO	Transportado (aluvión-coluvión-eluvión) ó Residual (saprolito)
	RD	Roca Descompuesta
	RMbf	Roca Meteorizada blanda fracturada
	RMbs	Roca Meteorizada blanda sana
	RMdf	Roca Meteorizada dura fracturada
	RMds	Roca Meteorizada dura sana
NIVEL DE ROCA FRESCA	RFbf	Roca Fresca blanda fracturada
	RFbs	Roca Fresca blanda sana
	RFdF	Roca Fresca dura fracturada
	RFds	Roca Fresca dura sana

Los datos obtenidos en la primera y tercera salida de campo se realizan una observación y análisis de las propiedades físicas establecidas tanto en el terreno como en el laboratorio, y tomando en cuenta la referencia de los Cuadros N° 21 y N° 22, se permite identificar con mayor facilidad los siguientes tipos de rocas presentes en la zona en estudio y se clasifica de la siguiente manera:

- (a) Roca Meteorizada Blanda Fracturada
- (b) Roca Meteorizada Blanda Muy Fracturada
- (c) Coluvión
- (d) Roca Meteorizada Dura Fracturada
- (e) Roca Meteorizada Dura Muy Fracturada
- (f) Aluvión

Para lograr limitar las clasificaciones en la zona de estudio se toma en cuenta los puntos de levantamiento de las salidas efectuadas mas un recorrido total por toda la zona a medida que se efectuaban los mismos levantamientos, en la Figura N° 62, se muestra un recorrido efectuado en el área de estudio señalado en línea negra, que fue grabado con el dispositivo GPS para una mejor precisión.

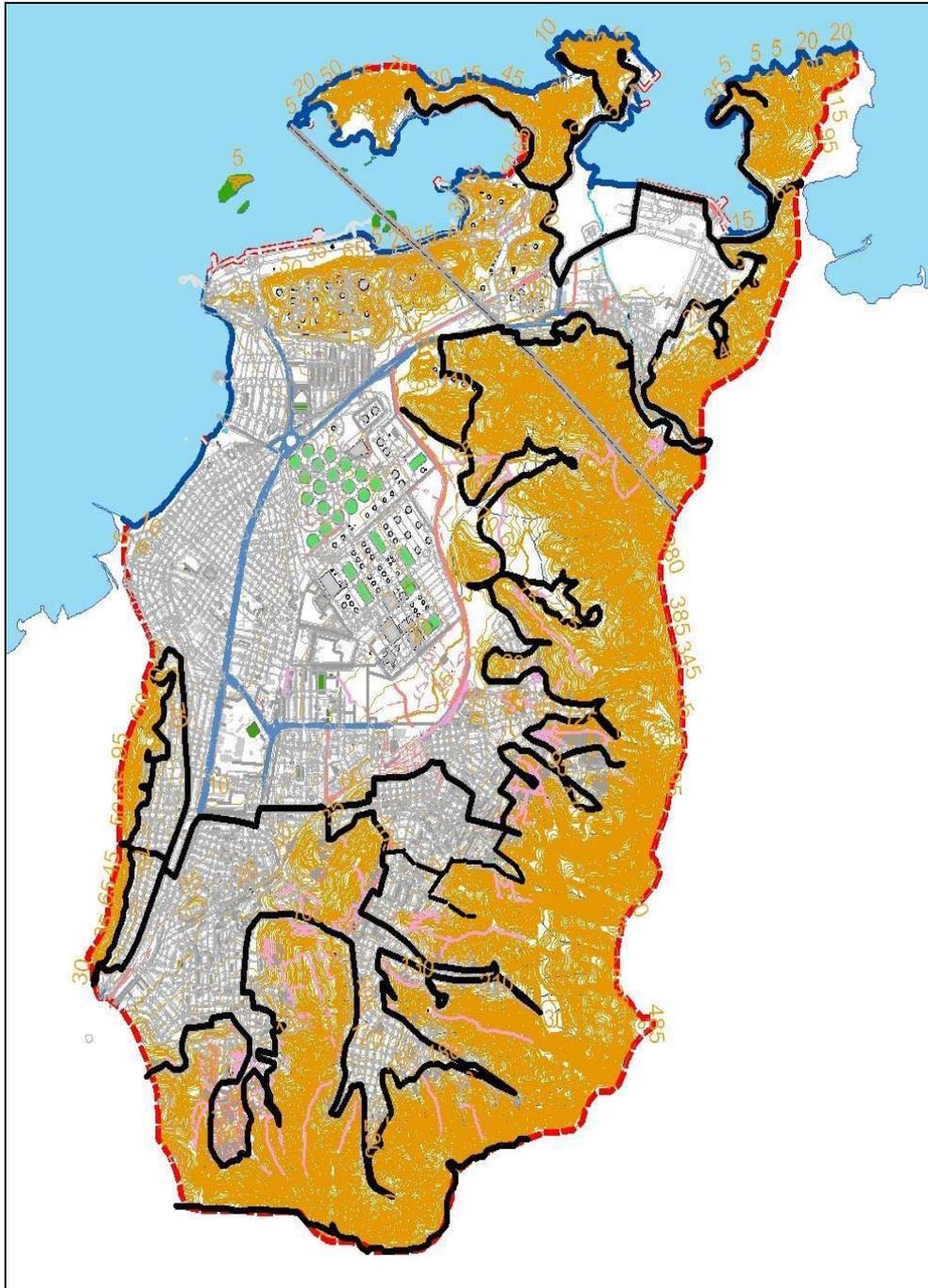


Figura N° 62. Recorrido del área de estudio en la primera y tercera salida que se encuentra marcado en línea negra (sin escala).

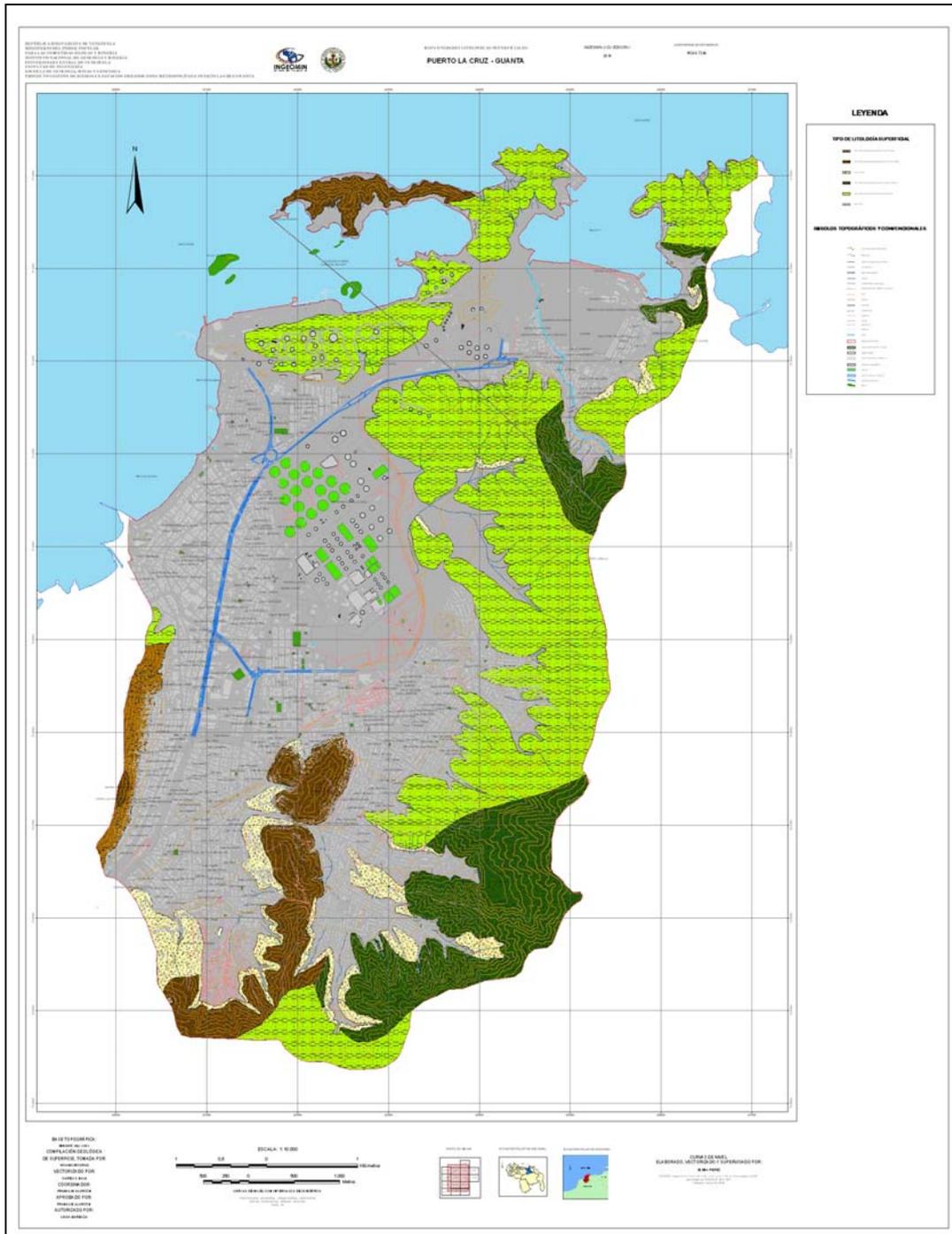


Figura N° 63. Mapa de Unidades Litológicas Superficiales.

4.4.8.-Elaboración del Mapa de Susceptibilidad

Antes de iniciar a cabo un estudio de susceptibilidad en el área a evaluar, se debe tener en cuenta que no existe un trabajo metodológico único o estándar para su elaboración, existen muchas teorías y metodologías diferentes en la elaboración del mapa de susceptibilidad y queda de acuerdo del punto de vista del geológico determinar los criterios de mapas temáticos para la elaboración del mismo, o en su defecto determinar los Factores Condicionantes (a grandes rasgos) influyente en la estabilidad de las rocas y suelos.

En Suárez (2006) se indica que los niveles de susceptibilidad varían de acuerdo a cada criterio presente dependiendo de los autores que estén trabajando en el, así mismo menciona que al elaborar el mapa de susceptibilidad se determinan los mapas temáticos relacionados con los movimientos en masa identificados en el área de estudio.

Las técnicas se basan en un Sistema de Evaluación Semicuantitativo (SES) descrito por González, Millán, Soler y Vesga (2000), estos mencionan que cada factor (parámetros condicionantes) se fijan intervalos de variabilidad de acuerdo con su influencia (en mayor o menor grado) en la estabilidad de asociados según su naturaleza. La combinación de los diferentes factores otorga condiciones particulares de estabilidad, a las cuales se le asigna una calificación de susceptibilidad.

La determinación de las capas temáticas serán sumadas de acuerdo a una matriz de ponderación a cada factor seleccionado para la cartografía en este estudio fue la siguiente, los mapas o capas temáticas utilizadas (no ponderado en la matriz en un mapa de susceptibilidad) a saber: el mapa topográfico, el mapa de vegetación, el mapa de pendiente, el mapa geológico, el mapa de litología superficial y el mapa de estabilidad cinemática, todos a escala 1:10.000, el mapa de inventario de procesos ha sido utilizado para realizar una comparación con el mapa de susceptibilidad definiti-

va, si la semejanza entre ambos es apreciable en cuanto a los niveles de susceptibilidad con respecto a los grados de procesos de erosión, la metodología será aceptable.

Los mapas temáticos que se digitalizaron en la herramienta ArcGIS 9.3 (Software de Sistemas de Información Geográfica; SIG) y de esta manera se efectúa el proceso de datos bajo la siguiente ecuación 1:

$$SMM = \frac{\sum S_{GE} (PVGE) + \sum S_P (PVP) + \sum S_{LS} (PVLS) + \sum S_{EC} (PVEC) + \sum S_V (PVV)}{\sum N_P}$$

Donde:

- (a) SMM= Susceptibilidad ante los Movimientos en Masa
- (b) $\sum S_{GE}$ = Sumatoria de Susceptibilidad de la Variable Geología - Estructural
- (c) $\sum S_P$ = Sumatoria de Susceptibilidad de la Variable Pendiente
- (d) $\sum S_{LS}$ = Sumatoria de Susceptibilidad de la Variable Litología Superficial
- (e) $\sum S_{EC}$ = Sumatoria de Susceptibilidad de la Variable Estabilidad Cinemática
- (f) $\sum S_V$ = Sumatoria de Susceptibilidad de la Variable Vegetación
- (g) PVGE= Peso de la Variable Geología – Estructural
- (h) PVP= Peso de la Variable Pendiente
- (i) PVLS= Peso de la Variable Litología Superficial
- (j) PVEC= Peso de la Variable Estabilidad Cinemática
- (k) PVV= Peso de la Variable Vegetación
- (l) $\sum N_P$ = Sumatoria de Numero de Parámetros

Para finalmente generar el mapa de susceptibilidad ante los movimientos en masa, a continuación se muestra el marco trabajado para obtener los valores de peso y porcentaje en cada uno de los mapas temáticos y aplicar los valores en dicha fórmula.

4.4.9.-Determinación de los Valores de Ponderación en cada uno de los Mapas Temáticos que definen el Mapa de Susceptibilidad

Calculando el valor, se establece en cada rango un porcentaje de ponderación para cada mapa temático trabajado, el cual, tomando la metodología de Saaty 1980, que es el método de jerarquías analíticas, define estos rangos en una matriz simétrica, la cual los vectores conformados pertenecen a las variables que determinan un número de atributos a ponderar.

El resultado de esta matriz nos otorga el porcentaje de ponderación de cada uno de los mapas temáticos, determinando la importancia para elaborar el mapa de susceptibilidad ante los procesos de movimientos en masa. Posteriormente se llega al eigenvector (valor en vector perteneciente a la matriz del cálculo) principal, y esta representa el resultado una matriz definiendo el número de atributos de variables a ponderar.

Seleccionada las variables, se establece una medida cuantitativa en consistencia de los juicios de valor entre pares de factores (Saaty, 1980; Barredo, 1996; Saaty, 1997), mostrando la matriz de comparación entre pares de clases, en importancia de cada una de ellas en el valor de a_{ij} , luego generando el eigenvector principal (EP), que representa el orden de prioridad de los factores y establece los pesos como w_{ij} .

El valor del EP se normaliza para obtener el vector de prioridades (EPN), el procedimiento de dicha aplicación que señala Barredo, consiste en obtener los valores de matriz de comparación normalizados por columnas en la siguiente manera, $Na_{11}=a_{11}/\sum a_{1j}$, así el valor normalizado para cada celda se obtiene a partir del cociente entre cada valor (a_{ij}) y la sumatoria de cada columna.

En cuanto el criterio de Voogd (1983) determina la suma de los valores normalizados por cada fila obteniendo el eigenvector principal y luego se normaliza dividiendo cada uno de los valores de dicho vector entre sus números de factores (n), obteniendo como resultado el eigenvector principal normalizado (EPN) que representa los pesos (w_j) de cada factor.

Cuadro N° 23. Método de jerarquías analíticas para asignación de valor o peso.

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES					EIGENVECTOR PRINCIPAL
FACTORES	A	B	C	D	
A	a_{AA}	a_{AB}	a_{AC}	a_{AD}	e_A
B	a_{BA}	a_{BB}	a_{BC}	a_{BD}	e_B
C	a_{CA}	a_{CB}	a_{CC}	a_{CD}	e_C
D	a_{DA}	a_{DB}	a_{DC}	a_{DD}	e_D

Cuadro N° 24. Rango de asignación de valor en cada factor (a_{ij})

1	2	3	4	5
MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA

Saaty, establece un valor de rango de 1/9 hasta 9, pero así como Saaty de igual forma otros autores especifican que no existe un manual que rige con detalle y propiedad un esquema específico para la elaboración del mapa de susceptibilidad, en el cual manejando un criterio propio se establece el valor desde 1 hasta 5.

Esta escala de medida que define los valores del 1 al 5 (1, 2, 3, 4 y 5), orientando en que el 1 corresponde al valor de menor grado de ponderación, es el que genera menor daño o representa menor peso para la caracterización jerárquica en sus va-

lores, es decir que representa como el menos importante en su valor, y el 5 representa el de mayor importancia en su valor.

Luego de obtener y normalizar el vector en valor de sus pesos, es importante obtener una medida cuantitativa en relación a la consistencia en la asignación de los juicios de valor. De esta manera determina un proceso para el cálculo de la consistencia, conocido como *razón de consistencia (c.r.)*, el cual seleccionando el cociente entre el valor del índice de consistencia (c.i.) y su índice aleatorio (r.i.) establece dicho cálculo, que se muestra:

$$C.R. = C.I./R.I$$

$$C.I. = \frac{\text{Eigenvalor}_{\text{Máximo}} - n}{(n - 1)}$$

Donde:

R.I.= Valor asignado según el orden de la matriz

n= numero de factores evaluados

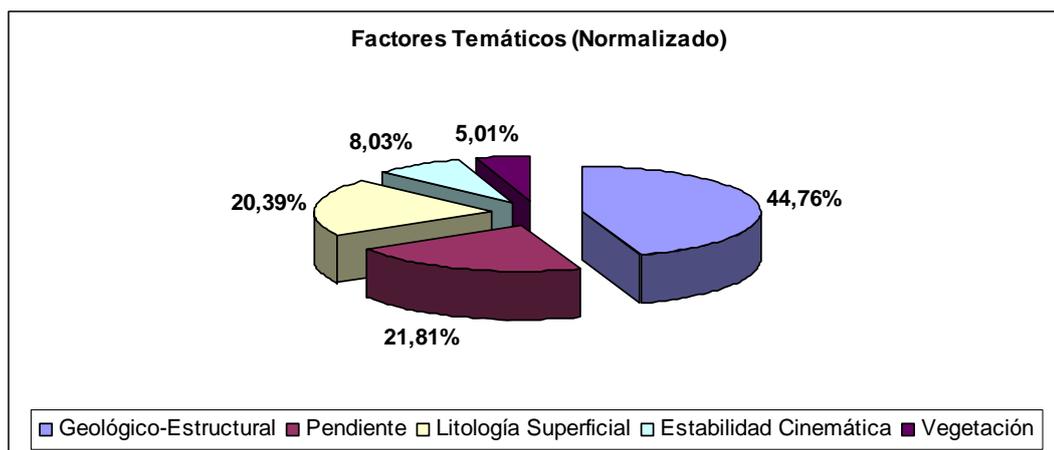
Cuadro N° 25. Matriz de jerarquías analíticas con los factores de ponderación involucrados en la susceptibilidad ante movimientos en masa, en la zona que abarca Puerto La Cruz y parte de la ciudad de Guanta.

Mapas Temáticos	Geológico-Estructural	Pendiente	Litología Superficial	Estabilidad Cinemática	Vegetación
Geológico-Estructural	1	3	4	5	5
Pendiente	1/3	1	1	5	5
Litología Superficial	1/4	1	1	4	4
Estabilidad Cinemática	1/5	1/5	1/4	1	3
Vegetación	1/5	1/5	1/4	1/3	1

Cuadro N° 26. Determinación del valor de las unidades (correspondientes a cada factor temático) en función de la susceptibilidad ante movimientos en masa, en la zona que abarca Puerto La Cruz y parte de la ciudad de Guanta.

Mapas Temáticos (Normalizado)	Geológico-Estructural	Pendiente	Litología Superficial	Estabilidad Cinemática	Vegetación	EP	EPN (Peso)	%
Geológico-Estructural	0,504	0,556	0,615	0,326	0,278	2,279	0,4476	44,76%
Pendiente	0,168	0,185	0,154	0,326	0,278	1,111	0,2181	21,81%
Litología Superficial	0,126	0,185	0,154	0,261	0,222	1,038	0,2039	20,39%
Estabilidad Cinemática	0,101	0,037	0,039	0,065	0,167	0,409	0,0803	8,03%
Vegetación	0,101	0,037	0,039	0,022	0,056	0,255	0,0501	5,01%

Gráfico N° 7. Ponderaciones en porcentaje, asignada a cada uno de los mapas temáticos.



Determinación del peso de unidades que representa cada una de los mapas temáticos, en función ante el mapa de susceptibilidad.

La asignación de peso de cada factor a cada mapa, que corresponde el factor de ponderación se evaluó en función a las propiedades observadas y evaluadas en campo, tomando una escala de ponderación del 0,0 al 2,0; en donde el valor 2,0 se le asigna a la unidad con mayor capacidad en generar movimientos en masa y el 0,0 la unidad de menor capacidad para generar estos movimientos, métodos que son utilizados en función de los reportes presentados por varios autores como: Suarez, (2009); INGEOMIN (2008); Nuñez y Villacorta, (2006); INGEOMINAS (2002); y González y Lima (2001).

Cuadro N° 27. Valor en peso asignado a cada unidad en cada mapa temático, junto a la comparación de escala de medidas asignados en juicios de valor, en la posibilidad de generar movimientos en masa.

Mapas	Descripción	Clasificación	Valor en Peso
Geológico - Estructural	Cuaternario sin diferenciar	1	1,2
	Cuaternario Terraza	2	1,4
	Fm San Antonio	3	1,6
	Fm Vidoño	4	1,8
	Fm Querecual	5	2,0
Pendiente	< 10°	1	0,8
	10° - 20°	2	1,0
	20° - 35°	3	1,2
	35° - 50°	4	1,5
	> 50°	5	2,0
Litología Superficial	Coluvión y aluvión	1	1,2
	Roca Meteorizada Dura Fracturada	2	1,4
	Roca Meteorizada Dura Muy Fracturada	3	1,6
	Roca Meteorizada Blanda Fracturada	4	1,8
	Roca Meteorizada Blanda Muy Fracturada	5	2,0
Estabilidad Cinemática	Cinemáticamente Estable	3	1,0
	Cinemáticamente Inestable	5	2,0
Vegetación	V1	1	1,0
	V5	2	1,2
	V2 (No se observa)	3	1,5
	V4	4	1,8
	V3	5	2,0

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1.-Resultados

En este capítulo se basa en concluir y complementar los objetivos planteados en el Trabajo Especial de Grado; por medio de la compilación y disensión de los datos y términos que han sido tratados en el desarrollo de esta investigación se muestra el resultado de los productos para llegar a la discusión de los mismos y presentar una posible solución a la problemática en términos de parámetros que vive la población, no solo la del sector que cubre el área de estudio; es importante efectuar que la metodología aplicada de acuerdo al estudio y la aplicabilidad de mas factores en una región determinada, podría ser modificada y utilizada al resto del país u otros países, de igual forma también es aplicable a los espacios que no se encuentran poblados y observar los movimientos en masa en el sector.

5.1.1.-Datos de los Levantamientos de Campo obtenidos en cada Punto de Estación.

En esta sección se muestran los datos de las tres salidas de campo tomadas en consideración en la elaboración del mapa de susceptibilidad y la discusión de temas referidos al procesamiento del resultado.

A continuación presentan un conjunto de cuadro, en donde se describen los puntos de estratificación, las familias de diaclasas comprendidas en cada punto, clasificación superficial de la vegetación, análisis de procesos geomorfológicos y erosivos presentes en el punto de levantamiento trabajado.

La primera salida de campo se muestran desde el Cuadro N° 28 hasta el cuadro N° 69 y los datos de la tercera salida de campo se reflejan desde el cuadro N° 70 hasta el cuadro N° 128.

Cuadro N° 28. Punto de Levantamiento PL-1-1

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1124707 S321041		Sector: Cerro Viduño			
PL-1-1	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables	1	2	3	4		
Rumbo y Buzamiento	N20E20N	N30E80S	N76W66S	N88W66S		
Frecuencia	> 10:1	8:1	4:1			
Separación RMR (89)	NO SE OBSERVA	2 mm	2 mm	2 mm		
Persistencia RMR (89)	NO SE OBSERVA	4 m	4 m	2 a 3 m		
Abertura RMR (89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Rugosidad RMR (89)	LISA	RUGOSA	LISA			
Relleno RMR (89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R2	
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: E-W50S					
Altura:	7 m	Longitud: 20 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Realizando el análisis en la red, se determina Cinemáticamente estable en relación para Falla Planar, Volcadura y de Cufiamiento. En el Cufiamiento se observan las intersecciones: 11, 12, 13, 14, 15 e 16. Que corresponden los puntos de intersección que se genera el plano de estratificación, con sus planos de Diaclasas.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presenta un clima SEMIARIDO</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Presencia de coronas, marcando el deslizamiento de rocas en la zona y erosión concentrada.</p>						

Cuadro N° 29. Punto de Levantamiento PL-1-2

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1124448 S322141		Sector: SUR DE CERRO PROVVISOR			
PL-1-2	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables	1	2	3	4		
Rumbo y Buzamiento	N10W25S	N70W66S	N62E66N		N62E66N	
Frecuencia		3:1	2:1			
Separación RMR (89)	NO SE OBSERVA	45 cm	30 cm			
Persistencia RMR (89)	NO SE OBSERVA	TODO EL TALUD	TODO EL TALUD			
Abertura RMR (89)	NO SE OBSERVA	ABERTA	SEMI-ABERTA	NO SE OBSERVA		
Rugosidad RMR (89)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Relleno RMR (89)	ARENOSO	ARENOSA	ARENOSA	ARENOSA CON ESTRATO DE LIMO		
Meteorización en los bordes RMR (89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R2	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N20W43N					
Altura:	10 m	Longitud: 8 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentre Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla planar y de Cufiamiento, pero se encuentra Cinemáticamente inestable para la Falla de Volcadura del Talud con el plano de Estratificación.</p> <p>Análisis en Vegetación: Arborea, clasificación V3, de áreas de vegetación escasa, su biotzona es de tipo semi-húmedo</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan coronas en la cual marcan el deslizamiento de rocas en la zona, presencia de erosión concentrada.</p>						

Cuadro N° 30. Punto de Levantamiento PL-1-3

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1124635 S321887		Sector: SUR DE CERRO PROVVISOR			
PL-1-3	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables		1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N55W38S	N65W68N	N21E84N			N30E75N
Frecuencia		3:1	4:1			
Separación FMR (R9)	NO SE OBSERVA	23 cm	12 cm			
Persistencia FMR (R9)		TODO EL TALUD	TODO EL TALUD			
Abertura FMR (R9)	NO SE OBSERVA	SEMI-ABERTO	SEMI-ABERTO			NO SE OBSERVA
Porosidad FMR (R9)		RUGOSA	RUGOSA			NO SE OBSERVA
Rebello FMR (R9)	NO SE OBSERVA	ARENOSA	ARENOSA			NO SE OBSERVA
Meteorización en los bordes FMR (R9)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO			LEGERAMENTE METEORIZADO
Humedad FMR (R9)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R2
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE			DESFAVORABLE
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N4W00S					
Altura: 6 m	Longitud: 30 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla planar, de Cufiamiento y Volcadura.</p> <p>Análisis en Vegetación: Arborea, del tipo V1, áreas desprovistas de Vegetación</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan coronas que marcan el proceso de Deslizamiento Rotacional, y evidencia de Erosión Laminar</p>						

Cuadro N° 32. Punto de Levantamiento PL-1-8

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125110 S320950		Sector: Las Terrazas de Pozuelos			
PL-1-8	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables		1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N5W38S	N11E78N	N84E71N	N75W57N		
Frecuencia		6:1	> 10:1	> 10:1		
Separación FMR (R9)	NO SE OBSERVA	15 cm	3 cm	5 cm		
Persistencia FMR (R9)		3 m	3 m	3 m		
Abertura FMR (R9)	2 m	0.01 cm	2 m	1-3 m		
Porosidad FMR (R9)		LISA	LISA	LISA		
Rebello FMR (R9)	CALCITA	ARCILLOSA	ARCILLOSA	ARCILLOSA		
Meteorización en los bordes FMR (R9)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad FMR (R9)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R3
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N60W23N					
Altura: 30 m	Longitud: 42 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla planar, Volcadura y Cufiamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica en V3, como Área de Vegetación Escasa</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa corona generando la topografía de un deslizamiento activo, rastros de coluvión en la zona, causante del cono de deyección que se presenta y a su vez se visualiza en la fotografía aérea.</p>						

Cuadro N° 31. Punto de Levantamiento PL-1-4

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1124720 S321499		Sector: Cerro Vidono			
PL-1-4	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables		1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N70W34N	N75W65N	N40E84S			
Frecuencia		4:1	4:1			
Separación FMR (R9)	NO SE OBSERVA	25 cm	25 cm			
Persistencia FMR (R9)		35 cm	10 cm			
Abertura FMR (R9)	NO SE OBSERVA	< 0.1 cm	< 0.1 cm			
Porosidad FMR (R9)		RUGOSA	RUGOSA			
Rebello FMR (R9)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Meteorización en los bordes FMR (R9)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO			
Humedad FMR (R9)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R3
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE			
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N30W40N					
Altura: 7 m	Longitud: 30 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla planar y Volcadura, pero se encuentra Cinemáticamente Inestable para Cufiamiento, es el punto de intersección II o II' están delante del Talud.</p> <p>Análisis en Vegetación: del tipo Arborea</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan coronas que marcan el proceso de Deslizamiento Rotacional, y evidencia de Erosión Laminar</p>						

Cuadro N° 33. Punto de Levantamiento PL-1-9

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125385 S321313		Sector: Terrazas de Pozuelos			
PL-1-9	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables		1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N25W17N	N15W65N	N32E80S	N60W63S	E-W35S	
Frecuencia		1:1	3:1	3:1	1:1	
Separación FMR (R9)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	10 cm	40 cm	NO SE OBSERVA	
Persistencia FMR (R9)		NO SE OBSERVA	1 m	TODO EL TALUD	40 cm	
Abertura FMR (R9)	NO SE OBSERVA	1.5 m	< 1 mm	2 cm	1 m	
Porosidad FMR (R9)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA	
Rebello FMR (R9)	NO SE OBSERVA	ARENA	ARENA	ORGANICA	NO SE OBSERVA	
Meteorización en los bordes FMR (R9)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	
Humedad FMR (R9)	HUMEDO	Resistencia ISMR (78)				R2
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N30W20N					
Altura: 6 m	Longitud: 10 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Volcadura. Pero se encuentra Cinemáticamente Inestable para la Falla Planar y de Cufiamiento, es el punto de intersección II, II' e II'' que está delante del Talud.</p> <p>Análisis en Vegetación: del Tipo V4, Áreas de Vegetación Moderada</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa el proceso de Deslizamiento de Rocas, en el área se muestra proceso de erosión moderada por la presencia de surcos.</p>						

Cuadro N° 34. Punto de Levantamiento PL-1-10

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125388 S321187		Sector: Las Terrazas de Pozuelos			
PL 1-10	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N25E25N	N40W70S	N45E90	N380E		
Frecuencia	6.1	> 10.1	5.1			
Separación PBR (85)	NO SE OBSERVA	15 cm	5 cm	20 cm		
Persistencia PBR (85)		2 m	2 m	2 m		
Abertura PBR (85)	NO SE OBSERVA	6 mm	3 mm	2 mm		
Rugosidad PBR (85)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello PBR (85)	NO SE OBSERVA	LIMA ARENA	LIMO	LIMO		
Metorización en los bordes PBR (85)		LEJOSAMENTE METEORIZADO	LEJOSAMENTE METEORIZADO	LEJOSAMENTE METEORIZADO		
Humedad PBR (85)	HUMEDO	Resistencia ISMR (78)			R2	
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE	FAVORABLE	DEFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N10W65N					
Altura:	7 m	Longitud: 15 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Fala Voladura, y esta Cinemáticamente Inestable para Fala Planar, en Cuñamiento en las intersecciones I1 e I2.</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se presenta deslizamiento de Rocas y están en movimientos activos. Se evidencia carcavas y surcos, presentando una erosión concentrada en la zona</p>						

Cuadro N° 36. Punto de Levantamiento PL-1-13

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125839 S321714		Sector: El Amparo 2			
PL 1-13	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N85E45N	N25E00	N60W70N			
Frecuencia		3.1	3.1			
Separación PBR (85)	NO SE OBSERVA	31 cm	12 cm			
Persistencia PBR (85)		6 m	6 m			
Abertura PBR (85)	NO SE OBSERVA	1 mm	NO SE OBSERVA			
Rugosidad PBR (85)		RUGOSA	RUGOSA			
Rebello PBR (85)	NO SE OBSERVA	LACONADO	NO SE OBSERVA			
Metorización en los bordes PBR (85)		LEJOSAMENTE METEORIZADO	LEJOSAMENTE METEORIZADO			
Humedad PBR (85)	HUMEDO	Resistencia ISMR (78)			R1	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DEFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N15W40S					
Altura:	6 m	Longitud: 15 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Fala Planar, Voladura y de Cuñamiento</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se presenta Deslizamiento Activo, y presencia de carcavas en la cual se clasifica como erosión concentrada.</p>						

Cuadro N° 35. Punto de Levantamiento PL-1-11

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125621 S320944		Sector: Las Terrazas de Pozuelos			
PL 1-11	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N-S10N	N95W90	N70W90	N55W50N		
Frecuencia	4.1	8.1	2.1			
Separación PBR (85)	NO SE OBSERVA	15 cm	10 cm	1 m		
Persistencia PBR (85)		PROFUSO TALUD	PROFUSO TALUD	3 m		
Abertura PBR (85)	NO SE OBSERVA	0.1 mm	< 0.1 mm	0.1 mm		
Rugosidad PBR (85)		POCO RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello PBR (85)	NO SE OBSERVA	CALCITA	NO SE OBSERVA			
Metorización en los bordes PBR (85)		LEJOSAMENTE METEORIZADO	LEJOSAMENTE METEORIZADO	LEJOSAMENTE METEORIZADO		
Humedad PBR (85)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R2	
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	DEFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N10E48S					
Altura:	17 m	Longitud: 30 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Fala Planar, y esta Cinemáticamente Inestable para Fala Voladura, y en Cuñamiento en las intersección I1.</p> <p>Análisis en Vegetación: Se presenta del tipo Arborea, y se clasifica en V3 para el Area de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se evidencian eventos de Deslizamientos de Rocas activos.</p>						

Cuadro N° 37. Punto de Levantamiento PL-1-14

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1126173 S322070		Sector: Valle Lindo			
PL 1-14	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N25E24N	N75W76S	N30E70S	N45E70S		
Frecuencia		> 10.1	> 10.1	> 10.1		
Separación PBR (85)	NO SE OBSERVA	5 cm	5 cm	5 cm		
Persistencia PBR (85)		5.40 m	5.40 m	5.40 m		
Abertura PBR (85)	NO SE OBSERVA	6 mm	6 mm	6 mm		
Rugosidad PBR (85)		LISA	LISA	LISA		
Rebello PBR (85)	NO SE OBSERVA	LUTITA	LUTITA	LUTITA		
Metorización en los bordes PBR (85)		LEJOSAMENTE METEORIZADO	LEJOSAMENTE METEORIZADO	LEJOSAMENTE METEORIZADO		
Humedad PBR (85)	HUMEDO	Resistencia ISMR (78)			R4	
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N70W40N					
Altura:	5,40 m	Longitud: 25 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Fala Planar y de Cuñamiento, y esta Cinemáticamente Inestable para Fala en Voladura</p> <p>Análisis en Vegetación: Se presenta en la clasificación V4 del tipo Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan topografías de coronas que marcan deslizamientos, en la cual se clasifican como deslizamientos inactivos, y evidencia de carcavas como erosión concentrada.</p>						

Cuadro N° 38. Punto de Levantamiento PL-1-16

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125413 S322022		Sector: Valle Lindo			Falla
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
		1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N20E15N	N89W90	N S80	N40E90		
Frecuencia	4:1	3:1	> 15:1			
Separación FMR (89)	NO SE OBSERVA	25 cm	30 cm	20 cm		
Persistencia FMR (89)		3 m	30 cm	10 m		
Abertura FMR(89)	NO SE OBSERVA	2 cm	1 cm	NO SE OBSERVA		
Porosidad FMR(89)		LISA	RUOSA	RUOSA		
Rebello FMR(89)	NO SE OBSERVA	CAOLIN	CAOLIN	CAOLIN		
Meteoización en los bordes FMR(89)		LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad FMR (89)	HUMEDO	Resistencia ISMR (78)				R4
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DEFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geométrica en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N55E61W					
Altura: 4.4 m	Longitud: 10 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar, Volcadura y Cuñamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica en V4, que son Areas de Vegetación Abundante</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan procesos de Deslizamientos de Rocas y evidencia de Erosion Laminar en la zona.</p>						

Cuadro N° 40. Punto de Levantamiento PL-1-18

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1127055 S322262		Sector: Sector Oeste Las Charas			Falla
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
		1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N25W40S	E-W65N	N10E60S			
Frecuencia		5:1	2:1			
Separación FMR (89)	NO SE OBSERVA	12 cm	NO SE OBSERVA			
Persistencia FMR (89)		1 m	NO SE OBSERVA			
Abertura FMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Porosidad FMR(89)		RUGOSA	RUGOSA			
Rebello FMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Meteoización en los bordes FMR(89)		LEGERAMENTE METEORIZADA	LEGERAMENTE METEORIZADA	LEGERAMENTE METEORIZADA		
Humedad FMR (89)	HUMEDO	Resistencia ISMR (78)				R3
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE	FAVORABLE			
Geométrica en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N10E74S					
Altura: 4 m	Longitud: 10 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Volcadura, y esta Cinemáticamente Inestable para Falla Planar y en Cuñamiento con las intersecciones I1 o I2.</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: En el punto de levantamiento se observa procesos erosivos de reptación y evidencia de flujo de detritos, marcando inestabilidad en la zona y un proceso erosivo fuertemente activo.</p>						

Cuadro N° 39. Punto de Levantamiento PL-1-17

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125684 S322151		Sector: Valle Lindo			Falla
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
		1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N80E45N	N50W42S				
Frecuencia	2:1					
Separación FMR (89)	NO SE OBSERVA	40 cm				
Persistencia FMR (89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA				
Abertura FMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA				
Porosidad FMR(89)		RUGOSA				
Rebello FMR(89)	CAOLIN/LITTA	LITTA				
Meteoización en los bordes FMR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO				
Humedad FMR (89)	HUMEDO	Resistencia ISMR (78)				R1
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE	FAVORABLE				
Geométrica en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N60E45N					
Altura: 9 m	Longitud: 12 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar, Volcadura y Cuñamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica en V4, para Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Presencia de coronas marcando evidencias en deslizamientos, por lo tanto son deslizamientos inactivos, se presencia de material coluvional en la zona del punto de levantamiento.</p>						

Cuadro N° 41. Punto de Levantamiento PL-1-19

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1127798 S322483		Sector: Guatatará			Falla
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
		1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N55E33N	N80W90	N S55E			
Frecuencia		5:1	NO SE OBSERVA			
Separación FMR (89)	NO SE OBSERVA	16 cm	NO SE OBSERVA			
Persistencia FMR (89)		1 m	10 cm			
Abertura FMR(89)	NO SE OBSERVA	< 1 cm	< 1 cm			
Porosidad FMR(89)		RUGOSA	LISA			
Rebello FMR(89)	NO SE OBSERVA	LITITA	CAOLIN			
Meteoización en los bordes FMR(89)		LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad FMR (89)	HUMEDO	Resistencia ISMR (78)				R3
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE	FAVORABLE				
Geométrica en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N10W54S					
Altura: 5 m	Longitud: 10 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar y Volcadura, y esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las intersección I1.</p> <p>Análisis en Vegetación: De tipo Arborea, se clasifica en V3 que son Areas de Vegetación Moderada</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se muestran coronas que marcan el Deslizamiento Activo, en el punto de levantamiento se aprecian flujos de detritos y evidencias de surcos que señalan la clasificación para un proceso de erosión moderada.</p>						

Cuadro N° 42. Punto de Levantamiento PL-1-20

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125376 S321601		Sector: URB. MIRAMAR			
PL 1.20	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables		1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N5E22N	N10E75S	E-W75N	N35E90		N75W76N
Frecuencia		7.1	7.1	2.1		
Separación PMR (89)	NO SE OBSERVA	14 cm	14 cm	15 cm		
Persistencia PMR (89)		6 m	6 m	2 m		
Abertura PMR(89)	NO SE OBSERVA	2 cm	2 cm	< 1 cm		NO SE OBSERVA
Rugosidad PMR(89)		LISA	RUGOSA	LISA		RUGOSA
Rebello PMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		NO SE OBSERVA
Meteorización en los bordes PMR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		LEGERAMENTE METEORIZADO
Humedad PMR (89)	HUMEDO	Resistencia ISMR (78)				R3
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		FAVORABLE
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N30E80N				
Altura: 6 m		Longitud: 40 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar, y esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Volcadura y Cuñamiento con las intersecciones I, II e III.</p> <p>Análisis en Vegetación: Es de tipo Arborea, y se clasifica en V3, como Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se muestran coronas que marcan el Deslizamiento Activo, en el punto de levantamiento se aprecian flujos de detritos y evidencias de surcos que señalan la clasificación para un proceso de erosión moderada.</p>						

Cuadro N° 44. Punto de Levantamiento PL-1-23

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125500 S322178		Sector: VALLE LINDO			
PL 1.23	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables		1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N30E47N	N80W90	N50E45S	N70W76S		
Frecuencia		8.1	10.1	3.1		
Separación PMR (89)	NO SE OBSERVA	15 cm	15 cm	30 cm		
Persistencia PMR (89)		1.5 m	30 cm	1 m		
Abertura PMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	< 1 cm	NO SE OBSERVA		NO SE OBSERVA
Rugosidad PMR(89)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		RUGOSA
Rebello PMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	ARENA	NO SE OBSERVA		NO SE OBSERVA
Meteorización en los bordes PMR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		LEGERAMENTE METEORIZADO
Humedad PMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R3
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		FAVORABLE
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N50E70N				
Altura: 10 m		Longitud: 23 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar y Volcadura, y Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las intersecciones I, II e III.</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa Deslizamiento de Rocas, y en la ladera efectos de Erosión Laminar.</p>						

Cuadro N° 43. Punto de Levantamiento PL-1-21

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1126514 S321689		Sector: El Junquito			
PL 1.21	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables		1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N10E34N	N53W90	N25E66S	N65W83N		
Frecuencia		5.1	> 10.1	NO SE OBSERVA		
Separación PMR (89)	15 cm	10 cm	15 cm	NO SE OBSERVA		
Persistencia PMR (89)		4 m	4 m	30 cm		
Abertura PMR(89)	4 cm	1 cm	1 cm	NO SE OBSERVA		
Rugosidad PMR(89)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello PMR(89)	LUTITA	LUTITA	LUTITA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes PMR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad PMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R3
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		FAVORABLE
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N73W62N				
Altura: 5 m		Longitud: 9 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar, y esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Volcadura y Cuñamiento con la intersección I.</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan deslizamientos de rocas, en las laderas hay surco por consecuencia del proceso erosivo, que se clasifica como erosión moderada.</p>						

Cuadro N° 45. Punto de Levantamiento PL-1-24

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1124851 S322828		Sector: VALLE LINDO			
PL 1.24	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables		1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N40E12N	N30E54S	N70W86S			
Frecuencia		2.1	3.1			
Separación PMR (89)	NO SE OBSERVA	80 cm	40 cm			
Persistencia PMR (89)		3 m	8 m			
Abertura PMR(89)	NO SE OBSERVA	< 1 cm	NO SE OBSERVA			
Rugosidad PMR(89)		RUGOSA	RUGOSA			
Rebello PMR(89)	NO SE OBSERVA	ARENA	NO SE OBSERVA			
Meteorización en los bordes PMR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO			
Humedad PMR (89)	HUMEDO	Resistencia ISMR (78)				R3
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE			
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N70W60S				
Altura: 6 m		Longitud: 8 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar y de Cuñamiento, y esta Cinemáticamente Inestable para Falla Volcadura.</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan varias coronas en la zona marcando fuertemente el Deslizamiento de Rocas y a su alrededor existen cavacas muy pronunciadas, generando la Erosión Concentrada.</p>						

Cuadro N° 46. Punto de Levantamiento PL-1-27

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1132914 S324200		Sector: CERRO GUARAGUAO			
PL-1-27	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N70E38N	N15W85S	N70E70S	N20E75S		
Frecuencia		> 10:1	4:1	3:1		
Separación RMR (R9)	30 cm	15 cm	40 cm	50 cm		
Persistencia RMR (R9)		TODO EL TALUD	< 1 m	40 cm		
Abertura RMR (R9)	30 cm	3 cm	< 1 cm	NO SE OBSERVA		
Rugosidad RMR (R9)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello RMR (R9)		LIMO	YESO/CALCITA	YESO/CALCITA		
Meteorización en los bordes RMR (R9)		LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R9)		HUMEDO	Resistencia ISMR (T8)			R3
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud			Rumbo y Pendiente: N10W45N			
Altura:	10 m		Longitud: 20 m			
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar; y esta Cinemáticamente Inestable para Falla Volcadura y en Cuñamiento con las intersecciones I1 e I2.</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa Deslizamiento de Rocas, y Flujo de Detritos, se verifica Erosión Laminar.</p>						

Cuadro N° 48. Punto de Levantamiento PL-1-29

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1133855 S324609		Sector: PUNTA DE META			
PL-1-29	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N80E70N	N5E45S	N70E55S	N30W60S	N25W35N	
Frecuencia		> 10:1	4:1	4:1	6:1	
Separación RMR (R9)	NO SE OBSERVA	15 cm	30 cm	30 cm	30 cm	
Persistencia RMR (R9)		10 cm	TODO EL TALUD	1 m	10 cm	
Abertura RMR (R9)		1 cm	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	
Rugosidad RMR (R9)		< 1 cm	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA	
Rebello RMR (R9)		LUTITA	YESO/CALCITA	YESO/CALCITA	YESO/CALCITA	
Meteorización en los bordes RMR (R9)		LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	
Humedad RMR (R9)		HUMEDO	Resistencia ISMR (T8)			R3
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE	
Geometría en Ladera o Talud			Rumbo y Pendiente: N25W75S			
Altura:	25 m		Longitud: aprox 70 m			
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar, Volcadura, y esta Cinemáticamente Inestable para Falla Volcadura y en Cuñamiento con las intersecciones I1.</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en Deslizamiento activo y proceso erosivo y se visualizan gran cantidad de carcavas, por lo tanto se clasifica como Erosión Concentrada.</p>						

Cuadro N° 47. Punto de Levantamiento PL-1-28

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1132658 S324217		Sector: SECTOR LA PICHA			
PL-1-28	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N80E55S	N15E95N	N70W35N	N40W90		
Frecuencia		8:1	> 10:1	3:1		
Separación RMR (R9)	NO SE OBSERVA	20 cm	10 cm	40 cm		
Persistencia RMR (R9)		TODO EL TALUD	25 m	20 cm		
Abertura RMR (R9)	NO SE OBSERVA	1 cm	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Rugosidad RMR (R9)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello RMR (R9)		NO SE OBSERVA	CALCITA	CALCITA	CALCITA	
Meteorización en los bordes RMR (R9)		LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R9)		HUMEDO	Resistencia ISMR (T8)			R3
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud			Rumbo y Pendiente: N55W50S			
Altura:	20 m		Longitud: aprox 50 m			
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar, y esta Cinemáticamente Inestable para Falla Volcadura y en Cuñamiento con las intersecciones I1.</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa Deslizamiento Rotacional y sus laderas se presentan Erosión Laminar.</p>						

Cuadro N° 49. Punto de Levantamiento PL-1-30

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1134107 S324254		Sector: CERRO EL CHAURE			
T3-30	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N65W70N	N5S0	N45W35S			
Frecuencia		4:1	> 10:1			
Separación RMR (R9)	NO SE OBSERVA	35 cm	NO SE OBSERVA			
Persistencia RMR (R9)		2 m	TODO EL TALUD			
Abertura RMR (R9)	NO SE OBSERVA	< 1 cm	NO SE OBSERVA			
Rugosidad RMR (R9)		RUGOSA	RUGOSA			
Rebello RMR (R9)		NO SE OBSERVA	YESO/CALCITA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R9)		LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO			
Humedad RMR (R9)		HUMEDO	Resistencia ISMR (T8)			R2
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE			
Geometría en Ladera o Talud			Rumbo y Pendiente: N65W50S			
Altura:	40 m		Longitud: 400 m			
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar, Volcadura, y de Cuñamiento se encuentra inestable para la I3.</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: En la coronas que presentan unas topografías marcando el área de Deslizamiento de Rocas, y se evidencian carcavas, para la cual se clasificaría como un procesos de Erosión Concentrada.</p>						

Cuadro N° 50. Punto de Levantamiento PL-1-31

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales					
Punto:	Coordenadas: N1134140 S324872		Sector: PUNTO DE META		
PL-1-31	Estrato	Familia de Diaclasas			Falla
Variables	1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N70E45N	N20W66S	N00W60N	N65E45S	
Frecuencia	7:1	2:1	NO SE OBSERVA		
Separación FMR (89)	NO SE OBSERVA	7 cm	40 cm	NO SE OBSERVA	
Persistencia FMR (89)	NO SE OBSERVA	< 2 m	3 m	NO SE OBSERVA	
Abertura a FMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	< 1 cm	NO SE OBSERVA	
Porosidad FMR(89)	LISA	LISA	RUGOSA	LISA	
Rebello FMR(89)	NO SE OBSERVA	VENAZALIANA	VENAZALIANA	NO SE OBSERVA	
Meteorización en los bordes FMR(89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	
Humedad FMR (89)	HÚMEDO	HÚMEDO	Resistencia ISMR (78)		R4
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N60E35S				
Altura:	75 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico					
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar, Volcadura y de Cuñamiento</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan rastros de Deslizamientos Activos en el punto de estudio, en la cual están las existencias de carcavas, por lo cual clasifican a la zona como Erosión Concentrada</p>					

Cuadro N° 52. Punto de Levantamiento PL-1-33

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales					
Punto:	Coordenadas: N1133792 S322830		Sector: EL CHAURE		
PL-1-33	Estrato	Familia de Diaclasas			Falla
Variables	1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N75E60N	N10E80N			
Frecuencia	NO SE OBSERVA	6:1			
Separación FMR (89)	NO SE OBSERVA	< 1 cm			
Persistencia FMR (89)	NO SE OBSERVA	8 cm			
Abertura a FMR(89)	NO SE OBSERVA	TODO EL TALUD			
Porosidad FMR(89)	NO SE OBSERVA	< 1 cm			
Rebello FMR(89)	NO SE OBSERVA	RUGOSA			
Meteorización en los bordes FMR(89)	NO SE OBSERVA	CARBONATO			
Meteorización en los bordes FMR(89)	METEORIZADO	METEORIZADO			
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R2
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE			
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N15E40S				
Altura:	75 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico					
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar, Volcadura y de Cuñamiento</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan varias coronas en la zona marcando fuertemente el Deslizamiento de Rocas, que al final del talud genera un cono de deyección y a su alrededor existen carcavas muy pronunciadas, generando la Erosión Concentrada.</p>					

Cuadro N° 51. Punto de Levantamiento PL-1-32

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales					
Punto:	Coordenadas: N1133386 S324385		Sector: SUR DE CERRO EL CHAURE		
PL-1-32	Estrato	Familia de Diaclasas			Falla
Variables	1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N25W15N	N15W80N	N85E90	N45E90	N95E95
Frecuencia	3:1	2:1	3:1		
Separación FMR (89)	NO SE OBSERVA	40 cm	50 cm	NO SE OBSERVA	
Persistencia FMR (89)	NO SE OBSERVA	TODO EL TALUD	30 cm	NO SE OBSERVA	
Abertura a FMR(89)	NO SE OBSERVA	< 1 cm	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	
Porosidad FMR(89)	NO SE OBSERVA	RUGOSA	LISA	40 cm	
Rebello FMR(89)	NO SE OBSERVA	CALCITA	CARBONATO	NO SE OBSERVA	
Meteorización en los bordes FMR(89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	NO SE OBSERVA	
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R3
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N65E68S				
Altura:	11 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico					
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar, Volcadura y de Cuñamiento</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan varias coronas en la zona marcando fuertemente el Deslizamiento de Rocas y a su alrededor existen carcavas muy pronunciadas, generando la Erosión Concentrada.</p>					

Cuadro N° 53. Punto de Levantamiento PL-1-34

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales					
Punto:	Coordenadas: N1131803 S324298		Sector: URB EL CHAURE		
PL-1-34	Estrato	Familia de Diaclasas			Falla
Variables	1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N20W25S	N10W76S	N80E85N	N25W60	
Frecuencia	10:1	> 15:1	7:1		
Separación FMR (89)	NO SE OBSERVA	10 cm	15 cm	18 cm	
Persistencia FMR (89)	NO SE OBSERVA	TODO EL TALUD	TODO EL TALUD	3 m	
Abertura a FMR(89)	NO SE OBSERVA	1 cm	< 1 cm	< 1 cm	
Porosidad FMR(89)	NO SE OBSERVA	RUGOSA	LISA	LISA	
Rebello FMR(89)	NO SE OBSERVA	CARBONATO	CALCITA	NO SE OBSERVA	
Meteorización en los bordes FMR(89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R2
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N80E85N				
Altura:	6 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico					
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar y Volcadura, y esta Cinemáticamente Inestable para Cuñamiento con las Intersecciones 11, 12, 13 e 14</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Herbácea, Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan varias coronas en la zona marcando fuertemente el Deslizamiento Activo y a su alrededor existen carcavas muy pronunciadas, generando la Erosión Concentrada.</p>					

Cuadro N° 54. Punto de Levantamiento PL-1-35

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1131827		S324760		Sector: LA PICHA ARRIBA	
PL-1-35	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N45W25S	N80W80N	N10E75N	N15W50N		
Frecuencia		> 10:1	3:1	3:1		
Separación PMR (89)	NO SE OBSERVA	8 cm	40 cm	40 cm		
Persistencia PMR (89)		TODO EL TALUD	TODO EL TALUD	1 m		
Abertura PMR (89)	NO SE OBSERVA	1 cm	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Rugosidad PMR (89)	NO SE OBSERVA	RUGOSA	LISA	LISA		
Rebello PMR (89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes PMR (89)	NO SE OBSERVA	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad PMR (89)	HUMEDO		Resistencia ISMR (78)			R3
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N60W65S				
Altura:	20 m	Longitud: 60 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Volcadora, y esta Cinemáticamente Inestable para Falla Planar y Cufiamiento con las Intersecciones H, I, E e B.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan varias coronas en la zona marcando fuertemente el Deslizamiento de Rocas y a su alrededor existen carcavas muy pronunciadas, generando la Erosión Concentrada.</p>						

Cuadro N° 56. Punto de Levantamiento PL-1-38

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1130939		S325418		Sector: COLOMBIA ARRIBA	
PL-1-38	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N10W20S	N30E80S	N80W90	N40W85N		
Frecuencia		4:1	> 15:1	3:1		
Separación PMR (89)	NO SE OBSERVA	30 cm	10 cm	40 cm		
Persistencia PMR (89)		1 m	TODO EL TALUD	1 m		
Abertura PMR (89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	0,2 - 0,3 cm	NO SE OBSERVA		
Rugosidad PMR (89)	NO SE OBSERVA	RUGOSA	RUGOSA	LISA		
Rebello PMR (89)	NO SE OBSERVA	CARBONATO	LITO-ARCILLA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes PMR (89)	NO SE OBSERVA	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad PMR (89)	HUMEDO		Resistencia ISMR (78)			R4
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N50W75N				
Altura:	45 m	Longitud: 20 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Volcadora, Planar y Cufiamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea; Se clasifica del Tipo V5, Areas de Vegetación Abundante.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan varias coronas en la zona marcando fuertemente el Deslizamiento Activos y a su alrededor existen carcavas muy pronunciadas, generando la Erosión Concentrada.</p>						

Cuadro N° 55. Punto de Levantamiento PL-1-37

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1131266		S324913		Sector: COLOMBIA BAJA	
PL-1-37	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N55W25S	N80W80N	N50E75N	N5W60S		
Frecuencia		15:1	3:1	3:1		
Separación PMR (89)	NO SE OBSERVA	4 cm	4 cm	40 cm		
Persistencia PMR (89)		3 = (CUBIERTO)	3 = (CUBIERTO)	1 m		
Abertura PMR (89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	1 cm		
Rugosidad PMR (89)	NO SE OBSERVA	LISA	LISA	RUGOSA		
Rebello PMR (89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	CALCITA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes PMR (89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad PMR (89)	HUMEDO		Resistencia ISMR (78)			R2
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N70W35N				
Altura:	52 m	Longitud: 50 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Volcadora, Planar y Cufiamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan varias coronas en la zona marcando fuertemente el Deslizamiento Rotacional y a su alrededor existen carcavas muy pronunciadas, generando la Erosión Concentrada.</p>						

Cuadro N° 57. Punto de Levantamiento PL-1-39

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1131682		S325378		Sector: METOOQUINO	
PL-1-39	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N25W25S	N15E90	N80W77N	N20W90		
Frecuencia		2:1	> 10:1	3:1		
Separación PMR (89)	NO SE OBSERVA	40 cm	10 cm	NO SE OBSERVA		
Persistencia PMR (89)		2 m	TODO EL TALUD	2 m		
Abertura PMR (89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	< 1 cm	NO SE OBSERVA		
Rugosidad PMR (89)	NO SE OBSERVA	LISA	RUGOSA	LISA		
Rebello PMR (89)	NO SE OBSERVA	CARBONATO	CARBONATO	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes PMR (89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad PMR (89)	SECO		Resistencia ISMR (78)			R4
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N40W90				
Altura:	10 m	Longitud: 25 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Volcadora, Planar y Cufiamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan varias coronas en la zona marcando fuertemente el Deslizamiento Activos Y Rotacional y a su alrededor existen surcos y flujos de detritos, generando la Erosión Moderada.</p>						

Cuadro N° 58. Punto de Levantamiento PL-1-40

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales					
Punto:	Coordenadas: N1131718 S325729		Sector: EL COTOPERI		Falla
Variables	Familia de Diaclasas				Falla
	Estrato	1	2	3	4
Rumbo y Buzamiento	N80W50S	N58E4S	N75W76N	N57E5E	
Frecuencia		6.1	> 10.1	3.1	
Separación FMR (89)	NO SE OBSERVA	15 cm	2 cm	30 cm	
Persistencia FMR (89)		4 m	TODO EL TALUD	1 m	
Abertura FMR(89)	NO SE OBSERVA	< 1 cm	0.2 - 1 cm	0.5 cm	
Rugosidad FMR(89)	NO SE OBSERVA	RUGOSA	RUGOSA	LISA	
Rebello FMR(89)	NO SE OBSERVA	ARCILLA	CARBONATO	CALCITA	
Meteorización en los bordes FMR(89)		LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	
Humedad FMR (89)	HÚMEDO		Resistencia ISMR (78)		R3
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N70W35N			
Altura:	29 m	Longitud: 50 m			
Gráfico del Modelo Geotécnico					
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Volcadora, y esta Cinemáticamente Inestable para Falla Planar, y Cuñamiento con las Intersecciones II, II, II e III.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan varias coronas en la zona marcando fuertemente el Deslizamiento Activo y Rotacional y a su alrededor existen cárcavas y flujos de detritos, generando una Erosión Concentrada, y al final del talud genera la topografía de un cono de deyección.</p>					

Cuadro N° 60. Punto de Levantamiento PL-1-42

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales					
Punto:	Coordenadas: N1132478 S326179		Sector: LA BOMBA		Falla
Variables	Familia de Diaclasas				Falla
	Estrato	1	2	3	4
Rumbo y Buzamiento	N80W55N	N10E70S	N80W55S	N56SW	
Frecuencia		2.1	4.1	4.1	
Separación FMR (89)	NO SE OBSERVA	40 cm	40 cm	30 cm	
Persistencia FMR (89)		2 m	TODO EL TALUD	1 m	
Abertura FMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	0.3 cm	
Rugosidad FMR(89)	NO SE OBSERVA	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA	
Rebello FMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	CALCITA	
Meteorización en los bordes FMR(89)		LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	
Humedad FMR (89)	SECO		Resistencia ISMR (78)		R3
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N55W35S			
Altura:	1 m	Longitud: 15 m			
Gráfico del Modelo Geotécnico					
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Volcadora, y esta Cinemáticamente Inestable para Falla Planar y Cuñamiento con la Intersección II.</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan varias coronas en la zona marcando fuertemente el Deslizamiento Rotacional y a su alrededor existen surcos y flujos de detritos, generando una Erosión Moderada.</p>					

Cuadro N° 59. Punto de Levantamiento PL-1-41

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales					
Punto:	Coordenadas: N1132188 S325953		Sector: VALLE CRISTO		Falla
Variables	Familia de Diaclasas				Falla
	Estrato	1	2	3	4
Rumbo y Buzamiento	N25E5N	N80W90	N54W70N	N05E80N	
Frecuencia		4.1	4.1	3.1	
Separación FMR (89)	NO SE OBSERVA	20 cm	20 cm	30 cm	
Persistencia FMR (89)		TODO EL TALUD	TODO EL TALUD	1 m	
Abertura FMR(89)	NO SE OBSERVA	< 1 cm	< 1 cm	NO SE OBSERVA	
Rugosidad FMR(89)	NO SE OBSERVA	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA	
Rebello FMR(89)	NO SE OBSERVA	CARBONATO	CARBONATO	NO SE OBSERVA	
Meteorización en los bordes FMR(89)		LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	
Humedad FMR (89)	SECO		Resistencia ISMR (78)		R3
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N65W50N			
Altura:	25 m	Longitud: 60 m			
Gráfico del Modelo Geotécnico					
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar, y esta Cinemáticamente Inestable para Falla Volcadora y Cuñamiento con la Intersección II.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan varias coronas en la zona marcando fuertemente el Deslizamiento Activo y Rotacional y a su alrededor existen surcos y flujos de detritos, generando una Erosión Moderada.</p>					

Cuadro N° 61. Punto de Levantamiento PL-1-43

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales					
Punto:	Coordenadas: N1133730 S325766		Sector: EL VOLCADERO		Falla
Variables	Familia de Diaclasas				Falla
	Estrato	1	2	3	4
Rumbo y Buzamiento	N80W45N	N70W80S	N10E81N	N30W85S	
Frecuencia		4.1	4.1	3.1	
Separación FMR (89)	< 1 cm	40 cm	40 cm	30 cm	
Persistencia FMR (89)		TODO EL TALUD	TODO EL TALUD	TODO EL TALUD	
Abertura FMR(89)	< 1 cm	0.3 cm	1 cm	0.1 - 5 cm	
Rugosidad FMR(89)		LISA	LISA	LISA	
Rebello FMR(89)	ARCILLA	CALCITA	CALCITA	CALCITA	
Meteorización en los bordes FMR(89)		LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	
Humedad FMR (89)	HÚMEDO		Resistencia ISMR (78)		R4
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DEFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N15E70N			
Altura:	40 m	Longitud: 100 m			
Gráfico del Modelo Geotécnico					
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Volcadora, y esta Cinemáticamente Inestable para Falla Planar, y en Cuñamiento con las Intersecciones II, II, II e III.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan coronas en la zona marcando fuertemente el Deslizamiento Activo y a su alrededor existen surcos, generando una Erosión Moderada.</p>					

Cuadro N° 62. Punto de Levantamiento PL-1-44

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales					
Punto:	Coordenadas: N1133536 S326030		Sector:		Falla
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas			
		1	2	3	4
Rumbo y buzamiento	N64F55N	N20W90	N5W90	E-W/0S	N65W/0N
Frecuencia		4:1	3:1	3:1	
Separación FMR (89)	NO SE OBSERVA	20 cm	40 cm	40 cm	
Persistencia FMR (89)		TODO EL TALUD	TODO EL TALUD	TODO EL TALUD	
Abertura FMR(89)	NO SE OBSERVA	0,2 cm	0,2 a 0,5 cm	0,2 a 0,5 cm	NO SE OBSERVA
Rugosidad FMR(89)	NO SE OBSERVA	RUGOSA	RUGOSA	LISA	NO SE OBSERVA
Relleno FMR(89)	NO SE OBSERVA	CALCITA	CALCITA	CALCITA	NO SE OBSERVA
Meteorización en los bordes FMR(89)		LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO
Humedad FMR (89)		SECO	Resistencia ISMR (78)		R3
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N S30W			
Altura: 12 m		Longitud: aprox 50 m			
Gráfico del Modelo Geotécnico					
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Volcadura y Cuñamiento, y esta Cinemáticamente Inestable para Falla Planar.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea, Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan coronas en la zona marcando fuertemente el Deslizamiento Activo y a su alrededor existen surcos, generando una Erosión Moderada.</p>					

Cuadro N° 64. Punto de Levantamiento PL-1-46

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales					
Punto:	Coordenadas: N1126529 S319903		Sector:		Falla
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas			
		1	2	3	4
Rumbo y buzamiento	N80E45N	N60W80N	N55E52S	N5W12S	
Frecuencia		3:1	3:1	NO SE OBSERVA	
Separación FMR (89)	NO SE OBSERVA	30 cm	25 cm	NO SE OBSERVA	
Persistencia FMR (89)		1 m	2 m	2 m	
Abertura FMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA
Rugosidad FMR(89)	NO SE OBSERVA	RUGOSA	LISA	LISA	NO SE OBSERVA
Relleno FMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA
Meteorización en los bordes FMR(89)		LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO
Humedad FMR (89)		HÚMEDO	Resistencia ISMR (78)		R3
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N15E45S			
Altura: 15 m		Longitud: 60 m			
Gráfico del Modelo Geotécnico					
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar y Volcadura, y esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las Intersecciones B, H, I5 e I6.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan Flujos de Detritos en el punto de levantamiento.</p>					

Cuadro N° 63. Punto de Levantamiento PL-1-45

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales					
Punto:	Coordenadas: N1133058 S326553		Sector:		Falla
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas			
		1	2	3	4
Rumbo y buzamiento	E-W25N	N10W85N	N-S90	N20W65N	
Frecuencia		3:1	7:1	1:1	
Separación FMR (89)	NO SE OBSERVA	50 cm	15 cm	3 m	
Persistencia FMR (89)		TODO EL TALUD	TODO EL TALUD	1 m	
Abertura FMR(89)	NO SE OBSERVA	1 cm	1 - 2 cm	1 cm	
Rugosidad FMR(89)	NO SE OBSERVA	LISA	LISA	LISA	
Relleno FMR(89)	NO SE OBSERVA	CALCITA	CALCITA	CALCITA	
Meteorización en los bordes FMR(89)		LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO
Humedad FMR (89)		SECO	Resistencia ISMR (78)		R4
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N70E50S			
Altura: 23 m		Longitud: aprox. 60 m			
Gráfico del Modelo Geotécnico					
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar, Volcadura y Cuñamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan carcavas en las laderas del punto de levantamiento, en la cual la clasifica como Erosión Concentrada.</p>					

Cuadro N° 65. Punto de Levantamiento PL-1-47

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales					
Punto:	Coordenadas: N1127223 S320169		Sector:		Falla
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas			
		1	2	3	4
Rumbo y buzamiento	N70W40S	N40W80N	N02E75N	N70E40S	
Frecuencia		8:1	NO SE OBSERVA	8:1	
Separación FMR (89)	NO SE OBSERVA	4 cm	NO SE OBSERVA	4 cm	
Persistencia FMR (89)		2 m	2 m	TODO EL TALUD	
Abertura FMR(89)	NO SE OBSERVA	< 1 cm	< 1 cm	< 1 cm	
Rugosidad FMR(89)	NO SE OBSERVA	LISA	LISA	LISA	
Relleno FMR(89)	NO SE OBSERVA	CAOLIN	CAOLIN	CAOLIN	
Meteorización en los bordes FMR(89)		LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO
Humedad FMR (89)		SECO	Resistencia ISMR (78)		R4
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N10E/0S			
Altura: 70 m		Longitud: aprox. 100 m			
Gráfico del Modelo Geotécnico					
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar; y esta Cinemáticamente Inestable para Falla Volcadura y en Cuñamiento con las Intersecciones I5, e I6.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: En la parte superior del talud se muestran procesos de reptación, y en su parte inferior donde se tomó el punto de levantamiento se observa el evento de un Clacis de Acumulación.</p>					

Cuadro N° 66. Punto de Levantamiento PL-1-48

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1127681 S320109		Sector: LOS JARDINES DE BELLO MONTE			
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
		1	2	3	4	
Rumbo y Buzamiento	N70E20N	N50W90	N80E90			
Frecuencia		12:1	4:1			
Separación RMR (R9)	NO SE OBSERVA	10 cm	25 cm			
Persistencia RMR (R8)	NO SE OBSERVA	TODO EL TALUD	TODO EL TALUD			
Abertura RMR (R5)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Rugosidad RMR (R9)	NO SE OBSERVA	LISA	LISA			
Rebello RMR (R8)	NO SE OBSERVA	CACILIN	NO SE OBSERVA			
Meteorización en los bordes RMR (R8)	NO SE OBSERVA	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO			
Humedad RMR (R8)	NO SE OBSERVA	HUMEDO	Resistencia ISMR (7R)			R3
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE			
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N60W70N				
Altura:	20 m	Longitud: 45 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar, y esta Cinemáticamente Inestable para Falla Volcadura y en Cuñamiento con la intersección 11.</p> <p>Análisis en Vegetación: Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan coronas en la zona marcando fuertemente el Deslizamiento Rotacional y a su alrededor existen procesos de reptación, generando una Erosión Concentrada.</p>						

Cuadro N° 67. Punto de Levantamiento PL-1-49

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1128285 S320266		Sector: EL FRIO			
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
		1	2	3	4	
Rumbo y Buzamiento	N40E10N	N-S80E	E-W75S	N30W70S		
Frecuencia		8:1	4:1	2:1		
Separación RMR (R9)	NO SE OBSERVA	18 cm	25 cm	30 cm		
Persistencia RMR (R8)	NO SE OBSERVA	5 m	2 m	2 m		
Abertura RMR (R5)	NO SE OBSERVA	0,3 cm	0,1 - 0,2 cm	0,1 - 0,2 cm		
Rugosidad RMR (R9)	NO SE OBSERVA	LISA	LISA	LISA		
Rebello RMR (R8)	NO SE OBSERVA	CALCITA	CARBONATO	CARBONATO		
Meteorización en los bordes RMR (R8)	NO SE OBSERVA	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R8)	NO SE OBSERVA	HUMEDO	Resistencia ISMR (7R)			R3
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N30E50S				
Altura:	5 m	Longitud: 89 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar, Volcadura y de Cuñamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea, Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa que a su alrededor existen varios procesos erosivos como son reptación, cárcavas y glacia de acumulación, generando una Erosión Concentrada.</p>						

Cuadro N° 68. Punto de Levantamiento PL-1-51

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1128844 S320540		Sector:			
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
		1	2	3	4	
Rumbo y Buzamiento	N45E50N	N30W65S	N20W45N	N80E65S		
Frecuencia		4:1	3:1	6:1		
Separación RMR (R9)	NO SE OBSERVA	20 cm	40 cm	15 cm		
Persistencia RMR (R8)	NO SE OBSERVA	4 m	TODO EL TALUD	TODO EL TALUD		
Abertura RMR (R5)	NO SE OBSERVA	< 0,1 cm	0,2 - 0,3 cm	1 cm		
Rugosidad RMR (R9)	NO SE OBSERVA	LISA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello RMR (R8)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R8)	NO SE OBSERVA	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R8)	NO SE OBSERVA	HUMEDO	Resistencia ISMR (7R)			R2
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N40E45S				
Altura:	MAPA	Longitud:				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar y Volcadura, y esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las intersecciones 14 e 15.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan que a su alrededor existen varios procesos erosivos como son reptación, cárcavas y glacia de acumulación, generando una Erosión Concentrada.</p>						

Cuadro N° 69. Punto de Levantamiento PL-1-52

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1129035 S328326		Sector: URB LATINA			
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
		1	2	3	4	
Rumbo y Buzamiento	N01E66N	N-S80	N70W60S	N40W60N		
Frecuencia		12:1	12:1	3:1		
Separación RMR (R9)	NO SE OBSERVA	10 cm	10 cm	50 cm		
Persistencia RMR (R8)	NO SE OBSERVA	TODO EL TALUD	TODO EL TALUD	1 m		
Abertura RMR (R5)	NO SE OBSERVA	0,2 - 0,5 cm	0,1 - 0,3 cm	NO SE OBSERVA		
Rugosidad RMR (R9)	NO SE OBSERVA	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello RMR (R8)	NO SE OBSERVA	LIMO	LIMO	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R8)	NO SE OBSERVA	METEORIZADOS	METEORIZADOS	METEORIZADOS		
Humedad RMR (R8)	NO SE OBSERVA	SECO	Resistencia ISMR (7R)			R3
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N50W60N				
Altura:	10 m	Longitud: 30 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar, Volcadura y en Cuñamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea, Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona una corona mostrando el Deslizamiento de Rocas y a su alrededor existen varios procesos erosivos como son reptación, cárcavas y glacia de acumulación, generando una Erosión Concentrada.</p>						

Cuadro N° 70. Punto de Levantamiento PL-3-1

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1129747 E323629		Sector: Frente Patio de Tanques			
PL 3-1	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N50W44N	N73W39N	N62E73N	N.S58W		
Frecuencia	1:8	1:5	1:3			
Separación FMR (89)	< 0,2 cm	< 0,2 cm	< 0,1 cm	0,1 cm		
Persistencia FMR (89)	3 m	1 m	2 m			
Abertura FMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Rugosidad FMR(89)	LIG. RUGOSA	LIG. RUGOSA	LIG. RUGOSA			
Relleno FMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Metecorización en los bordes FMR(89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO			
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R2	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	DEFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N30W10S					
Altura:	24 m		Longitud: 36 m			
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar, Volcadura y Cufiamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea, Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa erosión laminar en la zona de estudio.</p>						

Cuadro N° 72. Punto de Levantamiento PL-3-3

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1129632 E323749		Sector: Frente Patio de Tanques			
PL 3-3	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N82E40N	N65W30N	N15E14S	N50E60N		
Frecuencia	1:2	1:10	1:2			
Separación FMR (89)	20 cm	50 cm	10 cm	30 cm		
Persistencia FMR (89)	1 m	3 m	2 m			
Abertura FMR(89)	0,01 cm	0,01 cm	0,01 cm	0,2 cm		
Rugosidad FMR(89)	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA			
Relleno FMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	CALCITA	NO SE OBSERVA		
Metecorización en los bordes FMR(89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad FMR (89)	HUMEDO	Resistencia ISMR (78)				
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE	FAVORABLE	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N66W34S					
Altura:	25 m		Longitud: 10 m			
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar, Volcadura y Cufiamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea, Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa erosión laminar en la zona de estudio.</p>						

Cuadro N° 71. Punto de Levantamiento PL-3-2

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1129675 E323670		Sector: Frente Patio de Tanques			
PL 3-2	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N45W30N	N15W45N	N02E15S	N45E60N		
Frecuencia	1:1	1:5	1:1			
Separación FMR (89)	1 cm	0,02 cm	0,02 cm	0,1 cm		
Persistencia FMR (89)	1 m	3 m	2 m			
Abertura FMR(89)	< 1 cm	0,02 cm	0,02 cm	0,1 cm		
Rugosidad FMR(89)	LIG. RUGOSA	LIG. RUGOSA	LIG. RUGOSA			
Relleno FMR(89)	CALCITA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	CALCITA		
Metecorización en los bordes FMR(89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R2	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N45W50S					
Altura:	13 m		Longitud: 22 m			
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar y Volcadura, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cufiamiento con las intersecciones H, I, J, K, L e K.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea, Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa erosión Laminar en la zona de estudio.</p>						

Cuadro N° 73. Punto de Levantamiento PL-3-4

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1129562 E323847		Sector: Frente Patio de Tanques			
PL 3-4	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N29W40N	N80W40N	N65E30S	N40E15N		
Frecuencia	1:3	1:6	1:3			
Separación FMR (89)	14 cm	15 cm	20 cm	15 cm		
Persistencia FMR (89)	2 m	3 m	1 m			
Abertura FMR(89)	0,01 cm	0,03 cm	0,01 cm	0,2 cm		
Rugosidad FMR(89)	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA			
Relleno FMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Metecorización en los bordes FMR(89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R2	
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE	FAVORABLE	DEFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N60W48S					
Altura:	8 m		Longitud: 20 m			
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar y Volcadura, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cufiamiento con la intersección K.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea, Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa erosión laminar en la zona de estudio.</p>						

Cuadro N° 74. Punto de Levantamiento PL-3-5

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1128360 E324510		Sector: Calle 5 de Julio			Falla
PL 3.5	Estrato					
Variables	Familia de Diaclasas					
	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N32E40N	N50E20S	N53W35N	E-W15N		
Frecuencia	1 : 6	1 : 10	1 : 10			
Separación RMR (R9)	30 cm	15 cm	3 cm	5 cm		
Peristencia RMR (R9)	3 m	3 m	3 m			
Abertura RMR (R9)	0,01 cm	0,01 cm	10 cm	2 cm		
Disposid RMR (R9)	RUGOSA	LISA	RUGOSA			
Belleo RMR (R9)	CAL CITA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Meteorización en los bordes RMR (R9)	LEGRAMENTE METEORIZADO	LEGRAMENTE METEORIZADO	LEGRAMENTE METEORIZADO	LEGRAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R9)	SECO	Resistencia ISMR (7R)				
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N40W15S					
Altura: 3 m	Longitud: 4 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar y Volcadura, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con la Intersección II.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona, coronas de Deslizamiento Rotacional y a su alrededor existen varios procesos erosivos como son carcaras y Erosión Concentrada.</p>						

Cuadro N° 76. Punto de Levantamiento PL-3-7

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1128260 E324820		Sector: Calle 5 de Julio			Falla
PL 3.7	Estrato					
Variables	Familia de Diaclasas					
	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N48E35N	N18W38N	N50E40N	N00E10S		
Frecuencia	1 : 7	1 : 3	1 : 2			
Separación RMR (R9)	40 cm	23 cm	40 cm	50 cm		
Peristencia RMR (R9)	1 m	2 m	1 m			
Abertura RMR (R9)	< 0,01 cm	0,1 cm	0,2 cm	0,1 cm		
Disposid RMR (R9)	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA			
Belleo RMR (R9)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	CALCISA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R9)	LEGRAMENTE METEORIZADO	LEGRAMENTE METEORIZADO	LEGRAMENTE METEORIZADO	LEGRAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R9)	SECO	Resistencia ISMR (7R)		R3		
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N40E40S					
Altura: 7 m	Longitud: 10 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar, Volcadura y Cuñamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona, coronas de Deslizamiento Rotacional y a su alrededor existen varios procesos erosivos como son carcaras y Erosión Concentrada.</p>						

Cuadro N° 75. Punto de Levantamiento PL-3-6

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1128358 E324620		Sector: Calle 5 de Julio			Falla
PL 3.6	Estrato					
Variables	Familia de Diaclasas					
	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N53E28N	N89W28N	N50E18S	N15W40N		
Frecuencia	1 : 5	1 : 1	1 : 10			
Separación RMR (R9)	35 cm	20 cm	1 m	1 m		
Peristencia RMR (R9)	2 m	1 m	5 m			
Abertura RMR (R9)	< 0,01 cm	< 0,01 cm	< 0,01 cm	< 0,01 cm		
Disposid RMR (R9)	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA			
Belleo RMR (R9)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R9)	LEGRAMENTE METEORIZADO	LEGRAMENTE METEORIZADO	LEGRAMENTE METEORIZADO	LEGRAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R9)	SECO	Resistencia ISMR (7R)		R3		
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N80E23S					
Altura: 5 m	Longitud: 3 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar y Volcadura, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con la Intersección II.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona, coronas de Deslizamiento Rotacional y a su alrededor existen varios procesos erosivos como son carcaras y Erosión Concentrada.</p>						

Cuadro N° 77. Punto de Levantamiento PL-3-8

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1128222 E324887		Sector: Calle 5 de Julio			Falla
PL 3.8	Estrato					
Variables	Familia de Diaclasas					
	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N63E25N	N48E17S	N-S25E	N50W45S		
Frecuencia	1 : 4	1 : 3	1 : 4			
Separación RMR (R9)	80 cm	15 cm	35 cm	15 cm		
Peristencia RMR (R9)	1 m	2 m	1 m			
Abertura RMR (R9)	0,02 cm	0,02 cm	0,01 cm	0,01 cm		
Disposid RMR (R9)	RUGOSA	LISA	RUGOSA			
Belleo RMR (R9)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R9)	LEGRAMENTE METEORIZADO	LEGRAMENTE METEORIZADO	LEGRAMENTE METEORIZADO	LEGRAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R9)	SECO	Resistencia ISMR (7R)				
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N45W30S					
Altura: 15 m	Longitud: 14 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar y Volcadura, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con la Intersección II.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona, coronas de Deslizamiento Rotacional y a su alrededor existen varios procesos erosivos como son carcaras y Erosión Concentrada.</p>						

Cuadro N° 78. Punto de Levantamiento PL-3-9

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales							
Punto:	Coordenadas:	E324970				Sector:	Calle 5 de Julio
PL-3-9		Familia de Diaclasas				Falla	
Variables	Estrato	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N17E38N	N66W37N	N70E65N	N18W40N			
Frecuencia		1 : 1	1 : 3	1 : 1			
Separación FMR (δ9)	45 cm	60 cm	30 cm	60 cm			
Persistencia FMR (δ9)		1 m	1 m	1 m			
Abertura FMR(δ9)	< 0,01 cm	0,2 cm	0,2 cm	0,01 cm			
Rugosidad FMR(δ9)	LISA	LISA	RUGOSA				
Rebello FMR(δ9)	LUTITA	CALCITA	CALCITA	NO SE OBSERVA			
Meteorización en los bordes FMR(δ9)	USURAMENTE METEORIZADO	USURAMENTE METEORIZADO	USURAMENTE METEORIZADO	USURAMENTE METEORIZADO			
Humedad FMR (δ9)	SECO	Resistencia ISMR (7δ)				R3	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE			
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N20E45N					
Altura:	15 m	Longitud: 25 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico							
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Voladura, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las Intersecciones I1, I2 e I3.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arborea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona, coronas de Deslizamiento Rotacional y a su alrededor existen varios procesos erosivos como son cárcavas y Erosión Concentrada.</p>							

Cuadro N° 80. Punto de Levantamiento PL-3-11

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales							
Punto:	Coordenadas:	E324320				Sector:	Calle 5 de Julio
PL-3-11		Familia de Diaclasas				Falla	
Variables	Estrato	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N72E30N	N70W52N	N66E26S	N20W28S			
Frecuencia		1 : 5	1 : 3	1 : 4			
Separación FMR (δ9)	35 cm	24 cm	35 cm	29 cm			
Persistencia FMR (δ9)		2 m	3 m	2 m			
Abertura FMR(δ9)	10 cm	4 cm	4 cm	3 cm			
Rugosidad FMR(δ9)	LISA	LISA	LISA	LISA			
Rebello FMR(δ9)	LUTITA	CALCITA	CALCITA	CALCITA			
Meteorización en los bordes FMR(δ9)	USURAMENTE METEORIZADO	USURAMENTE METEORIZADO	USURAMENTE METEORIZADO	USURAMENTE METEORIZADO			
Humedad FMR (δ9)	SECO	Resistencia ISMR (7δ)				R3	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE			
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N18E40N					
Altura:	25 m	Longitud: 30 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico							
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Voladura y Pinar, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las Intersecciones I1 e I2.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Herbácea; Se clasifica del Tipo V1, Areas Desprovistas de Vegetación.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona varios procesos erosivos como son cárcavas, Erosión Concentrada y Reptación.</p>							

Cuadro N° 79. Punto de Levantamiento PL-3-10

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales							
Punto:	Coordenadas:	E325002				Sector:	Calle 5 de Julio
PL-3-10		Familia de Diaclasas				Falla	
Variables	Estrato	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N56E25N	N50E22S	N45W38N	N40E18N			
Frecuencia		1 : 1	1 : 3	1 : 4			
Separación FMR (δ9)	55 cm	60 cm	45 cm	35 cm			
Persistencia FMR (δ9)		1 m	3 m	1 m			
Abertura FMR(δ9)	5 cm	2 cm	1 cm	1 cm			
Rugosidad FMR(δ9)	LISA	LISA	LISA	LISA			
Rebello FMR(δ9)	LUTITA	CALCITA	CALCITA	CALCITA			
Meteorización en los bordes FMR(δ9)	USURAMENTE METEORIZADO	USURAMENTE METEORIZADO	USURAMENTE METEORIZADO	USURAMENTE METEORIZADO			
Humedad FMR (δ9)	SECO	Resistencia ISMR (7δ)				R3	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	DEFAVORABLE	FAVORABLE			
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N20E43N					
Altura:	25 m	Longitud: 15 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico							
<p>Análisis Cinemático: Cinemáticamente Estable para los análisis de Voladura y Pinar, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las Intersecciones I1, I2, I3 e I5.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arborea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona, coronas de Deslizamiento Rotacional y a su alrededor existen varios procesos erosivos como son cárcavas y Erosión Concentrada.</p>							

Cuadro N° 81. Punto de Levantamiento PL-3-12

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales							
Punto:	Coordenadas:	E324283				Sector:	La Villa Arriba
PL-3-12		Familia de Diaclasas				Falla	
Variables	Estrato	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	E-W30N	N36E35N	N25W18S	N15E79S			
Frecuencia		1 : 4	1 : 7	1 : 7			
Separación FMR (δ9)	25 cm	30 cm	15 cm	20 cm			
Persistencia FMR (δ9)		2 m	1 m	2 m			
Abertura FMR(δ9)	0,2 cm	0,01 cm	0,01 cm	0,01 cm			
Rugosidad FMR(δ9)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA			
Rebello FMR(δ9)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Meteorización en los bordes FMR(δ9)	USURAMENTE METEORIZADO	USURAMENTE METEORIZADO	USURAMENTE METEORIZADO	USURAMENTE METEORIZADO			
Humedad FMR (δ9)	SECO	Resistencia ISMR (7δ)				R3	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE	FAVORABLE			
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N35W20N					
Altura:	15 m	Longitud: 25 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico							
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Voladura.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arborea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasas.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona varios procesos erosivos como son cárcavas, Erosión Concentrada y Reptación.</p>							

Cuadro N° 82. Punto de Levantamiento PL-3-13

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales							
Punto:	Coordenadas: N1127380 E324330		Sector: La Villa Arriba				
PL 3-13	Estrato		Familia de Diaclasas				Falla
Variables			1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N56E30N		N75W24N	N70E28S	N27E34N		
Frecuencia	1: 7		1: 3	1: 5			
Separación RMR (R9)	80 cm		10 cm	25 cm	15 cm		
Persistencia RMR (R9)	1 m		1 m	2 m	2 m		
Abertura RMR (R9)	0.2 cm		0.01 cm	0.01 cm	0.02 cm		
Rugosidad RMR (R9)	RUGOSA		RUGOSA	RUGOSA			
Rebello RMR (R9)	NO SE OBSERVA		NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Meteorización en los bordes RMR (R9)	LIGERAMENTE METEORIZADO		LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R9)	SECO		Resistencia ISMR (78)				R3
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE		FAVORABLE		DEFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud			Rumbo y Pendiente: N20W30N				
Altura: 20 m			Longitud: 35 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico							
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar y Volcadura, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con la Intersección H.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona varios procesos erosivos como son cárcavas y Erosión Concentrada.</p>							

Cuadro N° 84. Punto de Levantamiento PL-3-15

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales							
Punto:	Coordenadas: N1127780 E324350		Sector: La Villa Arriba				
PL 3-15	Estrato		Familia de Diaclasas				Falla
Variables			1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N36E41N		N10E45N	N35W13S	N22W30N		
Frecuencia	1: 4		1: 6	1: 2			
Separación RMR (R9)	32 cm		25 cm	16 cm	50 cm		
Persistencia RMR (R9)	1 m		2 m	1 m			
Abertura RMR (R9)	1 cm		0.01 cm	0.01 cm	0.01 cm		
Rugosidad RMR (R9)	RUGOSA		RUGOSA	RUGOSA			
Rebello RMR (R9)	LISIA		NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Meteorización en los bordes RMR (R9)	LIGERAMENTE METEORIZADO		LIGERAMENTE METEORIZADO	METEORIZADO	METEORIZADO		
Humedad RMR (R9)	SECO		Resistencia ISMR (78)				R4
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE		FAVORABLE		DEFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud			Rumbo y Pendiente: N5E45N				
Altura: 20 m			Longitud: 40 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico							
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar y Volcadura, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las Intersecciones H e I.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona varios procesos erosivos como son cárcavas y Erosión Concentrada.</p>							

Cuadro N° 83. Punto de Levantamiento PL-3-14

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales							
Punto:	Coordenadas: N1127380 E324340		Sector: La Villa Arriba				
PL 3-14	Estrato		Familia de Diaclasas				Falla
Variables			1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N73E35N		N55E70N	N80W40N	N15E35S		
Frecuencia	1: 5		1: 3	1: 3			
Separación RMR (R9)	15 cm		20 cm	35 cm	30 cm		
Persistencia RMR (R9)	4 cm		1 m	1 m	2 m		
Abertura RMR (R9)	4 cm		2 cm	0.01 cm	0.01 cm		
Rugosidad RMR (R9)	LISA		RUGOSA	RUGOSA			
Rebello RMR (R9)	LIGERAMENTE METEORIZADO		CAJETA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R9)	LIGERAMENTE METEORIZADO		LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R9)	SECO		Resistencia ISMR (78)				R4
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE		FAVORABLE		FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud			Rumbo y Pendiente: N30W25N				
Altura: 15 m			Longitud: 35 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico							
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar y Volcadura, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las Intersecciones H, I, 2 e 3.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona varios procesos erosivos como son cárcavas y Erosión Concentrada.</p>							

Cuadro N° 85. Punto de Levantamiento PL-3-16

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales							
Punto:	Coordenadas: N1128230 E324001		Sector: Calle La Fe				
PL 3-16	Estrato		Familia de Diaclasas				Falla
Variables			1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N00E10S		N50W60N	N02E40N			
Frecuencia	1: 3		1: 5	1: 5			
Separación RMR (R9)	38 cm		35 cm	17 cm			
Persistencia RMR (R9)	2 m		1 m				
Abertura RMR (R9)	< 0.01 cm		0.01 cm	0.03 cm			
Rugosidad RMR (R9)	RUGOSA		RUGOSA				
Rebello RMR (R9)	NO SE OBSERVA		NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Meteorización en los bordes RMR (R9)	METEORIZADO		LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO			
Humedad RMR (R9)	SECO		Resistencia ISMR (78)				R2
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE		DEFAVORABLE		DEFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud			Rumbo y Pendiente: N56W10S				
Altura: 7 m			Longitud: 13 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico							
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar, Volcadura y Cuñamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona maciza, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar.</p>							

Cuadro N° 86. Punto de Levantamiento PL-3-17

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1128180 E324010		Sector: Calle La Fe			
PL-3-17	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N59E15S	N44W76N	N25E31N	N31E11N	N35W63S	
Frecuencia	1:5	1:8	1:4	1:3		
Separación FMR (89)	25 cm	20 cm	8 cm	25 cm	37 cm	
Persistencia FMR (89)	1 m	1 m	1 m	2 m		
Abertura FMR(89)	< 0,01 cm	0,02 cm	0,1 cm	0,02 cm	0,03 cm	
Rugosidad FMR(89)	RUGOSA	LISA	RUGOSA	LISA		
Rebello FMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	CAJETA	NO SE OBSERVA	CAJETA	
Meteorización en los bordes FMR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R2	
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	FEVORABLE	FEVORABLE	DESFAVORABLE	
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N45E20N					
Altura: 5 m	Longitud: 15 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar, Volcadura y Cuñamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arborea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona inactiva, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar.</p>						

Cuadro N° 88. Punto de Levantamiento PL-3-19

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1128080 E323900		Sector: Calle Orinoco			
PL-3-19	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N28E23S	N35W20S	N20W38N	N10E40N	N-S20W	
Frecuencia	1:3	1:1	1:3	1:1		
Separación FMR (89)	50 cm	30 cm	80 cm	35 cm	74 cm	
Persistencia FMR (89)	1 m	1 m	1 m	1 m		
Abertura FMR(89)	< 0,01 cm	< 0,01 cm	< 0,01 cm	< 0,01 cm	< 0,01 cm	
Rugosidad FMR(89)	LISA	LISA	LISA	RUGOSA		
Rebello FMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	
Meteorización en los bordes FMR(89)	METEORIZADO	METEORIZADO	METEORIZADO	METEORIZADO	METEORIZADO	
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R2	
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N50W16S					
Altura: 2 m	Longitud: 4 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar y Volcadura, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las Intersecciones H, I, 5, 6, 7 e 8.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arborea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona inactiva, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar.</p>						

Cuadro N° 87. Punto de Levantamiento PL-3-18

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1128130 E324050		Sector: Calle La Fe			
PL-3-18	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N41E13S	N25E28N	N30W78N	N14E24S		
Frecuencia	1:4	1:1	1:1	1:1		
Separación FMR (89)	54 cm	34 cm	60 cm	60 cm		
Persistencia FMR (89)	2 m	1 m	1 m			
Abertura FMR(89)	< 0,01 cm	0,01 cm	0,2 cm	0,2 cm		
Rugosidad FMR(89)	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA			
Rebello FMR(89)	NO SE OBSERVA	CANONATO	CANONATO			
Meteorización en los bordes FMR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO			
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R4	
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE			
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N45E39N					
Altura: 5 m	Longitud: 20 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar y Volcadura, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las Intersecciones I1 e I2.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arborea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona inactiva, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar.</p>						

Cuadro N° 89. Punto de Levantamiento PL-3-20

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1128040 E323900		Sector: Calle Orinoco			
PL-3-20	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N30E18S	N-S35E	N66E24S	N24W30N		
Frecuencia	1:3	1:2	1:3			
Separación FMR (89)	50 cm	35 cm	50 cm	28 cm		
Persistencia FMR (89)	1 m	1 m	1 m			
Abertura FMR(89)	< 0,01 cm	0,2 cm	0,01 cm	0,01 cm		
Rugosidad FMR(89)	LISA	RUGOSA	RUGOSA			
Rebello FMR(89)	NO SE OBSERVA	CANONATO	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes FMR(89)	METEORIZADO	METEORIZADO	METEORIZADO	METEORIZADO		
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R2	
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE			
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N45W19S					
Altura: 2 m	Longitud: 3 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar, Volcadura y Cuñamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arborea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona inactiva, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar.</p>						

Cuadro N° 90. Punto de Levantamiento PL-3-21

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1128000 E324010		Sector: Calle Orinoco			
PL 3-21	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N47E20S	N10E75S	E-W75N	N35E80S		
Frecuencia		1 : 1	1 : 4	1 : 4		
Separación RMR (R9)	23 cm	45 cm	25 cm	33 cm		
Persistencia RMR (R9)		1 m	3 m	3 m		
Abertura RMR (R9)	0,02 cm	0,01 cm	0,01 cm	0,01 cm		
Rugosidad RMR (R9)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello RMR (R9)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R9)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R9)	SECO	Resistencia ISMR (7R)				R3
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N20W38N					
Altura: 5 m	Longitud: 10 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Voladura y Cuñamiento con las Intersecciones II, II y IS.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona inactiva, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar.</p>						

Cuadro N° 92. Punto de Levantamiento PL-3-23

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1127700 E323840		Sector: Calle 23 de Julio			
PL 3-23	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N75E17S	N70W50S	N40W80N	N70E50S		
Frecuencia		1 : 3	1 : 1	1 : 1		
Separación RMR (R9)	25 cm	47 cm	50 cm	45 cm		
Persistencia RMR (R9)		2 m	1 m	1 m		
Abertura RMR (R9)	< 0,01 cm	0,01 cm	0,01 cm	0,01 cm		
Rugosidad RMR (R9)		RUGOSA	LISA	RUGOSA		
Rebello RMR (R9)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R9)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R9)	SECO	Resistencia ISMR (7R)				R2
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N20E30N					
Altura: 1,5 m	Longitud: 4 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar y Voladura, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con la Intersección IS.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona inactiva, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar.</p>						

Cuadro N° 91. Punto de Levantamiento PL-3-22

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1127950 E324070		Sector: Calle Orinoco			
PL 3-22	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N21E15S	N10W60N	N56E52S	N18W12S		
Frecuencia		1 : 4	1 : 4	1 : 3		
Separación RMR (R9)	40 cm	27 cm	35 cm	30 cm		
Persistencia RMR (R9)		3 m	2 m	3 m		
Abertura RMR (R9)	2 cm	0,01 cm	0,02 cm	0,02 cm		
Rugosidad RMR (R9)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello RMR (R9)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R9)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R9)	SECO	Resistencia ISMR (7R)				R3
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N15W40S					
Altura: 7 m	Longitud: 20 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar y Voladura, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las Intersecciones II, IS y IS.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea, Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona inactiva, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar.</p>						

Cuadro N° 93. Punto de Levantamiento PL-3-24

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1127670 E323900		Sector: Calle 23 de Julio			
PL 3-24	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N79W32S	N-S60E	N70W60S	N40W80N	N32E45S	
Frecuencia		1 : 3	1 : 4	1 : 2	1 : 2	
Separación RMR (R9)	45 cm	23 cm	12 cm	25 cm	34 cm	
Persistencia RMR (R9)		3 m	3 m	2 m	2 m	
Abertura RMR (R9)	0,01 cm	0,3 cm	0,3 cm	0,01 cm	0,01 cm	
Rugosidad RMR (R9)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA	
Rebello RMR (R9)	NO SE OBSERVA	ARENOSA	ARENOSA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R9)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R9)	SECO	Resistencia ISMR (7R)				R3
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N79E45N					
Altura: 3 m	Longitud: 14 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar, Voladura y Cuñamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea, Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona inactiva, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar.</p>						

Cuadro N° 94. Punto de Levantamiento PL-3-25

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1127470 E323575		Sector: Calle Pinto Salinas			
PL 3-25	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N35W40N	N52W17S	N70E20N	N60W20N		
Frecuencia	1: 2	1: 4	1: 8			
Separación FMR (89)	34 cm	35 cm	20 cm	10 cm		
Persistencia FMR (89)	1 m	3 m	3 m			
Abertura FMR(89)	< 0,01 cm	0,2 cm	0,02 cm	0,01 cm		
Disposición FMR(89)	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA			
Belleño FMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Meteorización en los bordes FMR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO			
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R3	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DEFAVORABLE	FAVORABLE	DEFAVORABLE		
Geométrica en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: E-W25N					
Altura: 3 m	Longitud: 8 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar y Volcadura, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Curvamiento con la Intersección I1, I2 e I6.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasas.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona inactiva, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar.</p>						

Cuadro N° 96. Punto de Levantamiento PL-3-27

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1127299 E323660		Sector: Calle Pinto Salinas			
PL 3-27	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N40W36N	N70E65N	N10W55S	N65W22N		
Frecuencia	1: 1	1: 4	1: 1			
Separación FMR (89)	66 cm	30 cm	24 cm	30 cm		
Persistencia FMR (89)	1 m	2 m	1 m			
Abertura FMR(89)	5 cm	< 0,01 cm	< 0,01 cm	< 0,01 cm		
Disposición FMR(89)	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA			
Belleño FMR(89)	LITTA-LIBRO	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Meteorización en los bordes FMR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO			
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R3	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE	FAVORABLE		
Geométrica en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N10W30N					
Altura: 4 m	Longitud: 15 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar, Volcadura y Curvamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona inactiva, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar, se evidencia conos de deyección al pie del talud.</p>						

Cuadro N° 95. Punto de Levantamiento PL-3-26

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1127410 E323640		Sector: Calle Pinto Salinas			
PL 3-26	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N10W38N	N30W75S	N20W45N	N80E55S		
Frecuencia	1: 3	1: 5	1: 4			
Separación FMR (89)	24 cm	46 cm	40 cm	20 cm		
Persistencia FMR (89)	2 m	3 m	1 m			
Abertura FMR(89)	< 0,01 cm	0,01 cm	0,02 cm	0,01 cm		
Disposición FMR(89)	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA			
Belleño FMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Meteorización en los bordes FMR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO			
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R3	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE		
Geométrica en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N80W26N					
Altura: 3 m	Longitud: 13 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar, Volcadura y Curvamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasas.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona inactiva, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar, se evidencia conos de deyección al pie del talud.</p>						

Cuadro N° 97. Punto de Levantamiento PL-3-28

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1127240 E323710		Sector: Calle Pinto Salinas			
PL 3-28	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Variables	1	2	3	4		
Rumbo y buzamiento	N45W22N	N73W39N	N25W80S	N15E36N		
Frecuencia	1: 4	1: 4	1: 3			
Separación FMR (89)	50 cm	20 cm	20 cm	40 cm		
Persistencia FMR (89)	1 m	40 cm	1 m			
Abertura FMR(89)	2 cm	1 - 2 cm	< 0,01 cm	< 0,01 cm		
Disposición FMR(89)	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA			
Belleño FMR(89)	LITTA-LIBRO	ARCILLA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes FMR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO			
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R4	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE		
Geométrica en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N10W35N					
Altura: 5 m	Longitud: 20 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Planar y Curvamiento con las Intersecciones I1, I2 e I6.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona inactiva, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar, se evidencia conos de deyección al pie del talud.</p>						

Cuadro N° 98. Punto de Levantamiento PL-3-29

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1127200 E323750		Sector: Calle Pinto Salinas			
PL 3-29	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N38W24N	N15E70S	N28W95N	N40E54N		
Frecuencia		1:3	1:1	1:1		
Separación RMR (R9)	2 m	70 cm	50 cm	38 cm		
Persistencia RMR (R9)		1 m	1 m	1 m		
Abertura RMR (R9)	10 cm	2 cm	0,01 cm	0,01 cm		
Rugosidad RMR (R9)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello RMR (R9)	LITTA-LIMO	ARCILLA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R9)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R9)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R4
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N50W30N					
Altura: 10 m	Longitud: 20 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Geométrico: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Químicamente Estable para los análisis de Voladura, esta Químicamente Inestable para Falla en Cofamiento con las intersecciones II, I2, I3 e I5.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona inactiva, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar, se evidencia conos de deyección al pie del talud.</p>						

Cuadro N° 100. Punto de Levantamiento PL-3-31

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1127140 E323250		Sector: Barrio Las Charas			
PL 3-31	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N34E22S	N50W25S	N40E18N	N23W54N		
Frecuencia		1:2	1:2	1:2		
Separación RMR (R9)	24 cm	45 cm	50 cm	29 cm		
Persistencia RMR (R9)		1 m	1 m	1 m		
Abertura RMR (R9)	4,01 cm	4,01 cm	4,01 cm	4,01 cm		
Rugosidad RMR (R9)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello RMR (R9)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R9)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R9)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R2
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N67W20N					
Altura: 3 m	Longitud: 6 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Geométrico: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Químicamente Estable para los análisis de Voladura y Planar, esta Químicamente Inestable para Falla en Cofamiento con las intersecciones II e I2.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona activa, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar y flujos de detritos, se observa conos de deyección al pie del talud.</p>						

Cuadro N° 99. Punto de Levantamiento PL-3-30

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1127120 E323200		Sector: Barrio Las Charas			
PL 3-30	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N30E16S	N50W76S	N45W66S			
Frecuencia		1:1	1:1			
Separación RMR (R9)	30 cm	30 cm	35 cm			
Persistencia RMR (R9)		1 m	1 m			
Abertura RMR (R9)	0,01 cm	0,01 cm	0,01 cm			
Rugosidad RMR (R9)		RUGOSA	RUGOSA			
Rebello RMR (R9)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Meteorización en los bordes RMR (R9)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO			
Humedad RMR (R9)	SECO	Resistencia ISMR (78)				
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE			
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N30W15S					
Altura: 2 m	Longitud: 3 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Geométrico: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Químicamente Estable para los análisis de Voladura, Planar y Cofamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona inactiva, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar, se evidencia conos de deyección al pie del talud.</p>						

Cuadro N° 101. Punto de Levantamiento PL-3-32

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1127140 E323108		Sector: Barrio Las Charas			
PL 3-32	Familia de Diaclasas					
Variables	Estrato	1	2	3	4	Falla
Rumbo y buzamiento	N41E19S	N30E25S	N50W38N	N35W17S		
Frecuencia		1:2	1:1	1:2		
Separación RMR (R9)	35 cm	20 cm	60 cm	54 cm		
Persistencia RMR (R9)		1 m	2 m	2 m		
Abertura RMR (R9)	2 cm	0,2 cm	0,01 cm	0,01 cm		
Rugosidad RMR (R9)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello RMR (R9)	ARCILLA	CARBONATO	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R9)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R9)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R3
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N45W30S					
Altura: 5 m	Longitud: 10 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Geométrico: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Químicamente Estable para los análisis de Voladura, esta Químicamente Inestable para Falla en Cofamiento con las intersecciones II e I2.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona activa, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar y flujos de detritos, se observa conos de deyección al pie del talud.</p>						

Cuadro N° 102. Punto de Levantamiento PL-3-33

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1127110 E323380		Sector: Barrio Las Charas			
PL 3-33	Familia de Diaclasas				Falla	
Variables	Estrato	1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N68E20S	N54W31S	N37E24N	N72E38S		
Frecuencia		1:1	1:3	1:3		
Separación RMR (R _s)	1 m	30 cm	45 cm	10 cm		
Peristencia RMR (R _p)		1 m	2 m	1 m		
Abertura RMR (R _a)	3 cm	0,01 cm	1 cm	0,01 cm		
Disposid RMR (R _d)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello RMR (R _r)	ARCILLA	NO SE OBSERVA	CARBONATO	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R _m)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R _h)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R3	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N50W28S					
Altura: 8 m	Longitud: 15 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de 'Volcadura y Planar', esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las Intersecciones H e IS.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una corona activa, se evidencia proceso erosivo de Erosión Laminar y flujos de detritos, se observa conos de dayeccion al pie del talud.</p>						

Cuadro N° 104. Punto de Levantamiento PL-3-35

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1126490 E323500		Sector: Calle El Limón			
PL 3-35	Familia de Diaclasas				Falla	
Variables	Estrato	1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N50E32S	N45W32S	N32E24N	N45W15N		
Frecuencia		1:2	1:3	1:3		
Separación RMR (R _s)	23 cm	22 cm	34 cm	40 cm		
Peristencia RMR (R _p)		1 m	2 m	2 m		
Abertura RMR (R _a)	< 0,01 cm	0,01 cm	0,01 cm	0,01 cm		
Disposid RMR (R _d)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello RMR (R _r)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R _m)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R _h)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R3	
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: E-W20N					
Altura: 3 m	Longitud: 6 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de 'Volcadura y Planar', esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las Intersecciones H e I2.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada y Carcavas en las laderas.</p>						

Cuadro N° 103. Punto de Levantamiento PL-3-34

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1131803 S324298		Sector: URB EL CHAURE			
PL 1-34	Familia de Diaclasas				Falla	
Variables	Estrato	1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N20W25S	N10W76S	N80E85N	N25W90		
Frecuencia		10:1	> 15:1	7:1		
Separación RMR (R _s)	NO SE OBSERVA	10 cm	15 cm	18 cm		
Peristencia RMR (R _p)	NO SE OBSERVA	TODOS EL TALUD	TODOS EL TALUD	3 m		
Abertura RMR (R _a)	NO SE OBSERVA	1 cm	< 1 cm	< 1 cm		
Disposid RMR (R _d)		RUGOSA	LISA	LISA		
Rebello RMR (R _r)	NO SE OBSERVA	CARBONATO	CALCITA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R _m)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R _h)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R2	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N80E85N					
Altura: 6 m	Longitud: 50 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para el análisis de Falla Planar y Volcadura, y esta Cinemáticamente Inestable para Cuñamiento con las Intersecciones H, I2, I3 e I4.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observan varias coronas en la zona marcando fuertemente el Deslizamiento Activo y a su alrededor existen carcavas muy pronunciadas, generando la Erosión Concentrada.</p>						

Cuadro N° 105. Punto de Levantamiento PL-3-36

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1126440 E323555		Sector: Calle El Limón			
PL 3-36	Familia de Diaclasas				Falla	
Variables	Estrato	1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N20E35S	N25W30N	N15E70S	N38W24S		
Frecuencia		1:2	1:2	1:2		
Separación RMR (R _s)	69 cm	12 cm	23 cm	10 cm		
Peristencia RMR (R _p)		1 m	1 m	1 m		
Abertura RMR (R _a)	2 cm	0,01 cm	0,2 cm	0,01 cm		
Disposid RMR (R _d)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello RMR (R _r)	ARCILLA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes RMR (R _m)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad RMR (R _h)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R3	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N85E23N					
Altura: 5 m	Longitud: 10 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de 'Volcadura, Planar y Cuñamiento'.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada y Carcavas en las laderas.</p>						

Cuadro N° 106. Punto de Levantamiento PL-3-37

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1126380 E323596		Sector: Calle El Limón			Falla
PL 3-37	Estrato	Familia de Diaclasas				
Variables	1	2	3	4		
Plumbo y Buzamiento	N25E20S	N60E84N	N60W70S	N45W84S		
Frecuencia	1:1	1:3	1:3			
Separación PBR (89)	45 cm	50 cm	30 cm	30 cm		
Persistencia PBR (89)	1 m	1 m	1 m			
Abertura PBR(89)	2 cm	0,01 cm	0,01 cm	0,01 cm		
Rugosidad PBR(89)	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA			
Rebello PBR(89)	ARCILLA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Meteoización en los bordes PBR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO			
Humedad PBR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R3
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	DEFAYORABLE	DEFAYORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N70W20N		Longitud: 10 m			
Altura: 3 m	Gráfico del Modelo Geotécnico					

Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Voladura y Cuñamiento con la Intersección I1.

Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.

Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada y Carcavas en las laderas.

Cuadro N° 108. Punto de Levantamiento PL-3-39

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1126450 E323870		Sector: Calle El Limón			Falla
PL 3-39	Estrato	Familia de Diaclasas				
Variables	1	2	3	4		
Plumbo y Buzamiento	N30E19S	N06E74S	N85W10N	E-W15S		
Frecuencia	1:15	1:3	1:3			
Separación PBR (89)	60 cm	4 cm	4 cm	40 cm		
Persistencia PBR (89)	3 m	3 m	1 m			
Abertura PBR(89)	2 cm	0,5 cm	0,5 cm	1 cm		
Rugosidad PBR(89)	LISA	LISA	RUGOSA			
Rebello PBR(89)	ARCILLA	NO SE OBSERVA	CALCITA	NO SE OBSERVA		
Meteoización en los bordes PBR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad PBR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R4
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	DEFAYORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N15W10N		Longitud: 15 m			
Altura: 3 m	Gráfico del Modelo Geotécnico					

Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar y Voladura y esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con la Intersección I2.

Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V1, Areas Desprovistas de Vegetación.

Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada y Carcavas en las laderas.

Cuadro N° 107. Punto de Levantamiento PL-3-38

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1126435 E323760		Sector: Calle El Limón			Falla
PL 3-38	Estrato	Familia de Diaclasas				
Variables	1	2	3	4		
Plumbo y Buzamiento	N44E23S	N21E17S	N78W33N	N45W76N		
Frecuencia	1:2	1:2	1:2			
Separación PBR (89)	45 cm	45 cm	30 cm	30 cm		
Persistencia PBR (89)	1 m	1 m	1 m			
Abertura PBR(89)	3 cm	0,01 cm	1 cm	1 cm		
Rugosidad PBR(89)	RUGOSA	LISA	LISA			
Rebello PBR(89)	ARCILLA	NO SE OBSERVA	CARBONATO	CARBONATO		
Meteoización en los bordes PBR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad PBR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R4
Orientación con respecto al talud	DEFAYORABLE	DEFAYORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N70E12N		Longitud: 10 m			
Altura: 6 m	Gráfico del Modelo Geotécnico					

Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar, Voladura y Cuñamiento.

Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.

Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada y Carcavas en las laderas.

Cuadro N° 109. Punto de Levantamiento PL-3-40

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1126440 E323980		Sector: Calle El Limón			Falla
PL 3-40	Estrato	Familia de Diaclasas				
Variables	1	2	3	4		
Plumbo y Buzamiento	N53E21S	N-S40E	N55W15N	N28E35N		
Frecuencia	1:15	1:3	1:3			
Separación PBR (89)	73 cm	4 cm	4 cm	40 cm		
Persistencia PBR (89)	3 m	3 m	1 m			
Abertura PBR(89)	2 cm	0,5 cm	0,5 cm	1 cm		
Rugosidad PBR(89)	LISA	LISA	RUGOSA			
Rebello PBR(89)	ARCILLA	NO SE OBSERVA	CALCITA	NO SE OBSERVA		
Meteoización en los bordes PBR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad PBR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R4
Orientación con respecto al talud	DEFAYORABLE	DEFAYORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N-S23W		Longitud: 17 m			
Altura: 4 m	Gráfico del Modelo Geotécnico					

Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Planar y Voladura y esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con la Intersección I6.

Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.

Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada y Carcavas en las laderas.

Cuadro N° 110. Punto de Levantamiento PL-3-41

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas:	E324001		Sector: Calle El Limón		
PL-3-41		Familia de Diaclasas				Falla
Variables	Estrato	1	2	3	4	
Dirumbo y Buzamiento	N36E17S	E-W17S	N46W24N	N50E17N		
Frecuencia		1:15	1:3	1:3		
Separación FMR (δ ₉)	88 cm	4 cm	4 cm	40 cm		
Persistencia FMR (δ ₉)		3 m	3 m	1 m		
Abertura FMR(δ ₉)	3 cm	0.5 cm	1 cm	1 cm		
Rugosidad FMR(δ ₉)		LISA	LISA	RUGOSA		
Rebbero FMR(δ ₉)	ARCILLA	NO SE OBSERVA	CALCITA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes FMR(δ ₉)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad FMR (δ ₉)	SECO	Resistencia ISMR (7δ)			R4	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	DEFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N35W25N					
Altura:	7 m	Longitud: 18 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura y esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Planar y Cufamiento con las Intersecciones I, 3 e I4.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arborea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada y Carcavas en las laderas.</p>						

Cuadro N° 112. Punto de Levantamiento PL-3-43

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas:	E323201		Sector: Este del Cerro Provisor		
PL-3-43		Familia de Diaclasas				Falla
Variables	Estrato	1	2	3	4	
Dirumbo y Buzamiento	N18E35N	N34W30S	N24E35S	E-W34S		
Frecuencia		1:1	1:1	1:1		
Separación FMR (δ ₉)	34 cm	34 cm	13 cm	13 cm		
Persistencia FMR (δ ₉)		1 m	2 m	2 m		
Abertura FMR(δ ₉)	< 0,01 cm	4,031 cm	4,031 cm	4,031 cm		
Rugosidad FMR(δ ₉)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebbero FMR(δ ₉)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes FMR(δ ₉)	METEORIZADO	METEORIZADO	METEORIZADO	METEORIZADO		
Humedad FMR (δ ₉)	SECO	Resistencia ISMR (7δ)			R2	
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N75E40S					
Altura:	6 m	Longitud: 4 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura y esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Planar y Cufamiento con las Intersecciones I4, I5 e I6.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arborea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada en el lado sur y Laminar en lado norte donde se observan Carcavas en las laderas.</p>						

Cuadro N° 111. Punto de Levantamiento PL-3-42

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas:	E324060		Sector: Calle El Limón		
PL-3-42		Familia de Diaclasas				Falla
Variables	Estrato	1	2	3	4	
Dirumbo y Buzamiento	N82E25S	N55E27N	N23E45S	N-53W		
Frecuencia		1:15	1:3	1:3		
Separación FMR (δ ₉)	95 cm	4 cm	4 cm	40 cm		
Persistencia FMR (δ ₉)		3 m	3 m	1 m		
Abertura FMR(δ ₉)	3 cm	0.5 cm	2 cm	1 cm		
Rugosidad FMR(δ ₉)		LISA	LISA	RUGOSA		
Rebbero FMR(δ ₉)	ARCILLA	NO SE OBSERVA	CALCITA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes FMR(δ ₉)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad FMR (δ ₉)	SECO	Resistencia ISMR (7δ)			R4	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	DEFAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N80E25N					
Altura:	8 m	Longitud: 20 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura y Planar y esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cufamiento con las Intersecciones II, e I2.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arborea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada y Carcavas en las laderas.</p>						

Cuadro N° 113. Punto de Levantamiento PL-3-44

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas:	E323370		Sector: Este del Cerro Provisor		
PL-3-44		Familia de Diaclasas				Falla
Variables	Estrato	1	2	3	4	
Dirumbo y Buzamiento	N57E26N	N40W33S	N30E35S	N59W20N		
Frecuencia		1:1	1:1	1:1		
Separación FMR (δ ₉)	40 cm	30 cm	15 cm	15 cm		
Persistencia FMR (δ ₉)		2 m	2 m	2 m		
Abertura FMR(δ ₉)	< 0,01 cm	0,1 cm	0,1 cm	0,1 cm		
Rugosidad FMR(δ ₉)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebbero FMR(δ ₉)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Metemorización en los bordes FMR(δ ₉)	METEORIZADO	METEORIZADO	METEORIZADO	METEORIZADO		
Humedad FMR (δ ₉)	SECO	Resistencia ISMR (7δ)			R2	
Orientación con respecto al talud	DEFAVORABLE	FAVORABLE	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N45E15S					
Altura:	6 m	Longitud: 12 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura, Planar y Cufamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arborea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V1, Areas de Desprovistas de Vegetación.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada en el lado sur y Laminar en lado norte donde se observan Carcavas en las laderas.</p>						

Cuadro N° 114. Punto de Levantamiento PL-3-45

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125838 E323535		Sector: Este del Cerro Provisor			
PI 3.45	Familia de Diaclasas					Falla
Variables	Estrato	1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N87E20N	N70W34N	N43W23S	E-W23S		
Frecuencia		1:1	1:1	1:1		
Separación PMR (89)	51 cm	38 cm	23 cm	15 cm		
Persistencia PMR (89)		3 m	1 m	2 m		
Abertura PMR (89)	< 0,01 cm	1 cm	0,2 cm	1 cm		
Porosidad PMR (89)		LISA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello PMR (89)	NO SE OBSERVA	CARBONATO	NO SE OBSERVA	CARBONATO		
Meteorización en los bordes PMR (89)	METEFORZADO	METEFORZADO	METEFORZADO	METEFORZADO		
Humedad PMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R3
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N20E20N					
Altura: 7 m	Longitud: 15 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura, y Planar y esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las Intersecciones I, 2, 3 e 4.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arborea y Herbácea, Se clasifica del Tipo V3, Areas de Vegetación Escasa.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada en el lado sur y Laminar en lado norte donde se observan Carcavas en las laderas.</p>						

Cuadro N° 116. Punto de Levantamiento PL-3-47

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125650 E323850		Sector: Este del Cerro Provisor			
PI 3.47	Familia de Diaclasas					Falla
Variables	Estrato	1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N56E25N	N45E34S	N78W34S	N-S34E		
Frecuencia		1:3	1:1	1:1		
Separación PMR (89)	1 m	90 cm	23 cm	35 cm		
Persistencia PMR (89)		4 m	1 m	2 m		
Abertura PMR (89)	4 cm	2 cm	1 cm	1 cm		
Porosidad PMR (89)		LISA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello PMR (89)	ARCILLA	NO SE OBSERVA	CARBONATO	CARBONATO		
Meteorización en los bordes PMR (89)	LEGERAMENTE METEFORZADO	LEGERAMENTE METEFORZADO	LEGERAMENTE METEFORZADO	LEGERAMENTE METEFORZADO		
Humedad PMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R4
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N67W35S					
Altura: 6 m	Longitud: 15 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura y esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Planar y Cuñamiento con la Intersección 1B.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arborea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada en el lado sur y Laminar en lado norte donde se observan Carcavas en las laderas.</p>						

Cuadro N° 115. Punto de Levantamiento PL-3-46

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125718 E323720		Sector: Este del Cerro Provisor			
PI 3.46	Familia de Diaclasas					Falla
Variables	Estrato	1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N80E15N	N34W45N	N50W23S	N34E10S		
Frecuencia		1:2	1:1	1:2		
Separación PMR (89)	1 m	67 cm	23 cm	88 cm		
Persistencia PMR (89)		3 m	1 m	2 m		
Abertura PMR (89)	2 cm	2 cm	0,2 cm	2 cm		
Porosidad PMR (89)		LISA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello PMR (89)	ARCILLA	CARBONATO	NO SE OBSERVA	CARBONATO		
Meteorización en los bordes PMR (89)	LEGERAMENTE METEFORZADO	LEGERAMENTE METEFORZADO	LEGERAMENTE METEFORZADO	LEGERAMENTE METEFORZADO		
Humedad PMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R4
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N55W25S					
Altura: 3 m	Longitud: 10 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura y esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Planar y Cuñamiento con las Intersecciones 1S e 1B.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arborea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada en el lado sur y Laminar en lado norte donde se observan Carcavas en las laderas.</p>						

Cuadro N° 117. Punto de Levantamiento PL-3-48

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125600 E323920		Sector: Este del Cerro Provisor			
PI 3.48	Familia de Diaclasas					Falla
Variables	Estrato	1	2	3	4	
Rumbo y buzamiento	N57E23N	N34E87S	E-W76S	N-S12E		
Frecuencia		1:4	1:1	1:4		
Separación PMR (89)	1 m	23 cm	67 cm	12 cm		
Persistencia PMR (89)		1 m	3 m	1 m		
Abertura PMR (89)	6 cm	0,4 cm	1 cm	0,4 cm		
Porosidad PMR (89)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebello PMR (89)	ARCILLA	NO SE OBSERVA	CARBONATO	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes PMR (89)	LEGERAMENTE METEFORZADO	LEGERAMENTE METEFORZADO	LEGERAMENTE METEFORZADO	LEGERAMENTE METEFORZADO		
Humedad PMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R4
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N56E45N					
Altura: 12 m	Longitud: 20 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura y esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Planar y Cuñamiento con las Intersecciones 1I, 2, 3 e 4.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arborea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada en el lado sur y Laminar en lado norte donde se observan Carcavas en las laderas.</p>						

Cuadro N° 118. Punto de Levantamiento PL-3-49

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125708 E323380		Sector: Este de Cerro Provisor			Falla
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Rumbo y buzamiento	N55E21N	N67W45S	N17E15N	N56W17N		
Frecuencia		1: 4	1: 1	1: 1		
Separación PBR (89)	34 cm	24 cm	56 cm	34 cm		
Persistencia PBR (89)		1 m	1 m	1 m		
Abertura PBR(89)	< 0,01cm	0,01 cm	0,1 cm	0,2 cm		
Rugosidad PBR(89)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebeleno PBR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes PBR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad PBR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R2	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N15E20N				
Altura: 2 m		Longitud: 6 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura y Planar, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las Intersecciones I2, I3 e I4.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada se observan Carcavas en las laderas y Coronas en deslizamiento activo.</p>						

Cuadro N° 120. Punto de Levantamiento PL-3-51

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125520 E323335		Sector: Este de Cerro Provisor			Falla
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Rumbo y buzamiento	N64E28N	N34W45S	N23E19N	N13E12S		
Frecuencia		1: 2	1: 10	1: 2		
Separación PBR (89)	43 cm	50 cm	10 cm	30 cm		
Persistencia PBR (89)		1 m	3 m	2 m		
Abertura PBR(89)	0,2 cm	0,01 cm	< 0,01 cm	0,2 cm		
Rugosidad PBR(89)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebeleno PBR(89)	LITUALBMO	NO SE OBSERVA	CALCITA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes PBR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad PBR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R3	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N70E33N				
Altura: 4 m		Longitud: 8 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura y Planar, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las Intersecciones I1, I2, I3, I4 e I5.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada se observan Carcavas en las laderas y Coronas en deslizamiento activo.</p>						

Cuadro N° 119. Punto de Levantamiento PL-3-50

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125630 E323310		Sector: Este de Cerro Provisor			Falla
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Rumbo y buzamiento	E-W20N	N78W23S	N23E45N	N45E33S		
Frecuencia		1: 1	1: 1	1: 2		
Separación PBR (89)	35 cm	47 cm	23 cm	45 cm		
Persistencia PBR (89)		1 m	1 m	1 m		
Abertura PBR(89)	< 0,01 cm	0,01 cm	0,03 cm	0,03 cm		
Rugosidad PBR(89)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA		
Rebeleno PBR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes PBR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO		
Humedad PBR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R3	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N15E28N				
Altura: 2 m		Longitud: 6 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura y Planar, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las Intersecciones I3 e I5.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada se observan Carcavas en las laderas y Coronas en deslizamiento activo.</p>						

Cuadro N° 121. Punto de Levantamiento PL-3-52

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125431 E323330		Sector: Este de Cerro Provisor			Falla
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
Rumbo y buzamiento	N77E21N	N17E13N	N34E10S	N34W23S	N67W34N	
Frecuencia		1: 3	1: 3	1: 3	1: 1	
Separación PBR (89)	67 cm	43 cm	23 cm	56 cm	34 cm	
Persistencia PBR (89)		3 m	3 m	3 m	3 m	
Abertura PBR(89)	1 cm	2 cm	0,01 cm	0,01 cm	2 cm	
Rugosidad PBR(89)		LISA	RUGOSA	RUGOSA	LISA	
Rebeleno PBR(89)	LITUALBMO	CALCITA	NO SE OBSERVA	CALCITA	NO SE OBSERVA	
Meteorización en los bordes PBR(89)	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	LEGERAMENTE METEORIZADO	
Humedad PBR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R3	
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	
Geometría en Ladera o Talud		Rumbo y Pendiente: N80E36N				
Altura: 8 m		Longitud: 15 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura y Planar, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con las Intersecciones I1, I3, I4, I5, I6 e I7.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada se observan Carcavas en las laderas y Coronas en deslizamiento activo.</p>						

Cuadro N° 122. Punto de Levantamiento PL-3-53

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125680 E322758		Sector: Cerro Provisor			
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
	1	2	3	4		
Dirumbo y Buzamiento	N61E17N	N45W45N	N23W65S	N-S23W		
Frecuencia	1:1	1:1	1:1			
Separación FMR (89)	23 cm	34 cm	56 cm	12 cm		
Persistencia FMR (89)	1 m	1 m	1 m			
Abertura FMR(89)	< 0,01 cm	0,1 cm	0,1 cm	0,1 cm		
Rugosidad FMR(89)	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA			
Relieve FMR(89)	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Meteorización en los bordes FMR(89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO			
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R2
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE			
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N35E15N					
Altura: 2 m	Longitud: 6 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura y Planar, esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con la Intersección II.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada se observan Carcavas y flujos de detritos en las laderas y Coronas en deslizamiento activo, se presencian conos de deyección al final del talud.</p>						

Cuadro N° 124. Punto de Levantamiento PL-3-55

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125246 E322470		Sector: Cerro Provisor			
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
	1	2	3	4		
Dirumbo y Buzamiento	N51E21N	N30W65S	N20W45N	N80E65S		
Frecuencia	1:4	1:3	1:6			
Separación FMR (89)	45 cm	20 cm	40 cm	15 cm		
Persistencia FMR (89)	4 m	4 m	4 m			
Abertura FMR(89)	4 cm	< 0,1 cm	0,2 - 0,3 cm	1 cm		
Rugosidad FMR(89)	LISA	RUGOSA	RUGOSA			
Relieve FMR(89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA			
Meteorización en los bordes FMR(89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO			
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R3
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	DEFAVORABLE		
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N20E10S					
Altura: 3 m	Longitud: 8 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura, Planar y Cuñamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada se observan Carcavas y flujos de detritos en las laderas y Coronas en deslizamiento activo, se presencian conos de deyección al final del talud.</p>						

Cuadro N° 123 Punto de Levantamiento PL-3-54

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125603 E322760		Sector: Cerro Provisor			
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
	1	2	3	4		
Dirumbo y Buzamiento	N63E19N	N23W50N	N67W23S	E-W12N		
Frecuencia	1:4	1:4	1:3			
Separación FMR (89)	87 cm	20 cm	30 cm			
Persistencia FMR (89)	4 m	4 m	1 m			
Abertura FMR(89)	< 0,1 cm	< 1 cm	< 1 cm	0,01 cm		
Rugosidad FMR(89)	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA			
Relieve FMR(89)	NO SE OBSERVA	CARBONATO	CARBONATO	NO SE OBSERVA		
Meteorización en los bordes FMR(89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO			
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R3
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DEFAVORABLE	FAVORABLE			
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N81E20N					
Altura: 4 m	Longitud: 10 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura y Planar y esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con la Intersección II, I2, I3, e H.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una coronas activas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada se observan Carcavas y flujos de detritos en las laderas y Coronas en deslizamiento activo, se presencian conos de deyección al final del talud.</p>						

Cuadro N° 125. Punto de Levantamiento PL-3-56

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales						
Punto:	Coordenadas: N1125129 E322450		Sector: Cerro Provisor			
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas				Falla
	1	2	3	4		
Dirumbo y Buzamiento	N38E20N	N80W60	N-S55E			
Frecuencia	1:5	1:1				
Separación FMR (89)	56 cm	16 cm	1 m			
Persistencia FMR (89)	1 m	10 cm				
Abertura FMR(89)	3 cm	< 1 cm	< 1 cm			
Rugosidad FMR(89)	RUGOSA	LISA				
Relieve FMR(89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	NO SE OBSERVA				
Meteorización en los bordes FMR(89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO				
Humedad FMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)				R3
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE			
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N-S34W					
Altura: 6 m	Longitud: 13 m					
Gráfico del Modelo Geotécnico						
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura y Planar y esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cuñamiento con la Intersección I2.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una Deslizamiento de Rocas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada, Carcavas y flujos de detritos en las laderas.</p>						

Cuadro N° 126. Punto de Levantamiento PL-3-57

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales					
Punto:	Coordenadas: N1125020 E322452		Sector: Cerro Provisor		Falla
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas			
		1	2	3	4
Rumbo y Buzamiento	N48E25N	N45W26N	N70E28N	N29E45S	
Frecuencia		1 : 7	1 : 3	1 : 5	
Separación RMR (89)	1 m	10 cm	25 cm	18 cm	
Persistencia RMR (89)		1 m	2 m	2 m	
Abertura RMR(89)	4 cm	0,01 cm	0,01 cm	0,02 cm	
Rugosidad RMR(89)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA	
Relleno RMR(89)	LUTITA-LIMO	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	
Meteorización en los bordes RMR(89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	
Humedad RMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R4
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE	
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N15W30S				
Altura: 4 m	Longitud: 13 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico					
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura, Planar y Cufiamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una Deslizamiento de Rocas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada, Carcavas y flujos de detritos en las laderas.</p>					

Cuadro N° 127. Punto de Levantamiento PL-3-58

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales					
Punto:	Coordenadas: N1124921 E322760		Sector: Cerro Provisor		Falla
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas			
		1	2	3	4
Rumbo y Buzamiento	N17E40N	N39W15S	N20E40S	E-W80S	
Frecuencia		1 : 1	1 : 1	1 : 1	
Separación RMR (89)	1,3 m	34 cm	13 cm	13 cm	
Persistencia RMR (89)		1 m	2 m	2 m	
Abertura RMR(89)	5 cm	4,031 cm	4,031 cm	4,031 cm	
Rugosidad RMR(89)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA	
Relleno RMR(89)	LUTITA-LIMO	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	
Meteorización en los bordes RMR(89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	METEORIZADO	METEORIZADO	METEORIZADO	
Humedad RMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R4
Orientación con respecto al talud	FAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N13E10N				
Altura: 5 m	Longitud: 8 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico					
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura, Planar y Cufiamiento.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una Deslizamiento de Rocas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada, Carcavas y flujos de detritos en las laderas.</p>					

Cuadro N° 128. Punto de Levantamiento PL-3-59

Datos tomados en campo para el Análisis en Taludes y Laderas Naturales					
Punto:	Coordenadas: N1124860 E322560		Sector: Cerro Provisor		Falla
Variables	Estrato	Familia de Diaclasas			
		1	2	3	4
Rumbo y Buzamiento	N56E25N	N40W33S	N30E40N	N89W20N	E-W34N
Frecuencia		1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1
Separación RMR (89)	2 m	30 cm	15 cm	15 cm	34 cm
Persistencia RMR (89)		2 m	2 m	2 m	1 m
Abertura RMR(89)	8 cm	0,1 cm	0,1 cm	0,1 cm	0,1 cm
Rugosidad RMR(89)		RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA
Relleno RMR(89)	LUTITA-LIMO	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA	NO SE OBSERVA
Meteorización en los bordes RMR(89)	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO	LIGERAMENTE METEORIZADO
Humedad RMR (89)	SECO	Resistencia ISMR (78)			R4
Orientación con respecto al talud	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE	DESFAVORABLE
Geometría en Ladera o Talud	Rumbo y Pendiente: N30W25S				
Altura: 7 m	Longitud: 15 m				
Gráfico del Modelo Geotécnico					
<p>Análisis Cinemático: Representado en la red, los planos del talud en relación con el estrato y la familia de Diaclasas, se verifica que se encuentra Cinemáticamente Estable para los análisis de Volcadura y Planar y esta Cinemáticamente Inestable para Falla en Cufiamiento con la Intersección B.</p> <p>Análisis en Vegetación: Presente un tipo de vegetación Arbórea y Herbácea; Se clasifica del Tipo V4, Areas de Vegetación Moderada.</p> <p>Análisis de Procesos Geomorfológicos: Se observa en la zona la topografía de una Deslizamiento de Rocas, se evidencia proceso erosivo de Erosión Concentrada, Carcavas y flujos de detritos en las laderas.</p>					

5.1.2.-Mapa de Vegetación

En el cuadro que se observa a continuación es una data breve y detallada de la clasificación en cada punto de levantamiento, trabajado en la segunda salida de campo para la elaboración del mapa de vegetación en la zona de estudio.

Cuadro N° 129. Datos recopilados determinando en cada punto el tipo de vegetación.

PUNTOS	NORTE	ESTE	VEG.	PUNTOS	NORTE	ESTE	VEG.
PL-2-1	1.132.675	325.144	V4	PL-2-34	1.125.778	321.288	V4
PL-2-1	1.132.675	325.144	V4	PL-2-35	1.125.750	321.565	V4
PL-2-2	1.132.607	325.401	V5	PL-2-36	1.125.895	321.631	V3
PL-2-3	1.131.526	325.070	V1	PL-2-37	1.125.952	321.725	V4
PL-2-3	1.131.526	325.070	V1	PL-2-38	1.126.219	321.791	V3
PL-2-4	1.132.003	324.130	V1	PL-2-39	1.126.252	321.955	V4
PL-2-4	1.132.003	324.130	V1	PL-2-40	1.126.482	321.500	V3
PL-2-4	1.132.003	324.130	V1	PL-2-41	1.126.980	321.420	V3
PL-2-4	1.132.003	324.130	V1	PL-2-42	1.126.998	321.119	V1
PL-2-5	1.131.807	323.139	V1	PL-2-43	1.126.984	321.640	V4
PL-2-5	1.131.807	323.139	V1	PL-2-44	1.127.102	321.753	V3
PL-2-5	1.131.807	323.139	V1	PL-2-45	1.127.407	321.922	V3
PL-2-6	1.131.738	323.982	V3	PL-2-46	1.127.482	322.091	V3
PL-2-6	1.131.738	323.982	V3	PL-2-47	1.127.656	321.880	V4
PL-2-6	1.131.738	323.982	V3	PL-2-48	1.127.815	321.683	V1
PL-2-7	1.131.050	325.434	V3	PL-2-49	1.127.670	322.265	V3
PL-2-7	1.131.050	325.434	V3	PL-2-50	1.127.801	322.378	V4
PL-2-7	1.131.050	325.434	V3	PL-2-51	1.127.656	322.593	V3
PL-2-8	1.123.029	321.420	V3	PL-2-52	1.127.318	322.655	V1
PL-2-8	1.123.029	321.420	V3	PL-2-53	1.126.754	322.194	V3
PL-2-9	1.128.313	321.036	V1	PL-2-54	1.125.318	322.209	V4
PL-2-10	1.129.998	320.514	V1	PL-2-55	1.126.135	322.138	V3
PL-2-11	1.129.088	320.472	V3	PL-2-56	1.125.759	322.119	V4
PL-2-12	1.128.947	320.500	V4	PL-2-57	1.125.581	322.124	V3
PL-2-13	1.128.651	320.504	V3	PL-2-58	1.125.628	322.340	V4
PL-2-14	1.128.637	320.293	V4	PL-2-59	1.125.055	322.410	V3
PL-2-15	1.128.135	320.166	V4	PL-2-60	1.124.839	322.551	V3
PL-2-16	1.127.853	320.223	V3	PL-2-61	1.124.853	322.772	V4
PL-2-17	1.127.689	320.115	V3	PL-2-62	1.125.412	322.692	V4
PL-2-18	1.127.576	320.115	V4	PL-2-63	1.125.736	322.626	V4
PL-2-19	1.127.473	320.213	V3	PL-2-64	1.125.712	322.866	V3
PL-2-20	1.127.055	319.998	V4	PL-2-65	1.125.693	323.251	V4
PL-2-21	1.126.707	319.908	V3	PL-2-66	1.125.548	323.326	V3
PL-2-22	1.127.125	320.716	V3	PL-2-67	1.125.759	323.448	V4
PL-2-23	1.127.266	320.805	V4	PL-2-68	1.125.590	323.622	V3
PL-2-24	1.126.290	320.336	V3	PL-2-69	1.125.651	323.673	V4
PL-2-25	1.126.027	320.364	V4	PL-2-70	1.125.609	323.908	V3

PUNTOS	NORTE	ESTE	VEG.	PUNTOS	NORTE	ESTE	VEG.
PL-2-26	1.125.984	320.993	V3	PL-2-71	1.125.750	323.758	V4
PL-2-27	1.125.712	320.852	V4	PL-2-72	1.125.942	323.406	V3
PL-2-28	1.125.158	321.007	V3	PL-2-73	1.126.088	323.129	V4
PL-2-29	1.125.036	320.998	V4	PL-2-74	1.126.299	323.082	V3
PL-2-30	1.125.055	321.288	V4	PL-2-75	1.126.402	322.786	V4
PL-2-31	1.125.116	321.396	V3	PL-2-76	1.126.501	322.622	V3
PL-2-32	1.125.337	321.387	V4	PL-2-77	1.126.102	322.786	V1
PL-2-33	1.125.351	321.326	V3	PL-2-78	1.126.398	322.434	V1
PL-2-79	1.126.740	322.570	V3	PL-2-113	1.129.627	323.683	V3
PL-2-80	1.126.613	323.180	V1	PL-2-114	1.130.059	323.091	V1
PL-2-81	1.126.552	323.532	V3	PL-2-115	1.131.693	323.124	V3
PL-2-82	1.126.435	323.795	V4	PL-2-116	1.131.688	323.158	V4
PL-2-83	1.126.355	323.978	V4	PL-2-117	1.131.824	323.448	V4
PL-2-84	1.126.233	324.166	V3	PL-2-118	1.131.857	323.608	V3
PL-2-85	1.126.468	324.232	V4	PL-2-119	1.131.843	324.392	V4
PL-2-86	1.126.820	323.392	V3	PL-2-120	1.131.862	324.556	V3
PL-2-87	1.126.994	322.978	V4	PL-2-121	1.131.961	324.739	V1
PL-2-88	1.127.191	323.096	V3	PL-2-122	1.131.299	325.006	V1
PL-2-89	1.127.266	322.711	V1	PL-2-123	1.130.843	325.532	V4
PL-2-90	1.127.459	323.288	V4	PL-2-124	1.130.984	325.560	V3
PL-2-91	1.127.468	323.819	V3	PL-2-125	1.131.327	325.086	V4
PL-2-92	1.127.351	234.039	V4	PL-2-126	1.131.501	325.096	V3
PL-2-93	1.127.674	323.514	V1	PL-2-127	1.131.773	325.551	V4
PL-2-94	1.127.994	323.994	V4	PL-2-128	1.132.026	325.438	V1
PL-2-95	1.128.219	323.964	V3	PL-2-129	1.132.158	325.354	V5
PL-2-96	1.128.308	323.997	V4	PL-2-130	1.132.449	326.035	V1
PL-2-97	1.128.482	323.786	V3	PL-2-131	1.132.505	325.945	V3
PL-2-98	1.128.379	324.293	V1	PL-2-132	1.132.646	326.208	V4
PL-2-99	1.128.069	324.514	V3	PL-2-133	1.132.688	326.326	V3
PL-2-100	1.127.829	324.424	V4	PL-2-134	1.132.998	326.415	V3
PL-2-101	1.128.083	324.701	V3	PL-2-135	1.133.097	326.391	V3
PL-2-102	1.128.228	324.537	V4	PL-2-136	1.133.242	326.025	V4
PL-2-103	1.128.501	324.570	V3	PL-2-137	1.133.665	326.006	V3
PL-2-104	1.128.585	324.284	V4	PL-2-138	1.132.848	325.030	V1
PL-2-105	1.128.646	324.143	V3	PL-2-139	1.133.031	324.499	V5
PL-2-106	1.128.773	324.030	V1	PL-2-140	1.133.768	324.593	V3
PL-2-107	1.128.904	323.791	V3	PL-2-141	1.132.533	323.772	V4
PL-2-108	1.128.933	323.443	V1	PL-2-142	1.133.200	323.880	V3
PL-2-109	1.128.665	323.392	V3	PL-2-143	1.133.026	323.876	V3
PL-2-110	1.129.149	323.467	V3	PL-2-144	1.132.092	321.115	V3
PL-2-111	1.129.200	323.711	V4	PL-2-145	1.131.538	321.256	V1
PL-2-112	1.129.477	323.960	V4	PL-2-146	1.130.665	321.260	V1
				PL-2-147	1.129.487	322.072	V1

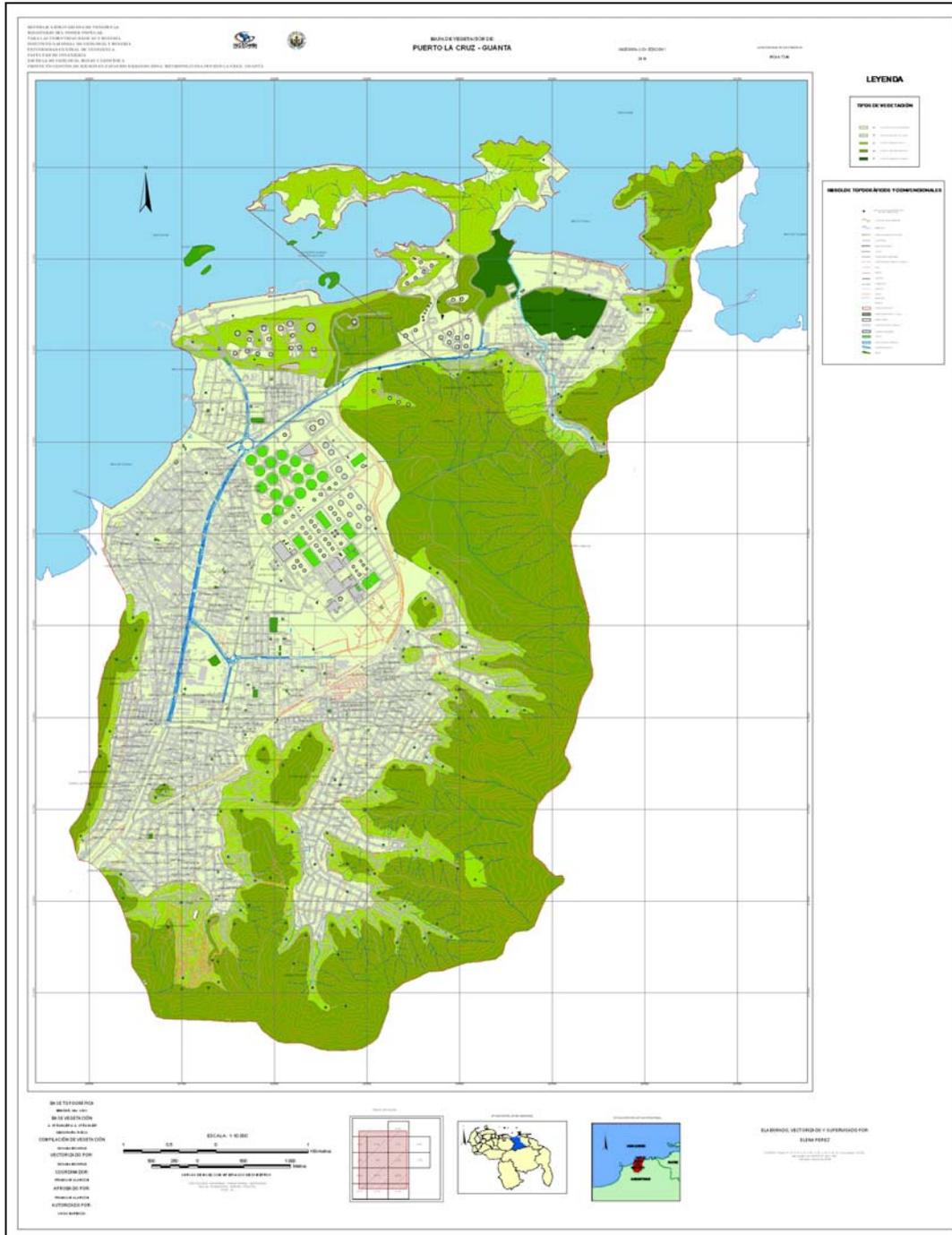


Figura N° 64. Mapa de Vegetación, adicional se encuentra señalado los puntos de levantamiento para la clasificación del tipo de vegetación.

5.1.3.-Mapa Geológico Estructural

En el marco geológico descrito en el capítulo IV, se tiene presente la evolución de la historia geológica correspondiente al área de estudio, en cuanto hablamos de historia geológica no es recomendable limitarse solo al área a trabajar, es necesario expandir la zona de estudio y abarcar en el mayor espacio posible, la totalidad de la zona en cuanto a la determinación de su historia geológica, evolución, levantamientos en movimientos tectónicos que fueron las consecuencias, que determinaron este tipo de relieve en la zona de estudio.

En el área de estudio se encuentran aflorando las siguientes unidades que son:

- (a) Cuaternario: T0, T1 y T2 descrito detalladamente en el Capítulo III
- (b) Formación Vidoño
- (c) Formación San Antonio
- (d) Formación Querecual
- (e) Formación Caratas (miembro tinajitas)

Las secuencias sedimentarias desde el cretácico superior hasta el terciario ha sido descrito rigurosamente por diversos autores, la ausencia de afloramientos de algunas formaciones dentro de la zona delimitada para esta investigación esta simplificada o explicada por conceptos estratigráficos aplicados a la paleocuenca, como el acuñamiento de la Formación San Juan, que puntualiza bioestratigráficamente la ausencia de afloramientos de esta unidad.

Las demás formaciones como San Juan y Tinajitas, no se encuentran aflorando en la zona de área de estudio, pero en el caso de su reseña de geología histórica, se mantienen presentes entre las formaciones descritas, que se observa en la columna estratigráfica que se muestra en la serranía del interior oriental, donde muestra la presencia de estas formaciones.

En el caso de la Formación San Juan, se acuña en dirección al norte de Anzoátegui, esto fue comprobado y no se observó afloramiento en la zona de estudio.

En cuanto al miembro de tinajitas de la Formación Caratas, según los mapas de recopilación que se tomó de Bellizia y Martínez, determinan que este miembro se encuentra en el lado noroeste del área de estudio que cubre en el sector sur de la fila donde se ubica el Cerro Maguey, (que se encuentra en el lado Sureste de la zona de estudio), aunque Alarcón (et al) menciona un afloramiento al norte del sector de altos de Pozuelos.

En la metodología se trabaja en la recopilación de los datos de los mapas geológicos, en base al mapa geológico de Caicedo y Benaím (2.009) que está a escala 1:100.000, que presenta un mayor análisis a nivel regional de la zona. En el caso de los mapas de Bellizia y Martínez se encuentra a escala de 1:10.000.

Bajo la información de estos puntos se logró determinar las estructuras geológicas que se encuentran en el área de estudio, como son: la falla de Guanta, el anticlinal de Pozuelos, y el anticlinal de Puerto La Cruz, parte de estas estructuras se encuentran dentro de la zona de estudio.

Culminada la interpretación geológico-estructural se puede apreciar esta información a escala 1:10.000, en la Fig. N° 65, se visualiza a escala real en el mapa anexo.



Figura N° 65. Mapa Geológico-Estructural de la zona Puerto La Cruz – Guanta.

5.1.4.-Resultados de Laboratorio aplicados a las muestras obtenidas en campo.

El propósito de realizar los ensayos de laboratorio en roca y suelo, y elaborar la descripción petrográfica de muestras de roca, se basa en determinar factores intrínsecos de las muestras, con el propósito de evaluar los datos de estos ensayos para el análisis la comprensión en el comportamiento de las rocas y suelos en el análisis prospectivo de la susceptibilidad de un evento de movimiento en masa, con este análisis se argumentan el resultado de la capa temática de susceptibilidad.

En el Cuadro N° 130, se presentan el total de las muestras recolectadas, y enviadas al laboratorio correspondiente, de estas se realizo una selección técnica, ya que para la investigación se requiere de datos experimentales, que se consideraron de gran interés ciertos cuadros que son N° 131, 132 y 133.

A continuación se muestra la Fig. N° 66 en la cual señala la ubicación de cada una de las muestras que fueron obtenidas en campo, se puede apreciar en la figura los tipos de muestras que son rocas y suelos.

En el Cuadro N° 131, se presentan las muestras recolectadas y utilizadas para el ensayo de compresiones en cubos de rocas, que se determina en la estabilidad del talud, la capacidad de carga admisible para una cimentación o empuje de un suelo contra un muro de contención. Esto con el propósito de verificar la estabilidad del talud ante cualquier tipo de esfuerzo que este sometido el mismo.

Cuadro N° 130. Resumen de las muestras obtenidas

NOMENCLATURA	TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		TIPO DE ROCA O SUELO	DUREZA
	ROCA	SUELO	NORTE	ESTE		
PL-1-2(1)	X		1124473	322113	Caliza	Alta
PL-1-2(2)	X		1124473	322113	Caliza	Alta
PL-1-2(3)	X		1124473	322113	Caliza	Alta
PL-1-2(4)	X		1124473	322113	Lutita	Baja
PL-1-4(1)	X		1124720	321449	Lutita	Media
PL-1-4(2)	X		1124720	321449	Caliza	Alta
PL-1-7(1)	X		1126213	321099	Lutita	Media
PL-1-8(1)	X		1125111	320950	Lutita	Media
PL-1-8(2)	X		1125111	320950	Caliza	Alta
PL-1-8(3)	X		1125111	320950	Lutita	Media
PL-1-8(4)		X	1125111	320950	S. Coluvional	Baja
PL-1-9(1)	X		1125384	321310	Caliza	Alta
PL-1-10(1)	X		1125388	321187	Lutita	Media
PL-1-13(1)		X	1125838	321710	S. Residual	Baja
PL-1-13(2)		X	1125838	321710	S. Coluvional	Baja
PL-1-14(1)	X		1126173	322071	Lutita	Media
PL-1-16(1)	X		1125413	322022	Caliza	Alta
PL-1-20(1)	X		1127480	322043	Lutita	Media
PL-1-20(2)	X		1127480	322043	Lutita	Media
PL-1-21(1)		X	1126540	321689	S. Residual	Baja
PL-1-22(1)	X		1127020	321975	Lutita	Media
PL-1-24(1)	X		1124851	322828	Caliza	Alta
PL-1-24(2)	X		1124851	322828	Lutita	Media
PL-1-24(3)	X		1124851	322828	Nódulo	
PL-1-28(1)	X		1132662	324221	Lutita	Media
PL-1-29(1)	X		1133866	324599	Lutita	Media
PL-1-31(1)	X		1134140	324872	Nódulo	
PL-1-31(2)	X		1134140	324872	Caliza	Alta
PL-1-32(1)	X		1133386	324385	Lutita	Media
PL-1-32(2)	X		1133386	324385	Lutita	Media
PL-1-34(1)	X		1131803	324298	Nódulo	
PL-1-34(2)	X		1131803	324298	Caliza	Alta
PL-1-34(3)	X		1131803	324298	Lutita	Media
PL-1-35(1)	X		1131851	324763	Caliza	Alta
PL-1-35(2)	X		1131851	324763	Nódulo	
PL-1-36(1)		X	1131671	324728	S. Residual	Baja
PL-1-37(1)	X		1131266	324913	Lutita	Media
PL-1-38(1)	X		1130939	325418	Caliza	Alta
PL-1-41(1)	X		1132188	325953	Lutita	Media
PL-1-46(1)	X		1126529	319903	Lutita	Media
PL-1-46(2)	X		1126529	319903	Lutita	Media
PL-1-46(3)	X		1126529	319903	Lutita	Media

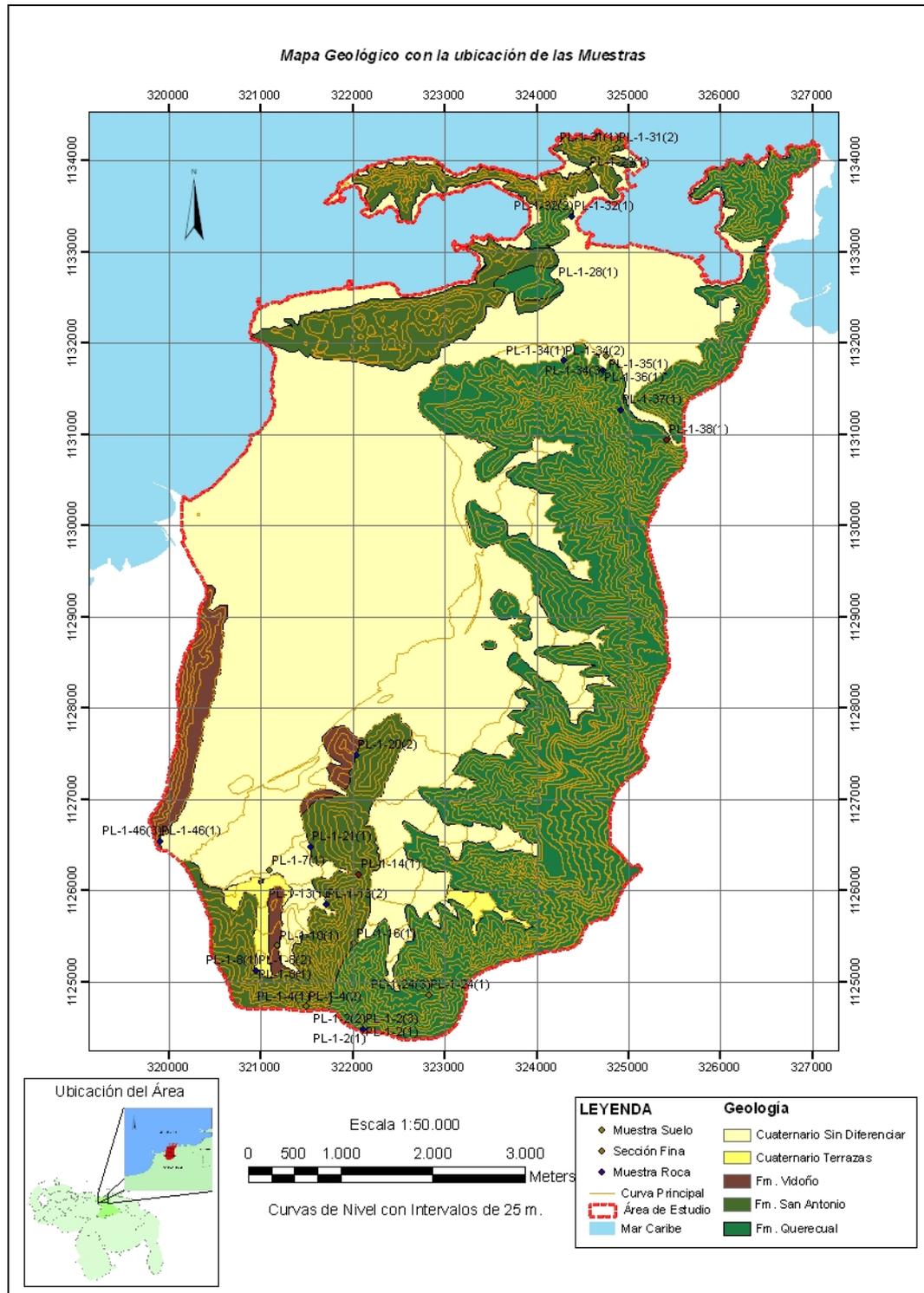


Figura N° 66. Ubicación de cada una de las muestras en el mapa Geológico-Estructural.

Cuadro N° 131. Resultados de los ensayos de Comprensión de Cubos de Roca.

Compresiones en Cubos de Roca			
Muestra	Deformación (mm)	Resistencia (Kg/cm ²)	Módulo de Elasticidad (Kg/cm ²)
PL-1-2(1)	2,00	425,93	11.500,00
PL-1-2(2)	5,00	152,31	1.523,05
PL-1-2(3)	3,75	256,99	4.902,61
PL-1-14(1)	1,75	498,82	14.252,02
PL-1-24(1)	2,25	453,89	12.305,43
PL-1-31(2)	2,50	396,17	9.666,67
PL-1-32(1)	1,75	330,60	11.334,89
PL-1-34(1)	3,75	447,81	7.284,44
PL-1-34(2)	2,50	517,81	11.184,62
PL-1-38(1)	1,75	495,60	13.876,80

En el Cuadro N° 132, se presentan las muestras recolectadas y utilizadas para el ensayo de hidrometría, la cual ayuda en determinar el porcentaje neto de cada una de las partículas y clasificar el contenido que presenta la arena, limo, arcilla y coloides, de esta forma determinar de acuerdo a su porcentaje la capacidad en cada una de ellas bajo su contenido de agua.

Cuadro N° 132. Resultados de los ensayos de Hidrometría

Determinación de proporción granulométrica de la muestra según el ensayo de Hidrometría				
Muestra	% neto de partículas			
	Arena	Limos	Arcillas	Coloides
PL-1-2(4)	13,81	30,70	30,30	25,19
PL-1-8(1)	20,83	48,00	0,84	30,33
PL-1-13(1)	48,99	50,89	0,11	0,01
PL-1-37(1)	22,73	35,80	9,45	32,02

En el Cuadro N° 133, se presentan las muestras recolectadas y utilizadas para el ensayo de Límites de Atterberg, comprensión de cubos de roca, proporción granulométrica según el ensayo de hidrométrico. Este ensayo fue elaborado con el propósito de obtener la plasticidad del suelo que atribuye a la deformación de la capa en absorción de agua alrededor de los minerales.

Cuadro N° 133. Resultados de los ensayos según la Clasificación S.U.C.S.

Clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Suelos (S.U.C.S.) de muestras de suelo residual y roca lutita									
Muestra	Litología	Composición			Húmedad (%w)	Limite Líquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad	Peso Específico
		Grava %	Arena %	Finos %					
PL-1-2(4)	(ML)s	0,65	22,03	77,32	24,95	46,37	28,05	18,33	2,643
PL-1-8(1)	(GM)s	54,98	15,87	29,15	3,78	42,13	26,55	15,58	2,594
PL-1-13(1)	SM	10,74	48,13	41,13	17,73	35,57	26,54	9,03	2,522
PL-1-21(1)	(GM)s	26,68	26,52	46,80	8,91	38,31	21,67	16,64	2,661
PL-1-36(1)	(GM)s	39,64	39,64	35,74	11,11	38,31	29,33	8,98	2,687
PL-1-37(1)	(ML)s	0,35	0,35	29,08	4,62	27,56	20,96	6,61	2,689

5.1.5.-Resultados obtenidos en las secciones finas de las muestras analizadas.

Bajo los resultados se obtuvieron del estudio petrográfico se describe la composición mineralógica de la roca y a través de esto, podemos clasificar el tipo de roca y determinar los componentes, a su vez nos da un aspecto muy particular del tipo de roca, estudiado en la zona para este tipo de investigación.

Para la zona donde representa la Formación Querecual se obtuvieron las siguientes muestras: PL-1-2(1), PL-1-16(1), PL-1-24(3), PL-1-28(1) y PL-1-35(1); y para la zona que abarca la Formación San Antonio se obtuvieron las muestras: PL-1-4(1), PL-1-4(2), PL-1-8(1), PL-1-8(2), PL-1-29(1), y PL-1-31(1), y los correspondientes de la Formación Vidoño son: PL-1-46(1), PL-1-7(1), PL-1-10(1),

En la Formación Querecual se predomina una litología de calizas y lutitas negras, calizas arcillosas en laminación delgada y un amplio contenido de fósiles que es rica en microfauna.

Para la Formación San Antonio predomina un contenido litológico de areniscas calcáreas duras y frecuentes diques de areniscas, también contiene caliza y en ella se predomina el contenido de fósiles.

Se puede apreciar el Cuadro N° 134, las muestras que fueron seleccionadas, para el análisis de secciones finas, y en cada una correspondiente de la formación presente que es de la siguiente manera:

Cuadro N° 134. Muestras seleccionadas para el ensayo de secciones finas.

Muestras seleccionadas para las secciones finas			
Muestra	Coordenadas	Tipo de Roca o Suelo	Formación
MR-PL-1-2(1)	N1124473 E 322113	Caliza	Querecual
MR-PL-1-4(1)	N1124720 E321449	Lutita	San Antonio
MR-PL-1-4(2)	N1124720 E321449	Caliza	San Antonio
MR-PL-1-7(1)	N1126213 E321099	Lutita	Vidoño
MR-PL-1-8(1)	N1125111 E320950	Lutita	San Antonio
MR-PL-1-8(2)	N1125111 E320950	Caliza	San Antonio
MR-PL-1-10(1)	N1125388 E321187	Lutita	Vidoño
MR-PL-1-16(1)	N1125413 E322022	Caliza	Querecual
MR-PL-1-24(3)	N1124851 E322828	Caliza	Querecual
MR-PL-1-28(1)	N1132662 E324221	Lutita	Querecual
MR-PL-1-29(1)	N1133866 E324599	Lutita	San Antonio
MR-PL-1-31(1)	N1134140 E324872	Nodulo	San Antonio
MR-PL-1-35(1)	N1131851 E324763	Caliza	Querecual
MR-PL-1-46(1)	N1126529 E319903	Lutita	Vidoño

A continuación se explica con detalle técnico los resultados y su interpretación de cada una de las muestras de secciones finas:

a).- MR-PL-1-2(1): MUDSTONE FOSILIFERO (Lodolita calcárea fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, moderadamente meteorizada a pardo, homogénea, de color negro, tamaño de grano fino. No se observan restos fósiles a simple vista. Reacciona fuertemente al HCl. Se observa orientación preferencial. Al microscopio se observación anisotrópica de los componentes, abundante matriz de lodo micrítico totalmente oxidada. Escasos restos de espinas fósiles micritizadas, escasa fracturas rellenas de calcita, escasa magnetita y

escasos granos de calcita. Los granos se encuentran como flotando en el lodo y no están en contacto unos con otros. No se observa porosidad, ver Fig N° 67 y Fig. N° 68.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: matriz micrítica (~85%), restos fósiles (~10%), magnetita (~3%) y calcita (~2%).

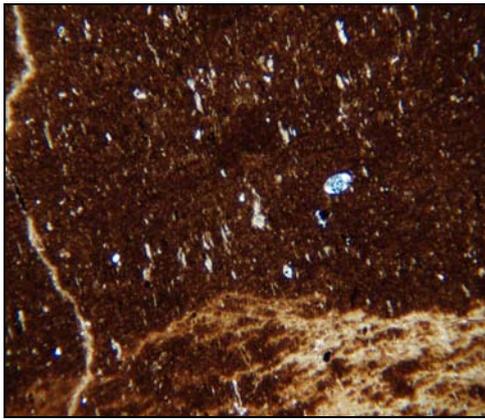


Figura N° 67. Muestra PL-1-2(1) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL

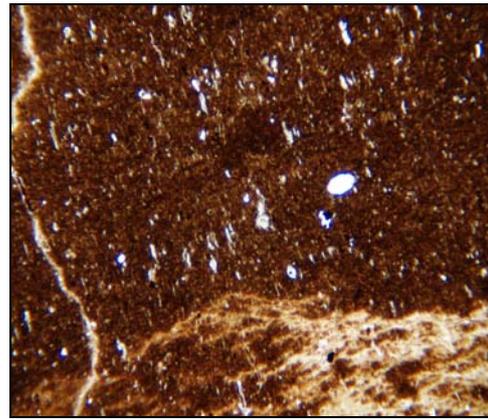


Figura N° 68. Muestra PL-1-2(1) vista de luz en nicoles paralelos, Escala: 4x/0.10POL

b).- MR-PL-1-4(1): MUDSTONE FOSILIFERO (Lodolita calcárea fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, moderadamente meteorizada a pardo muy claro a rojizo, homogénea, de color negro, tamaño de grano fino. Se observan microfósiles a simple vista. Reacciona fuertemente al HCl.

Al microscopio se observa una distribución anisotrópica de los constituyentes, abundante matriz de lodo micrítico totalmente oxidada. Los restos de fósiles están totalmente micritizados. Escasas estylolitas finas de color negro debido a la acumulación de material insoluble tales como arcilla y detritos orgánicos, ver Fig. N° 69 y Fig. N° 70.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: lodo micrítico (~78%), restos fósiles (~20%) y magnetita (~2%).

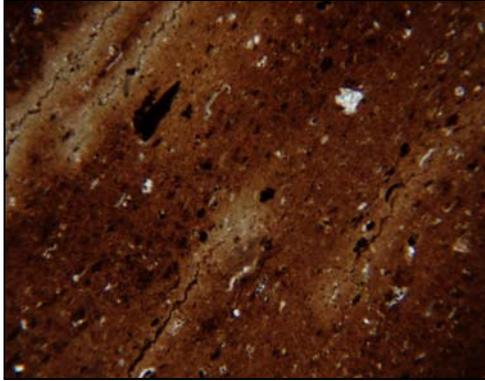


Figura N° 69. Muestra PL-1-4(1) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL

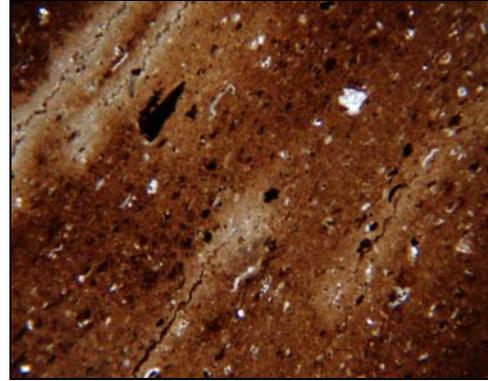


Figura N° 70. Muestra PL-1-4(1) vista de luz en nicoles paralelos, Escala: 4x/0.10POL

c).- MR-PL-1-4(2): WACKESTONE FOSILIFERO (Caliza lodosa fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, moderadamente meteorizada, homogénea, de color gris parduzco claro, tamaño de grano fino. Reacciona fuertemente al HCl. Al microscopio se observa una distribución anisotrópica de los componentes, abundantes restos y cámaras fósiles moderadamente micritizados, sostenidos por la acumulación de material insoluble tales como arcillas y detritos orgánicos. No se observa porosidad, ver Fig. N° 71 y Fig. N° 72.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: matriz micrítica (~70%) y restos fósiles (~30%).

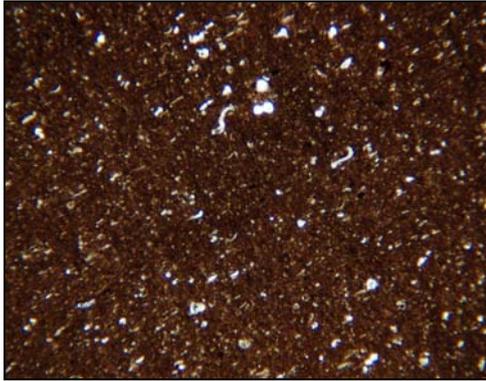


Figura N° 71. Muestra PL-1-4(2) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL

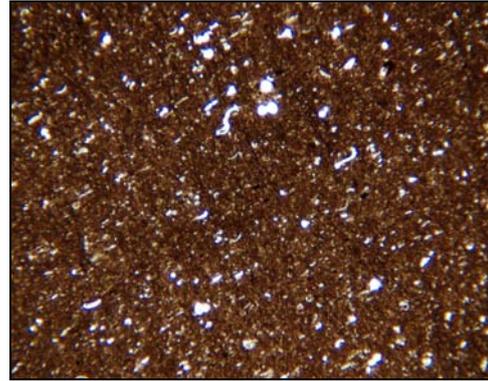


Figura N° 72. Muestra PL-1-4(2) vista de luz en nicoles paralelos, Escala:

4x/0.10POL

d).- MR-PL-1-7(1): ZONA DE TRANSICION MUDSTONE FOSILIFERO (Lodolita calcárea fosilífera) Y LUTITA CALCAREA

Macroscópicamente se observa una roca dura fresca heterogénea, donde se observa una transición de caliza de color negro a lutita de color pardo claro, tamaño de grano fino. La caliza reacciona fuertemente al HCl, la lutita por el contrario reacciona ligeramente y en otras zonas no reacciona. No se observan fósiles a simple vista.

Al microscopio se observa una distribución anisotrópica de los constituyentes, donde se encuentran dos zonas. Una zona con abundante matriz de lodo micrítico totalmente oxidada. La mayoría de los restos de fósiles están totalmente micritizados. Se observa una escasa porosidad mórdica y por disolución. La otra zona lutítica compuesta básicamente por arcillas probablemente illita y caolinita. Escasas estylolitas, magnetita y porosidad mórdica, ver Fig. N° 73 y Fig. N° 74.

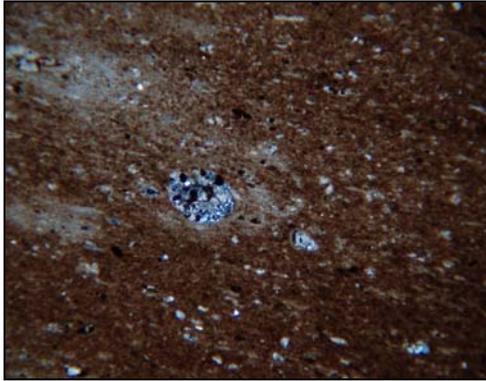


Figura N° 73. Muestra PL-1-7(2) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL

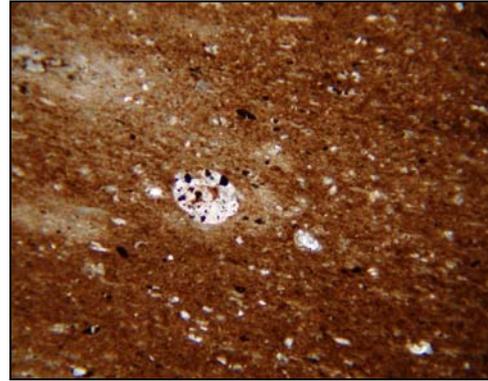


Figura N° 74. Muestra PL-1-7(2) vista de luz en nicoles paralelos, Escala: 4x/0.10POL

e).- MR-PL-1-8(1): ZONA DE TRANSICION WACKESTONE FOSILIFERO (Caliza lodosa fosilífera) Y LUTITA CALCAREA

Macroscópicamente se observa una roca dura, fresca, heterogénea, donde se observa una transición de caliza de color negro a lutita de color pardo claro, tamaño de grano fino. Ambas lutita y caliza reaccionan al HCl. No se observan fósiles a simple vista.

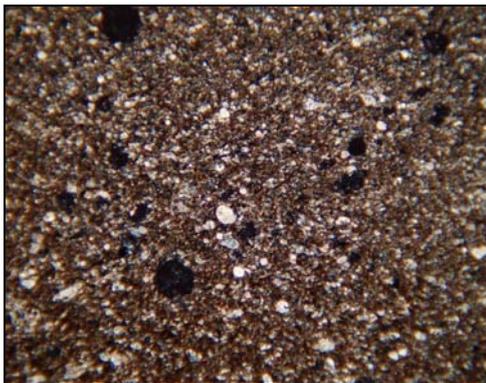


Figura N° 75. Muestra PL-1-8(1) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL

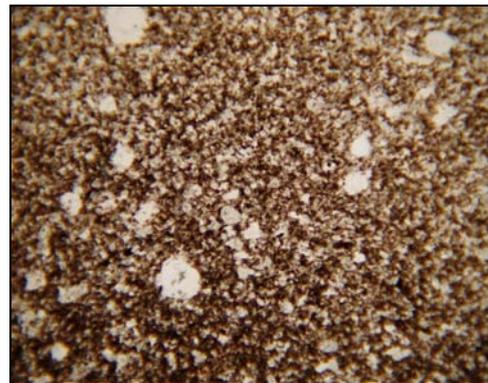


Figura N° 76. Muestra PL-1-8(1) vista de luz en nicoles paralelos, Escala: 4x/0.10POL

Al microscopio se observan dos zonas. Una zona lutítica compuesta básicamente por arcillas probablemente illita y caolinita. Se observa porosidad móldica. La otra zona pertenece a una caliza donde se observa abundantes restos y cámaras fósiles totalmente rellenos de calcita, otros micritizados, sostenidos por una matriz micrítica oxidada. Los granos no llegan a estar en contacto unos con otros. No se observa porosidad, ver Fig 75 y Fig. 76.

f).- MR-PL-1-8(2): MUDSTONE FOSILÍFERO (Lodolita calcárea fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, moderadamente meteorizada a pardo muy claro a rojizo, presenta una costra de meteorización blanca, homogénea, de color negro, tamaño de grano fino. No se observan microfósiles a simple vista. Reacciona fuertemente al HCl.

Al microscopio se observa una distribución anisotrópica de los constituyentes, abundante matriz de lodo micrítico totalmente oxidada. La mayoría de los restos de fósiles están totalmente micritizados. Se observa muy escasa porosidad móldica y por disolución, ver Fig 77 y Fig. 78.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: lodo micrítico (~91%), restos fósiles (~7%) y magnetita (~2%).

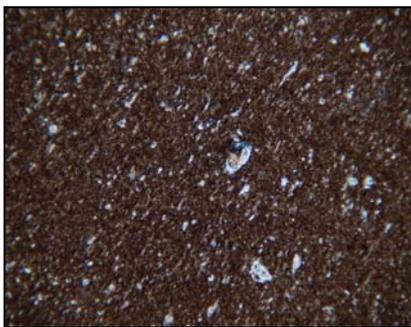


Figura N° 77. Muestra PL-1-8(2) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL

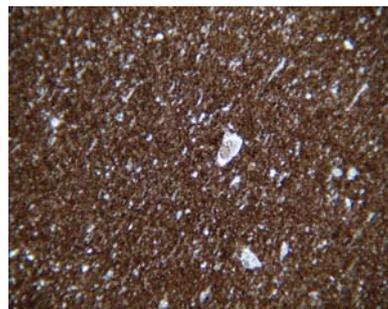


Figura N° 78. Muestra PL-1-8(2) vista de luz en nicoles paralelos, Escala: 4x/0.10POL

g).- MR-PL-1-10(1): WACKESTONE FOSILÍFERO (Caliza lodosa fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, moderadamente meteorizada, homogénea, de color gris parduzco claro, tamaño de grano fino. Se observan diminutos restos fósiles. Reacciona fuertemente al HCl.

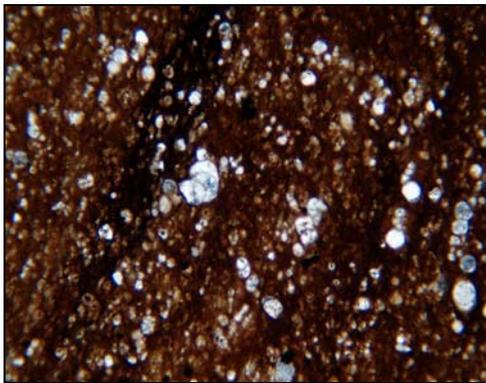


Figura N° 79. Muestra PL-1-10(1) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL

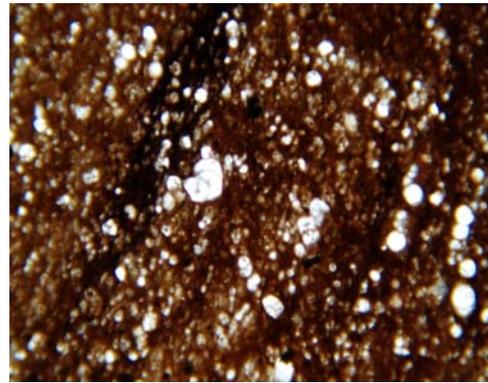


Figura N° 80. Muestra PL-1-10(1) vista de luz en nicoles paralelos, Escala: 4x/0.10POL

Al microscopio se observan abundantes restos y cámaras fósiles totalmente rellenos de calcita, otros micritizados, sostenidos por una matriz micrítica oxidada. Algunos granos llegan a estar en contacto unos con otros. No se observa porosidad, ver Fig 79 y Fig. 80.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: matriz micrítica (~53%), restos fósiles (~45%) y magnetita (~2%).

h).- MR-PL-1-16(1): PACKSTONE FOSILÍFERO (Caliza lodogranular fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, ligeramente meteorizada, homogénea, de color negro, tamaño de grano fino. Reacciona fuertemente al HCl. No se observan restos fósiles a simple vista.

Al microscopio se observa un porcentaje pequeño reconocible de lodo calcáreo o matriz de color negruzca dentro de su armazón granular (esqueleto granular fosilífero) formada por cámaras fósiles micritizadas. Los granos están en contacto unos con otros. Microfracturas rellenas de calcita. No se observa porosidad, ver Fig. 81 y Fig. 82.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: restos fósiles (~65%), matriz micrítica (~35%) y cuarzo (<1%).

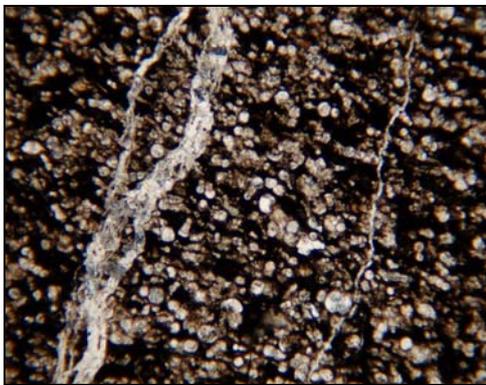


Figura N° 81. Muestra PL-1-16(1) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL

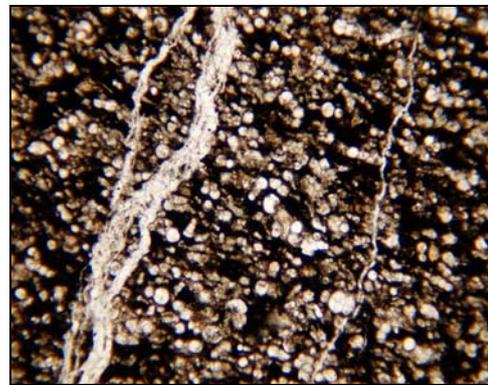


Figura N° 82. Muestra PL-1-16(1) vista de luz en nicoles paralelos, Escala: 4x/0.10POL

i).- MR-PL-1-24(3): NÓDULO (MUDSTONE (Lodolita calcárea))

Macroscópicamente es una roca dura, moderadamente meteorizada de pardo muy clara a blanco, homogéneo, de color negro, tamaño de grano fino. Reacciona fuertemente al HCl.

Al microscopio se observa una distribución anisotrópica de los constituyentes, abundante matriz de lodo micrítico totalmente oxidada. Los restos de fósiles están totalmente micritizados, ver Fig 83 y Fig. 84.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: lodo micrítico (~100%).

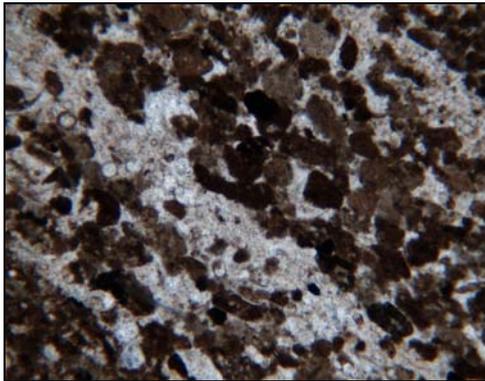


Figura N° 83. Muestra PL-1-24(3) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL

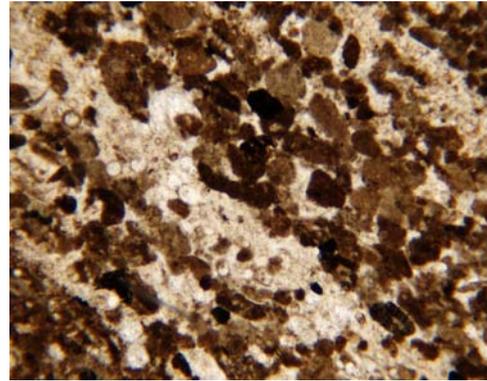


Figura N° 84. Muestra PL-1-24(3) vista de luz en nicoles paralelos, Escala: 4x/0.10POL

j).- MR-PL-1-28(1): PACKSTONE FOSILÍFERO (Caliza lodogranular fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, ligeramente meteorizada, homogénea de color negro, tamaño de grano fino. Reacciona fuertemente al HCl. Vetas finas rellenas de calcita. No se observan restos fósiles a simple vista. Al microscopio se observa una distribución anisotrópica de los componentes, un porcentaje reconocible de lodo calcáreo o matriz de color pardusca dentro de su armazón granular (esqueleto granular fosilífero) formada por cámaras fósiles rellenas de calcita y otras totalmente micritizadas. Los granos están en contacto unos con otros. Microfracturas rellenas de calcita. Escasas estylolitas. No se observa porosidad, ver Fig 85 y Fig.86.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: restos fósiles (~70%), matriz micrítica (~29%) y magnetita (~1%).

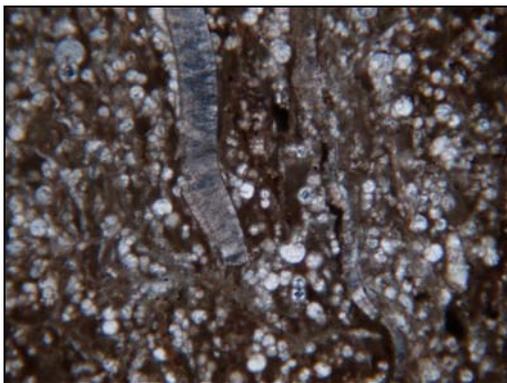


Figura N° 85. Muestra PL-1-28(1) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL

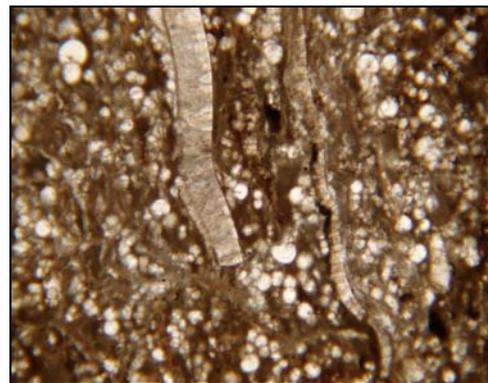


Figura N° 86. Muestra PL-1-28(1) vista de luz en nicoles paralelos, Escala: 4x/0.10POL

k).- MR-PL-1-29(1): META PACKSTONE FOSILÍFERO (Meta-Caliza lodogranular fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, fresca, homogénea, de color negro, tamaño de grano fino. Fácil de confundir con una pizarra debido a sus planos de foliación. Reaccionan fuertemente al HCl. No se observan fósiles a simple vista.

Al microscopio se observa una distribución anisotrópica de los componentes, los granos de calcita se encuentran siguiendo una orientación preferencial paralela y envueltos por la matriz probablemente de grafito o materia muy similar a los esquistos y en algunas zonas a los augengneises. La matriz es de color negro y los granos son algunos de calcita y otros ya se encuentran micritizados. Aun se conservan escasos restos fósiles. No se observa porosidad, ver Fig 87 y Fig. 88.

El contenido mineralógico en orden de decreciente de abundancia es el siguiente: calcita (~69%), matriz (~20%), restos fósiles (~10%) y magnetita (~1%).



Figura N° 87. Muestra PL-1-29(1) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL

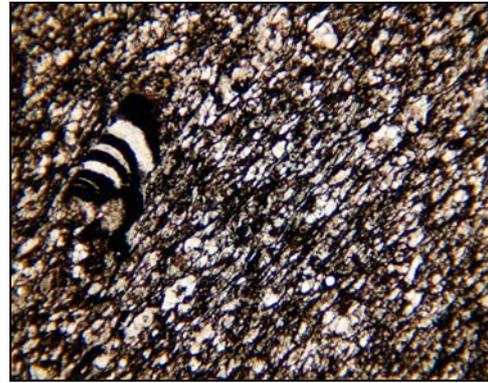


Figura N° 88. Muestra PL-1-29(1) vista de luz en nicoles paralelos, Escala: 4x/0.10POL

1).- MR-PL-1-31(1): WACKESTONE FOSILÍFERO (Caliza lodosa fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, moderadamente meteorizada, homogénea de color gris oscuro casi negro, tamaño de grano fino. Presenta vetillas rellenas de calcita. Reacciona fuertemente al HCl.

Al microscopio se observa la distribución isótropa de los componentes, abundantes restos y cámaras fósiles moderadamente micritizados, sostenidos por una matriz micrítica oxidada. Microvetillas rellenas de calcita y una sola veta

gruesa que atraviesa la sección esta rellena de calcita y escaso cuarzo. No se observa porosidad, ver Fig. 89 y Fig. 90.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: matriz micrítica (~79%) y restos fósiles (~15%), vetillas (~5%) y cuarzo (~1%).



Figura N° 89. Muestra PL-1-31(1) vista de luz en nicols cruzados, Escala: 4x/0.10POL



Figura N° 90. Muestra PL-1-31(1) vista de luz en nicols paralelos, Escala: 4x/0.10POL

m).- MR-PL-1-35(1): TRANSICIÓN PACKSTONE – WACKESTONE FOSILÍFERO

Macroscópicamente es una roca dura, moderadamente meteorizada a gris parduzco claro, homogénea, de color gris oscuro, tamaño de grano fino. Presenta vetillas rellenas de calcita. Reacciona fuertemente al HCl.

Al microscopio se observa una distribución isótropa de los componentes, se observa una transición PACKSTONE – WACKESTONE donde el primero se observa aun la calcita y abundantes restos y cámaras fósiles moderadamente micritizados, sostenidos por una matriz micrítica, y en el segundo microfósiles

sostenidos por una matriz micrítica altamente alterada y oscura. Microvetillas rellenas de calcita micritizadas. No se observa porosidad, ver Fig 91 y Fig. 92.

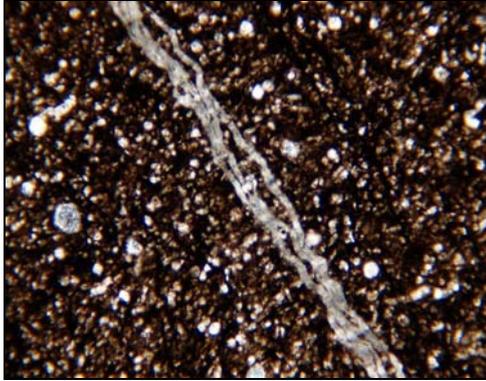


Figura N° 91. Muestra PL-1-35(1) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL

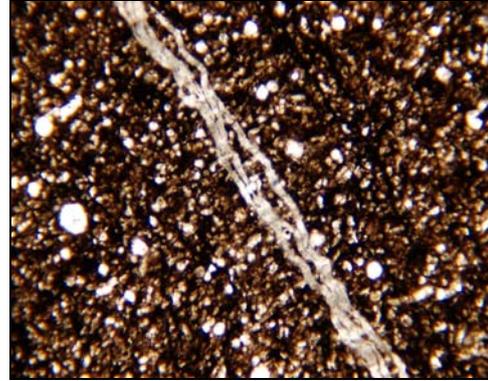


Figura N° 92. Muestra PL-1-35(1) vista de luz en nicoles paralelo, Escala: 4x/0.10POL

n).- MR-PL-1-46(1): ZONA DE TRANSICIÓN MUDSTONE FOSILÍFERO (Lodolita calcárea fosilífera) Y LUTITA CALCÁREA

Macroscópicamente se observa una roca dura, fresca, heterogénea, donde se observa una transición de caliza de color negro a lutita de color pardo claro, tamaño de grano fino. La caliza reacciona fuertemente al HCl, la lutita por el contrario reacciona ligeramente y en otras zonas no reacciona. No se observan fósiles a simple vista.

Al microscopio se observa una distribución anisótropa de los constituyentes, donde se encuentran dos zonas. Una zona con abundante matriz de lodo micrítico totalmente oxidada. La mayoría de los restos de fósiles está totalmente micritizados. Se observa muy escasa porosidad móldica y por disolución. La otra zona lutítica compuesta básicamente por arcillas probablemente illita y caolinita. Presencia de granos pequeños de cuarzo. Porosidad intergranular. Abundante vetas rellenas de calcita, ver Fig 93 y Fig. 94.

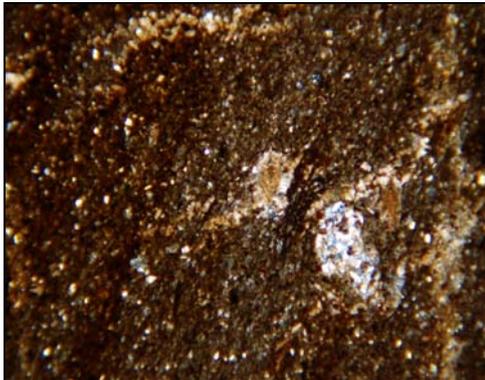


Figura N° 93. Muestra PL-1-46(1) vista de luz en nicoles cruzados, Escala: 4x/0.10POL

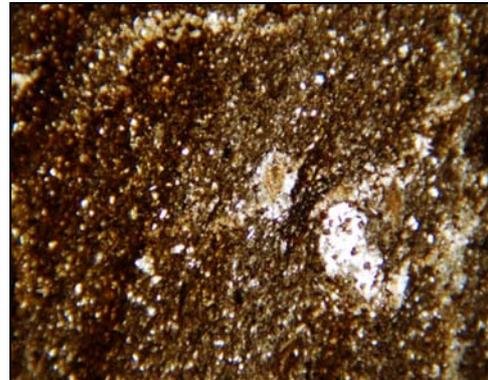


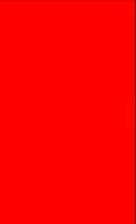
Figura N° 94. Muestra PL-1-46(1) vista de luz en nicoles paralelo, Escala: 4x/0.10POL

5.1.6.-Definición de los Grados de Susceptibilidad ante los Movimientos en Masa, para la nomenclatura del Mapa.

Al tener las características y el valor de porcentaje de cada uno de los mapas de ponderación de cada mapa geoambiental y la aplicación de la formula de ArcGIS 9.3 para el mapa de susceptibilidad.

Para la clasificación de los grados del mapa, se distribuyen de la misma forma en la cual fueron distribuidas las clasificaciones de los mapas temáticos aplicados, por la cual son descritas en la Cuadro N° 135.

Cuadro N° 135. Descripción de los Grados de Susceptibilidad ante movimientos en masa.

Mapa de Susceptibilidad				
Clasificación	Rango	Color	Observaciones	Peligros Geológicos
Muy Baja	1		Áreas sin movimiento en masa, se ubican en la parte mas baja de la cuenca	Acumulación de sedimentos
Baja	2		Áreas con muy poca probabilidad de movimiento en masa, se ubican en la parte baja de la cuenca	Acumulación de sedimentos
Media	3		Áreas amenazadas ante movimiento en masa, se presentan flujos de detritos, reptación, se encuentra en la parte alta de la cuenca y sector piemontina	Erosión, acumulación de sedimentos, canal de flujo en los deslizamientos
Alta	4		Áreas susceptibles ante movimientos en masa, se encuentran deslizamientos rotacional, deslizamiento de rocas, deslizamientos activos e inactivos, flujos, erosión moderada, etc.	Se encuentran en deslizamientos, caídas de rocas, erosión concentrada y cárcavas.
Muy Alta	5		Áreas muy susceptibles ante movimientos en masa, donde predomina el más alto porcentaje de probabilidad en eventos geológicos y presentan gran variedad de procesos erosivos.	Se encuentran en deslizamientos, caídas de rocas, erosión concentrada y cárcavas.

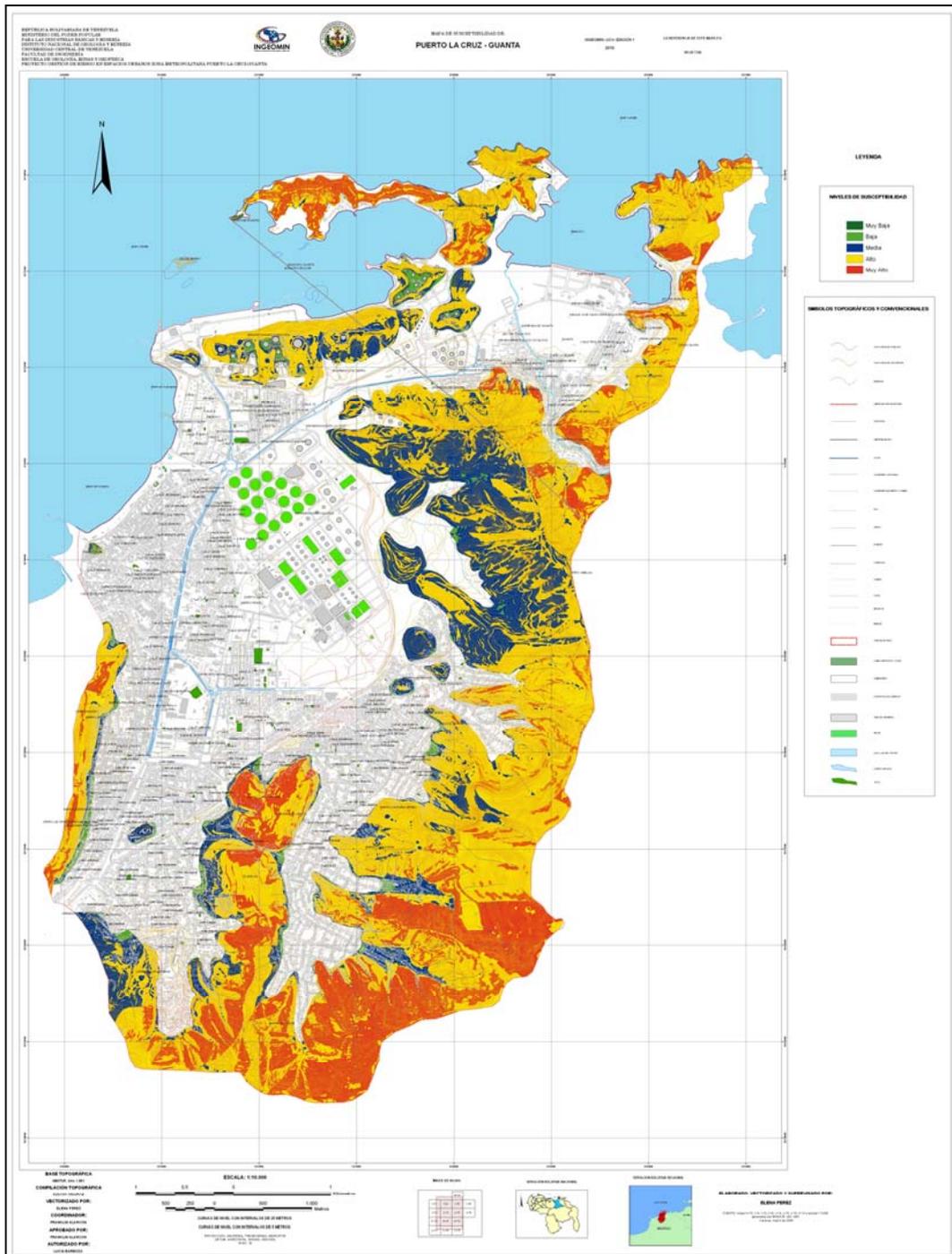


Figura N° 95. Mapa de Susceptibilidad.

5.2.-DISCUSION DE RESULTADOS

Este capítulo de análisis de resultados es de gran importancia, ya que en base a ellos se concluye los objetivos planteados en el Trabajo Especial de Grado. Adicional se muestra el resultado de los productos para llegar a la discusión de los resultados y presentar una posible solución a la problemática que vive la población, no solo la del sector que cubre el área de estudio, esta metodología es aplicable al resto del país y otros países, de igual forma también es aplicable a los espacios que no se encuentran poblados y se puede observar los movimientos en masa del área, pero no existiría un análisis de susceptibilidad en la misma ya que no se encuentra habitada.

En secuencia de la toma de muestras los resultados se tomaron bajo los parámetros que se solicitan, es decir, corresponda a una cantidad suficiente, que la muestra se encuentre fresca, y se obtenga bajo unas dimensiones físicas de ancho, altura y volumen, y de esta manera lograr obtener los resultados confiables de los análisis que se efectúan.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se determinan los análisis en sus resultados y a su manera se otorga un aporte de conocimientos en la estabilidad que presenta el área de estudio, y se explica en cada una de las formaciones donde se obtuvieron las muestras, bajo sus parámetros en contenido litológico, como es debido.

Para la Formación Vidoño, presenta una litología de areniscas y limolitas, en la cual se presenta inestabilidad en cuanto la litología se encuentra expuesta a los procesos erosivos, que aceleran su desgaste y desestabilización en la zona de estudio, en cuanto a los ensayos de limite de Atterberg, nos otorga información que la litología se encuentra totalmente inestable al momento que este completamente saturado de humedad, que serian los aportes de precipitación de agua de las lluvias.

En cuanto a la Formación San Antonio, corresponde una litología de areniscas duras, y calizas grises, muestran fuerte estabilidad en los ensayos de esfuerzo cortante y comprensión de cubos de roca, pero en cuanto a los análisis de estabilidad cinemática correspondiente a callamientos planar, volcadura y cuñamiento, muestran en la mayoría de su zona una inestabilidad cinemática, que puede ser solventada tomando el tratado de estudio y trabajo del talud que genere dicha inestabilidad.

Para el caso de la formación Querecual, presenta el mismo comportamiento de la formación San Antonio, en su contenido litológico, corresponde a las calizas negras, bajo los ensayos sometidos, en algunas muestras se obtuvieron resultados de muy poca rigidez y estabilidad de la muestra, tomando en cuenta la zona obtenida y las condiciones de un bajo grado de meteorización que se encontraba la muestra, son las razones por la cual presenta una débil estabilidad, en la zona, en cambio las muestras frescas representan un alto valor de estabilidad que determina buenos resultados. La Formación Querecual al igual que la de San Antonio, muestra en la mayoría de los taludes, una inestabilidad cinemática en relación a las fallas planares, volcadura y cuñamiento.

**5.3.-ANEXOS DE LOS INFORMES DE ANÁLISIS EFECTUADOS EN EL
LABORATORIO DE INGEOMIN Y EL LABORATORIO INGENIEROS
DE SANTIS C.A.**

Gobierno Bolivariano
de VenezuelaMinisterio
de
Industrias Básicas y Minería

INGEOMIN

Caracas, 13-07-2009

REPORTE DE ANÁLISIS PETROGRÁFICO

Solicitud N°: 2.009-055

Enviada(s) por: Gerente de Información Geológica
Minera. Geog. Jaime Molina

Número de muestra(s): 14

Naturaleza de la(s) muestra(s): Sedimentaria

Procedencia de la(s) muestra(s): Pto. La Cruz-Guanta

Proyecto(s): Gestión Integral de Riesgo en
Espacios Urbanos 2007-2009. Fase
Pto. La Cruz-Guanta (Misión Ciencias).

Responsable(s) del proyecto: Gerente de Información Geológica
Minera. Geog. Jaime Molina

Preparación de muestra(s) Aux. Lab. Oswaldo Flores

Redacción de informe: Ing. Geól. Leila Angulo

"2006, AÑO BICENTENARIO DEL JURAMENTO DEL GENERALÍSIMO FRANCISCO DE MIRANDA
Y DE LA PARTICIPACIÓN PROTAGÓNICA Y DEL PODER POPULAR"

INGEOMIN, Caracas, Lomas de San Rafael de la Florida, Calle el Rodeo, La Florida
Telef:0212-730661/ 7301239- Telefax:0212-7318011
www.ingeoimin.ooiv.ve

Venezuela
AHORA ES DE TODOS



Gobierno Bolivariano
de Venezuela

Ministerio
de
Industrias Básicas y Minería



INFORME PETROGRÁFICO DE CATORCEUNA (14) MUESTRAS DE ROCAS SEDIMENTARIAS, ENVIADAS POR EL GERENTE DE INFORMACIÓN GEOLÓGICA MINERA. GEOG. JAIME MOLINA

Solicitud N°: 2.009-055

Fecha: 13-07-2.009

1. PL-1-2(1) . MUDSTONE FOSILÍFERO (Lodolita calcárea fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, moderadamente meteorizada a pardo, homogénea, de color negro, tamaño de grano fino. No se observan restos fósiles a simple vista. Reacciona fuertemente al HCl. Se observa orientación preferencial.

Al microscopio se observa distribución anisotrópica de los componentes, abundante matriz de lodo micrítico totalmente oxidada. Escasos restos de espinas fósiles micritizadas, escasa fracturas rellenas de calcita, escasa magnetita y escasos granos de calcita. Los granos se encuentran como flotando en el lodo y muy no están en contacto unos con otros. No se observa porosidad.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: matriz micrítica (~85%), restos fósiles (~10%), magnetita (~3%) y calcita (~2%).

2. PL-1-4(1) . MUDSTONE FOSILÍFERO (Lodolita calcárea fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, moderadamente meteorizada a pardo muy claro a rojizo, homogénea, de color negro, tamaño de grano fino. Se observan microfósiles a simple vista. Reacciona fuertemente al HCl.

Al microscopio se observa una distribución anisotrópica de los constituyentes, abundante matriz de lodo micrítico totalmente oxidada. Los restos de fósiles están totalmente micritizados. Escasas estylolitas finas de color negro debido a la acumulación de material insoluble tales como arcillas y detritos orgánicos.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: lodo micrítico (~78%), restos fósiles (~20%) y magnetita (~2%).

3. PL-1-4(2) . WACKESTONE FOSILÍFERO (Caliza lodosa fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, moderadamente meteorizada, homogénea, de color gris parduzco claro, tamaño de grano fino. Reacciona fuertemente al HCl.

Al microscopio se observa una distribución anisotrópica de los componentes, abundantes restos y cámaras fósiles moderadamente micritizados, sostenidos por una matriz micrítica oxidada. Muy escasas estylolitas finas de color negro debido a la acumulación de material insoluble tales como arcillas y detritos orgánicos. No se observa porosidad.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: matriz micrítica (~70%) y restos fósiles (~30%).



"2006, AÑO BICENTENARIO DEL JURAMENTO DEL GENERALÍSIMO FRANCISCO DE MIRANDA
Y DE LA PARTICIPACIÓN PROTAGÓNICA Y DEL PODER POPULAR"

INGEOMIN, Caracas, Lomas de San Rafael de la Florida, Calle el Rodeo, La Florida
Telef: 0212-7306611 / 7301239 - Telefax: 0212-7318011
www.ingemin.gov.ve



Gobierno Bolivariano
de Venezuela

Ministerio
de
Industrias Básicas y Minería



4. PL-1-7(1) . ZONA DE TRANSICIÓN MUDSTONE FOSILÍFERO (Lodolita calcárea fosilífera) Y LUTITA CALCÁREA

Macroscópicamente se observa una roca dura, fresca, heterogénea, donde se observa una transición de caliza de color negro a lutita de color pardo claro, tamaño de grano fino. La caliza reacciona fuertemente al HCl, la lutita por el contrario reacciona ligeramente y en otras zonas no reacciona. No se observan fósiles a simple vista.

Al microscopio se observa una distribución anisótropa de los constituyentes, donde se encuentran dos zonas. Una zona con abundante matriz de lodo micrítico totalmente oxidada. La mayoría de los restos de fósiles están totalmente micritizados. Se observa muy escasa porosidad móldica y por disolución. La otra zona lutítica compuesta básicamente por arcillas probablemente illita y caolinita. Escasas estyrolitas, magnetita y porosidad móldica.

5. PL-1-8(1) . ZONA DE TRANSICIÓN WACKESTONE FOSILÍFERO (Caliza lodosa fosilífera) Y LUTITA CALCÁREA

Macroscópicamente se observa una roca dura, fresca, heterogénea, donde se observa una transición de caliza de color negro a lutita de color pardo claro, tamaño de grano fino. Ambas lutita y caliza reaccionan al HCl. No se observan fósiles a simple vista.

Al microscopio se observan dos zonas. Una zona lutítica compuesta básicamente por arcillas probablemente illita y caolinita. Se observa porosidad móldica. La otra zona pertenece a una caliza donde se observa abundantes restos y cámaras fósiles totalmente rellenos de calcita, otros micritizados, sostenidos por una matriz micrítica oxidada. Los granos no llegan a estar en contacto unos con otros. No se observa porosidad.

6. PL-1-8(2) . MUDSTONE FOSILÍFERO (Lodolita calcárea fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, moderadamente meteorizada a pardo muy claro a rojizo, presenta una costra de meteorización blanca, homogénea, de color negro, tamaño de grano fino. No se observan microfósiles a simple vista. Reacciona fuertemente al HCl.

Al microscopio se observa una distribución anisótropa de los constituyentes, abundante matriz de lodo micrítico totalmente oxidada. La mayoría de los restos de fósiles están totalmente micritizados. Se observa muy escasa porosidad móldica y por disolución.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: lodo micrítico (~91%), restos fósiles (~7%) y magnetita (~2%).



"2006, AÑO BICENTENARIO DEL JURAMENTO DEL GENERALÍSIMO FRANCISCO DE MIRANDA
Y DE LA PARTICIPACIÓN PROTAGÓNICA Y DEL PODER POPULAR"
INGEOMIN, Caracas, Lomas de San Rafael de la Florida, Calle el Rodeo, La Florida
Telef: 0212-730661 / 7301239- Telefax: 0212-7318011
www.ingeoimin.gov.ve



Gobierno Bolivariano
de Venezuela

Ministerio
de
Industrias Básicas y Minería



INGEOMIN

7. PL-1-10(1) . WACKSTONE FOSILÍFERO (Caliza lodosa fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, moderadamente meteorizada, homogénea, de color gris parduzco claro, tamaño de grano fino. Se observan diminutos restos fósiles. Reacciona fuertemente al HCl.

Al microscopio se observa abundantes restos y cámaras fósiles totalmente rellenos de calcita, otros micritizados, sostenidos por una matriz micrítica oxidada. Algunos granos llegan a estar en contacto unos con otros. No se observa porosidad.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: matriz micrítica (~53%), restos fósiles (~45%) y magnetita (~2%).

8. PL-1-16(1) .PACKSTONE FOSILÍFERO (Caliza lodogranular fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, ligeramente meteorizada, homogénea de color negro, tamaño de grano fino. Reacciona fuertemente al HCl. No se observan restos fósiles a simple vista.

Al microscopio se observa un porcentaje pequeño reconocible de lodo calcáreo o matriz de color negruzca dentro de su armazón granular (esqueleto granular fosilífero) formada por cámaras fósiles micritizadas. Los granos están en contacto unos con otros. Microfracturas rellenas de calcita. No se observa porosidad.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: restos fósiles (~65%), matriz micrítica (~35%) y cuarzo (< 1%).

9. PL-1-24(3) . NÓDULO ((MUDSTONE(Lodolita calcárea)

Macroscópicamente es una roca dura, moderadamente meteorizada a pardo muy claro a blanco, homogénea, de color negro, tamaño de grano fino. Reacciona fuertemente al HCl.

Al microscopio se observa una distribución anisótropa de los constituyentes, abundante matriz de lodo micrítico totalmente oxidada. Los restos de fósiles están totalmente micritizados.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: lodo micrítico (~100%).

10. PL-1-28(1) .PACKSTONE FOSILÍFERO (Caliza lodogranular fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, ligeramente meteorizada, homogénea de color negro, tamaño de grano fino. Reacciona fuertemente al HCl. Vetas finas rellenas de calcita. No se observan restos fósiles a simple vista.

"2006, AÑO BICENTENARIO DEL JURAMENTO DEL GENERALÍSIMO FRANCISCO DE MIRANDA
Y DE LA PARTICIPACIÓN PROTAGÓNICA Y DEL PODER POPULAR"
INGEOMIN, Caracas, Lomas de San Rafael de la Florida, Calle el Rodeo, La Florida
Telef:0212-730661/ 7301239- Telefax:0212-7318011
www.ingomin.oo.vg



ANDREA ES DE TODOS



Gobierno Bolivariano
de Venezuela

Ministerio
de
Industrias Básicas y Minería



Al microscopio se observa una distribución anisótropa de los componentes, un porcentaje reconocible de lodo calcáreo o matriz de color parduzca dentro de su armazón granular (esqueleto granular fosilífero) formada por cámaras fósiles rellenas de calcita y otras totalmente micritizadas. Los granos están en contacto unos con otros. Microfracturas rellenas de calcita. Escasas estylolitas. No se observa porosidad.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: restos fósiles (~70%), matriz micrítica (~29%) y magnetita (~1%).

11. PL-1-29(1) . META PACKSTONE FOSILÍFERO (Meta-Caliza lodogranular fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, fresca, homogénea, de color negro, tamaño de grano fino. Fácil de confundir con una pizarra debido a sus planos de foliación. Reacciona fuertemente al HCl. No se observan fósiles a simple vista.

Al microscopio se observa una distribución anisótropa de los componentes, los granos de calcita se encuentran siguiendo una orientación preferencial paralela y envueltos por la matriz probablemente de grafito o materia orgánica muy similar a los esquistos y en algunas zonas a los augengneises. La matriz es de color negro y los granos son algunos de calcita y otros ya se encuentran micritizados. Aún se conservan escasos restos fósiles. No se observa porosidad.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: calcita (~69%), matriz (~20%), restos fósiles (~10%) y magnetita (~1%).

12. PL-1-31(1) . WACKESTONE FOSILÍFERO (Caliza lodosa fosilífera)

Macroscópicamente es una roca dura, moderadamente meteorizada, homogénea, de color gris oscuro casi negro, tamaño de grano fino. Presenta vetillas rellenas de calcita. Reacciona fuertemente al HCl.

Al microscopio se observa una distribución isotrópica de los componentes, abundantes restos y cámaras fósiles moderadamente micritizados, sostenidos por una matriz micrítica oxidada. Microvetillas rellenas de calcita, una sola veta gruesa que atraviesa la sección está rellena de calcita y escaso cuarzo. No se observa porosidad.

El contenido mineralógico en orden decreciente de abundancia es el siguiente: matriz micrítica (~79%) y restos fósiles (~15%), vetillas (~5%) y cuarzo (~1%).



"2006, AÑO BICENTENARIO DEL JURAMENTO DEL GENERALÍSIMO FRANCISCO DE MIRANDA
Y DE LA PARTICIPACIÓN PROTAGÓNICA Y DEL PODER POPULAR"
INGEOMIN, Caracas, Lomas de San Rafael de la Florida, Calle el Rodeo, La Florida
Telef.0212-730661/ 7301239- Telefax:0212-7318011
www.ingeomin.gov.ve

Gobierno Bolivariano
de VenezuelaMinisterio
de
Industrias Básicas y Minería**13. PL-1-35(1) . TRANSICIÓN PACKSTONE - WACKESTONE FOSILIFERO**

Macroscópicamente es una roca dura, moderadamente meteorizada a gris parduzco claro, homogénea, de color gris oscuro, tamaño de grano fino. Presenta vetillas rellenas de calcita. Reacciona fuertemente al HCl.

Al microscopio se observa una distribución isótropa de los componentes, se observa una transición PACKSTONE – WACKESTONE donde en el primero se observan aún la calcita y abundantes restos y cámaras fósiles moderadamente micritizados, sostenidos por una matriz micrítica, y en el segundo microfósiles sostenidos por una matriz micrítica altamente alterada y oscura. Microvetillas rellenas de calcita micritizada. No se observa porosidad.

14. PL-1-46(1) . ZONA DE TRANSICIÓN MUDSTONE FOSILÍFERO (Lodolita calcárea fosilífera) Y LUTITA CALCÁREA

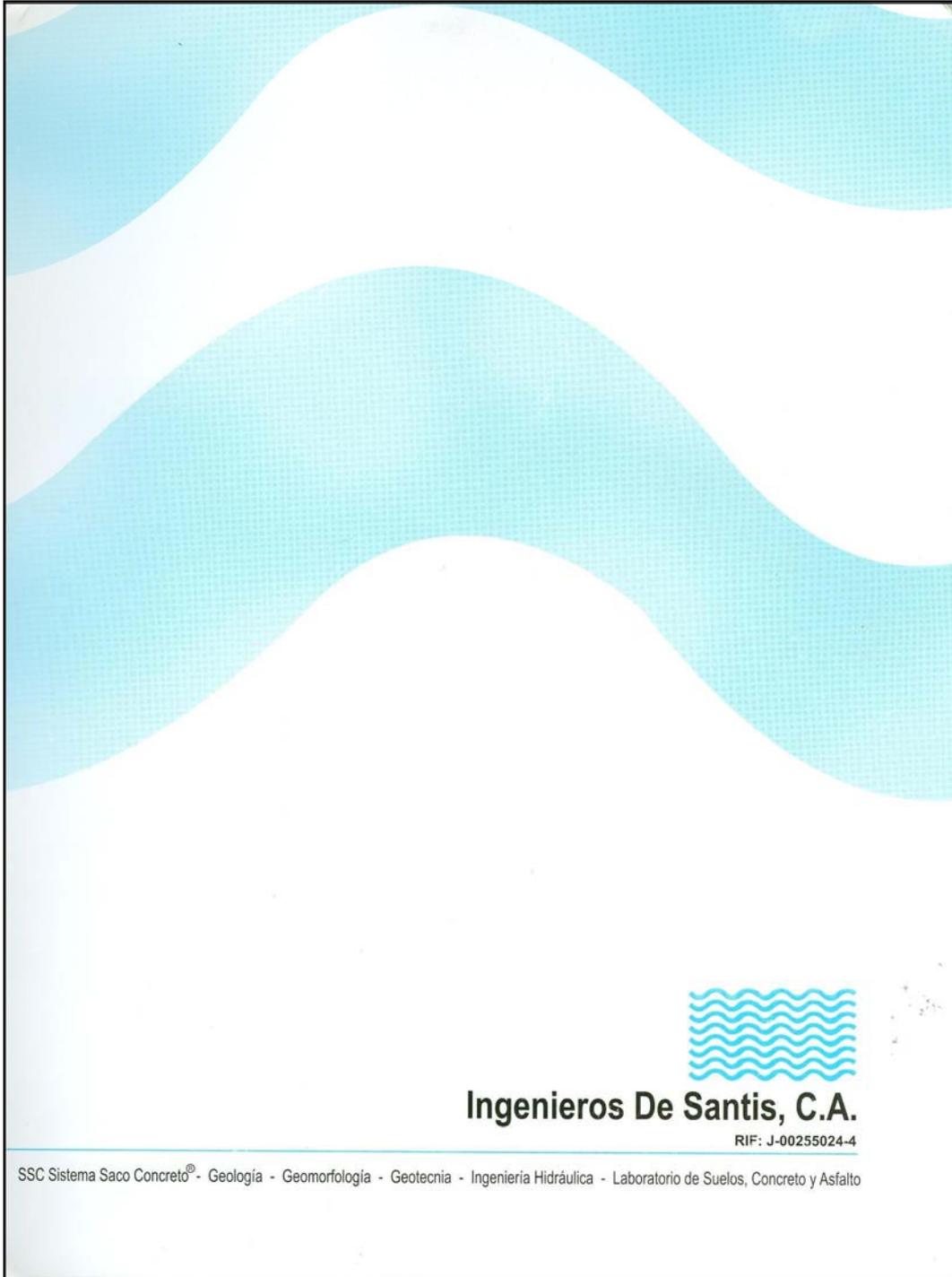
Macroscópicamente se observa una roca dura, fresca, heterogénea, donde se observa una transición de caliza de color negro a lutita de color pardo claro, tamaño de grano fino. La caliza reacciona fuertemente al HCl, la lutita por el contrario reacciona ligeramente y en otras zonas no reacciona. No se observan fósiles a simple vista.

Al microscopio se observa una distribución anisótropa de los constituyentes, donde se encuentran dos zonas. Una zona con abundante matriz de lodo micrítico totalmente oxidada. La mayoría de los restos de fósiles están totalmente micritizados. Se observa muy escasa porosidad móldica y por disolución. La otra zona lutítica compuesta básicamente por arcillas probablemente illita y caolinita. Presencia de granos pequeños de cuarzo. Porosidad intergranular. Abundante vetas rellenas de calcita.

Ing. Leija Angulo
Responsable del Laboratorio de Petrografía

"2006, AÑO BICENTENARIO DEL JURAMENTO DEL GENERALÍSIMO FRANCISCO DE MIRANDA
Y DE LA PARTICIPACIÓN PROTAGÓNICA Y DEL PODER POPULAR"
INGEOMIN, Caracas, Lomas de San Rafael de la Florida, Calle el Rodeo, La Florida
Telef:0212-730661/ 7301239- Telefax:0212-7318011
www.ingomin.gov.ve

Venezuela
AHORA ES DE TODOS





Ingenieros De Santis, C.A.

**RESULTADOS DE ENSAYOS REALIZADOS A MUESTRAS DE SUELO RESIDUAL Y ROCAS
RECOLECTADAS EN LA ZONA DE PUERTO LA CRUZ Y GUANTA, ESTADO ANZOÁTEGUI**

PROYECTO MISION CIENCIA

Caracas, Julio de 2009



Ingenieros De Santis, C.A.

Caracas, 21 de julio de 2009

Sres.

Instituto Nacional de Geología y Minería (*INGEOMIN*)

Presente.-

Atención: Br. Susana Mourad

Estimada Br.:

A continuación se presenta un resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio, realizados a muestras de suelo residual y rocas recolectadas en la zona de Puerto la Cruz y Guanta del estado Anzoátegui, con el fin de conocer las propiedades físicas y mecánicas de dichos materiales, enmarcados dentro del Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión Integral del Riesgo en Espacios Urbanos. Fase Barcelona-Puerto La Cruz-Guanta. El análisis de los resultados de dichos ensayos se efectuó mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), Norma ASTM D 2487-93, determinando así la tipología de cada material evaluado. Las Tablas 1, 2 y 3 resumen los resultados para cada tipo de ensayo ejecutado y en el Anexo 1 se presentan las planillas de laboratorio.

Tabla 1. Clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) de muestras de suelo residual y roca lutita

Muestra	Litología	Composición			Humedad (%w)	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Peso Específico
		Grava %	Arena %	Finos %					
PL-1-2(4)	(ML)s	0.65	22.03	77.32	24.95	46.37	28.05	18.33	2.643
PL-1-8(1)	(GM)s	54.98	15.87	29.15	3.78	42.13	26.55	15.58	2.594
PL-1-13(1)	SM	10.74	48.13	41.13	17.73	35.57	26.54	9.03	2.522
PL-1-13(2)	Lutita	-	-	-	3.87	-	-	-	-
PL-1-20(2)	Lutita	-	-	-	2.62	-	-	-	-
PL-1-21(1)	(GM)s	26.68	26.52	46.80	8.91	38.31	21.67	16.64	2.661



Ingenieros De Santis, C.A.

Cont..Tabla 1. Clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) de muestras de suelo residual y roca lutita

Muestra	Litología	Composición			Humedad (%w)	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Peso Específico
		Grava %	Arena %	Finos %					
PL-1-32(2)	Lutita	-	-	-	0.12	-	-	-	-
PL-1-34(3)	Lutita	-	-	-	1.54	-	-	-	-
PL-1-36(1)	(GM)s	39.64	35.74	24.62	11.11	38.31	29.33	8.98	2.687
PL-1-37(1)	(ML)s	0.35	29.08	70.58	4.62	27.56	20.96	6.61	2.689
PL-1-46(3)	Lutita	-	-	-	4.00	-	-	-	-

Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), las muestras **PL-1-2(4)**, **PL-1-37(1)**, clasifican como limos con arena (ML)s de baja plasticidad. Las muestras **PL-1-8(1)**, **PL-1-21(1)**, **PL-1-36(1)** corresponden a gravas limosas con arena (GM)s; cabe destacar que estas muestras son producto de la descomposición de roca lutita. Finalmente las muestras **PL-1-13(2)**, **PL-1-20(2)**, **PL-1-32(2)**, **PL-1-34(3)**, **PL-1-46(3)**, son rocas lutitas con % de humedad entre 0.12 y 4.00.

Las muestras **PL-1-2(4)**, **PL-1-8(1)**, **PL-1-13(1)**, **PL-1-37(1)**, corresponden a un suelo residual con alto contenido de fino, el cual en su mayoría está constituido por materiales limosos.

Tabla 2. Determinación de proporción granulométrica de la muestra según el ensayo de Hidrometría

Muestra	% neto de partículas			
	Arena	Limos	Arcillas	Coloides
PL-1-2(4)	13.81	30.70	30.30	25.19
PL-1-8(1)	20.83	48.00	0.84	30.33
PL-1-13(1)	48.99	50.89	0.11	0.01
PL-1-37(1)	22.73	35.80	9.45	32.02



Ingenieros De Santis, C.A.

Con respecto a los resultados del ensayo de compresión en roca, la resistencia arroja valores entre 150 y 495 Kg/cm². La Tabla 3 resume los valores de la deformación máxima y los valores de resistencia al momento de la rotura. Adicionalmente en el anexo 2, se muestran graficas que relacionan la resistencia a la compresión vs el módulo de elasticidad secante.

Tabla 3. Compresiones en cubos de roca

Muestra	Deformación (mm)	Resistencia (Kg/cm ²)	Módulo de Elasticidad (Kg/cm ²)
PL-1-2(1)	2,00	425,93	11500,00
PL-1-2(2)	5,00	152,31	1523,05
PL-1-2(3)	3,75	256,99	4902,61
PL-1-14(1)	1,75	498,82	14252,02
PL-1-24(1)	2,25	453,89	12305,43
PL-1-31(2)	2,50	396,17	9666,67
PL-1-32(1)	1,75	330,60	11334,89
PL-1-34(1)	3,75	447,81	7284,44
PL-1-34(2)	2,50	517,81	11184,62
PL-1-38(1)	1,75	495,60	13876,80

Quedando a su disposición para cualquier aclaratoria adicional, se despide de usted.


Ing. Feliciano De Santis
Director Técnico



Ingenieros De Santis, C.A.

Anexo 1:
Ensayos de Laboratorio

Ensayos de Laboratorio en Suelos

 <p>Ingenieros De Santis, C.A.</p>																																																																																						
<p>PASA 200 ASTM (C-117-95)</p>																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>PROYECTO:</td> <td colspan="6">Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos</td> </tr> <tr> <td>PROCEDENCIA:</td> <td colspan="6">Puerto La Cruz y Guanta, Estado Anzoátegui</td> </tr> <tr> <td>LABORATORISTA:</td> <td colspan="4">Rubén Acevedo / Maribiana Márquez G.</td> <td>FECHA:</td> <td>19/05/2009</td> </tr> </table>							PROYECTO:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos						PROCEDENCIA:	Puerto La Cruz y Guanta, Estado Anzoátegui						LABORATORISTA:	Rubén Acevedo / Maribiana Márquez G.				FECHA:	19/05/2009																																																											
PROYECTO:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos																																																																																					
PROCEDENCIA:	Puerto La Cruz y Guanta, Estado Anzoátegui																																																																																					
LABORATORISTA:	Rubén Acevedo / Maribiana Márquez G.				FECHA:	19/05/2009																																																																																
PROFUNDIDAD (metros):	PL-1-2(4)	PL-1-8(1)	PL-1-13(1)	PL-1-13(2)	PL-1-20(2)	PL-1-21(1)																																																																																
MUESTRA:	S. RESIDUAL	S. RESIDUAL	S. RESIDUAL	LUTITA	LUTITA	S. RESIDUAL																																																																																
TARA Nº:	005	002	004	2000	N-0	004																																																																																
<p>A. CONTENIDO DE HUMEDAD</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>HCl (+)</th> <th>HCl (+)</th> <th>HCl (+)</th> <th>HCl (+)</th> <th>HCl (-)</th> <th>HCl (+)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>Peso Húmedo + Tara</td> <td>1284,00</td> <td>1842,20</td> <td>2155,20</td> <td>122,00</td> <td>411,30</td> <td>1952,10</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>Peso Seco + Tara</td> <td>1071,10</td> <td>1786,30</td> <td>1860,90</td> <td>118,40</td> <td>404,10</td> <td>1805,80</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>Peso de Agua (I-II)</td> <td>212,90</td> <td>55,90</td> <td>294,30</td> <td>3,60</td> <td>7,20</td> <td>146,30</td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>Peso Tara</td> <td>217,70</td> <td>308,60</td> <td>201,00</td> <td>25,45</td> <td>129,73</td> <td>164,50</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>Peso Seco Neto (II-IV)</td> <td>853,40</td> <td>1477,70</td> <td>1659,90</td> <td>92,95</td> <td>274,37</td> <td>1641,30</td> </tr> <tr> <td>VI</td> <td>W% (III*100/V)</td> <td>24,95</td> <td>3,78</td> <td>17,73</td> <td>3,87</td> <td>2,62</td> <td>8,91</td> </tr> </tbody> </table>									HCl (+)	HCl (+)	HCl (+)	HCl (+)	HCl (-)	HCl (+)	I	Peso Húmedo + Tara	1284,00	1842,20	2155,20	122,00	411,30	1952,10	II	Peso Seco + Tara	1071,10	1786,30	1860,90	118,40	404,10	1805,80	III	Peso de Agua (I-II)	212,90	55,90	294,30	3,60	7,20	146,30	IV	Peso Tara	217,70	308,60	201,00	25,45	129,73	164,50	V	Peso Seco Neto (II-IV)	853,40	1477,70	1659,90	92,95	274,37	1641,30	VI	W% (III*100/V)	24,95	3,78	17,73	3,87	2,62	8,91																								
		HCl (+)	HCl (+)	HCl (+)	HCl (+)	HCl (-)	HCl (+)																																																																															
I	Peso Húmedo + Tara	1284,00	1842,20	2155,20	122,00	411,30	1952,10																																																																															
II	Peso Seco + Tara	1071,10	1786,30	1860,90	118,40	404,10	1805,80																																																																															
III	Peso de Agua (I-II)	212,90	55,90	294,30	3,60	7,20	146,30																																																																															
IV	Peso Tara	217,70	308,60	201,00	25,45	129,73	164,50																																																																															
V	Peso Seco Neto (II-IV)	853,40	1477,70	1659,90	92,95	274,37	1641,30																																																																															
VI	W% (III*100/V)	24,95	3,78	17,73	3,87	2,62	8,91																																																																															
<p>B. PASA Nº 200</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VII</td> <td>Peso Muestra Total Seco al Aire</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VIII</td> <td>Peso Muestra Total (Seca) Corregida por Humedad [VII/(1+VII/100)]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>IX</td> <td>Peso Seco Muestra Lavada + Tara</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>Peso Neto Seco de Muestra Lavada</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>XI</td> <td>Peso PASA Nº 200 (VIII-X)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>XII</td> <td>Peso Retenido Tamiz 4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>XIII</td> <td>% PASA 200 (XI/VIII) x 100</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>XIV</td> <td>% Retenido Tamiz Nº 4 (XII*100/VIII)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>XV</td> <td>% de Arena (100-(XII+XIV))</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>															VII	Peso Muestra Total Seco al Aire							VIII	Peso Muestra Total (Seca) Corregida por Humedad [VII/(1+VII/100)]							IX	Peso Seco Muestra Lavada + Tara							X	Peso Neto Seco de Muestra Lavada							XI	Peso PASA Nº 200 (VIII-X)							XII	Peso Retenido Tamiz 4							XIII	% PASA 200 (XI/VIII) x 100							XIV	% Retenido Tamiz Nº 4 (XII*100/VIII)							XV	% de Arena (100-(XII+XIV))						
VII	Peso Muestra Total Seco al Aire																																																																																					
VIII	Peso Muestra Total (Seca) Corregida por Humedad [VII/(1+VII/100)]																																																																																					
IX	Peso Seco Muestra Lavada + Tara																																																																																					
X	Peso Neto Seco de Muestra Lavada																																																																																					
XI	Peso PASA Nº 200 (VIII-X)																																																																																					
XII	Peso Retenido Tamiz 4																																																																																					
XIII	% PASA 200 (XI/VIII) x 100																																																																																					
XIV	% Retenido Tamiz Nº 4 (XII*100/VIII)																																																																																					
XV	% de Arena (100-(XII+XIV))																																																																																					
<p>HECHO POR:</p> <p style="text-align: center;">Maribiana Márquez G.</p>				<p>APROBADO POR:</p> <p style="text-align: center;">Ing. Feliciano De Santis</p>																																																																																		
<p>HCl (+) = la muestra reacciona al ácido clorhídrico HCl (-) = la muestra no reacciona al ácido clorhídrico</p>																																																																																						

 <p>Ingenieros De Santis, C.A.</p>					
<p>P A S A 2 0 0 ASTM (C-117-95)</p>					
<p>PROYECTO: Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos</p>					
<p>PROCEDENCIA: Puerto La Cruz y Guanta, Estado Anzoátegui</p>					
<p>LABORATORISTA: Rubén Acevedo / Maribiana Márquez G.</p>				<p>FECHA: 19/05/2009</p>	
PROFUNDIDAD (metros):	PL-1-32(2)	PL-1-34(3)	PL-1-36(1)	PL-1-37(1)	PL-1-46(3)
MUESTRA:	LUTITA	LUTITA	S. RESIDUAL	S. RESIDUAL	LUTITA
TARA N°:	030	285	003	2X	CD
<p>A. CONTENIDO DE HUMEDAD</p>					
		HCl (+)	HCl (+)	HCl (+)	HCl (+)
I	Peso Húmedo + Tara	183,80	238,10	1456,70	1574,80
II	Peso Seco + Tara	183,40	234,90	1327,80	1514,00
III	Peso de Agua (I-II)	0,20	3,20	128,90	60,80
IV	Peso Tara	21,74	27,36	167,08	198,40
V	Peso Seco Neto (II-IV)	161,66	207,54	1160,72	1315,60
VI	W% (III*100/V)	0,12	1,54	11,11	4,62
<p>B. PASA N° 200</p>					
VII	Peso Muestra Total Seco al Aire				
VIII	Peso Muestra Total (Seca) Corregida por Humedad [VII/(1+VII/100)]				
IX	Peso Seco Muestra Lavada + Tara				
X	Peso Neto Seco de Muestra Lavada				
XI	Peso PASA N° 200 (VIII-X)				
XII	Peso Retenido Tamiz 4				
XIII	% PASA 200 (XI/VIII) x 100				
XIV	% Retenido Tamiz N° 4 (XII*100/VIII)				
XV	% de Arena (100-(XII+XIV))				
<p>HECHO POR:</p> <p style="text-align: center;">Maribiana Márquez G.</p>		<p>APROBADO POR:</p> <p style="text-align: center;">Ing. Feliciano De Santis</p>			
<p>HCl (+) = la muestra reacciona al ácido clorhídrico HCl (-) = la muestra no reacciona al ácido clorhídrico</p>					



Ingenieros De Santis, C.A.

**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE SUELOS
ASTM C-136-96a**

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui				
Muestra:	PL-1-2(4)	Procedencia	Puerto La Cruz-Guanta	Fecha de toma	
Enviada Por:	Susana Mourad	Recibida por:	Maribiana Márquez González	Fecha de envío	
Ensayada Por:	J.J. Niño	Revisado Por:	Ing.Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo	02/07/2009

GRANULOMETRIA

Clasif	Tamiz	Retenido (gr)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% que Pasa	
GRAVA	3"	0,00	0,00	0,00	100,00	
	2"	0,00	0,00	0,00	100,00	
	1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	
	3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00	
	3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00	
	# 4	0,68	0,65	0,65	99,35	% DE ARENAS
AR. GRUESA	# 10	1,94	1,86	2,51	97,49	1,86
ARENA MEDIA	# 20	4,20	4,02	6,53	93,47	8,20
	# 40	4,36	4,18	10,71	89,29	
ARENA FINA	# 100	8,11	7,77	18,48	81,52	11,97
	# 200	4,38	4,20	22,68	77,32	

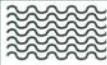
Gramos	
Peso Total suelo Seco	104,38
Peso Frac. Pasante # 4	103,70
Peso Frac. Ret. En # 4	0,68
Factor F100/ P.T.M	0,958037938

% GRAVA	0,65	% TOTAL ARENA	22,03	% PASA # 200	77,32
		% Total	100,00		

% DE HUMEDAD NATURAL

CAP N°	005	PESO CAP. + SUELO S	1.071,10
PESO CAP	217,70	PESO AGUA	212,90
PESO CAP. + SUELO W	1.284,00	PESO SUELO SECO	853,40
% HUM. NATURAL		24,95	

DESCRIPCIÓN: Suelo residual de grano fino
 COLOR: Marrón claro
 CLAS. S.U.C.S (ML)s
 CLASIFICACIÓN AASHTO _____



Ingenieros De Santis, C.A.

**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE SUELOS
ASTM C-136-96a**

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui			
Muestra:	PL-1-8(1)	Procedencia:	Puerto La Cruz-Guanta	Fecha de toma:
Enviada Por:	Susana Mourad	Recibida por:	Maribiana Márquez González	Fecha de envió:
Ensayada Por:	J.J. Niño	Revisado Por:	Ing.Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo
				02/07/2009

GRANULOMETRÍA

Clasif	Tamiz	Retenido (gr)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% que Pasa	Gramos
GRAVA	3"	0,00	0,00	0,00	100,00	Peso Total suelo Seco 276,57
	2"	0,00	0,00	0,00	100,00	Peso Frac. Pasante # 4 124,51
	1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	Peso Frac. Ret. En # 4 152,06
	3/4"	54,12	19,57	19,57	80,43	Factor F100/ P:T:M 0,361572116
	3/8"	62,79	22,70	42,27	57,73	
	# 4	35,15	12,71	54,98	45,02	% DE ARENAS
AR. GRUESA	# 10	14,96	5,41	60,39	39,61	5,41
ARENA MEDIA	# 20	10,29	3,72	64,11	35,89	5,17
	# 40	4,00	1,45	65,56	34,44	
ARENA FINA	# 100	9,78	3,54	69,09	30,91	5,30
	# 200	4,87	1,76	70,85	29,15	

% GRAVA % TOTAL ARENA % PASA # 200

% Total

% DE HUMEDAD NATURAL

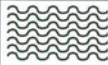
CAP N°	<input type="text" value="002"/>	PESO CAP. + SUELO S	<input type="text" value="1.786,30"/>
PESO CAP	<input type="text" value="308,60"/>	PESO AGUA	<input type="text" value="55,90"/>
PESO CAP. + SUELO W	<input type="text" value="1.842,20"/>	PESO SUELO SECO	<input type="text" value="1.477,70"/>
%HUM. NATURAL		<input type="text" value="3,78"/>	

DESCRIPCIÓN: Suelo residual de grano fino

COLOR: Marrón claro

CLAS. S.U.C.S (GM)s

CLASIFICACIÓN AASHTO _____



Ingenieros De Santis, C.A.

**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE SUELOS
ASTM C-136-96a**

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui			
Muestra:	PL-1-13(1)	Procedencia	Puerto La Cruz-Guanta	Fecha de toma
Enviada Por:	Susana Mourad	Recibida por:	Maribiana Márquez González	Fecha de envío
Ensayada Por:	J.J. Niño	Revisado Por:	Ing.Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo 02/07/2009

GRANULOMETRÍA

Clasif	Tamiz	Retenido (gr)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% que Pasa	Gramos
GRAVA	3"	0,00	0,00	0,00	100,00	Peso Total suelo Seco 351,25
	2"	0,00	0,00	0,00	100,00	Peso Frac. Pasante # 4 313,54
	1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	Peso Frac. Ret. En # 4 37,71
	3/4"	6,80	1,94	1,94	98,06	Factor F100/ P:T:M 0,284697509
	3/8"	11,17	3,18	5,12	94,88	
	# 4	19,74	5,62	10,74	89,26	
AR. GRUESA	# 10	20,27	5,77	16,51	83,49	% DE ARENAS 5,77
ARENA MEDIA	# 20	22,53	6,41	22,92	77,08	12,74
	# 40	22,23	6,33	29,25	70,75	
ARENA FINA	# 100	54,97	15,65	44,90	55,10	29,62
	# 200	49,07	13,97	58,87	41,13	

% GRAVA % TOTAL ARENA % PASA # 200

% Total

% DE HUMEDAD NATURAL

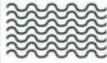
CAP N°	<input type="text" value="004"/>	PESO CAP. + SUELO S	<input type="text" value="1.860,90"/>
PESO CAP	<input type="text" value="201,00"/>	PESO AGUA	<input type="text" value="294,30"/>
PESO CAP. + SUELO W	<input type="text" value="2.155,20"/>	PESO SUELO SECO	<input type="text" value="1.659,90"/>
%HUM. NATURAL		<input type="text" value="17,73"/>	

DESCRIPCIÓN: Suelo residual de grano medio (sub-angular)

COLOR: Marrón claro

CLAS. S.U.C.S SM

CLASIFICACIÓN AASHTO _____



Ingenieros De Santis, C.A.

**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE SUELOS
ASTM C-136-96a**

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui				
Muestra:	PL-1-21(1)	Procedencia	Puerto La Cruz-Guanta	Fecha de toma	
Enviada Por:	Susana Mourad	Recibida por:	Maribiana Márquez González	Fecha de envío	
Ensayada Por:	J.J. Niño	Revisado Por:	Ing.Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo	02/07/2009

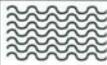
GRANULOMETRÍA

Clasif	Tamiz	Retenido (gr)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% que Pasa	Gramos	
GRAVA	3"	0,00	0,00	0,00	100,00	Peso Total suelo Seco 1.030,69	
	2"	0,00	0,00	0,00	100,00	Peso Frac. Pasante # 4 755,72	
	1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	Peso Frac. Ret. En # 4 274,97	
	3/4"	81,26	7,88	7,88	92,12	Factor F100/ P:T:M 0,097022383	
	3/8"	67,04	6,50	14,39	85,61	Peso Gran. Fina 500	
	# 4	126,67	12,29	26,68	73,32	Factor 0,146643511	
						% DE ARENAS	
AR. GRUESA	# 10	39,83	5,84	32,52	67,48	5,84	
ARENA MEDIA	# 20	39,56	5,80	38,32	61,68	9,10	
	# 40	22,52	3,30	41,62	58,38		
ARENA FINA	# 100	36,12	5,30	46,92	53,08	11,57	
	# 200	42,81	6,28	53,20	46,80		
% GRAVA		26,68		% TOTAL ARENA		26,52	
				% PASA # 200		46,80	
				% Total		100,00	

% DE HUMEDAD NATURAL

CAP N°	004	PESO CAP. + SUELO S	1.805,80
PESO CAP	164,50	PESO AGUA	146,30
PESO CAP. + SUELO W	1.952,10	PESO SUELO SECO	1.641,30
%HUM. NATURAL		8,91	

DESCRIPCIÓN: Suelo residual de grano medio (sub-angular)
COLOR: Gris claro
CLAS. S.U.C.S (GM)s
CLASIFICACIÓN AASHTO



Ingenieros De Santis, C.A.

**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE SUELOS
ASTM C-136-96a**

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui			
Muestra:	PL-1-36(1)	Procedencia	Puerto La Cruz-Guanta	Fecha de toma
Enviada Por:	Susana Mourad	Recibida por:	Maribiana Márquez González	Fecha de envío
Ensayada Por:	J.J. Niño	Revisado Por:	Ing.Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo 02/07/2009

GRANULOMETRÍA

Clasif	Tamiz	Retenido (gr)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% que Pasa	Gramos
GRAVA	3"	0,00	0,00	0,00	100,00	Peso Total suelo Seco 1.090,82
	2"	0,00	0,00	0,00	100,00	Peso Frac. Pasante # 4 658,43
	1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	Peso Frac. Ret. En # 4 432,39
	3/4"	98,64	9,04	9,04	90,96	Factor F100/ P:T:M 0,091674153
	3/8"	158,96	14,57	23,62	76,38	Peso Gran. Fina 500
	# 4	174,79	16,02	39,64	60,36	Factor 0,120722026
AR. GRUESA	# 10	68,48	8,27	47,91	52,09	% DE ARENAS 6,27
ARENA MEDIA	# 20	52,67	6,36	54,26	45,74	11,62
	# 40	43,61	5,26	59,53	40,47	
ARENA FINA	# 100	79,96	9,65	69,18	30,82	15,85
	# 200	51,34	6,20	75,38	24,62	

% GRAVA % TOTAL ARENA % PASA # 200
 % Total

% DE HUMEDAD NATURAL

CAP N°	<input type="text" value="003"/>	PESO CAP. + SUELO S	<input type="text" value="1.327,80"/>
PESO CAP	<input type="text" value="167,08"/>	PESO AGUA	<input type="text" value="128,90"/>
PESO CAP. + SUELO W	<input type="text" value="1.456,70"/>	PESO SUELO SECO	<input type="text" value="1.160,72"/>
%HUM. NATURAL		<input type="text" value="11,11"/>	

DESCRIPCIÓN: Suelo residual de grano medio (sub-angular)

COLOR: Grís

CLAS. S.U.C.S (GM)s

CLASIFICACIÓN AASHTO _____



Ingenieros De Santis, C.A.

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE SUELOS
ASTM C-136-96a

Proyecto: Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui			
Muestra: PL-1-37(1)	Procedencia: Puerto La Cruz-Guanta	Fecha de toma:	
Enviada Por: Susana Mourad	Recibida por: Maribiana Márquez González	Fecha de envió:	
Ensayada Por: J.J. Niño	Revisado Por: Ing. Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo: 02/07/2009	

GRANULOMETRÍA

Clasif	Tamiz	Retenido (gr)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% que Pasa									
GRAVA	3"	0,00	0,00	0,00	100,00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Peso Total suelo Seco</td><td style="text-align: right;">300,00</td></tr> <tr><td>Peso Frac. Pasante # 4</td><td style="text-align: right;">298,96</td></tr> <tr><td>Peso Frac. Ret. En # 4</td><td style="text-align: right;">1,04</td></tr> <tr><td>Factor F100/ P:T:M</td><td style="text-align: right;">0,333333333</td></tr> </table>	Peso Total suelo Seco	300,00	Peso Frac. Pasante # 4	298,96	Peso Frac. Ret. En # 4	1,04	Factor F100/ P:T:M	0,333333333
	Peso Total suelo Seco	300,00												
	Peso Frac. Pasante # 4	298,96												
	Peso Frac. Ret. En # 4	1,04												
	Factor F100/ P:T:M	0,333333333												
	2"	0,00	0,00	0,00	100,00									
1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00										
3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00										
3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00										
# 4	1,04	0,35	0,35	99,65										
AR. GRUESA	# 10	7,04	2,35	2,69	97,31	% DE ARENAS								
ARENA MEDIA	# 20	12,73	4,24	6,94	93,06	2,35								
	# 40	6,37	2,12	9,06	90,94	6,37								
ARENA FINA	# 100	19,37	6,46	15,52	84,48	20,36								
	# 200	41,72	13,91	29,42	70,58									

% GRAVA

% TOTAL ARENA

% PASA # 200

% Total

% DE HUMEDAD NATURAL

CAP N°	<input style="width: 50px;" type="text" value="2X"/>	PESO CAP. + SUELO S	<input style="width: 50px;" type="text" value="1.514,00"/>
PESO CAP	<input style="width: 50px;" type="text" value="198,40"/>	PESO AGUA	<input style="width: 50px;" type="text" value="60,80"/>
PESO CAP. + SUELO W	<input style="width: 50px;" type="text" value="1.574,80"/>	PESO SUELO SECO	<input style="width: 50px;" type="text" value="1.315,60"/>

%HUM. NATURAL

DESCRIPCIÓN: Suelo residual de grano fino

COLOR: Gris claro

CLAS. S.U.C.S (ML)s

CLASIFICACIÓN AASHTO _____



Ingenieros De Sanitis, C.A.

ENSAYO DE HIDROMETRIA ASTM - 422 - 63(1998)

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Edo. Anzoátegui		
Ubicación:	Puerto La Cruz-Guanta		
Ensayó:	Calatón	Revisó:	S.U.C.S.
Revisó:	Marielena Márquez	Feliciano De S	(M.L.)s
Fecha:	07/07/2019		

I. Datos iniciales del hidrómetro y constantes de corrección

Peso de la muestra (g):	101.65	Helminto	1521	Serie del hidrómetro:	277725
Masa total corregida por humedad (g):	101.65	P. Específico:	2.639	Humedad (%):	0
Constante "K":	0.01258	Corr. P. Esp. (g)	1.00	% Pas. Tamiz #10	100.00

II. Lecturas del Hidrómetro

TIEMPO (min)	TEMP (°C)	LECTURA HIDROMETRO	LECTURA CORREGIDA (R)	Pod. Efectiva	DIAM. PARTICULA (mm)	% SUSPENSION ACUMULADO
2	27	58	61.81	6.80	0.02320	61.04
5	27	55	58.81	7.30	0.01520	58.07
15	27	49	52.81	8.30	0.00936	52.15
30	26.5	44	47.97	9.10	0.00693	47.37
60	26.25	37	41.05	10.20	0.00519	40.53
120	26	26	30.13	12.00	0.00398	29.75
250	26	11	15.13	14.50	0.00303	14.94
1440	27	5	8.61	15.50	0.00131	8.70

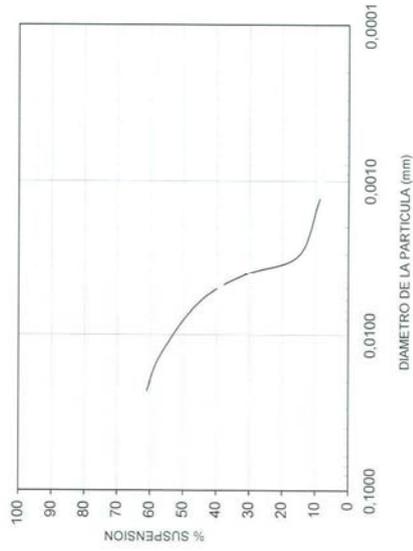
III. Granulometría de la muestra

Tamiz	Diámetro (mm)	Retenido muestra (g)	% Masa ensayo seca
#10	2.0000	0	
#20	0.8500	2.8	2.75
#40	0.425	3.59	3.53
#200	0.0750	7.65	7.53
P-200	<0.075	0	0.00
P-200 lav	<0.075	87.61	86.19
Masa total ensayo		101.65	100.00

IV. Determinación de proporción granulométrica de la muestra

Fración fina	Desde (m)	Hasta (m)	% Suspensión acumulada	% Neto de partículas
Arenas	2.000	0.075	100.00	13.81
Limos	0.074	0.005	69.70	30.70
Arcillas	0.005	0.001	39.00	30.30
Colóides	0.001	<0.001	8.70	25.19
				100.00

Lecturas del Hidrómetro





Ingenieros De Santis, C.A.

ENSAYO DE HIDROMETRIA ASTM - 422 - 63(1998)

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Edo. Anzoátegui		
Ubicación:	Puerto La Cruz-Guanta		
Ensayo:	Calculo	Revisó	S.U.C.S.
Realizado por:	Miribiana Márquez	Feliciano De S.	PL-T-8(1)
Fecha:			07/07/2009

I. Datos iniciales del hidrómetro y constantes de corrección

Peso de la muestra (g):	100.88	Hidrómetro:	152H	Serie del hidrómetro:	27775
Masa total corregida por humedad (g):	100.88	P. Específico:	2.591	Humedad (%):	0
Constante "K":	0.01291	Corr. P. Esp. (a):	1.01	% Pas. Tamiz #10:	100.00

II. Lecturas del Hidrómetro

TIEMPO (min)	TEMP. (°C)	LECTURA HIDROMETRO	LECTURA CORREGIDA (R)	Prof. Efectiva	DIAM. PARTICULA (mm)	% SUSPENSION ACUMULADO
2	26	46	50.13	8.80	0.02708	50.37
5	26	42	46.13	9.40	0.01770	46.35
15	26	30	34.13	11.40	0.01125	34.29
30	26	10	14.13	14.70	0.00904	14.20
60	26	5	9.13	15.50	0.00656	9.17
120	26	4	8.13	15.60	0.00465	8.17
250	26	3	7.13	15.80	0.00325	7.16
1440	26	3	7.13	15.80	0.00135	7.16

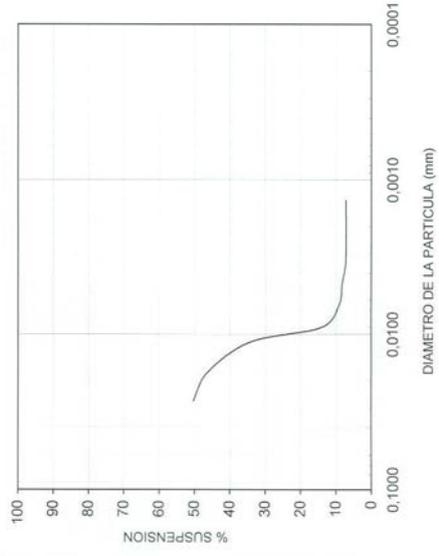
III. Granulometría de la muestra

Tamiz	Dámetro (mm)	Retenido muestra (g)	% Masa ensayo seca
#10	2.0000	0	
#20	0.8500	8.03	7.96
#40	0.0425	4.7	4.66
#200	0.0750	8.28	8.21
P-200	<0.075	0	0.00
P-200 lav	<0.075	79.87	79.17
Masa total ensayo		100.88	100.00

IV. Determinación de proporción granulométrica de la muestra

Fracción fina	Desde (mm)	Hasta (mm)	% Suspensión acumulada	% Neto de partículas
Arenas	2.000	0.075	100.00	20.83
Limos	0.074	0.005	56.00	48.00
Arcillas	0.005	0.001	8.00	0.84
Colóides	0.001	<0.001	7.16	30.33
				100.00

Lecturas del Hidrómetro





Ingenieros De Smitas, C.A.

ENSAYO DE HIDROMETRIA ASTM - 422 - 63(1998)

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Edo. Anzoátegui			
Ubicación:	Puerto La Cruz-Guanta			
Ensayo:	Calculo	Revisó	Muestra	S.U.C.S.
Realizó:	Maribiana Márquez	Feliciano De S	PL-1-13(1)	SM
Fecha:	07/07/2009			

I. Datos iniciales del hidrómetro y constantes de corrección

Proyecto:	103.16	Hidrómetro:	152H	Señal del hidrómetro:	277725
Masa total corregida por humedad (g):	103.16	P. Especifico:	2.519	Humedad (%):	0
Constante "K":	0.01334	Corr. P. Esp. (g):	1.03	% Pas. Tamiz #10	100.00

II. Lecturas del Hidrómetro

TIEMPO (min)	TEMP (°C)	LECTURA HIDROMETRO	LECTURA CORREGIDA (R)	Prof. Ejevis	DMM PARTICULA (mm)	% SUSPENSION ACUMULADO
2	26.5	24	27.97	12.40	0.03322	27.89
5	26	11	15.13	14.50	0.02272	15.08
15	26	6	10.13	15.30	0.01347	10.10
30	26	5	9.13	15.50	0.00959	9.10
60	26	4	8.13	15.60	0.00680	8.10
120	26	3	7.13	15.80	0.00484	7.11
250	26	3	7.13	15.80	0.00336	7.11
1440	26	3	7.13	15.80	0.00140	7.11

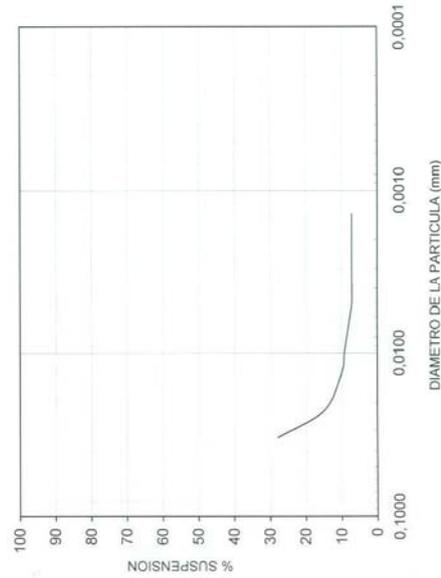
III. Granulometría de la muestra

Tamiz	Diametro (mm)	Retenido muestra (g)	% Masa ensayo seca
#10	2.0000	0	0.00
#20	0.8500	4.6	4.46
#40	0.425	7.08	6.86
#60	0.250	38.86	37.67
P-200	<0.075	0	0.00
P-200 lav	<0.075	52.62	51.01
Masa total ensayo		103.16	100.00

IV. Determinación de proporción granulométrica de la muestra

Fracción fina	Desde (m)	Hasta (m)	% Suspensión acumulada	% Neto de partículas
Arenas	2.000	0.075	100.00	48.99
Limos	0.074	0.005	58.00	50.89
Arcillas	0.005	0.001	7.11	0.11
Cobolles	0.001	<0.001	7.00	0.01
				100.00

Lecturas del Hidrómetro





Ingenieros De Santos, C.A.

ENSAYO DE HIDROMETRIA ASTM - 422 - 63(1998)

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Edo. Anzoátegui		
Ubicación:	Puerto La Cruz-Guanta		
Ensayo:	Calotó	Revisó	S.U.C.S.
Rubén Acevedo	Maribiana Márquez	Feliciano De S	(M)js
	PL-1-37(1)		07/07/2009

I. Datos iniciales del hidrómetro y constantes de corrección

Peso de la muestra (g):	101.65	Hidrómetro:	1524	Serial del hidrómetro:	27725
Masa total corregida por humedad (g)	101.65	P. Específico:	2.686	Humedad (%):	0
Constante "K"	0.01253	Corr. P. Esp. (a)	0.99	% Pies. Tamiz #10	100.00

II. Lecturas del Hidrómetro

TIEMPO (min)(T)	TEMP (°C)	LECTURA HIDROMETRO	LECTURA CORREGIDA (R)	Prof. Efectiva	DIA. PARTICULA (mm)	% SUSPENSION ACUMULADO
2	26.5	43	46.97	9.20	0.02687	46.97
5	26	38	42.13	10.10	0.01781	41.19
15	26.25	30	34.05	11.40	0.01092	33.23
30	26	24	28.13	12.40	0.00806	27.59
60	26	18	22.13	13.30	0.00590	21.63
120	26	14	18.13	14.00	0.00428	17.72
250	26	11	15.13	14.50	0.00302	14.79
1440	26.5	6	9.97	15.30	0.00129	9.75

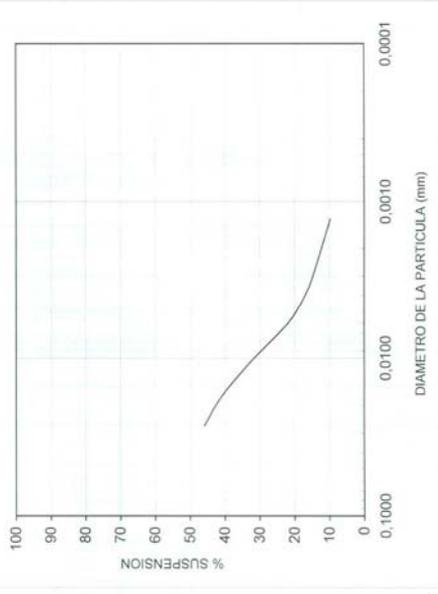
III. Granulometría de la muestra

Tamiz	Diametro (mm)	Retenido muestra (g)	% Masa ensayo seca
#10	2.0000	0	
#20	0.8500	2.91	2.86
#40	0.425	2.25	2.21
#200	0.0750	17.94	17.65
P-200	<0.075	0	0.00
P-200 bar	<0.075	78.55	77.27
Masa total ensayo		101.65	100.00

IV. Determinación de proporción granulométrica de la muestra

Fracción fina	Desde (m)	Hasta (m)	% Suspensión acumulada	% Neto de partículas
Arenas	2.000	0.075	100.00	22.73
Limos	0.074	0.005	55.00	35.80
Arcillas	0.005	0.001	19.20	9.45
Cobolés	0.001	<0.001	9.75	32.02
				100.00

Lecturas del Hidrómetro





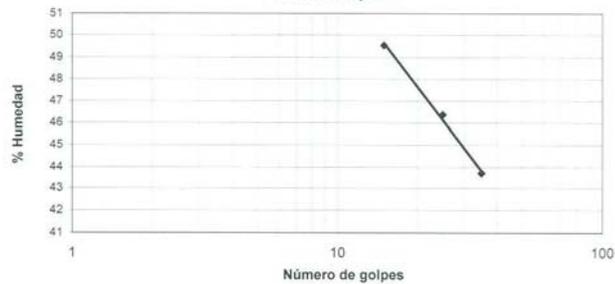
Ingenieros De Santis, C.A.

**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D 4318-00)**

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui				
Muestra:	PL-1-2(4)	Procedencia:	Puerto La Cruz-Guanta	Fecha de toma	
Enviada Por:	Susana Mourad	Recibida por:	Maribiana Márquez González	Fecha de envío	
Ensayada Por:	Rubén Acevedo	Revisado Por:	Ing. Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo	26/05/2009

PUNTO	1	2	3	4	1	2
ENSAYO	LL	LL	LL	LL	LP	LP
Nº DE GOLPES	15	25	35		/	/
CÁPSULA Nº	034	074	297		266	
PESO CÁPSULA	26,95	26,57	20,07		21,87	
CAP+SUELO HÚMEDO	49,01	49,77	39,87		31,64	
CAP+SUELO SECO	41,70	42,42	33,85		29,5	
CANTIDAD DE AGUA	7,31	7,35	6,02		2,14	
PESO SUELO SECO	14,75	15,85	13,78		7,63	
% HUMEDAD	49,56	46,37	43,69		28,05	

Límite Líquido



LÍMITE LÍQUIDO (%) LÍMITE PLÁSTICO (%) ÍNDICE DE PLASTICIDAD:

Observaciones: _____



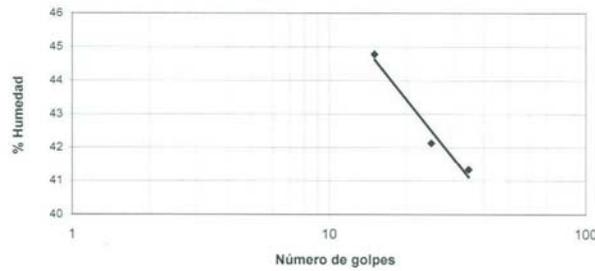
Ingenieros De Santis, C.A.

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D 4318-00)

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui				
Muestra:	PL-1- 8(1)	Procedencia:	Puerto La Cruz-Guanta	Fecha de toma	
Enviada Por:	Susana Mourad	Recibida por:	Maribiana Márquez González	Fecha de envío	
Ensayada Por:	Rubén Acevedo	Revisado Por:	Ing. Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo	26/05/2009

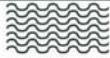
PUNTO	1	2	3	4	1	2
ENSAYO	LL	LL	LL	LL	LP	LP
Nº DE GOLPES	15	25	35			
CÁPSULA Nº	289	216	612		153	
PESO CÁPSULA	26,41	25,15	26,99		27,58	
CAP+SUELO HÚMEDO	48,88	44,21	45,18		37,59	
CAP+SUELO SECO	41,93	38,56	39,86		35,49	
CANTIDAD DE AGUA	6,95	5,65	5,32		2,10	
PESO SUELO SECO	15,52	13,41	12,87		7,91	
% HUMEDAD	44,78	42,13	41,34		26,55	

Límite Líquido



LÍMITE LÍQUIDO (%) LÍMITE PLÁSTICO (%) ÍNDICE DE PLASTICIDAD:

Observaciones: _____



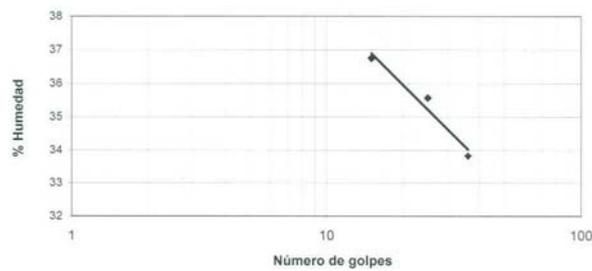
Ingenieros De Santis, C.A.

**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D 4318-00)**

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui				
Muestra:	PL-1-13(1)	Procedencia:	Puerto La Cruz-Guanta	Fecha de toma:	
Enviada Por:	Susana Mourad	Recibida por:	Maribiana Márquez González	Fecha de envío:	
Ensayada Por:	Rubén Acevedo	Revisado Por:	Ing. Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo:	26/05/2009

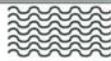
PUNTO	1	2	3	4	1	2
ENSAYO	LL	LL	LL	LL	LP	LP
Nº DE GOLPES	15	25	36			
CÁPSULA Nº	232	198	028		162	
PESO CÁPSULA	24,81	26,03	27,15		25,24	
CAP+SUELO HÚMEDO	58	56,18	55,28		35,3	
CAP+SUELO SECO	49,08	48,27	48,17		33,19	
CANTIDAD DE AGUA	8,92	7,91	7,11		2,11	
PESO SUELO SECO	24,27	22,24	21,02		7,95	
% HUMEDAD	36,75	35,57	33,82		26,54	

Límite Líquido



LÍMITE LÍQUIDO (%) LÍMITE PLÁSTICO (%) ÍNDICE DE PLASTICIDAD:

Observaciones: _____



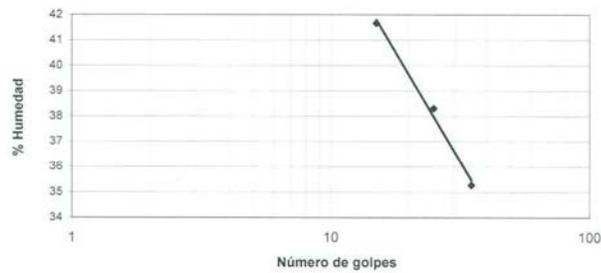
Ingenieros De Santis, C.A.

**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D 4318-00)**

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui				
Muestra:	PL-1-21(1)	Procedencia:	Puerto La Cruz-Guanta	Fecha de toma	
Enviada Por:	Susana Mourad	Recibida por:	Maribiana Márquez González	Fecha de envío	
Ensayada Por:	Rubén Acevedo	Revisado Por:	Ing. Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo	26/05/2009

PUNTO	1	2	3	4	1	2
ENSAYO	LL	LL	LL	LL	LP	LP
Nº DE GOLPES	15	25	35			
CÁPSULA Nº	016	167	215		201	
PESO CÁPSULA	21,60	23,51	22,02		21,24	
CAP+SUELO HÚMEDO	42,17	41,31	44,8		31,29	
CAP+SUELO SECO	36,12	36,38	38,86		29,5	
CANTIDAD DE AGUA	6,05	4,93	5,94		1,79	
PESO SUELO SECO	14,52	12,87	16,84		8,26	
% HUMEDAD	41,67	38,31	35,27		21,67	

Límite Líquido



LÍMITE LÍQUIDO (%) LÍMITE PLÁSTICO (%) ÍNDICE DE PLASTICIDAD:

Observaciones: _____



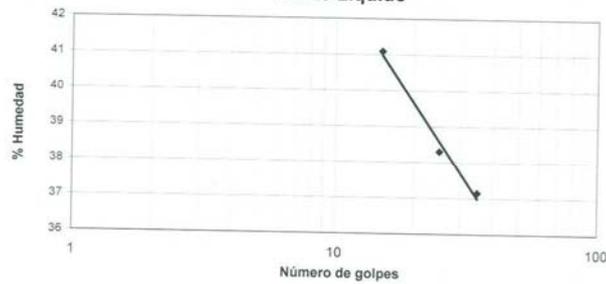
Ingenieros De Santis, C.A.

**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D 4318-00)**

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui				
Muestra:	PL-1-36(1)	Procedencia:	Puerto La Cruz-Guanta	Fecha de toma	
Enviada Por:	Susana Mourad	Recibida por:	Manriana Márquez González	Fecha de envío	
Ensayada Por:	Rubén Acevedo	Revisado Por:	Ing. Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo	26/05/2009

PUNTO	1	2	3	4	1	2
ENSAYO	LL	LL	LL	LL	LP	LP
Nº DE GOLPES	15	25	35			
CÁPSULA Nº	238	105	308		507	
PESO CÁPSULA	20,68	22,15	26,76		21,37	
CAP+SUELO HÚMEDO	43,1	39,3	48,1		31,6	
CAP+SUELO SECO	36,57	34,55	42,32		29,28	
CANTIDAD DE AGUA	6,53	4,75	5,78		2,32	
PESO SUELO SECO	15,89	12,40	15,56		7,91	
% HUMEDAD	41,10	38,31	37,15		29,33	

Límite Líquido



LÍMITE LÍQUIDO (%) LÍMITE PLÁSTICO (%) ÍNDICE DE PLASTICIDAD:

Observaciones: _____



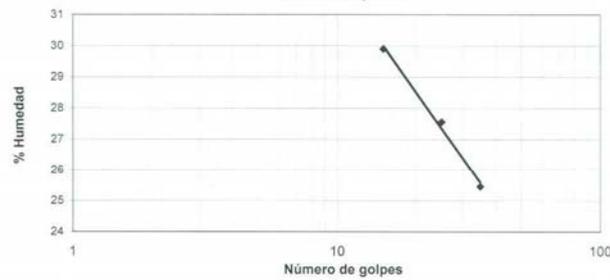
Ingenieros De Santis, C.A.

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D 4318-00)

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui				
Muestra:	PL-1-37(1)	Procedencia:	Puerto La Cruz y Guanta	Fecha de toma	
Enviada Por:	Susana Mourad	Recibida por:	Maribiana Márquez González	Fecha de envío	
Ensayada Por:	Rubén Acevedo	Revisado Por:	Ing. Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo	26/05/2009

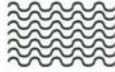
PUNTO	1	2	3	4	1	2
ENSAYO	LL	LL	LL	LL	LP	LP
Nº DE GOLPES	15	25	35			
CÁPSULA Nº	011	052	038		129	
PESO CÁPSULA	20,98	26,54	26,09		22,13	
CAP+SUELO HÚMEDO	44,09	58,02	58,46		36,04	
CAP+SUELO SECO	38,77	51,65	51,89		33,63	
CANTIDAD DE AGUA	5,32	6,37	6,57		2,41	
PESO SUELO SECO	17,79	23,11	25,80		11,50	
% HUMEDAD	29,90	27,56	25,47		20,96	

Límite Líquido



LÍMITE LÍQUIDO (%) LÍMITE PLÁSTICO (%) ÍNDICE DE PLASTICIDAD:

Observaciones: _____



Ingenieros De Santis, C.A.

**ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA EN SUELOS
ASTM 854-00**

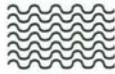
Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui				
Muestra:	PL-1-2(4)	Procedencia:	Puerto La Cruz-Guanta	Fecha de Toma:	
Enviada Por:	Susana Mourad	Recibida por:	Maribiana Márquez González	Fecha de Envío:	
Ensayada Por:	Maribiana Márquez G.	Revisado Por:	Ing. Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo	02/07/2009

A	Peso Matraz (g)	117,16		
B	Peso de la suelo seco+ matraz (g)	193,65		
C	Peso de suelo + matraz + agua (g), P _{sma}	427,09		
D	Peso de matraz + agua (g) , P _{ma}	379,54		
E	Peso deL suelo seco (g) . P _s	76,49		
G	Peso especifico a la temperatura del ensayo, G _s	2,643		
H	Peso especifico a la temperatura de 20°C, G _s	2,639		
I	Temperatura del ensayo	26°C		

Densidad del Agua y Factor de Conversión para varias Temperaturas Formulaciones

Temp (°C)	Densidad (g/L)	Factor K	$G_s = \frac{P_s}{P_s + P_{ma} - P_{sma}}$
24	0,9973	0,99909	$G_s 20^\circ C = G_s \times \text{Factor K}$
25	0,99705	0,99884	
26	0,99679	0,99858	
27	0,99652	0,99831	
28	0,99624	0,99803	

Observaciones _____



Ingenieros De Santis, C.A.

**ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA EN SUELOS
ASTM 854-00**

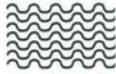
Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui				
Muestra:	PL-1-8(1)	Procedencia	Puerto La Cruz-Guanta	Fecha de Toma:	
Enviada Por:	Susana Mourad	Recibida por:	Maribiana Márquez González	Fecha de Envío	
Ensayada Por:	Maribiana Márquez G.	Revisado Por:	Ing. Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo	02/07/2009

A	Peso Matraz (g)	143,27		
B	Peso de la suelo seco+ matraz (g)	220,03		
C	Peso de suelo + matraz + agua (g), P _{ma}	454,14		
D	Peso de matraz + agua (g) , P _{ma}	406,97		
E	Peso deL suelo seco (g) , P _s	76,76		
G	Peso especifico a la temperatura del ensayo, G _s	2,594		
H	Peso especifico a la temperatura de 20°C, G _s	2,591		
I	Temperatura del ensayo	25°C		

Densidad del Agua y Factor de Conversión para varias Temperaturas Formulaciones

Temp (°C)	Densidad (g/L)	Factor K	$G_s = \frac{P_s}{P_s + P_{ma} - P_{sma}}$
24	0,9973	0,99909	$G_s 20^\circ C = G_s \times \text{Factor K}$
25	0,99705	0,99884	
26	0,99679	0,99858	
27	0,99652	0,99831	
28	0,99624	0,99803	

Observaciones _____



Ingenieros De Santis, C.A.

**ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA EN SUELOS
ASTM 854-00**

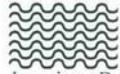
Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui				
Muestra:	PL-1-13(1)	Procedencia	Puerto La Cruz-Guanta	Fecha de Toma:	
Enviada Por:	Susana Mourad	Recibida por:	Maribiana Márquez González	Fecha de Envío	
Ensayada Por:	Maribiana Márquez G.	Revisado Por:	Ing. Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo	02/07/2009

A	Peso Matraz (g)	117,96		
B	Peso de la suelo seco+ matraz (g)	223,19		
C	Peso de suelo + matraz + agua (g), P _{ma}	447,25		
D	Peso de matraz + agua (g) , P _{ma}	383,75		
E	Peso deL. suelo seco (g) , P _s	105,23		
G	Peso especifico a la temperatura del ensayo, G _s	2,522		
H	Peso especifico a la temperatura de 20°C, G _s	2,519		
I	Temperatura del ensayo	25°C		

Densidad del Agua y Factor de Conversión para varias Temperaturas Formulaciones

Temp (°C)	Densidad (g/L)	Factor K	$G_s = \frac{P_s}{P_s + P_{ma} - P_{sma}}$
24	0,9973	0,99909	$G_s 20^\circ C = G_s \times \text{Factor K}$
25	0,99705	0,99884	
26	0,99679	0,99858	
27	0,99652	0,99831	
28	0,99624	0,99803	

Observaciones _____



Ingenieros De Santis, C.A.

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA EN SUELOS
ASTM 854-00

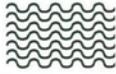
Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui				
Muestra:	PL-1-21(1)	Procedencia	Puerto La Cruz-Guanta	Fecha de Toma:	
Enviada Por:	Susana Mourad	Recibida por:	Maribiana Márquez González	Fecha de Envío	
Ensayada Por:	Maribiana Márquez G.	Revisado Por:	Ing. Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo	02/07/2009

A	Peso Matraz (g)	117,16		
B	Peso de la suelo seco+ matraz (g)	220,01		
C	Peso de suelo + matraz + agua (g), P _{sma}	443,81		
D	Peso de matraz + agua (g) , P _{ma}	379,61		
E	Peso deL. suelo seco (g) , P _s	102,85		
G	Peso especifico a la temperatura del ensayo, G _s	2,661		
H	Peso especifico a la temperatura de 20°C, G _s	2,658		
I	Temperatura del ensayo	25°C		

Densidad del Agua y Factor de Conversión para varias Temperaturas Formulaciones

Temp (°C)	Densidad (g/L)	Factor K	$G_s = \frac{P_s}{P_s + P_{ma} - P_{sma}}$
24	0,9973	0,99909	$G_s 20^\circ C = G_s \times \text{Factor K}$
25	0,99705	0,99884	
26	0,99679	0,99858	
27	0,99652	0,99831	
28	0,99624	0,99803	

Observaciones _____



Ingenieros De Santis, C.A.

**ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA EN SUELOS
ASTM 854-00**

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui				
Muestra:	PL-136(1)	Procedencia	Puerto La Cruz-Guanta	Fecha de Toma:	
Enviada Por:	Susana Mourad	Recibida por:	Maribiana Márquez González	Fecha de Envío	
Ensayada Por:	Maribiana Márquez G.	Revisado Por:	Ing. Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo	02/07/2009

A	Peso Matraz (g)	239,19		
B	Peso de la suelo seco+ matraz (g)	385,47		
C	Peso de suelo + matraz + agua (g), P _{sma}	828,12		
D	Peso de matraz + agua (g) , P _{ma}	736,27		
E	Peso deL suelo seco (g) , P _s	146,28		
G	Peso especifico a la temperatura del ensayo, G _s	2,687		
H	Peso especifico a la temperatura de 20°C, G _s	2,684		
I	Temperatura del ensayo	26°C		

Densidad del Agua y Factor de Conversión para varias Temperaturas Formulaciones

Temp (°C)	Densidad (g/L)	Factor K	$G_s = \frac{P_s}{P_s + P_{ma} - P_{sma}}$
24	0,9973	0,99909	G _s 20°C = G _s x Factor K
25	0,99705	0,99884	
26	0,99679	0,99858	
27	0,99652	0,99831	
28	0,99624	0,99803	

Observaciones _____



Ingenieros De Santis, C.A.

**ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA EN SUELOS
ASTM 854-00**

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, Estado Anzoátegui				
Muestra:	PL-1-37(1)	Procedencia	Puerto La Cruz-Guanta	Fecha de Toma:	
Enviada Por:	Susana Mourad	Recibida por:	Maribiana Márquez González	Fecha de Envío	
Ensayada Por:	Maribiana Márquez G.	Revisado Por:	Ing. Feliciano De Santis	Fecha de Ensayo	02/07/2009

A	Peso Matraz (g)	119,14		
B	Peso de la suelo seco+ matraz (g)	226,65		
C	Peso de suelo + matraz + agua (g), P _{ma}	452,46		
D	Peso de matraz + agua (g) , P _{ma}	384,93		
E	Peso deL suelo seco (g) , P _s	107,51		
G	Peso especifico a la temperatura del ensayo, G _s	2,689		
H	Peso especifico a la temperatura de 20°C, G _s	2,686		
I	Temperatura del ensayo	25°C		

Densidad del Agua y Factor de Conversión para varias Temperaturas Formulaciones

Temp (°C)	Densidad (g/L)	Factor K	$G_s = \frac{P_s}{P_s + P_{ma} - P_{sma}}$
24	0,9973	0,99909	$G_s 20^\circ C = G_s \times \text{Factor K}$
25	0,99705	0,99884	
26	0,99679	0,99858	
27	0,99652	0,99831	
28	0,99624	0,99803	

Observaciones _____

Ensayos de Laboratorio en Rocas



Ingenieros De Santis, C.A.

DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA DE CUBOS DE ROCA

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos		
Ubicación:	Puerto La Cruz y Guanta, Estado Anzoátegui		
Ensayado por:	J.J. Niño	Calculado por:	Maribiana Márquez G.
Fecha de ensayo:	06/07/2007	Revisado por:	Ing. Feliciano De Santis

Muestra	Densidad				Resistencia							
	Tipo	Peso (g)	Volumen (cm ³)	Densidad (g/cm ³)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Area (cm ²)	Deformación (mm)	Carga (kg)	Carga/Area (kg/cm ²)	Módulo elasticidad (Kg/cm ²)
PL-1-2(2)	Cubo	377,60	160,38	2,354	5,40	5,40	5,50	29,70	0,25	830	27,95	6036,36
									0,50	1.370	46,13	4981,82
									0,75	2.610	87,88	6327,27
									1,00	4.860	163,64	8836,36
									1,25	7.100	239,06	10327,27
									1,5	9.570	322,22	11600,00
									1,75	11.720	394,61	12176,62
									2,00	12.650	425,93	11500,00
PL-1-32(1)	Cubo	583,00	219,60	2,655	6,00	6,00	6,10	36,60	0,25	920	25,14	6032,79
									0,50	1.780	48,63	5836,07
									0,75	2.690	73,50	5879,78
									1,00	5.120	139,89	8393,44
									1,25	7.940	216,94	10413,11
									1,50	11.380	310,93	12437,16
									1,75	12.100	330,60	11334,89

Valor de Resistencia a la compresión de la Roca


 Ingenieros De Santis, C.A.

DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA DE CUBOS DE ROCA

Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos		
Ubicación:	Puerto La Cruz y Guanta, Estado Anzoátegui		
Ensayado por:	J.J. Niño	Calculado por:	Maribiana Márquez G.
Fecha de ensayo:	06/07/2007	Revisado por:	Ing. Feliciano De Santis

Muestra	Densidad				Resistencia							
	Tipo	Peso (g)	Volumen (cm ³)	Densidad (g/cm ³)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Area (cm ²)	Deformación (mm)	Carga (kg)	Carga/Area (kg/cm ²)	Módulo elasticidad (Kg/cm ²)
PL-1-2(3)	Cubo	638,70	246,08	2,596	6,20	6,30	6,30	39,69	0,25	1,010	25,45	6310,91
									0,50	2,350	59,21	7341,90
									0,75	3,470	87,43	7227,35
									1,00	3,950	99,52	6170,32
									1,25	4,505	113,50	5629,83
									1,50	5,370	135,30	5592,34
									1,75	5,970	150,42	5329,01
									2,00	6,690	168,56	5225,25
									2,25	7,050	177,63	4894,60
									2,50	7,890	198,79	4930,01
									2,75	9,790	246,66	5561,10
									3,00	10,190	256,74	5305,95
3,25	10,200	256,99	4902,61									
PL-1-14(1)	Cubo	312,30	127,20	2,455	5,00	5,30	4,80	25,44	0,25	1,070	42,06	8411,95
									0,50	1,950	76,65	7665,09
									0,75	3,450	135,61	9040,88
									1,00	6,020	236,64	11831,76
									1,25	8,750	343,95	13757,86
									1,50	11,710	460,30	15343,33
									1,75	12,690	498,82	14252,02

Valor de Resistencia a la compresión de la Roca



Ingenieros De Santis, C.A.

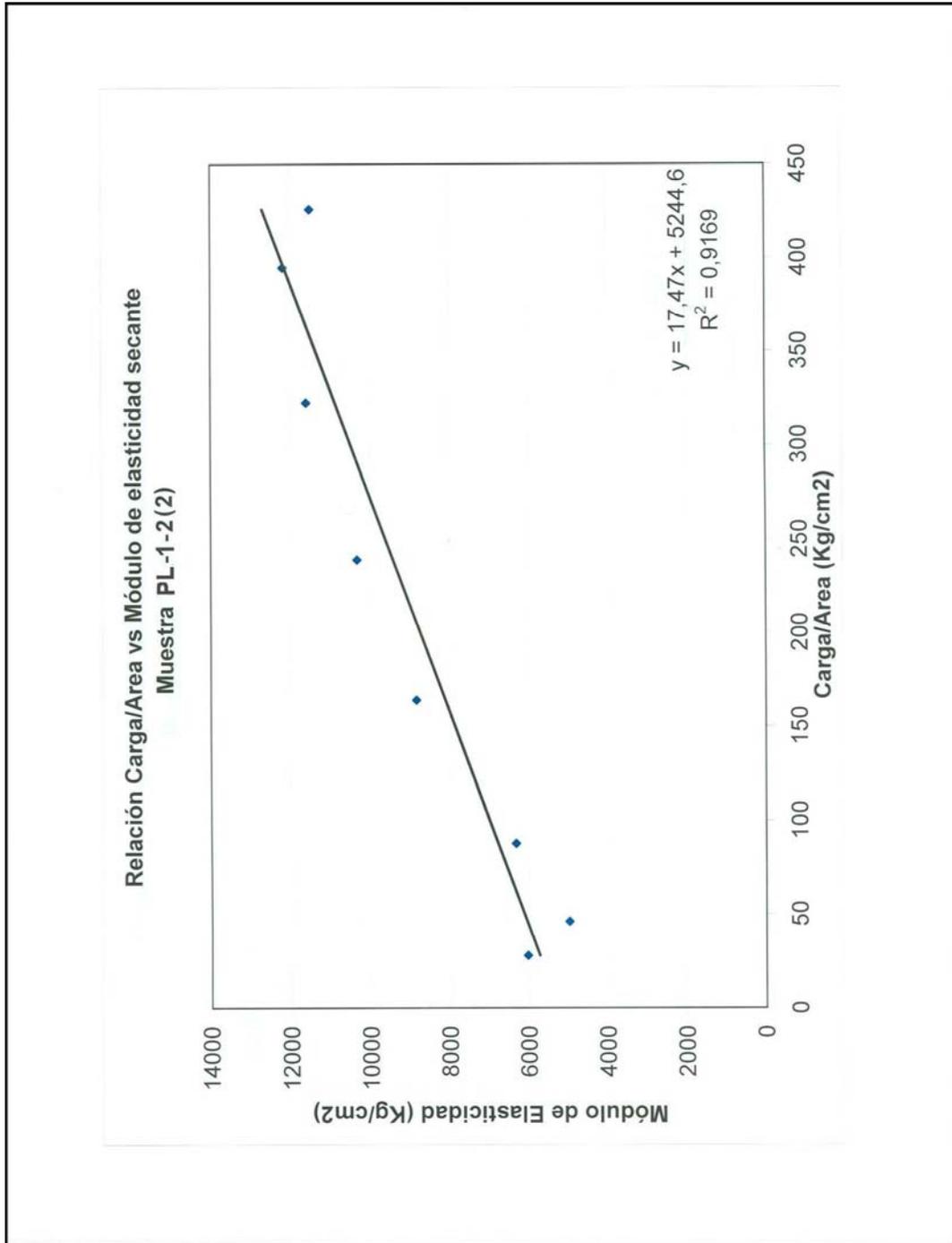
DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA DE CUBOS DE ROCA

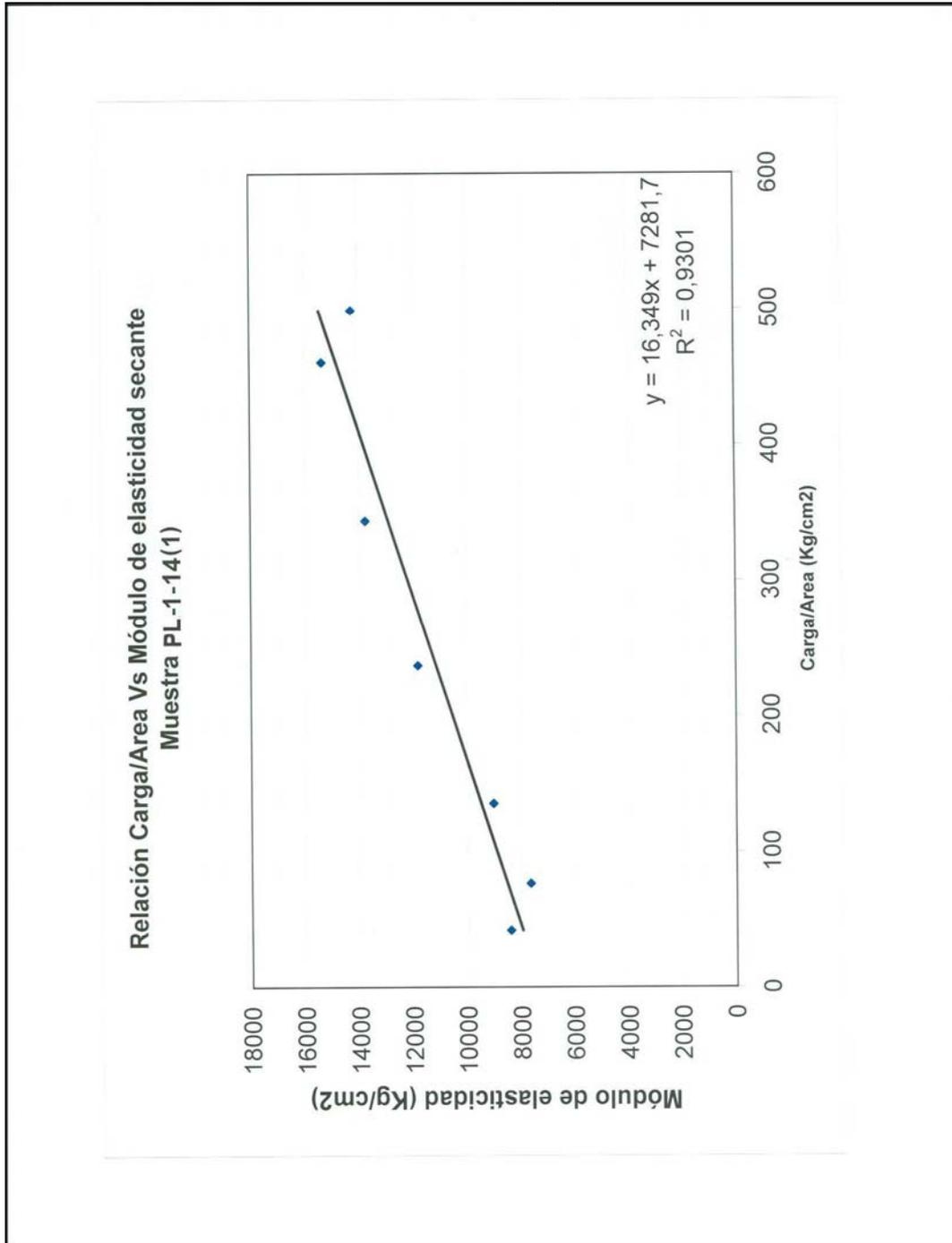
Proyecto:	Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos		
Ubicación:	Puerto La Cruz y Guanta, Estado Anzoátegui		
Ensayado por:	J.J. Niño	Calculado por:	Maribiana Márquez G.
Fecha de ensayo:	06/07/2007	Revisado por:	Ing. Feliciano De Santis

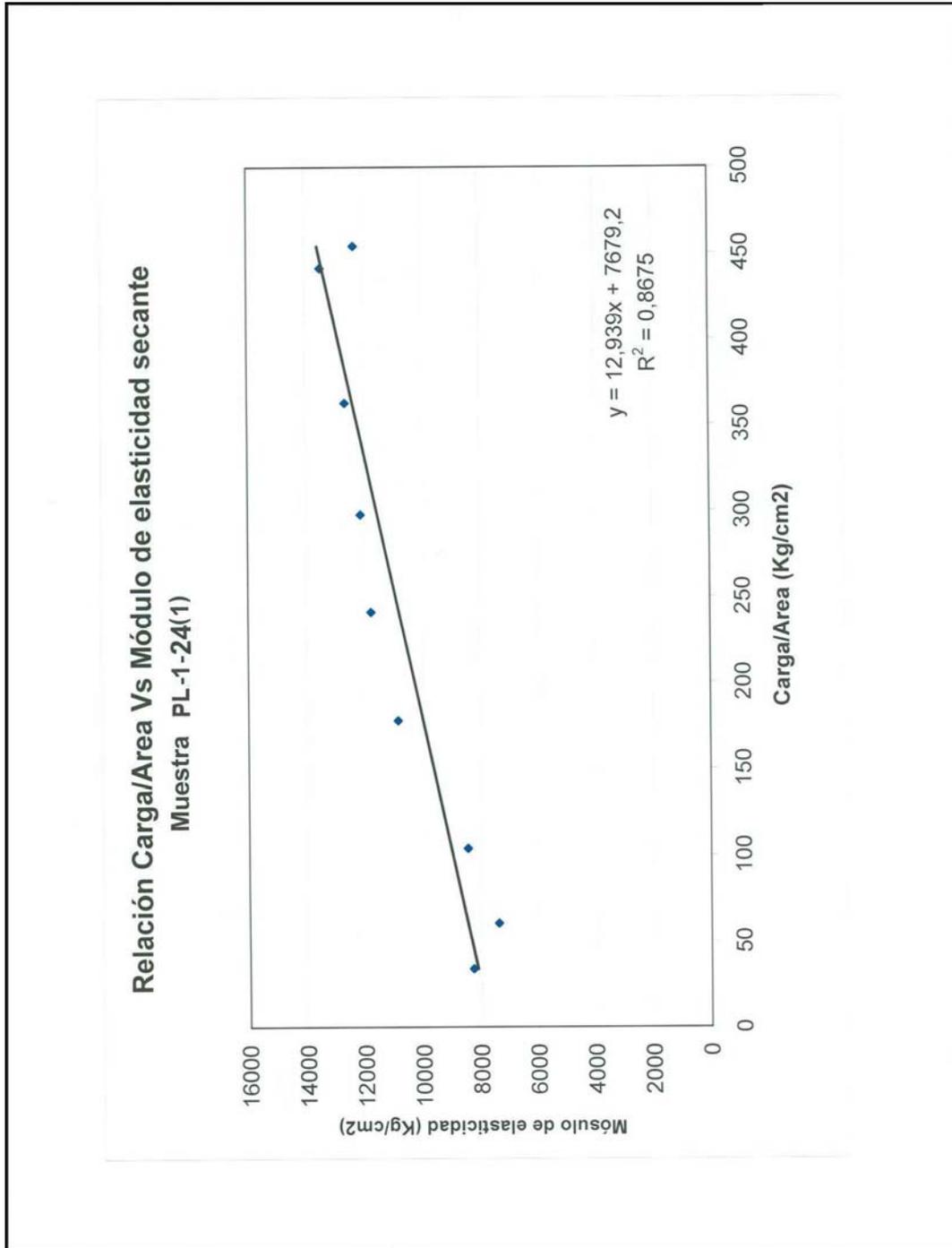
Muestra	Densidad				Resistencia							
	Tipo	Peso (g)	Volumen (cm ³)	Densidad (g/cm ³)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Area (cm ²)	Deformación (mm)	Carga (kg)	Carga/Area (kg/cm ²)	Módulo elasticidad (Kg/cm ²)
PL-1-24(1)	Cubo	558,70	219,60	2,544	6,10	6,00	6,00	36,00	0,25	1.220	33,89	8268,89
									0,50	2.180	60,56	7387,78
									0,75	3.740	103,89	8449,63
									1,00	6.400	177,78	10844,44
									1,25	8.680	241,11	11766,22
									1,5	10.720	297,78	12109,80
									1,75	13.060	362,50	12635,71
									2,00	15.880	441,11	13453,89
								2,25	16.340	453,89	12305,43	
PL-1-31(2)	Cubo	587,30	223,26	2,631	6,10	6,00	6,10	36,60	0,25	1.090	29,78	7266,67
									0,50	1.930	52,73	6433,33
									0,75	3.900	106,56	8666,67
									1,00	7.280	198,91	12133,33
									1,25	8.080	220,77	10773,33
									1,50	8.830	241,26	9811,31
									1,75	11.180	305,46	10647,62
									2,00	12.430	339,62	10358,33
									2,25	14.360	392,35	10637,04

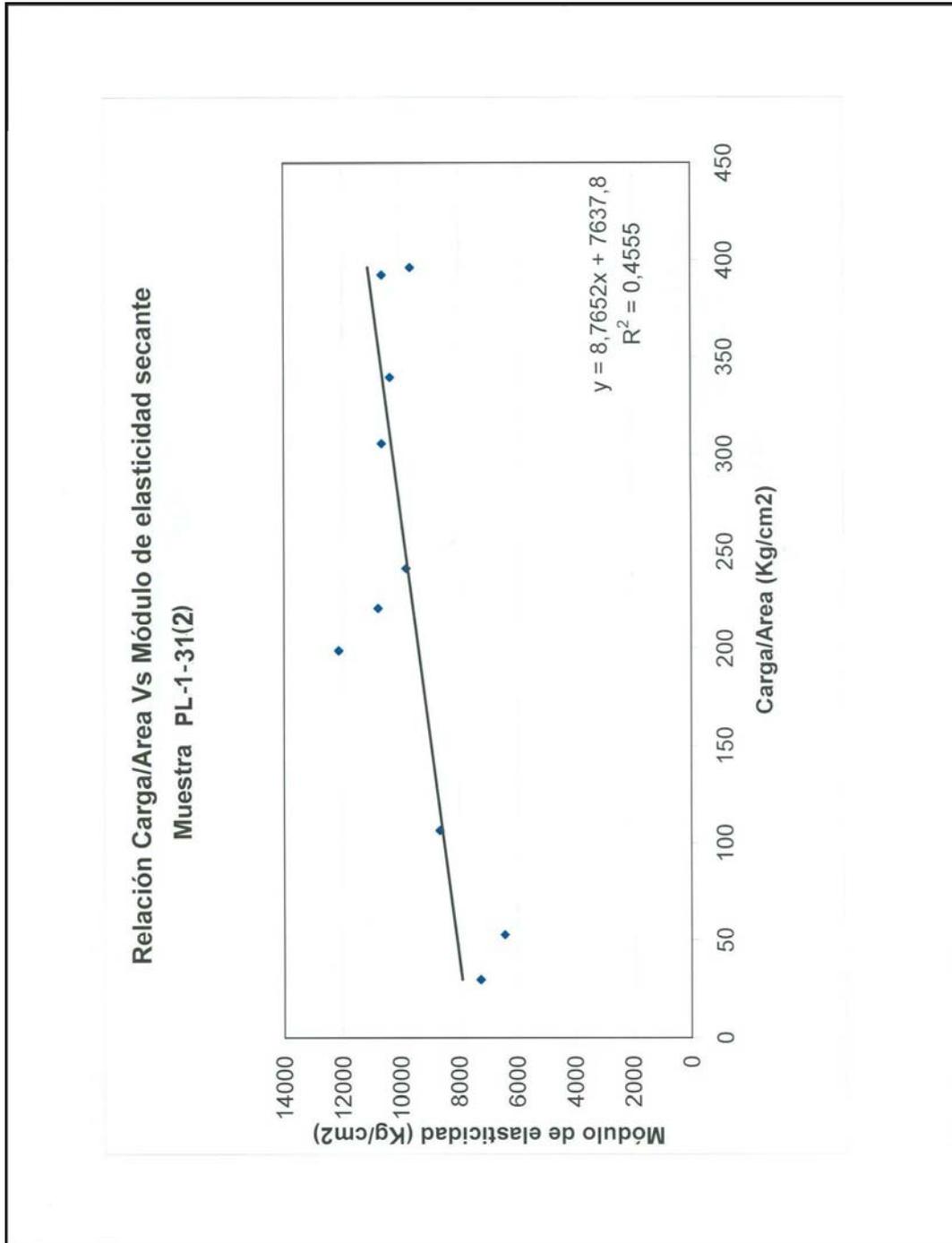
Valor de Resistencia a la compresión de la Roca

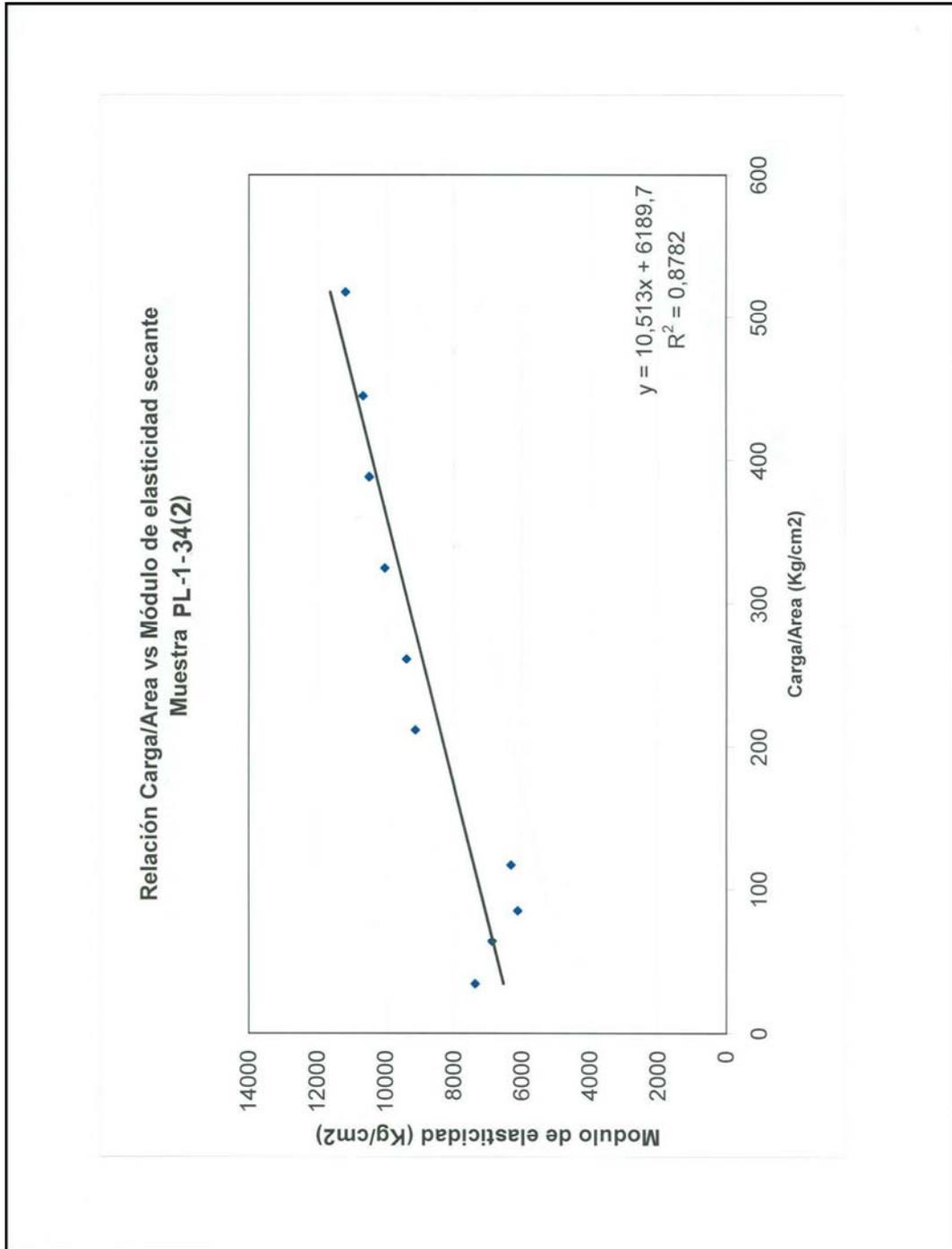
 <p>Ingenieros De Santis, C.A.</p>												
DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA DE CUBOS DE ROCA												
Proyecto:		Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos										
Ubicación:		Puerto La Cruz y Guanta, Estado Anzoátegui										
Ensayado por:		J.J. Niño					Calculado por:		Maribiana Márquez G.			
Fecha de ensayo:		06/07/2007					Revisado por:		Ing. Feliciano De Santis			
Muestra	Densidad				Resistencia							
	Tipo	Peso (g)	Volumen (cm ³)	Densidad (g/cm ³)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Area (cm ²)	Deformación (mm)	Carga (kg)	Carga/Area (kg/cm ²)	Módulo elasticidad (Kg/cm ²)
PL-1-34(2)	Cubo	399,50	151,63	2,635	5,40	5,20	5,40	28,08	0,25	960	34,19	7384,62
									0,50	1.790	63,75	6884,62
									0,75	2.390	85,11	6128,21
									1,00	3.290	117,17	6326,92
									1,25	5.940	211,54	9138,46
									1,50	7.330	261,04	9397,44
									1,75	9.130	325,14	10032,97
									2,00	10.910	388,53	10490,38
									2,25	12.490	444,80	10675,21
								2,50	14.540	517,81	11184,62	
PL-1-38(1)	Cubo	346,10	122,50	2,825	4,90	5,00	5,00	25,00	0,25	1.110	44,40	8702,40
									0,50	2.410	96,40	9447,20
									0,75	5.460	218,40	14268,80
									1,00	9.810	392,40	19227,60
									1,25	10.560	422,40	16558,08
									1,50	11.620	464,80	15183,58
									1,75	12.390	495,60	13876,80
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> Valor de Resistencia a la compresión de la Roca </div>												

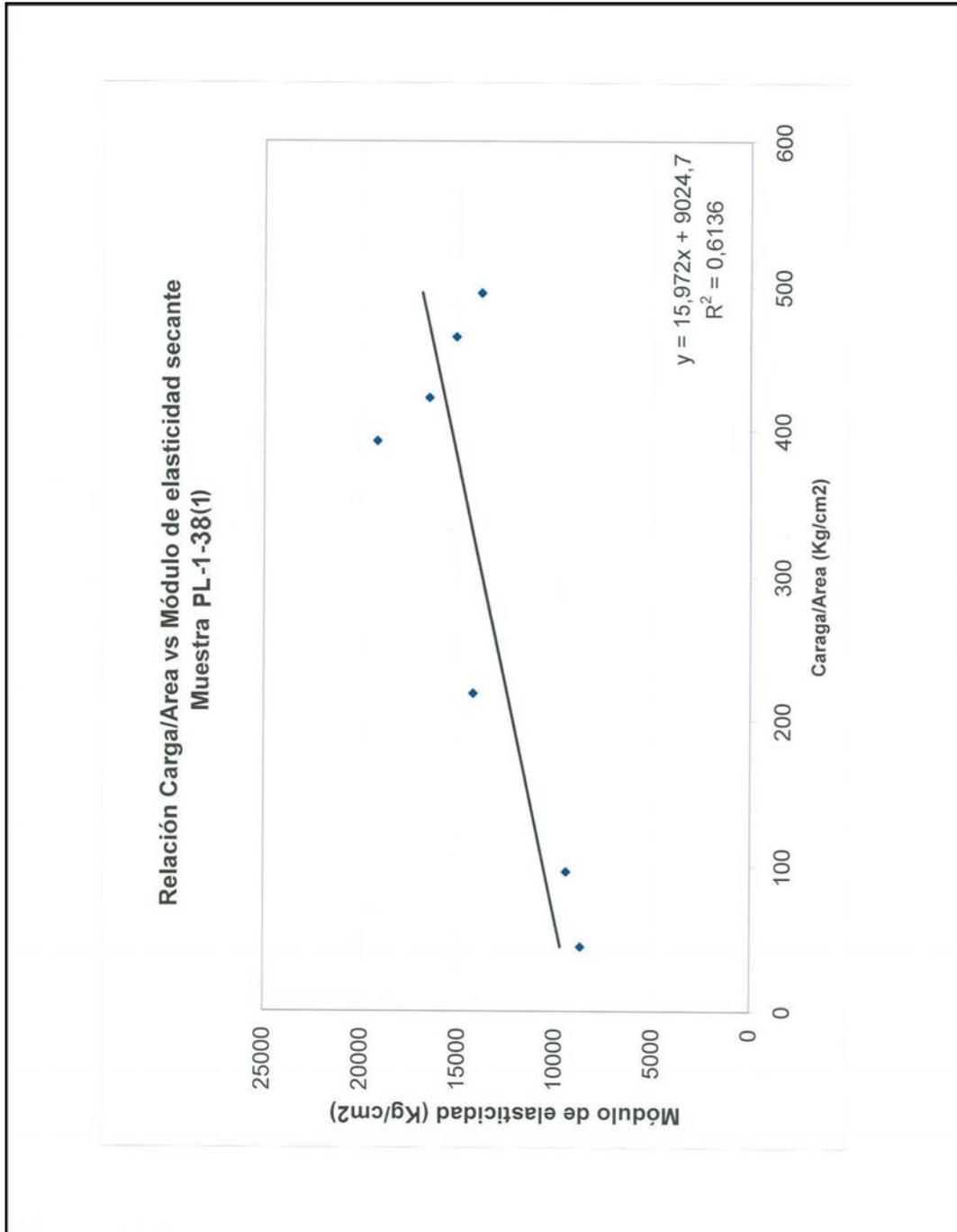












CAPITULO VI.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.-Conclusiones

El propósito de la culminación del Trabajo Especial de Grado, esta en determinar las zonas con diferentes grados de susceptibilidad ante los procesos de movimientos en masa que son afectados en los taludes en el área de estudio, por medio de la evaluación en la zona de la ciudad de Puerto La Cruz y parte de la ciudad de Guanta; proyecto que se encuentra patrocinado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y administrado por FUNVISIS e INGEOMIN, que en general tienen como objetivo determinar el análisis de susceptibilidad a nivel nacional, para luego utilizar estos parámetros en el análisis de riesgo; en cuanto a este trabajo que se toma como una pequeña pieza mas para complementar tan importante proyecto.

El propósito de este trabajo enfocado para la elaboración del mapa de susceptibilidad ante movimientos en masa de la zona de Puerto La Cruz – Guanta y el planteamiento de una metodología que se ajuste a los parámetros. Es importante señalar que existen diferentes tipos de metodología la estratigrafía de los diferentes grados de susceptibilidad y su respectivo análisis no es posible evaluar la susceptibilidad de una manera lineal, es decir, que sea estándar a una zona. La utilidad para esta Trabajo Especial de Grado se trato bajo la metodología de GEMMA (2007), la cual es implementada bajo una publicación del libro de movimientos en masa de la región andina.

Se utilizaron los términos referenciales de la metodología de GEMMA (2007), ya que se analizo y determino que cuenta con los factores convenientes para el estudio de susceptibilidad en rocas sedimentarías, tomando en cuenta los factores condicionantes y detonantes presentes en el área de estudio, con una mejor proyección para la estabilidad de las laderas ante movimientos en masa,

aunque se realizaron ajustes en cuanto a la cartografía de los factores condicionantes que se explico en las secciones anteriores.

Para el área de estudio de la zona de Puerto La Cruz – Guanta, se llego a cinco clasificaciones determinar para diferenciar las zonas susceptibles o muy susceptibles, en el grado de su clasificación que son: Muy Baja, Baja, Media, Alta, Muy Alta. Es importante tomar en cuenta la cartografía de los diferentes grados de susceptibilidad esta sujeto a cambios durante ciertos lapsos de tiempo debido a que los factores condicionantes o mapas temáticos, están sujetadas a variaciones considerables; generando efectos positivos o negativos en el grado de estabilidad del terreno. Razón por la cual se determina un tiempo de vida útil de aproximadamente unos 50 años según Leori (1996), y es importante acotar que este periodo de vida también puede variar, por tal motivo no existe un rango específico para cuando se altere el grado de susceptibilidad en la zona de estudio.

En el área de estudio de Puerto La Cruz – Guanta, se describe de mayor a menor el porcentaje que abarca el grado de susceptibilidad en dicha área: presenta un mayor porcentaje en el rango de Alta, que abarca un aproximado de 60% de la zona de estudio, luego le sigue el grado de susceptibilidad Muy Alta que abarca un aproximado de 20% de la zona de estudio, después esta la sección de Media que abarca un aproximado de 10%, seguidamente esta la susceptibilidad Baja y Muy Baja que muestra un aproximado de 5% cada una.

Las zonas que presentan la susceptibilidad Alta y Muy Alta se encuentran mayormente en el sector de mayor altura de sector de piedemonte y por supuesto con mayor población urbana. Incluyendo que se encuentra en el lado norte ya que no presenta gran altura, pero si esta expuesto por completo al ambiente salitre del mar, que influye en el factor litológico. Los sectores campo Residencial El Chaure, Sector Vulcanero, Sector Cotoperi, Barrio Las Charas, Cerro Provisor, Pozuelos, Cerro Las Trincheras, Cerro El Maguey, están expuestos a dicha susceptibilidad.

Las zonas que presentan susceptibilidad Media abarca en el Cerro Vellorin, Cerro El Jabillal, Barrio Las Delicias, Urbanización Miramar, Urbanización la Fundación.

Las zonas que presentan el menor grado de susceptibilidad de Buena y Muy Buena, son las siguientes: el sector donde abarca el glacis de acumulación, al pie de relieve de cuesta, que cubren las zonas de Cerro Las Trincheras, Barrio Sierra Maestra, lado oeste de Pozuelos, lado oeste del Cerro Jabillal, y gran parte del Cerro Vellorin.

Por el planteamiento de la metodología, no se aplico la suma total de los factores temáticos, en las zonas planas, ya que esta metodología aplica en las laderas. El mapa de susceptibilidad permite identificar la estabilidad de los terrenos para tener información en futuras planificaciones. Y tomar acciones preventivas en las zonas de susceptibilidad alta y muy alta.

La construcción digital del mapa modelo 3D elevación en conjunto con las observaciones de campo, permiten definir las variables y los factores de las capas temáticas que influyen en las eventos de movimientos en masa.

En el análisis estadístico multivariado de los factores temáticos presentes en el área de estudio permite visualizar una aproximación real y objetiva de las zonas que son susceptibles ante movimientos en masa. Cada ponderación de valor en las capas temáticas de cada uno de los mapas se calcula a través de la matriz de análisis jerárquicos de Saaty (1980), que permite evaluar de manera objetiva y detallada en cada sector, el grado de susceptibilidad en la zona.

6.2.-Recomendaciones

Al culminar con los análisis de resultados y las conclusiones generadas para este Trabajo Especial de Grado, se realizaron mapas temáticos que generaron el mapa de susceptibilidad; se otorga las siguientes recomendaciones para un estudio futuro en la correspondiente zona:

- (a) Con los mapas temáticos y teniendo elaborado el mapa de isoyetas, se puede tomar este material en futuro para la elaboración del mapa de riesgo y demás.
- (b) Realizar el mismo estudio en el área que esta alrededor de la zona de estudio para ampliar el análisis y tener una mejor perspectiva de análisis de movimientos en masa.
- (c) Elaborar un estudio y realizar los ensayos con mayor cantidad para determinar un análisis cualitativo, aparte del cuantitativo que ya se tiene.
- (d) Efectuar un estudio detallado de cortes de roca, para determinar con mayor precisión la estabilidad de la zona de estudio, ya que solo se efectuó el estudio cinemática. Para una mejor evaluación en análisis cuantitativo.
- (e) Elaborar campañas y jornadas de charlas informativas para concientizar a la ciudadanía a tomar medidas de prevención y precaución en momentos que se generen accidentes geológicos.
- (f) Con el mapa de susceptibilidad generar proyectos que ayuden a la población ciudadana a obtener un área que este estable y preparada ante movimientos en masa, y tomar previsiones del mismo.
- (g) Para garantizar la veracidad y tener las posibles correcciones de los datos de campo y la metodología al aplicar de acuerdo al objetivo o análisis que se desea obtener, es necesario realizar los ensayos de laboratorios

correspondientes (en roca y suelo) con el propósito de obtener un respaldo o información certera al momento de actualizar o cambiar los datos de la zona de estudio a evaluar.

- (h) En trabajos o estudios futuros se encuentran sujetas a cambios o ajustes de las condiciones de los parámetros de los mapas temáticos, ya que en este Trabajo Especial de Grado las muestras del producto son considerablemente representativas.
- (i) El estudio de susceptibilidad se deja sujeta para futuras modificaciones constructivas, ya que se debería mantener un seguimiento de los factores condicionantes y todas aquellas variables que influyen en las condiciones de estabilidad e inestabilidad.
- (j) Es importante señalar que este Trabajo Especial de grado para los usuarios y lectores lo pueden tomar como guía general, que podría no tener aplicación a ciertos casos particulares, (dependiendo de los factores que se encuentren en la zona), que bajo ningún concepto se intenta reemplazar la información de las bibliografías consultadas, la experiencia y el buen juicio ingenieril de nuestros profesionales geotécnicos.
- (k) Se toman las muestras de suelo en alguna zona de estudio a trabajar, si después de esa fecha ocurre un evento sísmico o desastre geológico que afecte el modelado de relieve de una manera predominante, se recomienda intentar volver a recoger las muestras en el mismo sitio, para determinar un valor absoluto en los Límites de Atterberg u otros ensayos, así obtener la variedad del cambio de los datos y un dato mas preciso del movimiento de inestabilidad afectado en el área de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. (1997). Diseño Sismorresistentes. Especificaciones y Criterios Empleados en Venezuela. Caracas. Grases, J. (Coordinador).
- Audemard, F y otros. (1989). El Alud Torrencial del 06-09-1987 del Río El Limón, al norte de Maracay, Estado Aragua. GEOS (29), 250-260.
- Alarcón y Caicedo (2010). Diferenciación de los Sedimentos Cuaternarios y su Caracterización Geotécnica cualitativa, en un sector de Puerto La Cruz, Municipio Sotillo, Estado Anzoátegui. INGEOMIN (51), 14-47. Venezuela, Caracas.
- Bautista, D y Borneo, G. (2003). Caracterización diagenética de carbonatos de la Formación Querecual, Isla Chimada Grande, Estado Anzoátegui. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Bellizzia, A. (1947). Estudio Geológico y Topográfico en detalle del área de Pertigalete y regiones adyacentes al norte del Estado Anzoátegui. Zona 7. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Bezada, M. (2000). Análisis de Factores Naturales y Humanos en la Destrucción de carmen de Urea. Ponencia presentada en el 2º Encuentro Académico Industrial. (pp. 534). Caracas: Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería-UCV.
- Bezada, M. (2000). Geomorfología y Crecimiento Urbano del Área Afectada por el Evento Torrencial Catastrófico del Estado Vargas durante los días 15 y 16 de diciembre de 1999. Ponencia presentada en el 2º Encuentro Académico Industrial. (pp. 535). Caracas: Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería-UCV.
- Bieniawski, Z.T. (1989). *Engineering Rock Mass Classifications*. Wiley. New York.
-

Cardona Arboleda, O. (2001). Estimación Holística del Riesgo Sísmico utilizando Sistemas Dinámicos Complejos. [Resumen en línea]. Trabajo de Grado de Doctorado no publicado. Universitat Politècnica de Catalunya. Disponible: http://www.tdx.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0416102-075520/ [Consulta: 2008, Marzo 22].

Castillo, B. (1999). Estratigrafía del Paleógeno en el sector Nor-Oriental del Morro de Unare, Estado Anzoátegui. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Chiock, M., 1985. Cretáceo y Paleógeno en el subsuelo del norte de Monagas. *VI Cong. Geol. Venez.*, Caracas, 1985. Mem. 1: 350-383.

Cushman, J.A. (1947). A foraminiferal fauna from Santa Anita formation of Venezuela, Cushman Lab. Foram. Res., Contribut., vol. 23 pt.1, p. 1-18

De las Salas, G. (1987). Suelos y Ecosistemas Forestales, con énfasis en América Tropical. San José, Costa Rica. Servicio Editorial IICA. 447 p.

Deere, D y Patton, F. (s. f.). Estabilidad de Taludes en Suelos Residuales. Cuarto Congreso Panamericano. pp. 93-177.

Enciclopedia Wikipedia, información disponible bajo la Licencia Creative Commons Reconocimiento Compartir igual 3.0. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Anzo%C3%A1tegui> [Consulta 2010, 11 de enero].

Gajardo, E. (2000). Un Sistema Automático y Telemétrico de Alerta Temprana para Aludes Torrenciales. Ponencia presentada en el 2º Encuentro Académico Industrial. (pp. 565). Caracas: Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería-UCV.

Guerrero J.2007. Movimientos en Masa en la Región Andina. Grupo Estándares para Movimiento en Masa (GEMMA). Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional N° 4. Pág. 432.

- Gonzáles de Juana, C, Iturralde, J, y Picar, X. (1980). Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas. Editorial Foninves. Tomo I y Tomo II
- González de Vallejo, L y otros. (2002). Ingeniería Geológica. Madrid. Pearson Educación, S. A. 744 p.
- Grossman Stanley I, 2003. Algebra Lineal- 5ta Edición, Mc Graw Hill, University of Montana and University Collage London. Traducción Marcia Gonzalez Osuna, UNAM, Matemáticas, Facultad de Ciencias, 734 pp.
- Guillén, C. (2006). Diagnóstico de Cicatrices de Erosión en Masa en la Subcuenca del Río Caramacate de la Cuenca Alta del Río Guárico (CARG) y su relación con Elementos Geomorfológicos. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Edo. Aragua.
- Hay, J. y R. Aymard, 1977. El Cretáceo en el subsuelo de Anzoátegui y parte de Monagas, cuenca de Venezuela oriental. En: Espejo, A., D. Zoraya, C. Key y E. Vazquez, (Eds.) *V Cong. Geol. Ven.*, 4: 1557-1574.
- Hedberg, H. y Pyre, A. (1944). Stratigraphy of Northeastern Anzoátegui, Venezuela. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists. Vol. 28 (Nº 1), 1-28.
- Hedberg, H. D., 1937-a. Stratigraphy of the Rio Querecual section of northeastern Venezuela, *Bol. Geol. y Min.* (Venezuela), 1(2-4): 239-250 (English ed.)
- Hidalgo, L. (2000). La Gran Lluvia Venezolana de Diciembre 1999. Ponencia presentada en el 2º Encuentro Académico Industrial. (pp. 579). Caracas: Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería-UCV.
- Hoek, E.; Marinos, P. y Benissi, M. (1998). Applicability of the Geological Strength Index (GSI) Classification for very Weak and Shared Rock Masses. The Cases of the Athens Schist Formation. *Bull. Neg.. Geol. Env.* 57(2), p.151-160.
-

- INGEOMIN (2008). Evaluación de la susceptibilidad a movimientos en masa para el desarrollo habitacional del proyecto: Ciudad Camino de Los Indios, ubicado entre el límite del Distrito Metropolitano de Caracas y el Estado Vargas.
- INGEOMINAS (2002). Estudio de evaluación de amenaza por deslizamiento de los barrios El Espino y Cerros del Diamante, Ciudad Bolívar-Bogotá D.C. Instituto Tecnológico GeoMinero de España. (1991). Manual de Ingeniería de Taludes. Madrid.
- Leroi, E. (1996). Landslide hazard-Risk mapsx at different scales: objectives, tools and developments. Proc. 7th. Int. Symp. on Landslices, Trondheim, v.1, 35-51.
- Liddle, R.A., 1928. The Geology of Venezuela and Trinidad. J.P. MacGowan, Fort Worth, Texas, 552 p.
- Liddle, R.A., 1946. The Geology of Venezuela and Trinidad. 2da. ed., Paleont. Res. Inst. Ithaca, N.Y., 890p.
- López, A. (1981). Estudio Hidrogeológico de la Cordillera Oriental en una zona kárstica al este de Barcelona, Estado Anzoátegui. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- López, J. (2005). Estrategias de Mitigación y Control de Inundaciones y Aludes Torrenciales en el Estado Vargas y en el Valle de Caracas: Situación Actual y Perspectivas Futuras. Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V. Vol. 20. (Nº 4). 61-73.
- Machado, T (2000). Caracterización Geotécnica de las Masas Rocosas Sedimentarias de la Serranía del Interior Oriental. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Marcano, R. (2002). Modelización de Riesgos de Movimientos en Masa en la Subcuenca de la Quebrada Rancho Grande, bajo ambiente de Sistema de Información Geográfica. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Edo. Aragua.
-

- Marcucci, E., 1976. Las fñanitas del Cretáceo Superior de Venezuela occidental y oriental: Tipo, origen, ambiente de formación y cambios diagenéticos. Mem., *II Congr. Latin. Geol.*, Caracas, 1973, Minis. Min. e Hidrocarb., 5: 1277-1307.
- Márquez, R. y Singer, A. (1977). Zonificación Preventiva de Riesgos Geológicos para el Ordenamiento Geotécnico del Sector Urbano Colinas de Santa Mónica Distrito Federal. Memoria V Congreso Geológico Venezolano. Tomo IV. 1749-1757.
- Mata, S. (1981). Estudio Hidrogeológico del Sistema Kárstico de la Cordillera del Interior (Zona al este de Puerto La Cruz, Estado Anzoátegui). Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Miller y Freund, 1997. Probabilidades y Estadística para Ingenieros. 5ta Edición, traducción Richard A. Johnson. University of Wisconsin – Madison, Universidad Nacional Autónoma de México. Pearson Edición. 562 pp.
- Mendenhall W. y Sincich T, 1997. Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. 4ta Edición, Pearson, Prentice Hall, Florida. Traducción Roberto Escalona, UNAM México, 1997. 1182 pp.
- Ministerio de Ciencias y Tecnología. Misión Ciencias. (2006). Proyecto de Investigación aplicada a la Gestión Integral del Riesgo en Espacios Urbanos. Caracas.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales y Renovables. (1982). Diagnóstico Geológico Preliminar de la zona de Boca de Uchire-Guanta. Edo. Anzoátegui. Caracas. Macía de Varela, A.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales y Renovables. (1990). Diagnóstico Geológico Preliminar de la zona de Guanta-Cumaná. Edo. Anzoátegui. Caracas. Macía de Varela, A.
- Ministério de Minas e Hidrocarburos, 1970. Léxico Estratigráfico de Venezuela, 2da. Edición., *Bol. Geol. Pub. Esp.*, 4, 756 p.
-

- Ministério de Minas e Hidrocarburos. Dirección de Geología. (1955). Informe Geológico - Económico de los Yacimientos de Caliza en la región de Guanta-Puerto La Cruz. Estado Anzoátegui. Caracas. Martín, C y Bellizzia, A.
- Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Dirección de Geología. (s. f.). Investigación sobre depósito de Caliza y Arcilla en la región Barcelona, Guanta y Puerto La Cruz. González de Juana, C.
- Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Dirección de Geología. (1954). Prospección Geológica de las calizas de Puerto La Cruz, Cerro Peonía y nevera, y su posible empleo como materia prima en la Industria Siderúrgica. Caracas. Martín, C y Bellizzia, A.
- M.SC. Rolando Mora Chinchilla. Curso Gestión de Riesgo. 2003, Pág. 43.
- Mota, C. (2006). Zonificación de Riesgo para sectores de crecimiento no controlado en la Parroquia Petare, Municipio Sucre, Estado Miranda. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- ONU. (2004, Marzo 31). Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. Las Américas. Terminología. [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm> [Consulta: 2008, Marzo 22].
- Petróleos de Venezuela, S.A. (2008). Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela. Comité Interfilial de Estratigrafía y Nomenclatura (CIEN) [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.pdvsa.com/lexico/lexicoh.htm> [Consulta: 2008, Marzo 22]
- Pedro De Novo, 1957, Diccionario de Geología y Ciencias Afines, Tomos I y II. Barcelona – Labor, España. 1685 pp.
- Quiroz, J. (1999). Modelado Cartográfico de Riesgo de Incendios en el Parque Nacional Henri Pittier, estudio de caso: Vertiente Sur, área colindante con

- la ciudad de Maracay. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Edo. Aragua.
- Rosales, H. (1960). Estratigrafía del Cretáceo-Paleoceno-Eoceno, de la Serranía del interior, oriente de Venezuela. Congreso Geológico Tercero, Tomo II, 471-495.
- Rosales, H y Salvador, A. (1959). Guía de Excursión A-3. Jusepín-Cumaná. Congreso Geológico Tercero, Tomo I, 303-310.
- Royo y Gómez, J., 1956. Quaternary in Venezuela. Stratigraphical Lexico of Venezuela. Ministerio de Minas e Hidrocarburos, p. 728.
- Sabino, C. (2006). Cómo hacer una Tesis y elaborar todo tipo de escritos. Caracas. Editorial Panapo. 184 p.
- Saaty, T. (1980). The Analytic Hierarchy Process. McGraw Hill.
- Saaty, T. (1997). Toma de decisiones para líderes: El proceso analítico jerárquico en la toma de decisiones en un mundo complejo. Traducción de M. Escudey, E. Martínez y L. Vargas. RWS publications, Pittsburg.
- Schubert, C. y L. Vivas, 1993. El Cuaternario de la Cordillera de Mérida. Andes Venezolanos. Universidad de Los Andes/Fundación Polar, 345 pp.
- Schlumberger, 1997, Well Evaluation Conference/Evaluación de Pozos Venezuela, publicación privada de la empresa, Caracas
- Singer, A. (1977). Síntesis Regional de la Evolución Geomorfológico de la Cordillera de la Costa en el área de Caracas. Memoria V Congreso Geológico Venezolano. Tomo IV. 56-62.
- Singer, A. (1977). Tectónica Reciente, Morfogénesis Sísmica y Riesgo Geológico en el Graben de Caracas, Venezuela. Memoria V Congreso Geológico Venezolano. Tomo IV. 1861-1898.
-

- Singer, A. Rojas, C. y Lugo, M. (1983). Inventario Nacional de Riesgos Geológicos. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS). Caracas. 54p
- Suárez, J. (1998). Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Ingeniería de Suelos Ltda. 548 p.
- Suarez, J. Deslizamientos: Tecnicas de Remediación, 1995.
- Tarbuck, E y Lutgens, F. (1999). Ciencias de la Tierra. Una Introducción a la Geología Física. Sexta Edición. Madrid. Prentice Hall. 616p.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2006). Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Cuarta Edición. Caracas. FEDUPEL. 28p
- Useche, D. (2005). Estudio Estratigráfico-Sedimentológico en las formaciones Merecure y Oficina del campo Socororo. Este, Flanco Sur, Cuenca Oriental de Venezuela, Estado Anzoátegui. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Venpres. (2001, Enero 19). 39% de Sectores Inestables. [Entrevista a R. Bajo de Osuna, Gerente de Investigación Geológica y Recursos Minerales, Ing. E. Perodomo y al Geom. J. Roso Vargas -INGEOMIN-]. Últimas Noticias. p 3, 1.
- Venezuelatuya.com S.A. 1997 – 2009. Rif: J-30713331-7. Disponible en: <http://www.venezuelatuya.com/estados/anzoategui.htm> [Consulta 2010, 11 enero]
- Villota, H. (s. f.). Utilidad de las Imágenes Aéreas en los Estudios Geomorfológicos y Pedológicos. Centro Interamericano de Fotointerpretación. 14 p.
- Vivas, V. (1987). Bioestratigrafía del Cretáceo de la Región de Bergatín-Santa Inés, Estado Anzoátegui, Venezuela Nororiental. Boletín de Geología. Vol. XVI. (Nº 29). 3-40
- Vivas, L., 1984. El Cuaternario. La Imprenta C. A. Mérida, Venezuela, 266 p.
-

Yoris, F., 1985. Revisión de la estratigrafía del Cretáceo inferior al sur y este de la Serranía del Interior, Venezuela nororiental. En: Espejo, A., J. H. Rios y N. P. de Bellizzia, (Eds.) *VI Cong. Geol. Ven.*, Caracas, Mem. 2: 1343-1393.

Yoris, F., 1988. Consideraciones sobre la Formación Querecual de Venezuela nororiental. *Bol. Soc. Ven. Geol.*, Caracas.

Zinck, A. (1970). Aplicación de la Geomorfología al levantamiento de Suelos en Zonas Aluviales. Documento de Trabajo presentado en el Primer Cursillo de Geomorfología para Agrónomos. Barcelona, España. 79 p.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**ESTUDIO DE SUSCEPTIBILIDAD ANTE LOS PROCESOS DE
MOVIMIENTOS EN MASA, EN LA ZONA DE PUERTO LA
CRUZ – GUANTA, DE LOS MUNICIPIOS SOTILLO Y
GUANTA, AL NORESTE DEL ESTADO ANZOÁTEGUI.**

TOMO II

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por la Br. Mourad N, Susana
Para optar al Título
de Ingeniero Geólogo

Caracas, Noviembre del 2010

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**ESTUDIO DE SUSCEPTIBILIDAD ANTE LOS PROCESOS DE
MOVIMIENTOS EN MASA, EN LA ZONA DE PUERTO LA
CRUZ – GUANTA, DE LOS MUNICIPIOS SOTILLO Y
GUANTA, AL NORESTE DEL ESTADO ANZOÁTEGUI.**

TOMO II

Tutor Académico: Prof. Miguel Castillejo

Tutor Industrial: Ing. Geol. Franklin Alarcón (INGEOMIN)

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por la Br. Mourad N, Susana
Para optar al Título
de Ingeniero Geólogo

Caracas, Noviembre del 2010

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa Topográfico.....	1
Mapa de Pendiente.....	2
Mapa de Modelo de Elevación 3D.....	3
Mapa de Isoyetas.....	4
Mapa de Vegetación.....	5
Mapa de Orientación de Laderas.....	6
Mapa de Estabilidad Cinemática.....	7
Mapa de Unidades Geomorfológicas.....	8
Mapa de Inventario de Procesos.....	9
Mapa de Litología Superficial.....	10
Mapa Geológico – Estructural.....	11
Mapa de Susceptibilidad.....	12