

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**“ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DEL PERFIL DE
METEORIZACIÓN DESARROLLADO EN LOS ESQUISTOS DE
LA FORMACION LAS BRISAS”**

Trabajo Especial de Grado

Presentado ante la Ilustre

Universidad Central de Venezuela para

Optar al Título de Ingeniero Geólogo

Por los Bachilleres:

Araque Y., Manuel E. y

Navarrete H., Oscar.

Caracas, Octubre 2.010.

Caracas, Octubre de 2010

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Geológica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los Bachilleres Manuel E. Araque Y. y Oscar Navarrete H., titulado:

“ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DEL PERFIL DE METEORIZACIÓN DESARROLLADO EN LOS ESQUISTOS DE LA FORMACION LAS BRISAS”

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 los autores, lo declaran APROBADO.

Prof. Víctor León

Jurado

Prof. Omar Márquez

Jurado

Prof. Armando Díaz Quintero

Tutor

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a las personas que confiaron en mí incondicionalmente; mis hermanos Luis y Alejandra, mis Abuelas Esther y Ramona, mis tíos.

A la virgen Del Valle...

Y muy Especialmente a mis padres por su eterna paciencia, mis hijos Sandra, Manuel y a mi esposa Xioraima.

Manuel Araque

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Central de Venezuela, que nos permitió el desarrollo intelectual y personal.

A todos los profesores de la Escuela de Geología, Geofísica y minas por poner de manera desinteresada sus conocimientos.

Al profesor Armando Díaz Quintero por siempre estar con su entera disposición a nuestro auxilio, mis más sinceros agradecimientos.

Al amigo y profesor Ricardo Alezones.

A los incondicionales amigos de GEOTOPOSERVICE, C.A. mil gracias.

A todo el personal de la biblioteca Virgil Winkler, la licenciada Morella Mikaty y todos los pasantes, gracias.

Agradecimientos especiales siempre para toda mi familia por su eterna preocupación.

A mis padres por su eterna paciencia y apoyo.

A mi esposa e hijos motivos de vida.

A todos esos panas y amigos que disfrutamos de estar juntos en esas aulas, y otros espacios.

GRACIAS A TODOS.

Manuel Araque

DEDICATORIA

A mis padres....

Oscar Navarrete

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Central de Venezuela, por permitirnos la formación personal y profesional, en un ambiente ameno y cordial.

A mis padres por la paciencia y motivación.

A los amigos incondicionales de GEOTOPOSERVICE, C.A., en especial a Orlandito, Adrianita, Jesús Ghersis, por la paciencia y ayuda desinteresada prestada en la elaboración de este proyecto.

A la Lic. Morella Mikaty y todos sus pasantes por hacer las jornadas de estudio y redacción lo más amenas posible.

A nuestro Tutor y Prof. Armando Díaz Quintero, por prestarnos toda su colaboración de forma muy amena.

A todos los profesores de la Facultad de Ingeniería y de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, por su contribución prestadas en la formación como profesional.

A todas aquellas personas que de una forma u otra contribuyeron, motivaron y ayudaron de forma incondicional en este proyecto.

Oscar Navarrete

**Araque Y., Manuel E.
Navarrete H., Oscar.**

**“ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DEL PERFIL DE
METEORIZACIÓN DESARROLLADO EN LOS ESQUISTOS
DE LAS FORMACION LAS BRISAS”**

Tutor Académico: Armando Díaz Quintero. Tesis Ciudad UCV. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísicas. 2010. p.

Palabras Claves: Distrito Capital, Caracas, Clima, Meteorización, Suelo Residual, Mecánica de suelos, Formación Las Brisas.

El perfil de meteorización descrito en este trabajo presenta tres horizontes; roca sana, roca meteorizada y suelo residual, estos horizontes están basados en el perfil de meteorización propuesto para climas tropicales por Deere y Patton, el cual se adaptó a los perfiles que afloran en la zona.

Estos perfiles de meteorización son consecuencia del intemperismo al que fueron y son expuestas las rocas en su parte superficial, los mismos se presentan de espesores variables productos de dos factores como son el clima imperante en la zona y el tipo litológico. La acción de agentes meteorizantes en las rocas producen alteraciones físicas y mecánicas alterando la composición y comportamiento mecánico de los mismos.

Los suelos estudiados en la zona arrojaron un tipo de suelo dominado por arenas limosas, siendo la parte granulométrica de gravas poco representativa en toda la zona con sus excepciones puntuales.

Las humedades naturales del suelo están íntimamente ligadas a los períodos de lluvias saturando los suelos en estos lapsos de tiempo.

Estas variaciones climáticas infieren unas condiciones de inestabilidad latente en períodos de lluvias, tomando en cuenta los ángulos de fricción con respecto a los ángulos del talud. Las laderas se presentan escarpadas y tomando las modificaciones generadas por el urbanismo ejecutado en la zona, la inestabilidad de la misma se ve incrementada.

INDICE

RESUMEN	7
CAPITULO I	13
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1 OBJETIVOS	13
1.2 ALCANCES Y JUSTIFICACION	14
1.3 UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	15
1.4 METODOLOGIA.....	19
CAPITULO II.....	30
2. CARACTERIZACION DEL MEDIO FISICO	30
2.1. CONSIDERACIONES GENERALES	30
2.2 ASPECTOS CLIMATICOS	30
2.3 ASPECTOS HIDROGRÁFICOS.....	39
2.4 GEOMORFOLOGIA	41
CAPITULO III	45
3. MARCO GEOLOGICO	45
3.1 GEOLOGIA REGIONAL	45
CAPITULO IV	51
4. BASAMENTOS TEORICOS.....	51
CAPITULO V	55
5. GEOLOGIA LOCAL	55
5.1. CONSIDERACIONES GENERALES	55
5.2. DESCRIPCION DEL PERFIL DE METEORIZACION	55
5.3. DESCRIPCION DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO	59
CAPITULO VI.....	99
6. RESULTADOS	99
6.1. CONSIDERACIONES GENERALES	99
6.2. EVALUACIÓN GENERAL	100
6.3. EVALUACION GEOTÉCNICA.....	105
6.4. RESULTADOS OBTENIDOS POR TIPO DE ENSAYO	106
6.5 TABLAS RESUMEN DE DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO Y SUS RESULTADOS DE LABORATORIO.....	113
CONCLUSIONES.....	116

RECOMENDACIONES.....118

BIBLIOGRAFIA.....119

ANEXOS124

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación relativa de la zona de trabajo. Tomado y modificado de www.cnn.com/WORLD/maps/venezuela.caracas.jpg .	15
Figura 2. Imagen Satelital donde se muestra la ubicación de la zona de estudio.	16
Figura 3. Mapa de vialidad de la zona.	18
Figura 4. Flujograma de trabajo.	19
Figura 5. Equipo para la inca del muestreador.	26
Figura 6. Equipo de perforación.	27
Figura 7. Gráfico de precipitación anual promedio del valle de Caracas.	31
Figura 8. Gráfico de temperatura anual media.	32
Figura 9. Gráfico de humedad relativa media del valle de Caracas.	33
Figura 10. Gráfico de humedad relativa mínima absoluta del valle de Caracas.	33
Figura 11. Gráfico de velocidad media del viento en los meses del año.	34
Figura 12. Gráfico de tiempo de insolación y meses del año.	35
Figura 13. Gráfico de radiación.	36
Figura 14. Gráfico de evaporación en milímetros en los distintos meses del año.	37
Figura 15. Gráfico sobre temperatura observada en la superficie del suelo en un área de 2 cms ² .	38
Figura 16. Sub-Cuenca Hidrográfica Simón Bolívar-Piedra Azul.	40
Figura 17. Imagen satelital donde se muestran las unidades geomorfológicas descritas.	42
Figura 18. Fotografía donde se muestra redondez de las colinas, expresión geomorfológica de.	43
Figura 19. Perfil de meteorización propuesto por Deere y Patton (1971).	52
Figura 20. Mapa con la distribución de las unidades definidas.	61
Figura 21. Imagen Satelital donde se observa la Estación de Trabajo 01 (PLA-P3).	62
Figura 22. Detalle de Perforacion SPT.	64
Figura 23 Imagen Satelital donde se observa la Estación de Trabajo 03 (PLA-P ₁).	66
Figura 24. Imagen Satelital donde se observa la Estación de Trabajo 06 (PLC-031).	68
Figura 25. Detalle de la toma de muestra del sub-horizonte IIA.	69
Figura 26. Fotografía 12. Caída en bloques del material a la hora de realizar el nicho.	70
Figura 27. Fotografía de toma de muestra en el sub-horizonte IB.	71
Figura 28. Fotografía de toma de muestra para el horizonte IA.	72
Figura 29. Imagen Satelital ubicación de la estación de trabajo 07 (PLC-032).	73
Figura 30. Fotografía detalle de Sub-horizonte IIA y Horizonte I.	74
Figura 31. Imagen satelital ubicación de la estación de trabajo 08 (PLC-033).	75
Figura 32. Fotografía donde se aprecia contacto entre horizontes IB y IIA.	75
Figura 33. Fotografía donde se detalla el sub-horizonte II-A.	77
Figura 34. Fotografía donde se detalla el sub-horizonte I-B.	78
Figura 35. Imagen satelital de ubicación de la estación de trabajo 04 (FRA-P ₁).	79
Figura 36. Imagen satelital de ubicación de la estación de trabajo 02 (PLA-P ₂).	80

Figura 37. Perfil observado en la perforación para el pozo de agua.	81
Figura 38. Muestras de Rippios obtenidas durante la perforación del pozo.	81
Figura 39. Imagen Satelital de ubicación de la estación de trabajo 12 (PDA-P02)...	82
Figura 40. Imagen satelital de ubicación de la estación de trabajo 13 (PDA-P03)....	83
Figura 41. Imagen satelital donde se observa la estación de trabajo 05 (PDA-P01). 84	
Figura 42. Fotografía de la máquina para perforación SPT en el sitio de perforación.	84
Figura 43. Foto de muestra tomada en la perforación PDA 01 a la profundidad de 1.5m.....	86
Figura 44. Foto muestra tomada en la perforación PDA 01 a la profundidad de 1 m.	87
Figura 45. Fotografía de muestra tomada en la perforación PDA 01 a los 0.5m.	88
Figura 46. Imagen satelital de la ubicación de la Estación de Trabajo 09 (PAZ-01). 89	
Figura 47. Fotografía de perfil de meteorización de la estación de trabajo 09 (PAZ- 01).	89
Figura 48. Fotografía donde se aprecia detalle del sub-horizonte IIA.....	91
Figura 49. Imagen satelital ubicación de la estación de trabajo 10 (PAZ-02).	92
Figura 50. Fotografía detalle del sub-horizonte IIA.....	94
Figura 51. Fotografía detalle del coluvión.	94
Figura 52. Imagen satelital de ubicación de la estación de trabajo 11 (PAZ-03).	95
Figura 53. Fotografía en detalle perfil de meteorización y contactos entre horizontes.	96
Figura 54. Fotografía de detalle de coluvión.	97
Figura 55. Mapa de Unidades Informales.	99
Figura 56. Corte Geológico B B'	100
Figura 57. Ubicación de corte B-B.	101
Figura 58. Corte Geológico E E'	102
Figura 59. Ubicación de corte E-E'	102
Figura 60. Corte Geológico D D'	104
Figura 61. Ubicación de corte D-D'	104

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Mapas y fotos aéreas revisadas.....	21
Tabla 2. Tabla de ubicación geográfica de las estaciones de trabajo.....	23
Tabla 3. Tabla de metodología de trabajo en nichos.....	25
Tabla 4. Tipos generales de minerales en los suelos residuales.....	54
Tabla 5. Perfil de Meteorización propuesto por Deere y Patton 1971.....	56
Tabla 6. Estaciones de trabajo, resumen de ubicación y detalles varios.....	60
Tabla 7. Humedades Naturales del suelo.....	107
Tabla 8. Tabla promediada, de pesos unitarios, para cada horizonte.....	109
Tabla 9. Distribución granulométrica. Promedio de los horizontes.....	111
Tabla 10. Tabla de recopilación en perforación PDA-P1.....	113
Tabla 11. Tabla de recopilación en PLC 033.....	113
Tabla 12. Tabla de integración de datos de PLC 032.....	114
Tabla 13. Tabla de integración de datos de PLC 032.....	114
Tabla 14. Tabla de integración de datos de FRA-P01.....	114
Tabla 15. Tabla de integración de datos de PLA-P2.....	115
Tabla 16. Tabla de integración de datos de PLA-P1.....	115
Tabla 17. Tabla de integración de datos de PLA-P3.....	115

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Generales

El objetivo general es: Caracterización y análisis del perfil de meteorización en las facies de los Esquistos de La Formación Las Brisas, incluyendo los coluviones asociados a éstos, en el sector comprendido entre las urbanizaciones El Placer, Piedra Azul y Sector La Limonera, Municipio Baruta, Estado Miranda.

1.1.2 Específicos

Estudio geológico basado en el perfil de meteorización de las facies de los Esquistos de La Formación Las Brisas.

Caracterización de los suelos residuales y coluviales presentes, basándose en el análisis del perfil de meteorización y los ensayos de laboratorio en las muestras recolectadas.

Evaluación del comportamiento geotécnico de las zonas conformadas predominantemente por dichos suelos.

Elaborar un mapa de unidades informales de la zona.

1.2 ALCANCES Y JUSTIFICACION

La geología es la ciencia que tiene por objeto el estudio de los componentes que conforman el globo terráqueo, comportamiento reológico y formación del mismo; en base a la composición mineralógica y grados de alteración de los mismos, es decir la capa dura y consolidada: en dicho estudio se tiende a excluir la capa superficial y delgada de las rocas, esta capa es formada por la disgregación y descomposición de los últimos niveles generando el suelo, el cual forma parte de un perfil constituido por horizontes, denominado perfil de meteorización, en el cual se asientan la gran mayoría de obras creadas por el hombre, tendiendo a ser de pequeño espesor, aunque dependiendo de la génesis roca parental, puede sobrepasar la decena de metros.

Por la razón antes expuesta es que surgió el interés del ingeniero geólogo en dicho perfil, pues a través del estudio de sus propiedades físicas, mecánicas, químicas e hidromecánicas, se generan informaciones valiosas sobre su comportamiento geotécnico.

Basándose en lo antes expuesto, surge el deseo y la necesidad de realizar un estudio geológico-geotécnico de los perfiles de meteorización que se observan en el área de Caracas que recubre *El Esquisto de Las Brisas*, con el cual se pretende caracterizar desde el punto de vista geomecánico dicho perfil, generado a partir del intervalo antes mencionado, para tratar de garantizar la estabilidad de un gran número de obras urbanas del valle de Caracas, apoyadas sobre dichos materiales

Mediante este estudio se dará la localización de los suelos residuales y de su comportamiento físico-mecánico, para poder generar una caracterización del perfil de meteorización que recubre a los cuerpos litológicos locales.

1.3 UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

La zona de estudio, desde un marco regional, se encuentra en la zona central de La Cordillera de La Costa Venezolana, en el Flanco sur y al margen sur de la falla Tacagua-Ávila (Figura 1). Se ha efectuado la ubicación relativa de la zona de trabajo. Determinando que se encuentra al Sur-Oeste de la ciudad de Caracas entre las coordenadas UTM 730956.6 a 734956.6 Este, 1153185.4 a 1157185.4 Norte (Figura 2). Y cubre una extensión de aproximadamente 30 ha. La misma comprende las urbanizaciones Piedra Azul, El Placer y La Limonera, en el Municipio Baruta, del Estado Miranda. En el sector mencionado afloran algunas facies pertenecientes a la *Asociación de Metasedimentaria de Caracas*.



Figura 1. Ubicación relativa de la zona de trabajo. Tomado y modificado de www.cnn.com/WORLD/maps/venezuela.caracas.jpg.



Figura 2. Imagen Satelital donde se muestra la ubicación de la zona de estudio.

Tomado y modificado de Google-Earth.

El área en estudio se encuentra urbanizada aproximadamente en un 60 % razón por la cual, los afloramientos son de difícil acceso por estar éstos en entornos cercados y pertenecer a propiedades privadas, por lo que el conseguir afloramientos imperturbados se constituyó en una tarea difícil. El otro 40% pertenece al sector conocido como Limonera, en donde actualmente está en un proceso de urbanismo importante, destacando que no se logró el apoyo por parte de la compañía contratista para nuestro trabajo de campo.

1.3.1 Vías de acceso

Gracias al alto desarrollo urbanístico de la zona, el acceso vehicular se facilitó en la gran mayoría de la zona de estudio.

La misma en estudio está limitada al este por la carretera Baruta-El Placer, de la cual salen calles en sentido este-oeste las cuales facilitaron el acceso de vehículo tracción sencilla, en los extremos norte y sur, de la zona; en el caso del sector central conocido como La Limonera, las calles de penetración se convertían en vías rurales sin asfaltado y de poca extensión, donde los vehículos tracción sencilla pueden circular de forma lenta y cautelosa debido a la presencia de pequeñas cárcavas, las cuales son el producto de la erosión física producida por la precipitación a través del tiempo, lo que trae como consecuencia el desarrollo de escorrentías no controladas.

El lindero oeste está conformado por una línea de cresta que define el límite con el valle de Sartenejas, en donde era imprescindible el uso de un vehículo doble tracción para el desplazamiento en el sitio y como no se disponía del mismo, el reconocimiento tuvo que hacerse de forma peatonal del lado norte de la cerca perimetral de La Universidad Simón Bolívar.

Para la visualización de las vías y rutas de acceso se presenta a continuación una (Figura 3), de vialidad de la zona de estudio.

1.4 METODOLOGIA

La metodología utilizada para el fiel cumplimiento de los objetivos planteados se esquematiza a continuación, en la Figura 4:

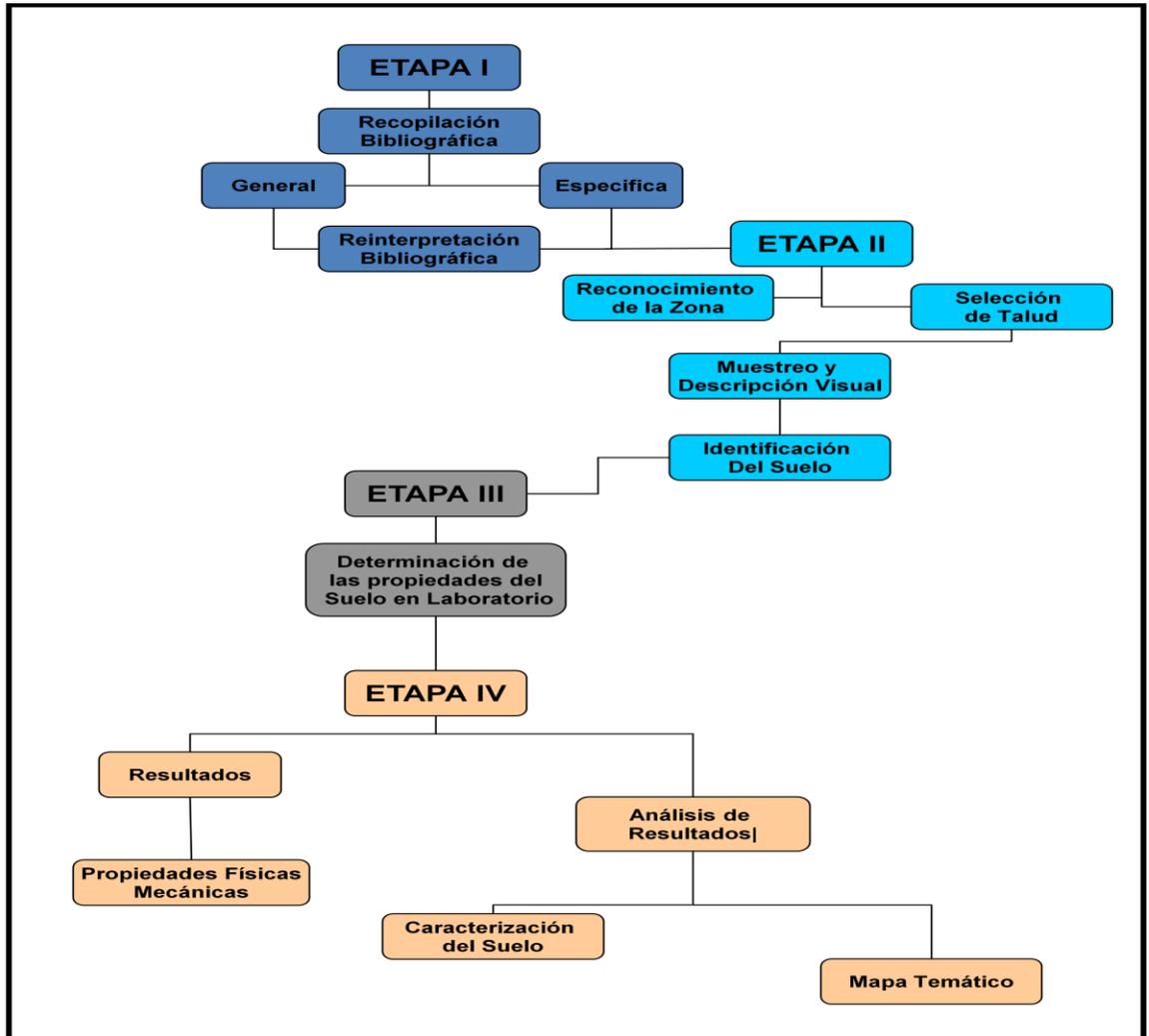


Figura 4. Flujograma de trabajo.

ETAPA I

1.4.1. Recopilación Bibliográfica.

Esta etapa se inicia con la búsqueda y recopilación bibliográfica de carácter general y específico de la zona de estudio, la cual comienza de una manera general con la búsqueda de toda la información correspondiente a la geología de la zona de estudio: estructuras, geomorfología, drenajes, litología. Con relación a los efectos meteorológicos con sus cambios en las diferentes estaciones se destacan las alternancias de: precipitación, temperatura, humedad relativa, viento, insolación, radiación, evaporación, temperatura del suelo.

Toda esta recopilación se extrae a través de cartas geológicas y topográficas a escalas 1:100.000, 1:25.000, 1:5.000, bibliografía (Tabla 1. Mapas y fotos aéreas revisadas. Tabla 1) referente al área en consideración e información de datos meteorológicos recopilados por las estaciones meteorológicas de Cajigal, UCV y la Carlota.

La recopilación específica de información se basó en la revisión de trabajos previos ejecutados en la zona y cercanos a la misma. Nos permitió la revisión de informes previos productos de exploraciones realizadas con diversos fines (urbanísticos y viales) que contienen datos puntuales y las características del sector en consideración.

			Escala	Ref. / Hoja	Descripción
Tipo de Cartografía	Geológica		1:100.000	6847	Mapa geológico de Caracas, realizado por Dirección General de Sectorial de Minas y Geología.
			1:25.000	6847 / NO, NE, SO y SE	Atlas Geológico de La Cordillera de La Costa, realizado por: Prof. Franco Urbani (UCV) e Ing. José A. Rodríguez (FUNVISIS)
	Topográfica		1:5.000	6847 / I44, J44, J45	Base Topográfica
			1:500	1-8 Inéditos	Base Topográfica del Año 1974, donde se aprecia topografía sin mayores alteraciones(*), en el sector La Limonera.
Ortofotomapa		1:250.000	Única	Campo Visual Amplio de Caracas	
Mosaico Fotográfico	Misión	Número			Verificación y Localización de variaciones topográficas donde se aprecian los aspectos geomorfológicos, estructurales e hidrográficos.
	0304108	007-012 034-036	1:25.000		
	030198	3812 3811	1:25.000		
	8422	A	1:5.000		
	8423	A	1:5.000		
	3661	A	1:5.000		

Tabla 1. Mapas y fotos aéreas revisadas.

ETAPA II

1.4.2. Reconocimiento de la zona

El reconocimiento de la zona y su demarcación fueron efectuados de manera general, en base a la interpretación de las cartas topográficas, imágenes satelitales de Google-Earth y fotografías aéreas convencionales en blanco y negro.

El análisis foto-interpretativo de la zona de estudio nos permitió la demarcación de la misma, así como la determinación de las micro-cuencas hidrográficas y las características del patrón drenaje entre otras, todo lo que nos permitió establecer la posible ubicación de las estaciones de trabajo, distribuidas de manera equidistante en la zona de estudio.

Una vez establecida nuestra zona de estudio y posibles estaciones de trabajo, se llevó a cabo el recorrido con vehículo por las vías acceso y a pie cuando no existían las mismas, seleccionando los taludes que permitirían la ubicación de las estaciones de trabajo, lo cual tuvo como dificultad principal el alto urbanismo existente, lo cual impidió una selección más equilibrada desde el punto vista de paridad del número de estaciones a lo largo de la zona de estudio y de calidad de afloramientos.

Superando estas dificultades se establecieron 14 estaciones, las cuales se enumeran en la siguiente Tabla 2.

Estación	Nomenclatura	Formación	Ubicación Geográfica
01	PLA-P ₃	Formación Las Brisas	Urb. El Placer
02	PLA-P ₂		Urb. El Placer
03	PLA-P ₁		Urb. El Placer
04	FRA-P ₁		Parque Jesús David Garmendia
05	PDA-P ₁		Urb. Piedra Azul
06	PLC-031		Urb. El Placer
07	PLC-032		Urb. El Placer
08	PLC-033		Urb. El Placer
09	PAZ-01		Urb. Piedra Azul
10	PAZ-02		Urb. Piedra Azul
11	PAZ-03		Urb. Piedra Azul
12	PDA-P ₂		Urb. Piedra Azul
13	PDA-P ₃		Urb. Piedra Azul
14	Pozo de Agua		La Limonera

Tabla 2. Tabla de ubicación geográfica de las estaciones de trabajo.

1.4.3. Muestreo y descripción visual.

Una vez establecidas las estaciones de trabajo, se inició el levantamiento geológico con la descripción y recolección de las muestra del suelo residual, dentro del perfil de meteorización, estas se tomaron de tal forma que fueran los menos perturbadas posible, para lo cual se utilizaron dos métodos, dependiendo las condiciones del terreno y la facilidad para la toma. El primer método utilizado fue ideado para el caso en que se tenían un talud que solo permitía la toma de muestras de forma manual utilizando un equipo y método que se escribe a continuación, en el segundo método

se utilizó el sistema de perforaciones SPT, donde las condiciones permitían el acceso del equipo de perforación.

Para la toma de muestras en los taludes se utilizó un tubo muestreador consistente en un cilindro de 4” de alto y 3” de diámetro. Antes de la toma de muestras es necesario la preparación del terreno, la cual consistió en la excavación de un nicho en el talud, con el fin de obtener una muestra la menos perturbada posible, una vez culminado el nicho se procede a la hincada del cilindro muestreador con una mandarina de 3 Kg, culminando dicho trabajo se procede a la exposición del tubo muestreador para la posterior toma de la muestra, para una descripción gráfica se presenta las siguientes fotografías del proceso de apertura del nicho y muestreo (véase Tabla 3).

Donde lo permitieron la disponibilidad de espacio, permisos de la comunidad, acceso vehicular, entre otros inconvenientes se realizaron perforaciones utilizando un equipo convencional SPT (Estándar Penetration Test), este método se describe a continuación.

	
<p>Fotografía 01: Inicio de Apertura de el nicho.</p>	<p>Fotografía 02: Comienzo de la hincada del anillo muestreador.</p>
	
<p>Fotografía 03: Anillo muestreador ya hincado.</p>	<p>Fotografía 04: Extracción del anillo muestreador de forma de evitar alterar la muestra lo menos posible.</p>

Tabla 3. Tabla de metodología de trabajo en nichos.

Estas perforaciones se realizaron por el procedimiento de percusión con muestreo y Prueba Normal de Penetración (SPT) a cada medio metro en los primeros 4 m y cada metro en los metros siguientes. El ensayo consiste en hincar un muestreador del tipo cuchara partida de 2” de diámetro exterior, con un martillo de 63.5 Kg (140 lb) de peso y 76 cm (30”) de caída libre. El número de golpes requerido para alcanzar una penetración de 30 cm, denominado índice de Penetración Estándar (Nspt), se representa gráficamente en cada planilla de perforación (anexos).

A continuación se presenta la Figura 5, en la cual se esquematiza el equipo de inca del muestreador.

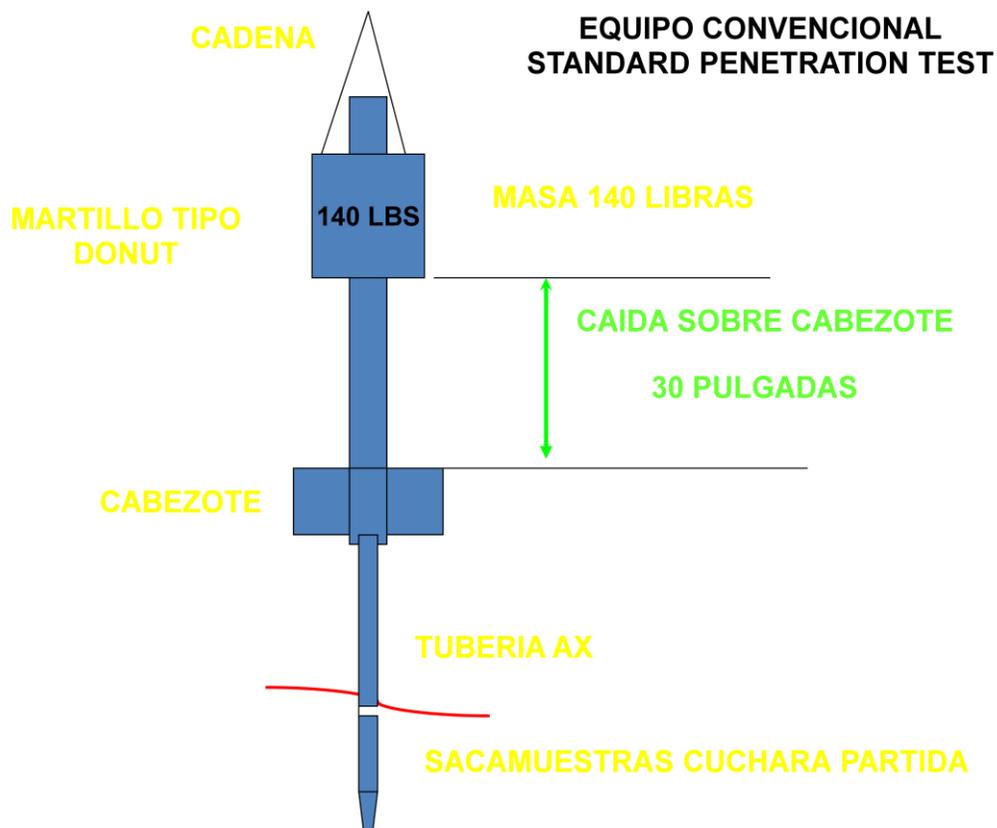


Figura 5. Equipo para la inca del muestreador.

Para levantar el martillo hasta la marca que indica la altura de caída de 30” se utiliza un cabrestante, al cual va enrollado un mecate de sisal de 1” de diámetro. La

operación del cabrestante es mecánica y la genera el motor de la máquina de perforación. El avance de saca-muestras (cuchara partida) en el suelo se divide en espacios iguales de 6", contándose el número de golpes de martillo sobre el cabezal en cada avance de 6", desechando los golpes para lograr el primer avance de 6" y contando y sumando los golpes requeridos para lograr los dos siguientes avances de 6", es decir para un avance de 12".

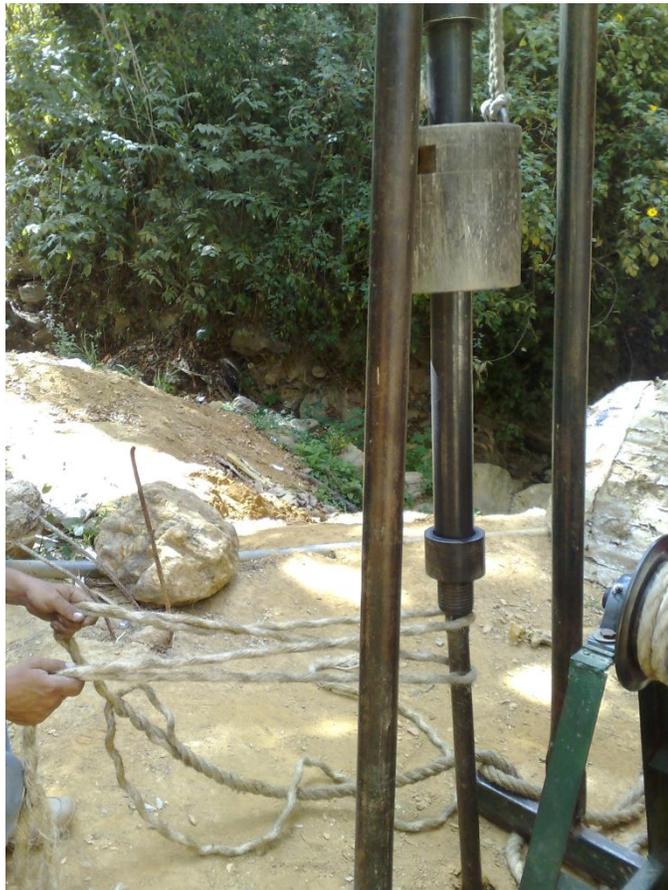


Figura 6. Equipo de perforación.

ETAPAIII

1.4.4. Propiedades Físicas y Mecánicas

Una vez obtenidas las muestras en campo se procedió a su análisis en el laboratorio de suelos de la compañía GEOTOPOSERVICE, C.A. Este análisis nos permite establecer las propiedades físicas y mecánicas de las muestras.

Los ensayos realizados en el laboratorio fueron los siguientes:

-Ensayos para determinar las propiedades índices del suelo

Humedad natural

Peso unitario

-Ensayos para la clasificación de suelos. Normas ASTM

Granulometría

Límites de Atterberg.

La metodología utilizada en la realización de los distintos ensayos se describe en los anexos.

ETAPA IV

1.4.5. Resultados / Análisis / Conclusiones

En esta etapa se compila toda la información obtenida en campo, los resultados de los ensayos de laboratorio, para su análisis integral con el fin de generar una caracterización de suelos.

CAPITULO II

2. CARACTERIZACION DEL MEDIO FISICO

2.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Como se indicó en el capítulo anterior el presente trabajo especial de grado se realizó en la zona sur-oeste del valle de Caracas, ubicado entre las urbanizaciones El Placer, Piedra Azul y el sector La Limonera, en el municipio Baruta, estado Miranda; este entorno geográfico nos involucra en un medio abrupto, de colinas con laderas con pendientes variables entre fuertes y suaves. El área en consideración forma parte del flanco noroeste de un valle asimétrico de origen tectónico, el cual está drenado por un tributario del río Guaire, denominado quebrada La Guairita, la cual escurre con tendencia preferencial de sur a norte.

2.2 ASPECTOS CLIMATICOS

El valle de Caracas se encuentra ubicado en una latitud norte media lo cual, según Fraile 1962 la cuenca hidrográfica de dicho valle está ubicada en una zona caracterizada por un clima tropical donde las precipitaciones cumplen tanto con estaciones variables anuales como estacionales.

Se hace notar que éste clima es el principal agente de meteorización y erosión de la roca, la cual es generadora de los perfiles de meteorización y/o suelos presentes.

2.2.1 Precipitación

La zona está caracterizada por una alta tasa de precipitación, obteniéndose según promedio de las estaciones Meteorológicas de Cagigal, UCV y La Carlota, un total de 1014 mm, la cual varía desde un periodo relativamente seco o de poca precipitación entre los meses de diciembre a abril y una estación lluviosa de alta tasa de precipitación de mayo a noviembre, como se puede ver en el Figura 7.

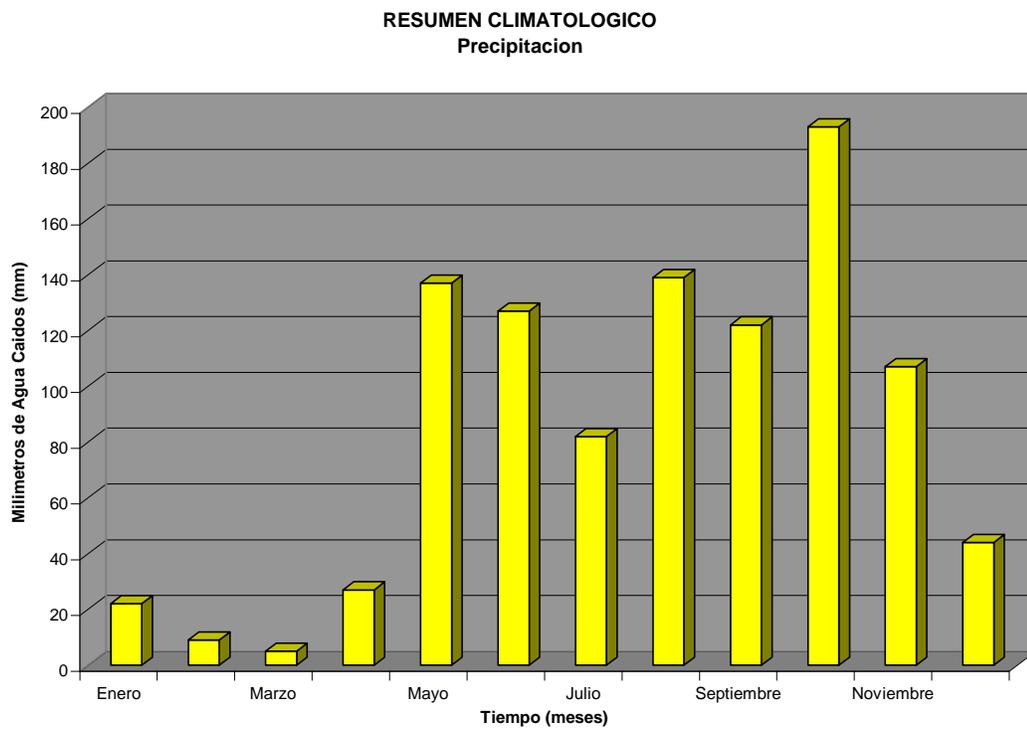


Figura 7. Gráfico de precipitación anual promedio del valle de Caracas.

2.2.2 Temperatura

Se establece una temperatura máxima absoluta de 35,2° C en el mes de mayo con una mínima absoluta de 8,4° C para el mes de enero y con una media mensual máxima de 24,1° C todo esto obtenido del promedio de las estaciones meteorológicas antes citadas véase Figura 8.

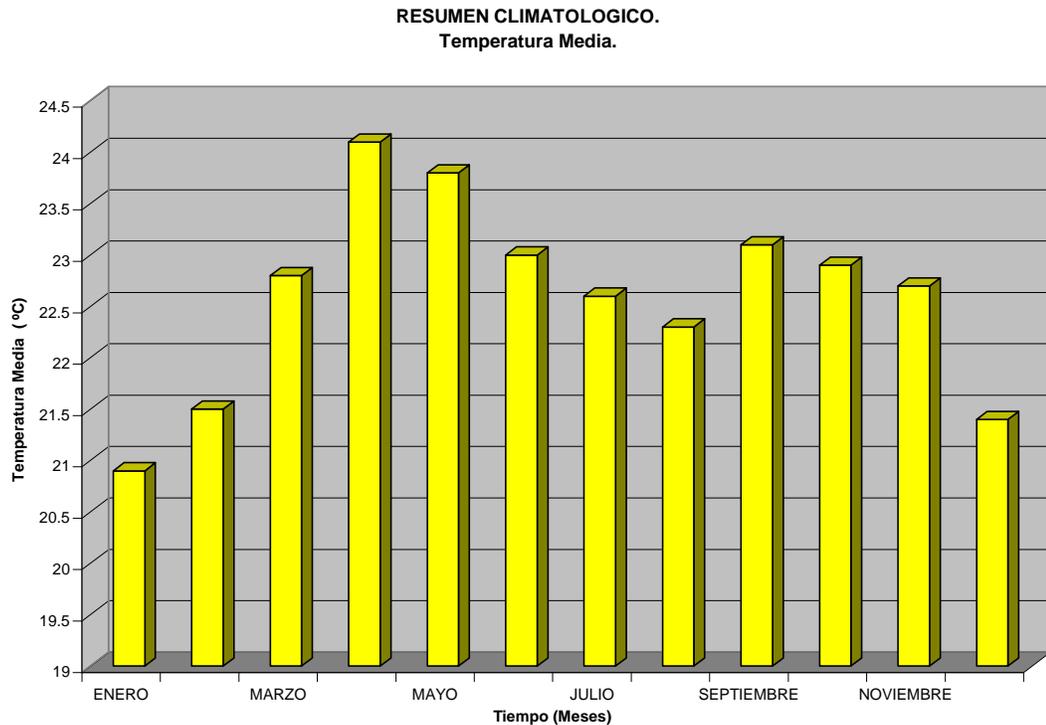


Figura 8. Gráfico de temperatura anual media.

2.2.3. Humedad Relativa

La humedad relativa en el valle de Caracas, según las estaciones de Cagigal, UCV y La Carlota, tiene una máximo de 100%, en todo el año. Con una Humedad relativa media, según Figura 9, que oscila entre los 71 y 83 % y una humedad relativa mínima de 3 a 4 % en los meses de marzo y abril, según Figura 10, hecho esperado por ser los meses de mayor evaporación, insolación, temperatura, viento, etc.

RESUMEN CLIMATOLOGICO.
Humedad Relativa Media.

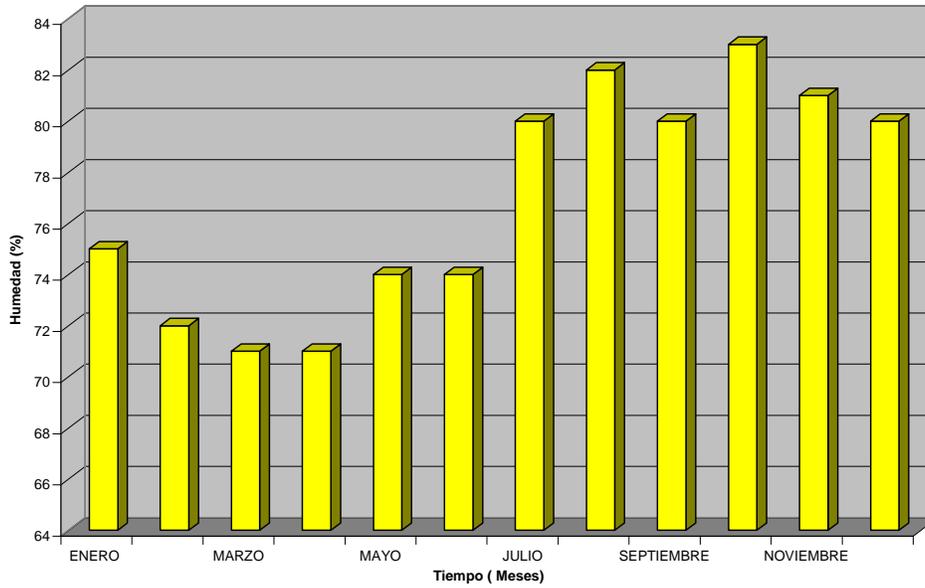


Figura 9. Gráfico de humedad relativa media del valle de Caracas.

RESUMEN CLIMATOLOGICO
Humedad Relativa Mínima Absoluta

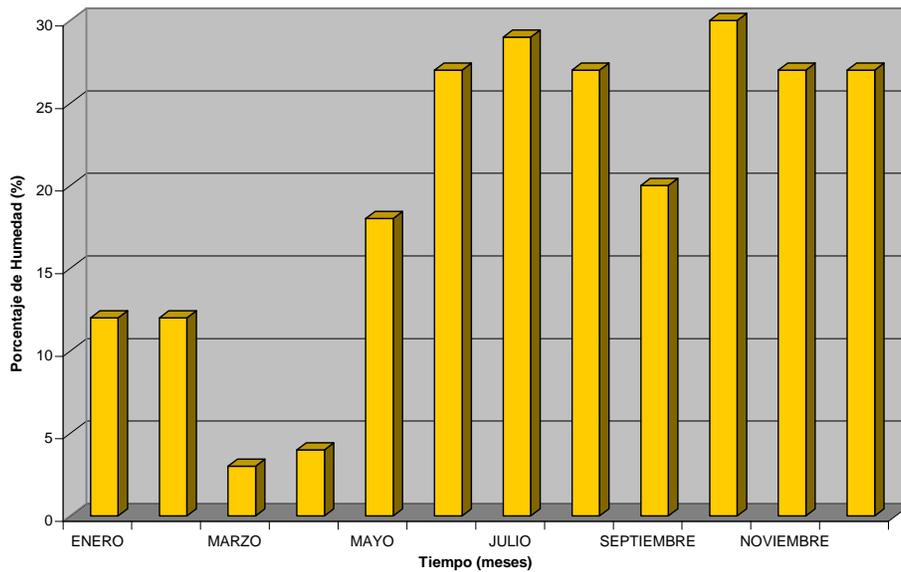


Figura 10. Gráfico de humedad relativa mínima absoluta del valle de Caracas.

2.2.4 Viento

En cuanto al viento se pueden observar dos tendencias principales una de orientación noroeste-sureste con ambas direcciones y una de tendencia de orientación de sur-sureste.

Específicamente en el área de estudio se presenta como una ladera Nor-Este de las colinas, lo cual por la dirección y sentido del viento se observa una alta incidencia del mismo con el suelo directamente, factor que influye en los procesos de meteorización y erosión.

Se registran unas velocidades medias del viento entre los 2,5 y 1,9 m/s según se puede ver en el Figura 11.

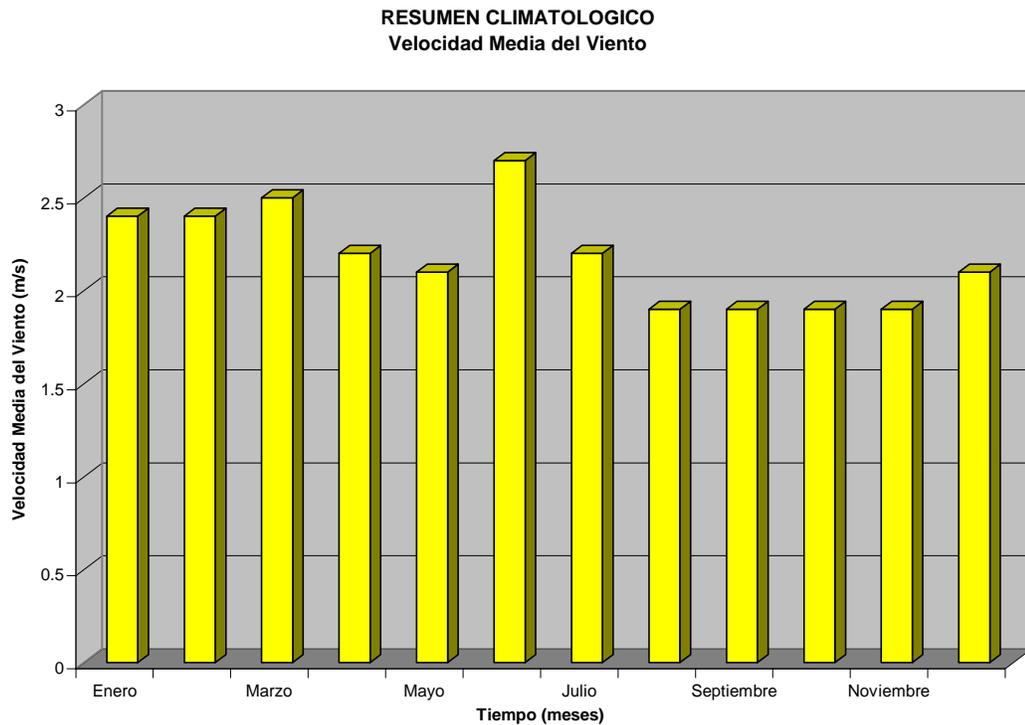


Figura 11. Gráfico de velocidad media del viento en los meses del año.

2.2.5 Insolación

Se tienen periodos de máxima insolación durante los meses de febrero y marzo, mientras que la mínima insolación ocurre durante el mes de mayo, según Figura 12. Durante el periodo de máxima insolación los rayos solares inciden por mayor tiempo sobre la capa superior del suelo, lo cual genera una mayor evaporación en el suelo.

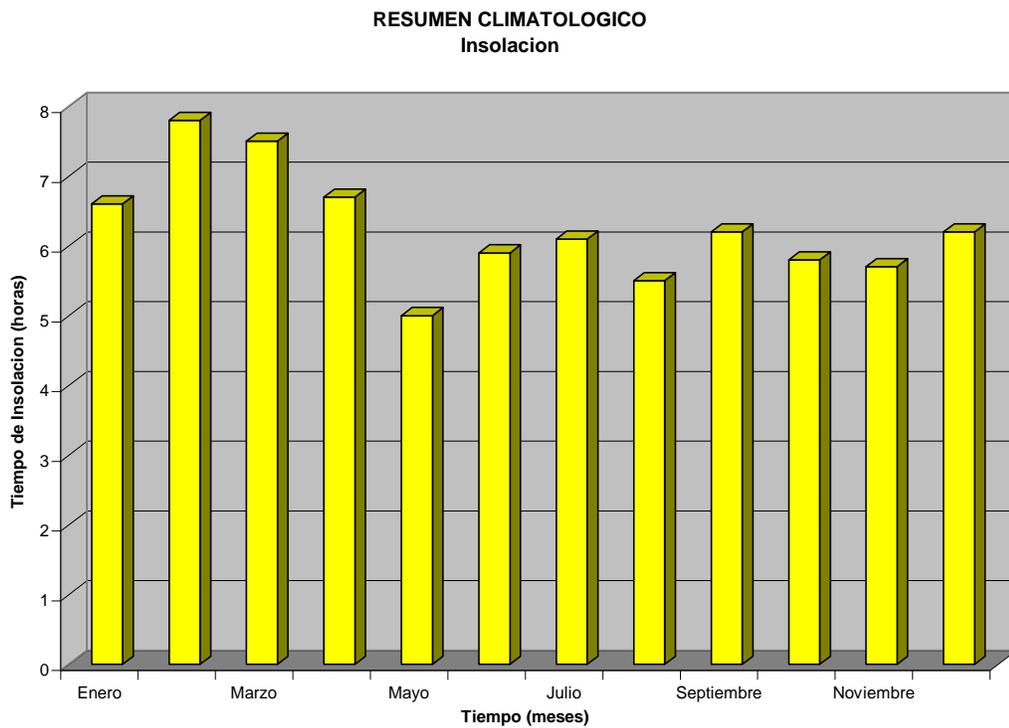


Figura 12. Gráfico de tiempo de insolación y meses del año.

2.2.6. Radiación

Se puede observar en la Figura 13, como la radiación presenta unos valores mayores en los meses de julio, agosto, septiembre y febrero, los valores mínimos se observan entre los meses de noviembre y diciembre, estos periodos de radiación tienen una relación íntima con los periodos de lluvias, debido a la nubosidad asociada.

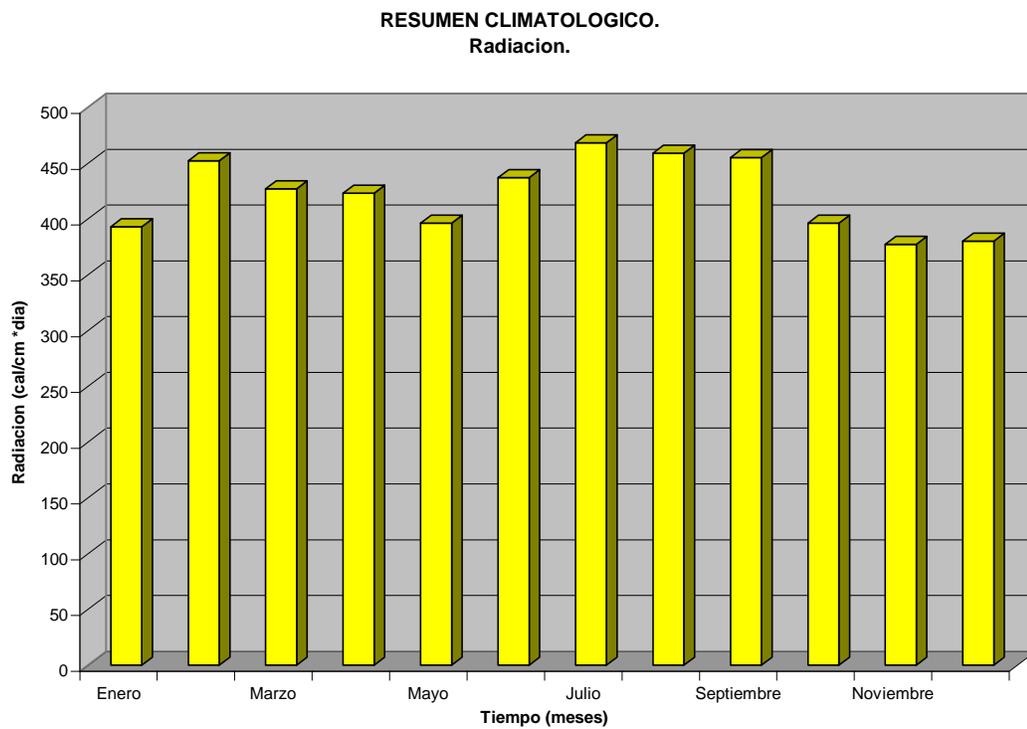


Figura 13. Gráfico de radiación.

2.2.7 Evaporación

La evaporación está controlada fuertemente por los aspectos climáticos nombrados anteriormente y se puede observar en la Figura 14, que la mayor evaporación se da en los meses de marzo-abril, debido a las altas temperaturas, baja humedad relativa, fuertes vientos, mayor tiempo de insolación, mayor radiación.

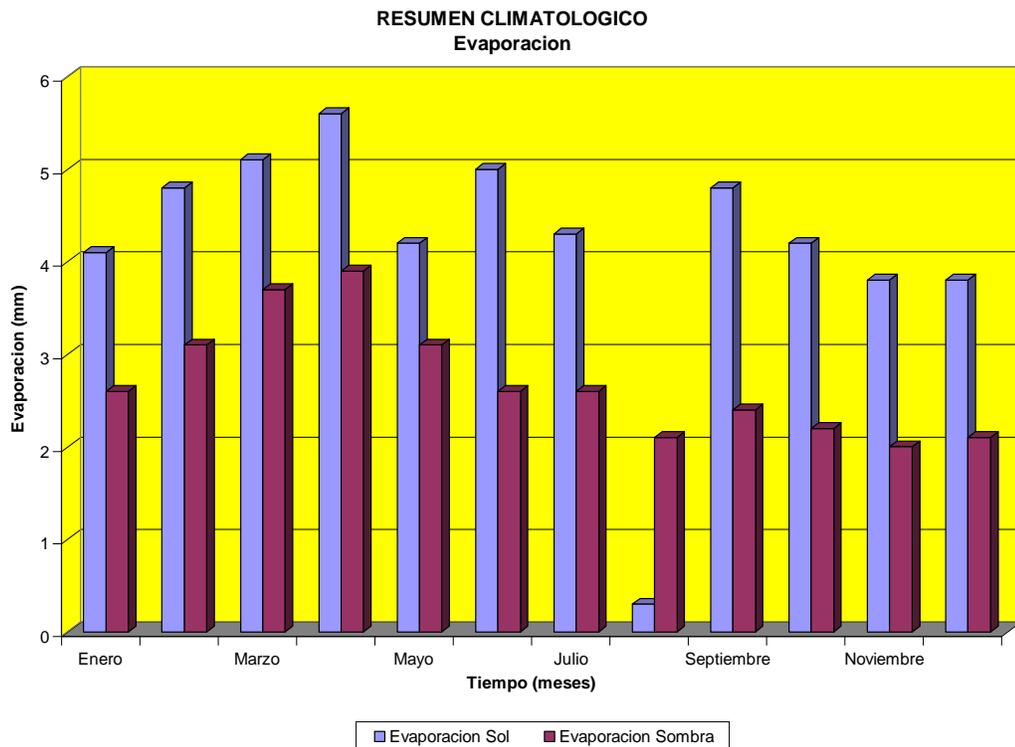


Figura 14. Gráfico de evaporación en milímetros en los distintos meses del año.

2.2.8 Temperatura del suelo

Como se observa en la Figura 15, se nota como en los meses de febrero, marzo y abril, ocurre la mayor temperatura en la superficie del suelo, este hecho es esperado debido a que las condiciones climáticas del área de estudio, durante esos meses, incrementan su radiación evaporación etc., las cuales son las condiciones necesarias para incrementar la temperatura del suelo.

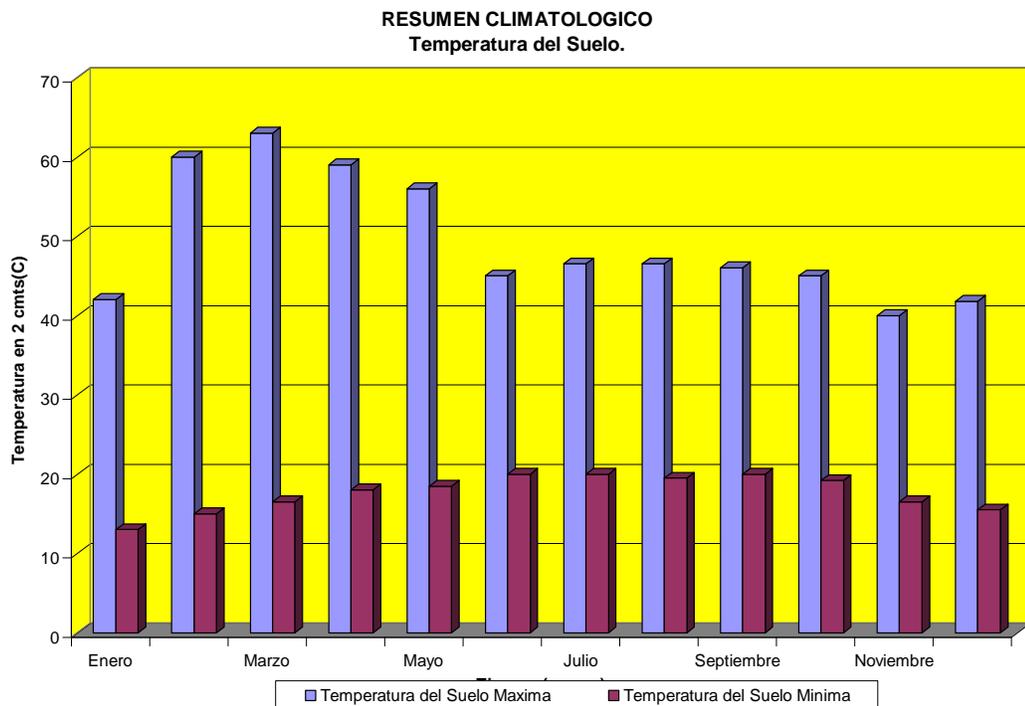


Figura 15. Gráfico sobre temperatura observada en la superficie del suelo en un área de 2 cms².

A lo largo de un año.

2.3 ASPECTOS HIDROGRÁFICOS

A través de la observación y estudio de las fotografías aéreas se pudo establecer las características del drenaje original de la zona de estudio y también las cuencas y sub-cuencas asociadas a ésta.

De forma general, se observó que el área de estudio forma parte de la cuenca del río Guaire, el cual ocupa la mayor parte del área metropolitana de Caracas, y específicamente dentro de una subcuenca tributaria ubicada al sureste del río Guaire.

Esta subcuenca se identifica bajo el nombre de la Guairita y específicamente estamos localizados en la cuenca alta de la misma, que drena la Universidad Simón Bolívar, Urbanización El Placer y Piedra Azul y entre estas el Sector La Limonera.

El cauce del drenaje principal ha sido severamente alterado debido a las intervenciones urbanísticas, debido a lo cual se aprecian tramos rectilíneos alternados con tramos entallados en la topografía natural, y recibiendo una red de tributarios, igualmente alterada por el urbanismo pero en la cual se identifica un patrón dendrítico y en general confluyen en el colector principal con ángulos variables de entre 80 y 90 grados algunos de estos valles tributarios generan valles estrechos encajados Figura 16.

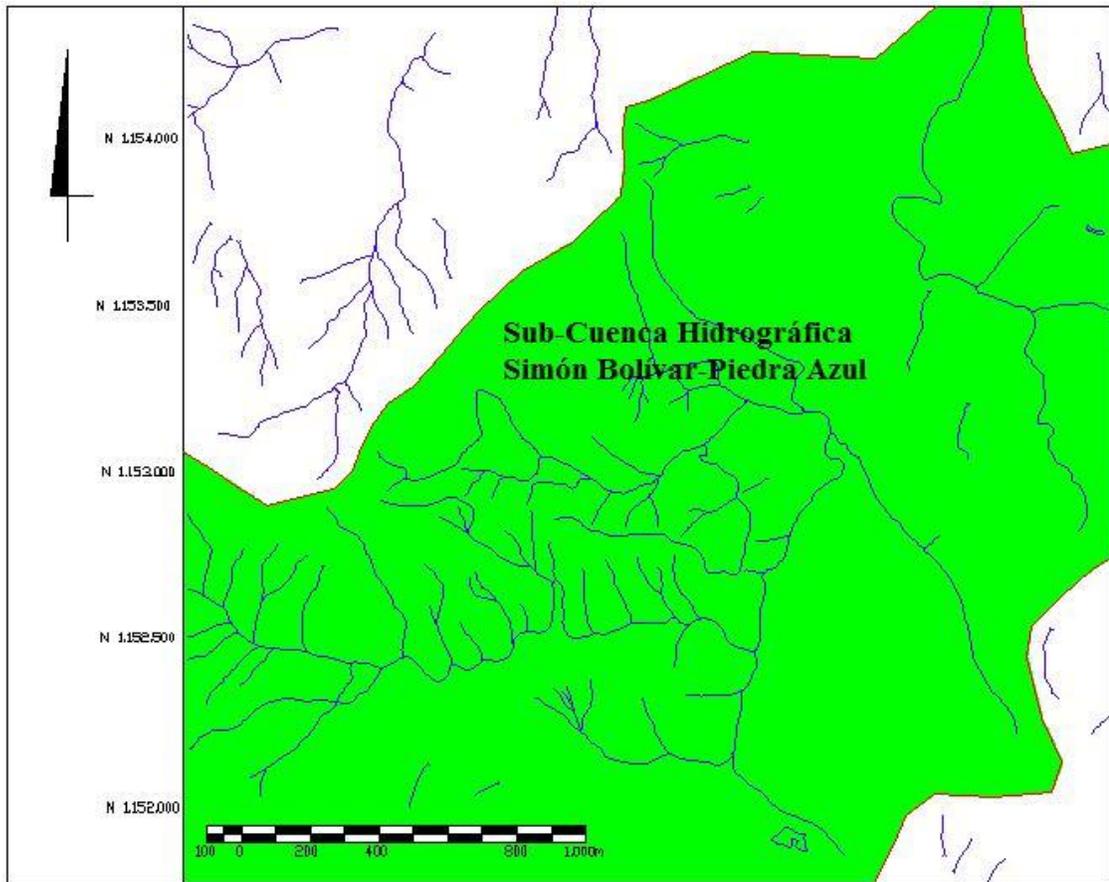


Figura 16. Sub-Cuenca Hidrográfica Simón Bolívar-Piedra Azul

2.4 GEOMORFOLOGIA

La zona en estudio está ubicada dentro de la Cordillera de La Costa, desde un punto de vista regional, estando conformada por un valle asimétrico, de topografía moderada a abrupta, en donde las laderas norte tienden a ser más abruptas o de mayor pendiente que las laderas sur de las colinas y/o montañas. Específicamente, el sector en consideración está ubicado al sur del valle de Caracas, ocupando la ladera nor-este de las colinas en la que se encuentran las urbanizaciones de El Placer, Piedra Azul y sector La Limonera.

Se observa una topografía abrupta fuertemente modificada por acción antrópica, las cuales fueron ejecutadas para generar terrazas con el fin de poder construir los urbanismos ya existentes.

Según la Geología de Superficie, las Fotos Aéreas, el Google Earth, el mapa topográfico 1:5000 y mapa geológico 1:25000, se identificó 1 (una) unidad geomorfológica, según sus características actuales, destacando que las fotos aéreas sirvieron para poder realizar una fotointerpretación de la zona de estudio en periodos anteriores a su modificación con finalidades urbanísticas.

Se observan drenajes encajados adaptados a la topografía, el drenaje principal lo conforma la cuenca alta de la quebrada La Guarita, la cual escurre de sur a norte, cabe destacar que dicho drenaje en el sector donde se ubica el acceso a La Limonera, fue embaulado y rellenado el valle (relleno sobre canalización), por donde escurría de forma natural.

Cabe destacar que la mayoría de los drenajes escurren de sur a norte, controlados por la pendiente del terreno, debido a lo abrupto de la zona el drenaje presenta patrones dendríticos (patas de gallinas).

La zona está incluida en una unidad de relieve alto la cual se divide en 2 tipos:

-Tipo I: Unidad de colinas.

-Tipo II: Unidad de valle amplio.



Figura 17. Imagen satelital donde se muestran las unidades geomorfológicas descritas.

- Tipo I Colinas Redondeadas

Esta unidad de colinas redondeadas (TI en Figura 17) se presenta de manera uniforme a lo largo de la zona de estudio y en forma general en toda la zona dominada por la Formación Las Brisas, ocupando un 75% del área en cuestión, destacando que las colinas se presentan redondeadas y anchas y con una distribuciónseudoparalela entre sí, con orientaciones del drenaje generalizadas al norte encajados y adaptados a las geoformas.

Las colinas observadas se caracterizan por ser redondeadas y anchas (véase Figura 18), debido clima tropical húmedo y a la permeabilidad de la litología (la cual permite alta tasa de infiltración del agua), presentan una capa de vegetación tropical húmeda, favorecida por las características hidráulicas arriba señaladas.



Figura 18. Fotografía donde se muestra redondez de las colinas, expresión geomorfológica de La Formación las Brisas.

Tipo II Valle Amplio

El valle amplio se presenta paralelo a las colinas redondeadas de la Unidad I, siguiendo la dirección del drenaje principal y ocupa un área cercana al 25 % de la zona de estudio (**TII** véase Figura 17), aunque este porcentaje en la actualidad a cambiado debido a la acción antrópica del hombre.

La acción del drenaje ha sido la principal variable que contribuye a la formación de dicho valle, estando dicho drenaje, en la actualidad altamente modificado por el urbanismo desarrollado en la zona, como se indico previamente quedando en parte el drenaje totalmente canalizado y embaulado, presentando obras

de urbanismo encima del mismo. En los anexos se presenta un croquis geomorfológico de la zona de estudio.

CAPITULO III

3. MARCO GEOLOGICO

3.1 GEOLOGIA REGIONAL

Las características principales de las Unidades Litodémicas del Grupo Caracas y de su basamento, serán descritas a continuación ya que reúnen litologías de las unidades que circundan el Valle de Caracas.

El Grupo Caracas, es una secuencia de rocas metasedimentarias depositadas entre el Jurásico superior y Cretácico inferior, en discordancia sobre un complejo ígneo/metamórfico, de edad Paleozoico inferior.

La sedimentación de las rocas del Grupo Caracas es típicamente de plataforma, excepto en su fase final, cuando se depositan sedimentos gradados que indican un ambiente de surco, fenómeno atribuido a desajustes locales en los bordes de la cuenca (Seiders, 1965). A fines del Cretáceo inferior se producen eventos volcánicos que señalan el comienzo de las facies eugeosinclinal del Grupo post-Caracas. En contraste con el Grupo anterior, las rocas de éste se depositan en un ambiente de surco, de aguas profundas y sedimentación rápida, caracterizadas por el abundante suministro de material volcánico.

Frecuentes son las fajas angostas de anfibolitas y eclogitas, las cuales se consideran que representan flujos de composición basáltica, que luego fueron metamorfozadas conjuntamente con los sedimentos, bajo condiciones un tanto particulares, ya que la composición mineralógica de las mismas sugiere la ausencia de vapor de agua y de dióxido de carbono.

El núcleo de la Cordillera se vio afectado en toda su extensión por apófisis granítica, la mayor de ellas ubicada entre Valencia y Puerto Cabello, las cuales constituyeron un agente importante en el proceso de metamorfismo de los sedimentos del Grupo Caracas. (González Silva, 1972).

Una de las rocas intrusivas abundantes en la Cordillera, lo constituyen las ultrabásicas, que en sus formas más generalizadas incluyen: serpentinitas, peridotitas serpentinizadas, dunitas y piroxenitas, a las cuales se asocian yacimientos minerales de importancia económica (Bellizzia, 1967).

Grupo Caracas. Formación Las Brisas.- Aguerrevere y Zuloaga (1937) llamaron conglomerado de Las Brisas, a la secuencia conglomerática que yace en discordancia sobre el Complejo basal de Sebastopol, y lo dividen en dos miembros: el inferior, de carácter conglomerático y arenoso, y el superior o Fase Zenda, calcáreo.

El miembro inferior consta de metaconglomerados cuarzosos de grano grueso, metareniscas, arcosas y cuarcitas intercaladas con esquistos cuarzo-muscovíticos y filitas grafitosas. Los conglomerados presentan textura gnéisica incipiente, y se observa la presencia de porfidoblastos de microclino. El tope del miembro inferior, lo constituye las calizas del Miembro Zenda, de composición dolomítica, donde se han encontrado diversos fósiles de pelecípodos, que determinaron definitivamente la edad de la Formación (Urbani, 1969).

La parte superior de la Formación Las Brisas, consta de conglomerados microclínicos, cuarcitas, metalimolitas, esquistos y filitas cuarzo-muscovíticos y cloríticos. El tope de la Formación, lo constituyen esquistos grafitosos que localmente pasan en forma transicional a los esquistos de La Formación Las Mercedes, suprayacente.

Localidad tipo: Sitio de Las Brisas, en el km 10 de la antigua carretera Caracas-Ocumare del Tuy, cerca de la represa de la Mariposa. (Hoja 6847, esc. 1:100.000, Cartografía Nacional).

Descripción litológica: La descripción original de Aguerrevere y Zuloaga (*op. cit.*), menciona un conglomerado basal arkósico, con cantos rodados derivados de la roca basal de Sebastopol, redondeados a subangulares, hasta de 30 cm de diámetro, cantos de cuarzo y cemento, principalmente silíceo. Esta litología dista de ser la principal, ni mucho menos la única componente de la formación.

Dengo (*op. cit.*) observa que la mayor parte de la formación, está constituido por esquisto cuarzo-micáceo, en el que se incluye gneis microclínico, esquistos granatíferos, cuarcitas y calizas (ver además: Zenda, Miembro).

Smith (*op. cit.*), divide la formación en dos miembros: miembro inferior, constituido por gneises y esquistos microclínicos conglomeráticos y miembro superior, formado casi enteramente por esquistos sericíticos. Este autor opina que los grupos litológicos de los miembros inferior y superior, se originan de conglomerados y lutitas respectivamente, y que las calizas son de origen biohermal.

Seiders (*op. cit.*) encuentra en el tope de la formación, conglomerados gnéisicos y areniscas esquistosas, con cantidad menor de caliza negra en capas delgadas, y grandes guijarros de granito, y resalta la ausencia de los esquistos sericíticos de Smith. Morgan (*op. cit.*) añade anfibolitas estratificadas concordantes, que interpreta como tobas, sills o flujos metamorfizados.

Wehrmann (*op. cit.*) afirma que la Formación Las Brisas, está constituida en un 90% de esquistos cuarzo-feldespático-moscovíticos; el 10% restante lo constituyen, en orden de abundancia, esquistos cuarzo-feldespáticos, epidóticos o cloríticos, calizas, cuarcitas y metaconglomerados. Menciona igualmente, mineralizaciones pobres de cobre en algunas calizas, en forma de sulfuros y sulfatos.

Este autor no menciona el gneis microclínico de Dengo, pero hace referencia a conglomerados y areniscas intraformacionales, ricas en microclino (15%), sin hacer referencia a su relación con los gneises del mismo género.

Talukdar y Loureiro (*op. cit.*) analizan exhaustivamente los tipos litológicos, en un área reducida de la Cordillera de La Costa, sin relacionarla con las formaciones tradicionales, estableciendo la dificultad e inconveniencia en el uso de unidades litoestratigráficas, en estudios detallados de rocas metamórficas. El grado de metamorfismo es bajo, aunque existen diferencias entre las opiniones de Dengo, Smith y Seiders, quienes opinan que predomina la facies de la anfíbolita y el glaucofano, mientras que Wehrmann le asigna grados más bajos de presión (facies del esquisto verde).

Ambiente tectónico y petrogénesis: Prácticamente todos los autores que se han referido a esta formación, han coincidido en afirmar que en su origen, las rocas que la componen, fueron sedimentos pelíticos y psammíticos, depositados en la plataforma y el talud continental. En cuanto a las calizas, existen diferencias de criterio, que varían entre el origen biohermal y el pelágico. Talukdar y Loureiro (*op. cit.*) opinan que la fuente de sedimentos pudo haber sido el protocontinente suramericano, de suave pendiente y situado a gran distancia, combinado con una fuente cercana de origen volcánico de tipo basáltico y andesítico. Estos sedimentos fueron depositados en una plataforma continental, de ambiente parcialmente euxínico, contiguo a un arco volcánico.

Contactos: La Formación Las Brisas descansa sobre el Complejo Basal de Sebastopol. El contacto, ya sea por la foliación discordante, sea por el hiatus de tiempo que separa ambas formaciones, es discordante, según la opinión generalizada, aunque algunos autores (véase: Sebastopol, Complejo Basal de), afirman haber observado localmente una aparente concordancia entre una y otra. La relación con las formaciones suprayacentes Antímano y Las Mercedes, es generalmente transicional, aunque a veces, el contacto es estructural. La Formación Las Brisas conforma en la

región capital el núcleo de los anticlinorios que corren a lo largo de la faja de La Cordillera de La Costa. Los trabajos presentados hasta 1972, ofrecen un cuadro estructural clásico de plegamientos longitudinales, con sus respectivas fallas, segmentados por fallas transversales, haciendo mención de microestructuras, tales como lineaciones, pliegues de flujo, etc., tomando como base, para la composición estructural, el principio de que la foliación es paralela a la estratificación, y de que los esfuerzos de deformación provienen del norte, con una componente menor en sentido E-W.

Talukdar y Loureiro (*op. cit.*), hacen un análisis muy detallado, y desarrollan un modelo de evolución tectónica de la cordillera en cinco etapas, identificando cuatro fases consecutivas de plegamiento, originados por subducción, colisión de placas y emplazamiento del basamento granítico, corteza oceánica y manto, así como de intrusiones graníticas.

Los afloramientos de la Formación Las Brisas, alcanzan dimensiones decakilométricas en sentido N-S, y hectakilométricas en su extensión longitudinal, E-W.

Extensión geográfica: A todo lo largo del macizo central de la Cordillera de la Costa, entre el Cabo Codera y el graben del río Yaracuy.

Edad: La única referencia de fósiles plenamente identificados de la Formación Las Brisas, que permiten el establecimiento de una edad específica, nos la proporciona Urbani (1969), con el descubrimiento de varios ejemplares de *Exogira* sp. aff., *E. virgula* (Defrance), molusco pelecípodo característico del Kimmeridgiense, Jurásico Tardío, tal como lo describe Kauffman (en Gamero, 1969). Anteriormente Wolcott (1943) había descrito moldes y secciones de fósiles provenientes de la quebrada Cara (o Care), cerca de Guatire, entre los cuales menciona las especies *Pecten (Camponectes)* sp. cf., *C. indiduraensis*, y *C. bubonis?*,

de edad Jurásico tardío, además de otras especies no identificadas de *Pecten* sp., *Pholadomya* sp. *Cardium* sp., *Meretrix* sp., *Plicatula* sp. y *Lucina* sp.

Los fósiles de Urbani (1973), provienen de dolomías puras (95%), grises, de grano fino, altamente recristalizadas, pertenecientes al Miembro Zenda, en la localidad de la Cueva del Indio en la Guairita, al sur de Caracas. Los fósiles de Wolcott, provienen de calizas asignadas originalmente a la Formación Las Mercedes, pero posteriormente fue rectificada la asignación, e incluidos en el Miembro Zenda.

Correlación: La primera correlación de esta unidad fue establecida tentativamente por Aguerrevere y Zuloaga (*op. cit.*), quienes sugieren una equivalencia de La Formación Las Brisas con la Formación Río Negro. Sin embargo, la diferencia de edades invalida dicha correlación, repetida sucesivamente por autores posteriores. No se ha establecido una correlación precisa con unidades del macizo oriental de La Cordillera de La Costa.

Importancia económica: Radica esencialmente en la explotación de las calizas del Miembro Zenda, como material de construcción (piedra picada) y ornamental. Se ha mencionado la explotación de las metareniscas muy meteorizadas de la Formación Las Brisas, como fuente de agregados para el concreto. Asimismo, esta litología, al perder su textura esquistosa por lixiviación de ciertos minerales, constituye un excelente acuífero superficial.

CAPITULO IV

4. BASAMENTOS TEORICOS

ORIGEN Y FORMACION DE LOS SUELOS

Los suelos tienen su origen en los macizos rocosos preexistentes que constituyen la roca madre, sometida a la acción ambiental disgregadora de la erosión en sus tres facetas:

Física. Debida a cambios térmicos (lo que origina dilataciones diferenciales entre los diferentes minerales y da lugar a acciones y fisuras internas) y a la acción del agua (arrastres de fragmentos ya erosionados; posible acción directa por congelación, que produce tensiones internas por el aumento de volumen del hielo respecto al agua líquida; acción alternante de humedad-sequedad a lo largo del tiempo, etc.). Estas acciones físicas tienden a romper la roca inicial y a dividirla en fragmentos de tamaño cada vez más pequeños, que pueden ser separados de la roca por agentes activos (agua, vientos, gravedad) y llevados a otros puntos en los que continúa la acción erosiva. Es decir, tienden a crear las partículas que van a formar el suelo.

Química. Originada por fenómenos de hidratación (por ejemplo, paso de anhidrita o sulfato hemi-hidratado a yeso o sulfato di-hidratado), disolución (de sales, como los sulfatos en el agua), oxidación (de minerales de hierro por efecto ambiental), carbonatación (por agua conteniendo carbonatos previamente disueltos a partir de otra roca), etc. Por lo tanto, tiende tanto a disgregar como a carbonatar.

Todos estos factores dan lugar a fenómenos de disgregación (fragmentación) y transformación de la roca, generándose el **perfil de meteorización**. En este perfil la roca fresca ocupa la parte la parte más baja y alejada de la superficie, y el suelo la

más alta. Cuando el suelo permanece in situ sin ser transportado, se le conoce como **suelo residual**, y cuando ha sufrido transporte, formando depósitos coluviales, aluviales, etc., se denomina **suelo transportado**.

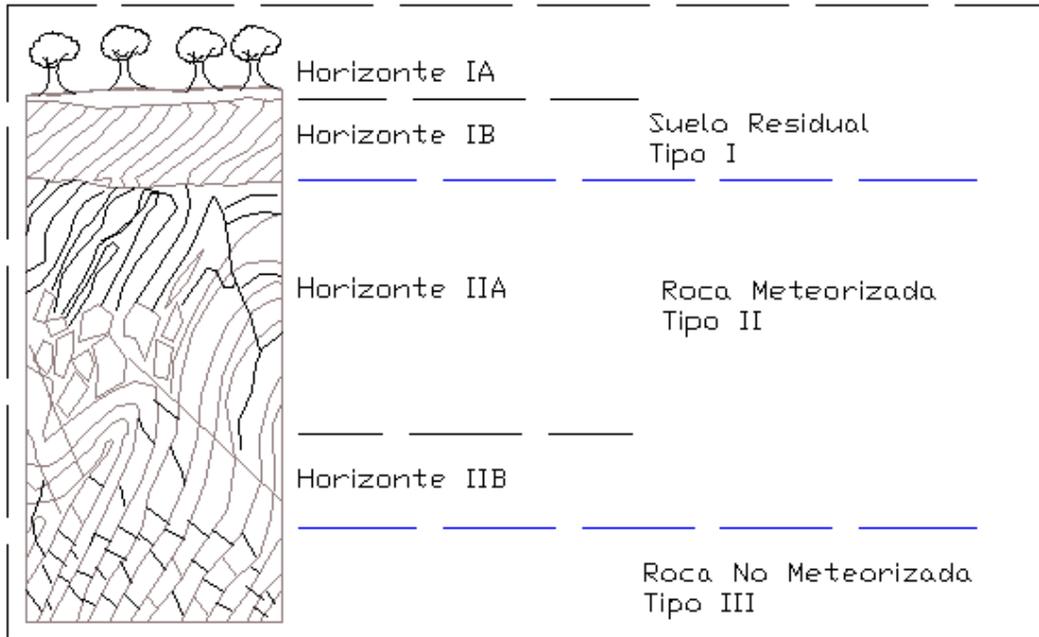


Figura 19. Perfil de meteorización propuesto por Deere y Patton (1971).

EL PROCESO DE METEORIZACIÓN

Introducción

En ambientes tropicales, dominados por temperaturas altas, cambiantes y por lluvias abundantes, la meteorización química de los materiales es muy fuerte, caracterizándose por la descomposición rápida de feldspatos y minerales ferromagnesianos, la concentración de óxidos de hierro, aluminio y la remoción de sílice y de las bases Na_2O - K_2O - CaO - MgO (Gidigasú-1972). Los feldspatos se meteorizan inicialmente a Caolinita, Óxidos de Hierro y Óxidos de Aluminio y los compuestos más resistentes, como las partículas de Mica y Cuarzo, permanecen.

La meteorización de rocas y cenizas volcánicas conducen a la formación de Montmorillonitas, Aloysitas, óxidos de hierro y aluminio en las etapas iniciales de la meteorización química y finalmente se pueden formar Caolinitas, Esmectitas y Gibsitas.

Algunas rocas que contienen sales (NaCl), Cal (CaSO_4) y Yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) se disuelven fácilmente en agua, especialmente en presencia de CO_2 , acelerando el proceso de meteorización.

A medida que el proceso de meteorización continúa los contenidos de Caolinita disminuyen y se alteran los demás compuestos a Fe_2O_3 y Al_2O_3 . Existen investigaciones que demuestran la disminución de los contenidos de Caolinita, con el aumento del promedio anual de lluvias (Lohnes y Demirel, 1973).

El proceso generalmente es:

Material volcánico -----Montmorillonita-----Aloisita----- Caolinita.

Material de origen	Minerales resultantes
Roca cristalina	Caolinita Oxido de hierro Oxido de aluminio
Roca volcánica	Montmorillonita Aloisita Esmectita Oxido de hierro Oxido de aluminio

Tabla 4. Tipos generales de minerales en los suelos residuales.

CAPITULO V

5. GEOLOGIA LOCAL

Los perfiles de meteorización desarrollados en la zona suroeste del valle de Caracas, son el producto de la acción de los agentes meteorizantes antes mencionados, con lo cual se presentaran las características particulares descritas a continuación.

5.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Debido a la ubicación geográfica del área de estudio, la unidad litodémicas correspondiente a La Formación Las Brisas, la cual se encuentra aflorando dentro de la zona de estudio, entre las urbanizaciones Piedra Azul, El Placer y Sector la Limonera. Se describirá el perfil de meteorización en función de la clasificación propuesta por Deere y Patton en 1971 (Tabla 5), dicha clasificación corresponde con el contexto nombrado previamente en este párrafo.

5.2. DESCRIPCION DEL PERFIL DE METEORIZACION

El perfil de meteorización en esta unidad, está afectado por la acción imperante del clima sobre el tipo litológico, el cual es muy característico de la región (clima tropical), esto a traído como consecuencia el desarrollo de perfiles de considerables espesores, los cuales son producto de la infiltración de agua en el sustrato, la cual es ayudada por la tupida vegetación existente, la litología del terreno y características estructurales de la zona.

Tomando como referencia el perfil de meteorización propuesto por Deere y Patton en 1971 se definieron 3 horizontes:

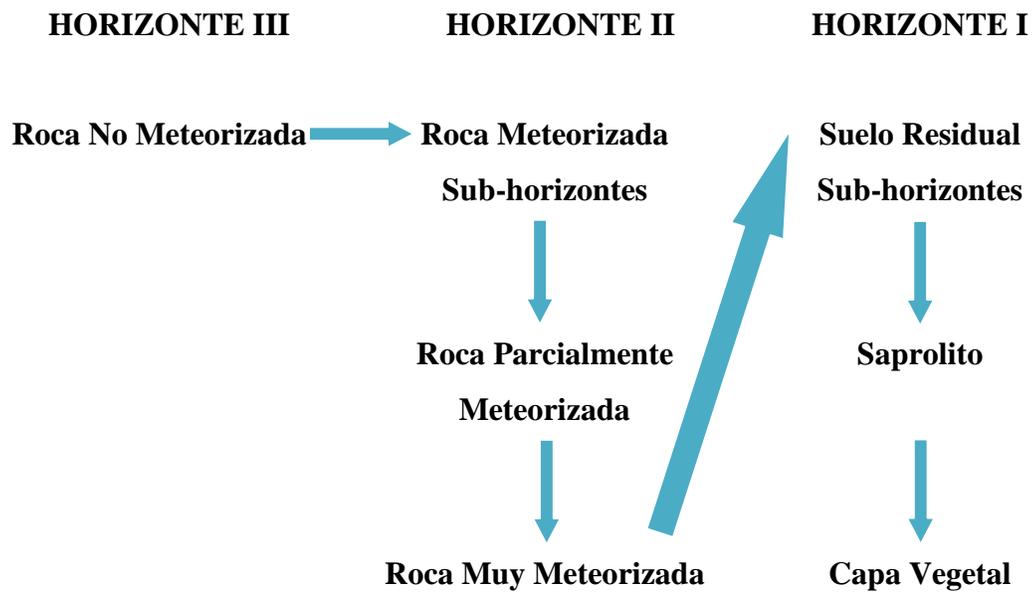


Tabla 5. Perfil de Meteorización propuesto por Deere y Patton 1971.

Horizonte III: Roca Sana 100%

Este horizonte conserva sus características sin encontrarse ningún efecto de meteorización.

Dicho horizonte no se observó en la zona de estudio, debido a que todos los afloramientos estudiados se encuentran afectados de uno u otra forma por los agentes meteorizantes.

Horizonte II: Roca Meteorizada

En la zona de estudio, todos los afloramientos están afectados por los agentes de meteorización, destacándose que presentan grados distintos de intensidad y dependiendo de los mismos se clasifican en dos subhorizontes, denominados:

Sub-horizonte de Roca Parcialmente Meteorizada (horizonte II-B).

Este horizonte está caracterizado por presentar un porcentaje mayor del 90 % de roca sana. La superficie de la roca se encuentra descolorada y/o los minerales teñidos u oxidados. Los colores más comunes en que suele teñirse son: pardo anaranjado, pardo, pardo rojizo, marrón, ocre, pardo amarillento, etc. Eventualmente, éstos u otros colores pueden manchar los dedos. En algunos casos se puede reconocer el avance de la meteorización desde la superficie de la fractura algunos milímetros o centímetros hacia el interior de la roca. Se pueden apreciar bastantes cristales descolorados o teñidos.

Sub-horizonte de Roca Muy Meteorizada (horizonte II-A).

Está caracterizado por presentar un porcentaje entre 90 y 50 % de roca sana. En este horizonte la mitad o menos de la roca se han degradado a casi suelo, dejando núcleos de roca más dura. En todo caso, la estructura y la textura (o minerales individuales) en las partes blandas aún son claramente reconocibles.

Horizonte I:

Este intervalo presenta menos del 50% de roca, y se caracteriza por tener dos Sub-horizontes conformados por el Saprolito y la capa vegetal.

Sub-horizonte de Saprolito (I-B)

Está caracterizado porque más de la mitad de la roca ha devenido a suelo, pero la textura y las estructuras de la roca parental podrían ser reconocibles. Las partes blandas son deformables con poca dificultad y las partes rocosas son friables (que se puede desmenuzar con cierta facilidad).

Capa Vegetal (I-A)

Este horizonte está caracterizado por ser el sustrato de la capa vegetal, presentando abundante contenido de materia orgánica (humus) y restos vegetales en descomposición y siendo el mismo es el más afectado por la meteorización.

5.3. DESCRIPCION DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO

A continuación, en la Tabla 6, se presentan el resumen de las estaciones de trabajo con sus distintas características: numeración, identificación, punto GPS, coordenadas, descripción ubicación, cota, tipo de levantamiento y tipo litológico.

N	Estación	Punto GPS	Coordenadas	Descripción Ubicación	Cota (m.s.n.m)	Tipo de Levantamiento	Tipo Litológico	
01	PLA-P ₃ M ₁₋₁₁	009	N: 732932.066	Urb. El Placer al lado ASOPLACER	1187.5	SPT	Núcleo	
			W: 152474.049					
02	PLA-P ₂ M ₂₋₅	016	N: 732610.605	Cancha de softball Urb. El Placer	1152	SPT	Núcleo	
			W: 152743.991					
03	PLA-P ₁ M ₁₋₁₁	014	N: 733037.483	Plaza con carreta de perros caliente Urb. EL Placer	1142	SPT	Núcleo	
			W: 152468.606					
04	FRA-P ₁ M ₁₋₂	022	N: 732608.362	Al Final de la Calle el Placer.	1182	SPT	Núcleo	
			W: 1152879.002					
05	PDA-P ₁	035	N: 732474.826	Calle Ventuari con calle Suapure, calle ciega Urb. Piedra Azul	1128	SPT	Núcleo	
			W: 153827.416					
06	PLC-031 M _{1,2,3,4}	031	M ₁	Av. Sur 3 de la Urb. El Placer	1234	Corte de Carretera	Nichos	
								N ₁ : 732617.01
								W ₁ : 1152146.99
			M ₂					N ₂ : 732621.798
								W ₂ : 152142.298
			M ₃					N ₃ : 732613.307
	W ₃ : 1152150.237							
	M ₄	N ₄ : 732627.179						
		W ₄ : 152140.495						
07	PLC-032	032	N: 732717.299	Av. Sur 1 de la Urb. El Placer	1232.5	Corte de Carretera	Nichos	
			W: 1152417.919					
08	PLC-033	033	N: 732905.575	Av. Sur 1 de la Urb. El Placer	1157.5	Corte de Carretera	Nichos	
			W: 1152214.132					
09	PAZ-01	040	N: 732589.266	Detrás casa Churuata Piedra Azul	1155	Geología de Campo	Muestras de mano	
			W: 1154055.374					
10	PAZ-02	041	N: 732607.86	Detrás casa Churuata Piedra Azul	1047.5	Geología de Campo	Muestras de mano	
			W: 1154056.803					
11	PAZ-03	042	N: 732655.058	Detrás casa Churuata Piedra Azul	1028	Geología de Campo	Muestras de mano	
			W: 1154051.495					

12	PDA-P ₂	036	N: 732595.265	Parque de calle Caroní con calle Ventuari. Urb. Piedra Azul	1012.5	SPT	Núcleo
			W: 153846.584				
13	PDA-P ₃	037	N: 732665.404	Parque de calle Caroní. Urb. Piedra Azul	1006	SPT	Núcleo
			W: 1153580.909				
14	POZO DE AGUA	034	N:732083.305	Sector La Limonera	1182.5	Perforación de Pozo Profundo de Agua	Rippios
			W:1152974.014				

Tabla 6. Estaciones de trabajo, resumen de ubicación y detalles varios.

DESCRIPCIONES DEL PERFIL DE METEORIZACIÓN POR CADA ESTACIÓN DE TRABAJO.

Las estaciones de trabajo fueron divididas en zonas y el criterio para cada división se enmarcó en las características litológicas y los resultados de laboratorio, por lo que se definieron tres unidades: Unidad 1, se definió en la toma de muestras dentro de la urbanización El Placer, la Unidad 2, fue definida dentro de la urbanización Piedra Azul, mientras que la Unidad 3, la tenemos representada por la zona aledañas a La Limonera, veasé Figura 20.

Unidad I.

Esta unidad la tenemos ubicada dentro de la urbanización El Placer y está definida por las siguientes estaciones de trabajo: Estación 01 (PLA-P3), estación 03 (PLA-P1), estación 06 (PLC-031), estación 07 (PLC-032), estación 08 (PLC-033), estación 02 (PLA-P2) y estación 04 (FRA-P1). Las mismas se describen a continuación.

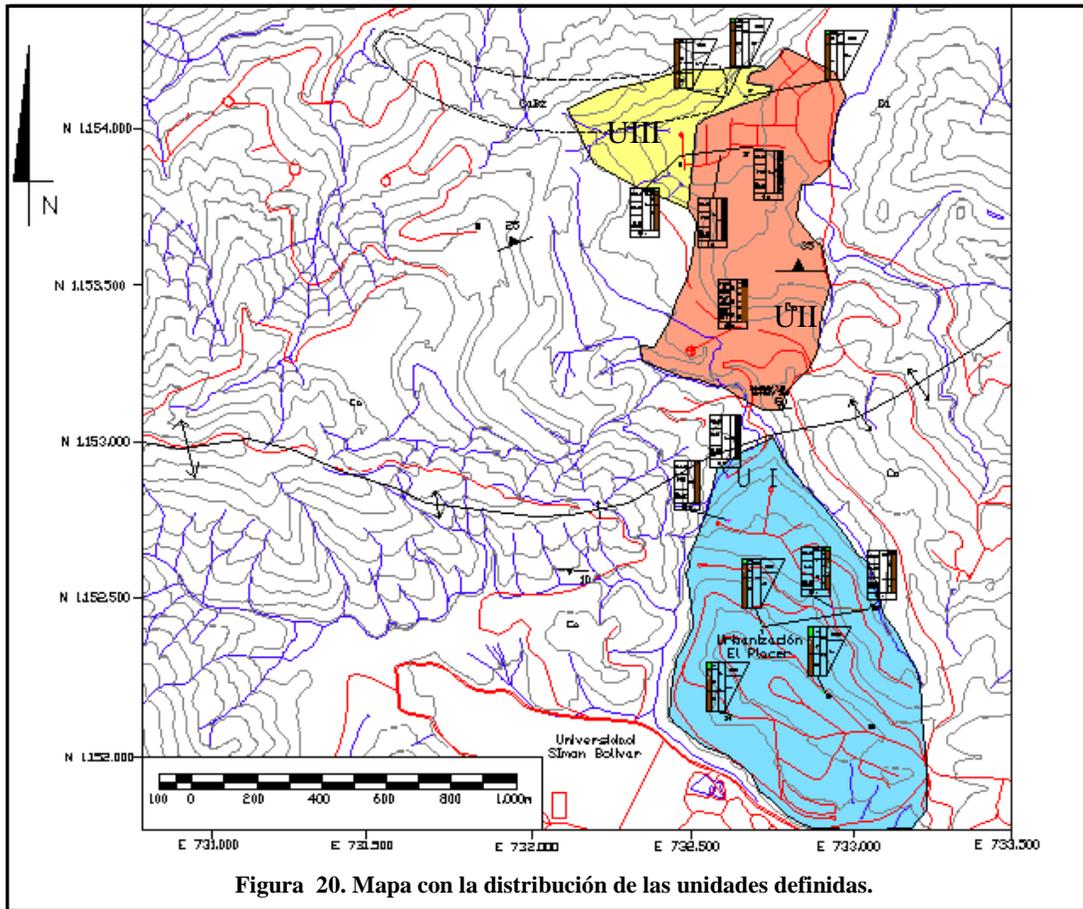


Figura 20. Mapa con la distribución de las unidades definidas.

Descripción del perfil de meteorización obtenido en la estación 01 (PLA-P₃)

Estación de trabajo ubicada en la entrada de la urbanización El Placer a 2 metros al oeste de la sede de ASOPLACER Figura 22, y tiene como coordenadas N: 732795.066 W: 1151774.049, cota m.s.n.m. 1187.5, véase Figura 21. En ella se utilizó el Ensayo Normal de Penetración (SPT), y la recuperación de las muestras se realizó de forma continua en los primeros 4 metros (recuperación de muestras cada 50cm) recuperando los siguientes intervalos inferiores a cada metro, obteniendo así 11 muestras, con una profundidad total de perforación de 7.5 metros. En este sondeo se distinguieron los siguientes horizontes y sub-horizontes, que se describen a

continuación. Los resultados de los ensayos para cada muestra están representados en los anexos.



Figura 21. Imagen Satelital donde se observa la Estación de Trabajo 01 (PLA-P3).

Horizonte III: Roca sana 100%

Este horizonte no se observó debido a que todas las muestras recuperadas presentaban grados de meteorización y debido a las limitaciones del equipo de perforación no se alcanzó a penetrar el horizonte en cuestión.

Horizonte II: Roca Meteorizada

Sub-Horizonte IIB: Roca Parcialmente Meteorizada

Al igual que en el horizonte anterior y basados en la clasificación para perfiles de meteorización propuesta por Deere y Patton (1971), este sub-horizonte tampoco fue penetrado.

Sub-Horizonte IIA: Roca muy Meteorizada

Se identifica este sub-horizonte a una profundidad entre de 5 y 7.5 m, estando caracterizado por un esquistos micáceo con coloraciones grisáceas con distintos tonos y en bandas de colores que van desde el gris dominante hasta el ocre, su foliación es apreciada a simple vista aunque presenta signos de meteorización.

La descripción visual del laboratorio nos arrojó un sub-horizonte dominado por limos y gravas, al desagregarla manualmente. Su distribución granulométrica representada por los siguientes porcentajes: Gravas con un 15.76%, arenas 40.86% y finos 43.39%

Horizonte I: Suelo Residual

Este horizonte es el dominante, debido al alto grado de meteorización observado en las muestras. Estas fueron recuperadas desde los 0 m a 5m, debido a que el método utilizado para la recuperación fue el SPT , obteniéndose unos valores de golpes para la hincas del muestreador no mayores a 25, lo que nos indica una moderada resistencia a la penetración, corroborando el alto grado de meteorización en este horizonte. Por otra parte, la granulometría de los materiales disgregados de las mismas, tienen un dominio de las arcilla, limos y arenas, los porcentajes de finos varían entre 26.38% y 59.93, las arenas entre 31.66 % y 50.22% y las gravas entre 7.46% y 34.78%. Cabe destacar que este valor de gravas como límite superior de 34.78% es el único que sobrepasa el 20%, esto es debido a que en esta profundidad se definió un coluvión, afectando los porcentajes.



Figura 22. Detalle de Perforacion SPT.

Sub-Horizonte IB: Saprolito

El sub-horizonte está definido desde los 5 m hasta los 2.5 m, siendo el sub-horizonte con el espesor mayor, destacándose que las muestras presentaron una uniformidad en cuanto al tipo de litología y grado de meteorización. Esta meteorización se presenta con colores ocre y marrones debido a los efectos de oxidación, aunque tenemos otros colores como tonos grises a blancuzcos, la litología presente está dominada por un Esquisto micáceo-grafitoso y sus productos de meteorización.

En cuanto a su granulometría tenemos porcentajes de finos en un rango que varían los finos desde 51.04% a 36.08%, las arenas 48.98% a 35.24% y las gravas entre 20.03% y 4.18%, si despreciamos estos valores límites, los porcentajes calculados para cada muestra se presentan con relativa uniformidad, y se presentan en los anexos. Por otra parte se observa que el número de golpes para la hincada del

muestreador varía entre los 25 y 12 golpes, lo cual nos infiere la poca resistencia a la penetración de este intervalo.

Coluvión

Este intervalo esta caracterizado por presentar una distribución del material en forma caótica con tamaños de granos muy variables y con presencia fragmentos de roca angulares, lo que nos indica que el material sufrió poco transporte durante su depositación. El coluvión se presenta desde los 2.5m hasta los 0.5m de la perforación.

Sub-Horizonte IA: Capa Vegetal

Este es el horizonte más superficial, constituyendo la dominada capa vegetal, el mismo se recuperó en el primer medio metro de perforación teniendo un espesor de 30 cm, su color era de ocre a marrón oscuro presentando raíces y material orgánico, con olor característico.

Descripción del perfil de meteorización obtenido de la estación 03 (PLA-P₁)

Esta estación está ubicada en la calle norte 7 de la urbanización de El Placer específicamente en las coordenadas N: 732819.483 W: 1152117.603, cota m.s.n.m. 1142, véase Figura 23, en la misma se utilizó el Ensayo Normal de Penetración para la toma de muestras y se recuperaron 09 muestras, perforándose hasta una profundidad de 5.50 metros.



Figura 23 Imagen Satelital donde se observa la Estación de Trabajo 03 (PLA-P₁).

Horizonte III: roca 100% sana

Este horizonte no fue encontrado ya que todas las muestras presentaban algún vestigio de alteración por lo cual las excluye de este horizonte.

Horizonte II: Roca Meteorizada

Sub-Horizonte IIB: Roca parcialmente Meteorizada.

En el último medio metro de la perforación se identificó una muestra con las características adecuadas como para pertenecer a este grupo. La muestra recuperada presentó una foliación marcada, distinguiéndose sus diferencias litológicas entre capa y capa. El esquisto presentó un color claro de gris a beige sin tonos aparentes que demostraran oxidación. Debido a la competencia del material se pudo tomar un cilindro de muestra continuo.

El número de golpes, SPT, fue muy alto, de unos 80 golpes en 12cm, lo que dio pie, siguiendo las normas establecidas para las perforaciones, a detener la misma. En cuanto a la granulometría tenemos un porcentaje de grava del 6.60%, arenas con 41.014% y finos con 52.38%. La humedad natural es del 6.39%.

Sub-Horizonte IIA: Roca muy meteorizada

Este sub-horizonte es el de mayor espesor dentro del intervalo penetrado observándose desde los 1.5m hasta los 5m, y en él se distingue la presencia de un esquisto micáceo grafitoso con colores claros grises y blancos a ocres, y las tonalidades rojizas ya nos delatan los efectos de oxidación a que este sub-horizonte fue sometido. Las foliaciones son observables aunque no con la claridad del sub-horizonte anterior.

La granulometría presenta unos valores relativamente constantes a lo largo del perfil, variando las mismas entre 51.082% y 62.468% para los finos y 31.003% y 39.749% para las arenas, para las gravas tenemos una variación de 1.179% y 8.045%. En cuanto al SPT tenemos variaciones alrededor de los 30 y 60 golpes.

Horizonte I: Suelo Residual

Este horizonte no se observó en esta estación debido a que ha sido sustituido por un coluvión. La descripción visual y sus valores geotécnicos tales como: número de golpes N_{spt} , la distribución caótica y angulosa de los materiales que constituyen la muestra recuperada, nos indica su naturaleza coluvial del mismo. Los golpes presentan valores extremos de 109 golpes a 1.5 m para un intervalo de suelo residual, estos luego descienden de manera drástica a 57 golpes a los 2 m indicándonos las presencias de fragmentos que nos alteran la resistencia del material a la penetración.

Descripción del perfil de meteorización obtenido en la estación 06(PLC-031).

Esta estación de trabajo se encuentra ubicada en la Av. Sur 3 de la urbanización El Placer específicamente bajo las coordenadas UTM N: 732403 W: 1151790, cota m.s.n.m. 1234 promedio, véase Figura 24.

La metodología utilizada para la toma de muestras fue la excavación de nichos en el talud en sus distintos horizontes observados. Fueron definidos 2 horizontes los cuales se describirán a continuación.



Figura 24. Imagen Satelital donde se observa la Estación de Trabajo 06 (PLC-031).

Horizonte III: Roca Sana 100%

En el afloramiento estudiado todas las muestras observadas mostraban signos de meteorización, por lo tanto no fue posible la descripción de este horizonte.

Horizonte II: Roca Meteorizada

Sub-Horizonte IIB: Roca Parcialmente Meteorizada

En el afloramiento no se observó una roca con las características necesarias para pertenecer a este sub-horizonte.

Sub-Horizonte IIA: Roca muy meteorizada

El sub-horizonte está dominado por un esquistos que presenta foliación visible a simple vista y entre las diaclasas se distinguen precipitados de cuarzos perpendiculares y paralelos a la foliación. Este esquistos se presenta bandeado, con distintos colores que van desde blanco a gris oscuro, pasando por una gama de marrones, lo cual atribuimos a la oxidación de los minerales teniendo la roca colores grises claros en su estado fresco y marrones a rojizos en su estado meteorizado; a pesar del visible afecto de la meteorización la roca no se desmorona granularmente, por lo contrario, se desagrega en bloques (vease Figura 26) en el momento de realización del nicho. Para este sub-horizonte tenemos porcentajes granulométricos para finos 34.55%, arenas 35.76% y gravas 29.69%, con porcentaje de humedad del 4.67%.



Figura 25. Detalle de la toma de muestra del sub-horizonte IIA.



Figura 26. Fotografía 12. Caída en bloques del material a la hora de realizar el nicho.

Horizonte I

Sub-Horizonte IB: Saprolito

En este perfil el saprolito es el de mayor espesor, observándose remanentes de la foliación, sus colores frescos son beige a grises, meteorizando a colores marrones claros veasé Figura 27. La muestra no presenta una resistencia importante a la hinca del muestreador. El material recuperado se torna muy friable sin mantener su estructura, es decir se disgrega fácilmente. Su granulometría está dominada por las arenas en un 66.26% y reportándose una humedad natural del 2.42%.



Figura 27. Fotografía de toma de muestra en el sub-horizonte IB.

Sub-Horizonte IA: Capa Vegetal

En el caso de este sub-horizonte tenemos coloraciones marrones a rojizas, producto de la oxidación, siendo los tonos más claros en la muestra fresca (veasé tope de Figura 28). En cuanto a su consistencia tenemos una material bastante frágil ya que se desmoronable con la acción de los dedos; al contacto con el material se observa un cierto brillo debido a la meteorización de las micas existentes en la roca. Se observan raíces y horadaciones de animales en las paredes del nicho Figura 28. Presenta una granulometría dominada por las gravas y arenas con un 45.22% y 38.99% respectivamente.



Figura 28. Fotografía de toma de muestra para el horizonte IA.

Descripción del perfil de meteorización obtenido en la estación 07(PLC 032)

Estación ubicada en la Av. Sur 1 de la Urb. El Placer, bajo las coordenadas UTM N: 732717.299 W: 1152417.919, cota m.s.n.m. 1232.5 veasé Figura 29. La toma de muestras se realizó mediante la excavación de nichos realizados en los horizontes del corte, habiéndose distinguido dos horizontes que se describen a continuación.



Figura 29. Imagen Satelital ubicación de la estación de trabajo 07 (PLC-032).

Horizonte III. Roca no meteorizada

Como en las estaciones anteriores este Sub-horizonte no se observó

Horizonte II. Roca meteorizada

Sub-Horizonte IIB: Roca parcialmente meteorizada.

Este Sub-Horizonte no se distingue en el afloramiento.

Sub-Horizonte IIA: Roca Muy Meteorizada

Este sub-horizonte presenta las estructuras heredadas de la roca original, sus planos de foliación se distinguen en 3 direcciones, los bloques de roca se desprenden fácilmente con la mano, presentan coloraciones pardas claras veasé Figura 30, la muestra presenta muy baja resistencia a la hinca del muestreador, lo cual indica su alto grado de meteorización.



Figura 30. Fotografía detalle de Sub-horizonte IIA y Horizonte I.

Horizonte I: Suelo Residual

Sub-Horizonte IA y IB: Saprolito y capa vegetal

Estos sub-horizontes se encuentran totalmente cubiertos por la vegetación obstaculizando su observación y muestreo.

Descripción del perfil de meteorización obtenido en la estación 08 (PLC 033)

En este se encuentra localizado en la Av. Sur 1 de la Urbanización El Placer con coordenadas UTM N: 732905.575 W: 1152214.132, cota m.s.n.m.1157.5. La metodología utilizada para la toma de muestras fue con la elaboración de nichos para recuperar la muestra lo menos perturbada posible; se tomaron 2 muestras cuyos sub-horizontes se definen a continuación:



Figura 31. Imagen satelital ubicación de la estación de trabajo 08 (PLC-033).



Figura 32. Fotografía donde se aprecia contacto entre horizontes IB y IIA.

Horizonte III: Roca 100% Sana

Este horizonte no se observó debido a que todo el afloramiento presentaba signos visibles de meteorización

Horizonte II: Roca Meteorizada

Sub-Horizonte IIB: Roca Parcialmente Meteorizada

Este sub-horizonte, debido a las características del afloramiento no se observa, las rocas identificadas presentan un grado superior de meteorización a lo requerido para este sub-horizonte

Sub-horizonte IIA: Roca Muy Meteorizada

La roca a pesar de mantener sus planos de foliación, no presenta una resistencia importante a la hinca del muestreador, desmoronándose con facilidad Figura 33. Los colores varían desde grises oscuros a pardos y ocreos siendo estos tonos rojizos las evidencias de los procesos meteorizantes de oxidación en los minerales. (Características del laboratorio)



Figura 33. Fotografía donde se detalla el sub-horizonte II-A.

Horizonte I

Sub-horizonte IB: Saprolito

En este sub-horizonte las estructuras heredadas por la roca son casi inexistentes estando totalmente meteorizados y presentando colores de marrón claro a rojizo Figura 34. La resistencia a la hincada del muestreador es baja indicándonos su un alto grado de meteorización. En cuanto a su humedad natural la tenemos en un 6.17%.



Figura 34. Fotografía donde se detalla el sub-horizonte I-B.

Sub-horizonte IA: Capa Vegetal

Debido a las características del afloramiento fue imposible la toma de muestras de este sub-horizonte, pero se puede observar que el espesor era no mayor de algunos decímetros con una tonalidad más marcada a marrones oscuros.

Descripción del perfil de meteorización obtenido en la estación 04 (FRA-P₁) coluvión

La misma se encuentra ubicada entrando por la carretera de La Limonera, municipio Baruta, estado Miranda, descendiendo hacia el club de la Contraloría General, cuyas coordenadas geográficas son N: 732608.362 W: 1152879.002, con cota de 1182 m.s.n.m, véase Figura 35, en dicha estación se realizó el muestreo por el ensayo de Estándar Penetración Test (SPT), obteniéndose la recuperación de 2 muestras y alcanzando una profundidad de 2 metros.



Figura 35. Imagen satelital de ubicación de la estación de trabajo 04 (FRA-P₁).

Según los resultados obtenidos en la perforación observamos que todas las muestras eran homogéneas y con una distribución de material recuperado no uniforme, los fragmentos de roca son angulosos y con una distribución caótica, los tamaños de los fragmentos rocosos eran muy diversos. Por otra parte se observa en un afloramiento cercano a la perforación, un material igual al recuperado, de aquí que se infiere que estamos en la presencia de un material de naturaleza coluvial.

Esta perforación no pudo seguir avanzando en profundidad debido a las características operativas del equipo y el rechazo del suelo a la penetración.

Descripción del perfil de meteorización obtenido en la estación 02 (PLA-P₂)

Estación de trabajo que se encuentra ubicada al final de la calle norte 6 de la Urbanización El Placer dentro de la cancha de softball entrando por la reja peatonal a la misma y tiene como coordenadas N. 732610.605 W:1152743.991, con cota de

1152 m.s.n.m. Figura 36. Aquí también se utilizó el ensayo de Penetración Normal. Se perforaron 2.5 metros y se obtuvieron 4 muestras.



Figura 36. Imagen satelital de ubicación de la estación de trabajo 02 (PLA-P₂).

En cuanto a los resultados de los ensayos de granulometría obtuvimos valores para los finos de 31.43%, arenas con un porcentaje del 44.53 y las gravas un 24.04%.

Debido a las características de las muestras recuperadas, las cuales se presentan iguales a la estación de trabajo previamente descrita, denominamos este intervalo como de naturaleza coluvial.

Unidad II

Unidad caracterizada por relleno antrópico.

Descripción del perfil de meteorización obtenido en la estación 14 (Pozo de agua)

Esta estación de trabajo está ubicada dentro del sector La Limonera, Municipio Baruta, Estado Miranda, con coordenadas geográficas UTM N: 732083 W: 1152974 y cota 1182.5 m.s.n.m.

Esta estación de trabajo se basó en el perfil obtenido en la perforación del pozo de agua realizado por la compañía PERFOSTAR, C.A, la cual alcanzó una profundidad de 140m, obteniendo el siguiente perfil.

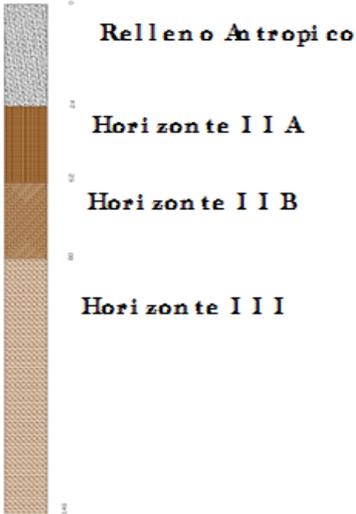


Figura 37. Perfil observado en la perforación para el pozo de agua.



Figura 38. Muestras de Rippios obtenidas durante la perforación del pozo.

Descripción del perfil de meteorización obtenido en la estación 12 (PDA-P02)

Esta estación de trabajo está ubicada dentro de la urbanización Piedra Azul, municipio Baruta, estado Miranda, con coordenadas geográficas UTM N: 732595.265 W: 1153846.584 y cota 1012.5 m.s.n.m. Figura 39.



Figura 39. Imagen Satelital de ubicación de la estación de trabajo 12 (PDA-P02).

Esta estación de trabajo fue realizada con el método de ensayo de penetración normal llegando a una profundidad de tres metros, observándose que en su totalidad era un relleno.

Descripción del perfil de meteorización obtenido en la estación 13 (PDA-P03)

Esta estación de trabajo está ubicada dentro de la urbanización Piedra Azul, municipio Baruta, estado Miranda, con coordenadas geográficas UTM N: 732665.404 W: 1153580.000 y cota 1006 m.s.n.m. Figura 40.

Al igual que en la estación de trabajo anterior se observó en su totalidad de 4 metros de profundidad la presencia de un relleno.



Figura 40. Imagen satelital de ubicación de la estación de trabajo 13 (PDA-P03).

Unidad III

Esta unidad fue definida dentro de la urbanización Piedra Azul, municipio Baruta, estado Miranda. En de la misma tomando en cuenta la geomorfología, litología y resultados obtenidos en laboratorio, se definieron dos zonas en esta unidad. La zona 1 viene representada por las estaciones de trabajo: Estación 09 (PAZ-01), estación 10 (PAZ-02), estación 11 (PAZ-03), estación 05 (PDA-01).

Descripción el perfil de meteorización obtenido en la estación 05 (PDA –P01)

Esta estación de trabajo está ubicada entre la calle Ventuari y calle Suruape al final de la calle ciega en la Urbanización Piedra Azul presentando las coordenadas geográficas N: 732474.826 W: 1153827.416, con cota de 1128 m.s.n.m. Figura 41, el muestreo se realizó con el ensayo de penetración normal (SPT) dando como resultado la toma de tres muestras continuas desde 0 a 1.5m, y en ella se distinguieron 2 horizontes, basándonos en sus características litológicas y su resistencia a la

penetración, los cuales con sus sub-horizontes correspondientes se describirán a continuación.



Figura 41. Imagen satelital donde se observa la estación de trabajo 05 (PDA-P01).



Figura 42. Fotografía de la máquina para perforación SPT en el sitio de perforación.

Horizonte III: Roca sana 100%

En este sitio no se observó este horizonte debido a que todas las muestras recuperadas hasta la profundidad alcanzada, mostraban signos de meteorización. La búsqueda de la roca 100% sana con este equipo de perforación (SPT) es imposible debido al rechazo del suelo a la penetración se requeriría un equipo de rotación para poder avanzar en lo que se refiere a profundidad y toma de muestras lo menos perturbadas posibles.

Horizonte II: Roca meteorizada

Sub-horizonte IIB: Roca parcialmente meteorizada,

Este sub-horizonte muestra planos de foliación bien definidos a pesar del efecto de la hincada del muestreador (Figura 43). Esta muestra presenta en su mayoría colores marrones o rojizos indicándonos los efectos meteorizantes a los que fue sometido este horizonte, sin embargo el material recuperado muestra cambios de coloración que nos permite inferir la transición hacia una litología menos afectada por meteorización, criterio este que es reforzado por la resistencia a la penetración (SPT).

Según los resultados obtenidos en los ensayos de granulometría tenemos que casi el 90% es arena y grava dominando la grava en cuanto a los finos observamos un porcentaje del 11.74%, lo cual hemos interpretado como un indicio de bajo grado de meteorización en este horizonte.



Figura 43. Foto de muestra tomada en la perforación PDA 01 a la profundidad de 1.5m.

Sub-horizonte IIA: Roca muy meteorizada

La foliación en este horizonte se observa aunque de manera menos competente, la coloración de la muestra es dominada por tonos rojizos a marrones en un mayor grado que el horizonte anterior (Figura 44). La competencia de la muestra es claramente menos que el del horizonte anterior, lo que nos indica un mayor grado de meteorización; por otra parte el porcentaje de finos es del orden del 43%, un aumento considerable si tomamos en cuenta el horizonte IIA de este perfil, lo que nos confirma el aumento en el grado de meteorización.



Figura 44. Foto muestra tomada en la perforación PDA 01 a la profundidad de 1 m.

Horizonte I

Sub-Horizonte IB: Saprolito

Este sub-horizonte se presenta en los primeros 50 cm de la perforación siendo la misma de unos 30 cm de la muestra total; está se presenta con coloraciones grises y pardas, la litología dominante es esquistosa observándose muy poco la foliación, por otra parte notamos que la muestra es muy friable y su granulometría está representada por un porcentaje de gravas 35.688, arenas con 21.363% y 42.95% de finos. La humedad natural es del 7.25%

Sub-Horizonte IA: Capa Vegetal

Se observó en la muestra la presencia de una capa orgánica de unos 15 cm de espesor, la cual es de un color marrón oscuro y con presencia de raíces.



Figura 45. Fotografía de muestra tomada en la perforación PDA 01 a los 0.5m.

Descripción del perfil de meteorización obtenido en la estación 09 (PAZ-01)

Esta estación de trabajo se encuentra ubicada dentro de Urbanización Piedra Azul, municipio Baruta, estado Miranda con coordenadas UTM N: 732589.266 W: 1154055.374, con una cota de 1155 m.s.n.m.(Figura 46). A continuación se describen los horizontes definidos en el perfil.



Figura 46. Imagen satelital de la ubicación de la Estación de Trabajo 09 (PAZ-01).

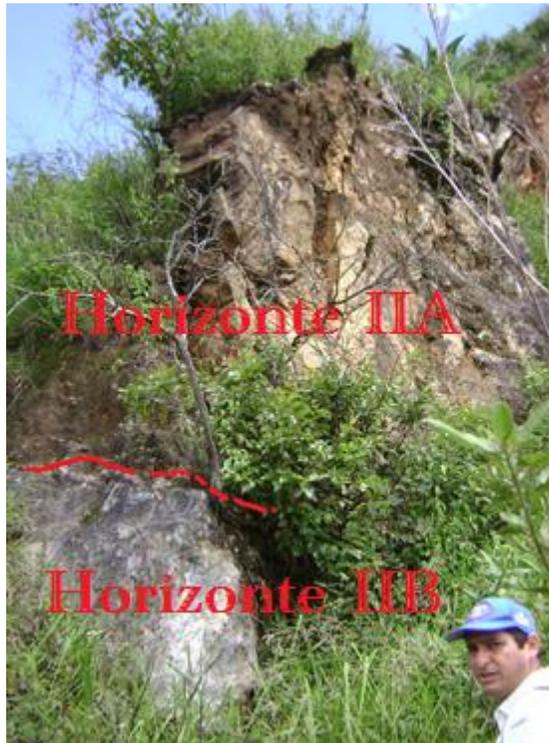


Figura 47. Fotografía de perfil de meteorización de la estación de trabajo 09 (PAZ-01).

Horizonte III. Roca Sana 100%.

Este horizonte, aunque observamos roca muy competente, presenta evidencias de meteorización, como aperturas de diaclasas, ciertas coloraciones rojizas en algunos puntos, lo que nos excluye de este horizonte.

Horizonte II. Roca Meteorizada.

Sub-Horizonte IIA: Roca parcialmente meteorizada.

Este horizonte está representado por un mármol dolomítico, aunque en buenas condiciones presenta evidencias de meteorización; para la toma de muestra del mismo se utilizaron los planos de diaclasas, las cuales están separadas por efectos meteorizantes, dentro de estas se observan, aunque en pequeña escala, material de relleno con coloraciones ocres Figura 48.



Figura 48. Fotografía donde se aprecia detalle del sub-horizonte IIA.

Sub-horizonte IIB: Roca muy meteorizada.

La roca muy meteorizada a meteorizada es la predominante en este perfil con espesores de 5m, cabe destacar que no podemos comparar espesores con el sub-horizonte sub-yacente, debido a que en el mismo es imposible tomar sus dimensiones en cuanto a espesores, ya se encuentra totalmente soterrado Figura 47.

Este sub-horizonte se caracteriza por presentar una roca meteorizada, la cual mantiene la estructura heredada de la roca parental, las coloraciones del material varían desde los tonos grises oscuros, hasta los tonos ocre; las diaclasas se encuentran separadas en un mayor grado que en el horizonte anterior y presentando un mayor contenido de material de relleno.

Horizonte I: Suelo residual

Este horizonte está muy poco representado en este perfil y por lo general en toda la unidad II, el espesor de capa vegetal es de unos 10 cm de espesor, siendo éste capaz de sustentar la vegetación predominantemente desarrollada en el período de lluvias.

Descripción del perfil de meteorización obtenido en la estación 10(PAZ-02)

Este perfil se encuentra dentro de la misma urbanización que el perfil anterior bajo las siguientes coordenadas UTM: N: 732607.86 W: 1154056.803 y con una cota de 1047.5 m.s.n.m. Figura 49, en este perfil se definieron los siguientes horizontes.



Figura 49. Imagen satelital ubicación de la estación de trabajo 10 (PAZ-02).

Horizonte III: Roca sana 100%

Este horizonte no se observo debido a que todas las muestras presentan signos de meteorización.

Horizonte II: Roca Meteorizada.

Sub-horizonte IIB: Roca parcialmente meteorizada.

Este sub-horizonte según su definición no se observa en este perfil.

Sub-horizonte IIA: Roca muy meteorizada.

Los materiales detectados en este sub-horizonte presentan las estructuras heredadas de la roca parental, pero con muy poca competencia, por lo que es muy frágil a la hora de hincar la piqueta o cualquier tipo herramienta, lo cual nos indica su elevado grado de meteorización. Esta litología presenta colores de blancos a grises oscuros con tonalidades ocreas en algunas partes (Figura 50).

Horizonte I: Roca Residual

Este horizonte de saprolito y capa vegetal se encuentra afectado por un coluvión que se observa desde el contacto con el sub-horizonte IIA (Figura 51), hasta la capa vegetal reciente producto de la temporada de lluvias. En este intervalo el material observado varía desde fragmentos de roca a matriz fina, las características de los fragmentos nos indica que no han sufrido un transporte importante, debido a sus características angulosas.



Figura 50. Fotografía detalle del sub-horizonte IIA.



Figura 51. Fotografía detalle del coluvión.

Descripción del perfil de meteorización obtenido en la estación 11 (PAZ-03)

Este perfil de meteorización está ubicado dentro de la urbanización Piedra Azul, municipio Baruta, estado Miranda, con coordenadas geográficas UTM N: 732655.058 W: 1154051.495 y cota 1028 m.s.n.m. Figura 52. Sus características son parecidas al perfil anteriormente descrito y presentadas a continuación.



Figura 52. Imagen satelital de ubicación de la estación de trabajo 11 (PAZ-03).

Horizonte III: Roca sana 100%

Las rocas observadas en este perfil se encuentran meteorizadas, quedando este horizonte sin observación en el afloramiento, debido a que este perfil debería estar conformado por roca 100% sana.

Horizonte II: Roca meteorizada

En este horizonte solo se observa el sub-horizonte IIA debido a que la roca aflorante no presenta niveles de meteorización mayores a los requeridos en el sub-horizonte IIB.

Sub-horizonte IIA: Roca muy meteorizada

La roca aflorante en este sub-horizonte presenta foliaciones heredadas de las cuales son participes de la descomposición que afecto dicho material, debido a que permiten el paso del agua por entre sus planos. La roca se fragmenta con facilidad siguiendo los planos de debilidad y sus colores van desde grises oscuros en la roca meteorizada a grises claros en color fresco.



Figura 53. Fotografía en detalle perfil de meteorización y contactos entre horizontes.

Horizonte I

Este horizonte se encuentra cubierto por un coluvión de espesor aproximado de 1.5 m el cual puede ser observado en la Figura 53 y Figura 54, en el cual se observan tamaños de granos muy variables y fragmentos de roca, los cuales se encuentran distribuidas a lo largo de todo el perfil.



Figura 54. Fotografía de detalle de coluvión.

CAPITULO VI

6. RESULTADOS

6.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Tomando en cuenta que el objetivo principal de este trabajo especial de grado es la caracterización de los suelos residuales y el perfil de meteorización asociado, se recopilaron datos en el levantamiento geológico superficial y el análisis de las muestras recuperadas en el laboratorio, nos genera unos resultados que se exponen a continuación.

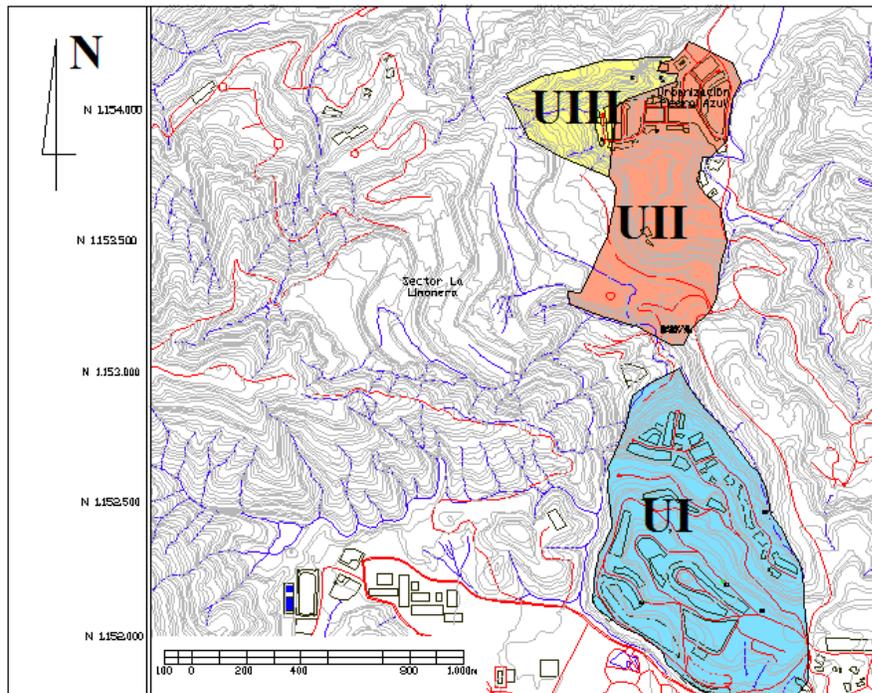


Figura 55. Mapa de Unidades Informales.

6.2. EVALUACIÓN GENERAL

La zona de estudio fue dividida en 3 unidades informales: Unidad Informal I (UI), Unidad Informal II (UII) y Unidad Informal III (UIII); basándonos en las topoformas, características observadas en los distintos horizontes del perfil de meteorización, la distribución de estas 3 unidades informales se presentan en el mapa anexo.

En esta distribución se definieron 3 cortes con el fin de interpretar los cambios de una manera lateral de los horizontes en dichas unidades.

A continuación se presentan dichos cortes y se describen:

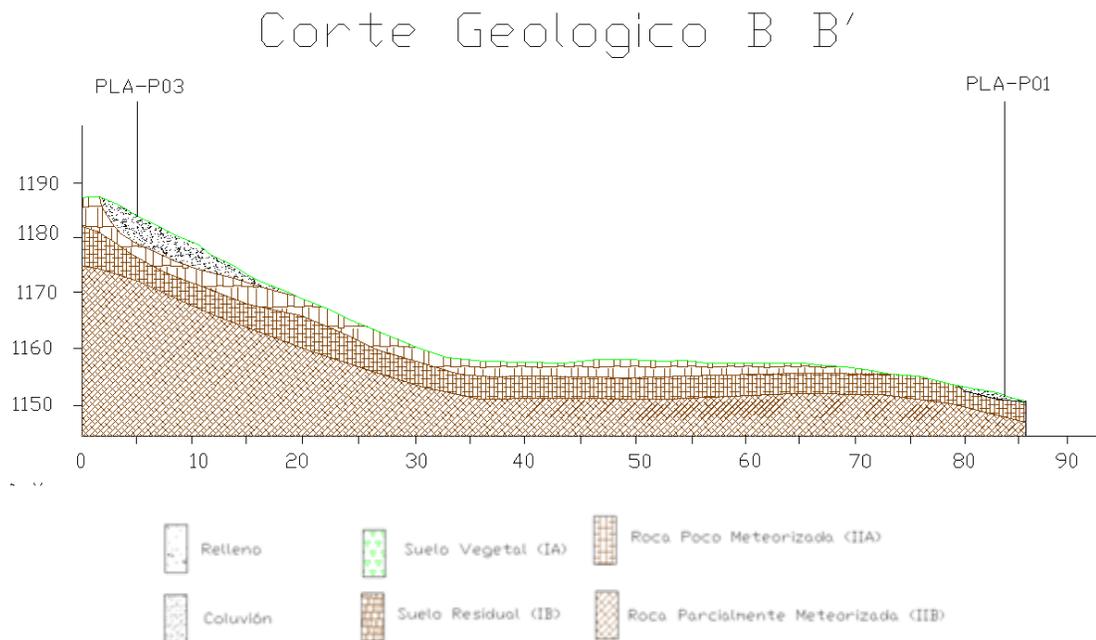


Figura 56. Corte Geológico B B'

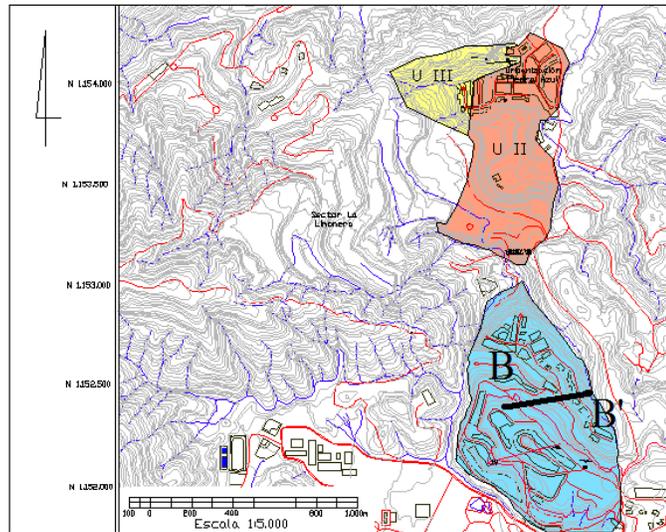


Figura 57. Ubicación de corte B-B.

Este corte se encuentra dentro de la unidad informal I, ubicada dentro de la urbanización El Placer. El mismo está definido entre dos perforaciones PLA-P03 la cual llegó a una profundidad de 7.5m y PLA-P01 a una profundidad de 5.5m. En el mismo observamos la presencia de coluviones en el tope de cada perforación, también tenemos que el horizonte de saprolito no se observa en la perforación PLA-01, lo nos indica una disminución lateral de sus espesores. En la parte más baja del perfil en la perforación PLA-P01, observamos la aparición del sub-horizonte IIB el cual no se encuentra en el perfil PLA-P03. Esto nos indica que los efectos de la meteorización han sido más acentuados hacia el perfil PLA-P03, el cual está ubicado a una cota mayor que PLA-P01.

Corte Geológico E E'

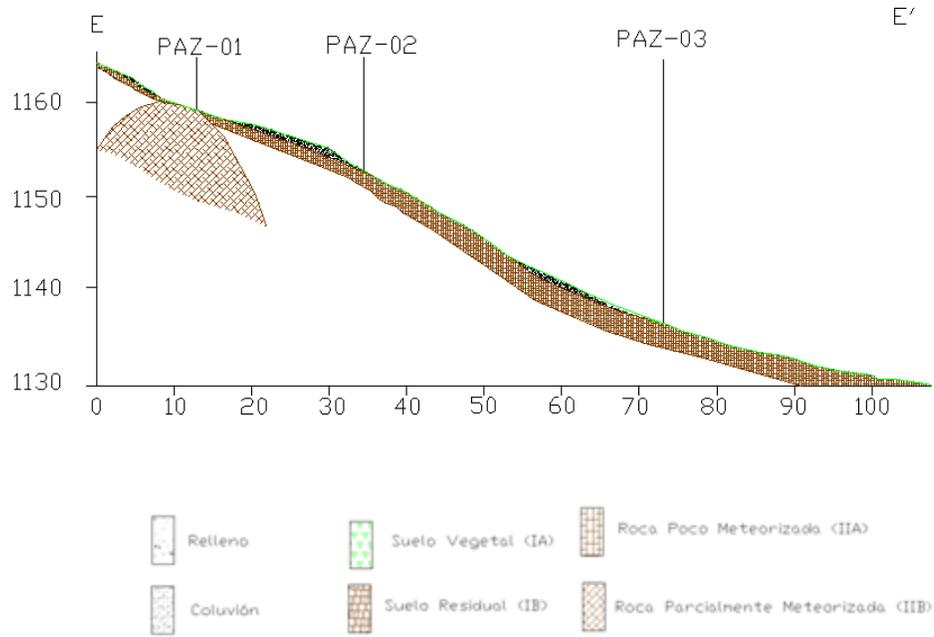


Figura 58. Corte Geológico E E'.

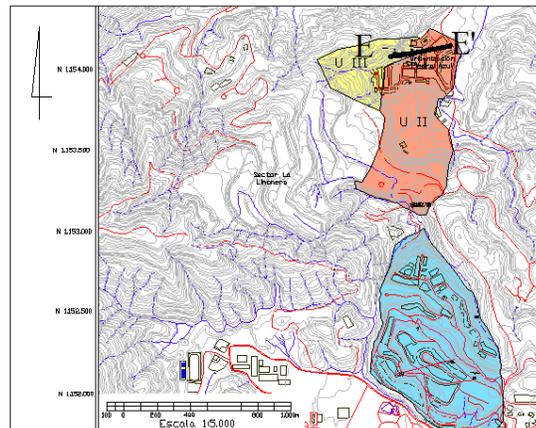


Figura 59. Ubicación de corte E-E'.

Este corte se trazó dentro de la urbanización Piedra Azul, (vease Figura 59), el mismo se realiza basándose en los resultados obtenidos en los nichos PAZ-01, PAZ-02 y PAZ-03. En la estación de trabajo PAZ-01 tenemos el horizonte menos meteorizado encontrado en este estudio, el cual está conformado por un marmol dolomítico. En este corte los espesores de suelo residual son mínimos o no se apresian dentro de los perfiles asociados. Hacia las cotas inferiores se observa la presencia de coluviones, los cuales estan en contacto con el sub-horizonte IIA de roca muy meteorizada.

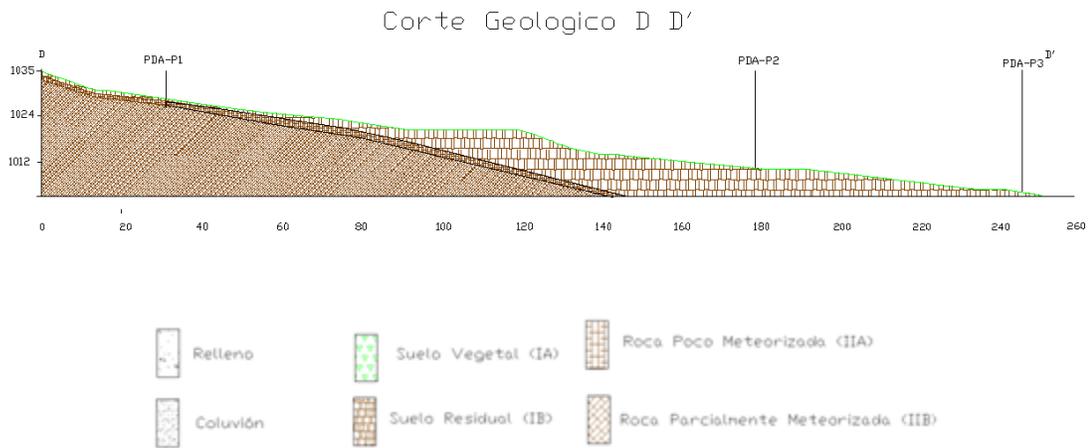


Figura 60. Corte Geológico D D'.

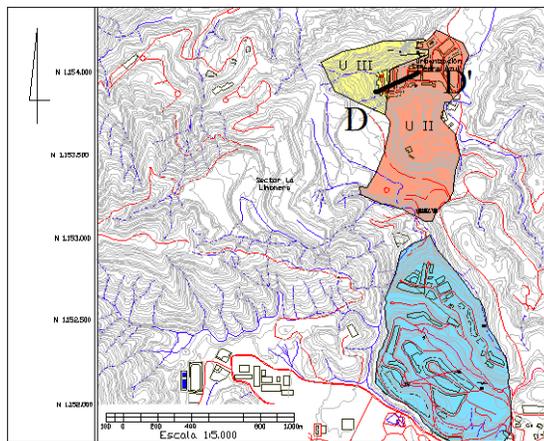


Figura 61. Ubicación de corte D-D'.

Este corte a sido generado a partir de tres perforaciones realizadas dentro de la urbanización Piedra Azul, (Corte D-D')En el mismo se observa que en la perforación PDA-P1 se detecto un perfil constituido por tres sub-horizontes los cuales no se aprecian en las otras dos perforaciones, en las cuales se penetro un relleno antrópico, el cual presumimos que fue realizado en el momento de la canalización de la quebrada y en el urbanismo de la urbanización.

6.3. EVALUACION GEOTÉCNICA

A las muestras obtenidas en campo se le realizaron los ensayos de laboratorios pertinentes, cuyos resultados nos permitieron establecer sus propiedades físicas y mecánicas. Los ensayos realizados a las muestras se presentan a continuación

Ensayos realizados en el laboratorio

-Ensayos de clasificación de suelos:

Granulometría.

Límites de Atterberg.

-Ensayos para determinar las propiedades físicas del suelo:

Humedad natural.

Densidad natural en laboratorio (peso unitario).

Los resultados obtenidos en los ensayos se describen a continuación para cada tipo de ensayo.

6.4. RESULTADOS OBTENIDOS POR TIPO DE ENSAYO

6.4.1. Humedad natural

En la zona de estudio tenemos la influencia del clima tropical donde las variaciones en las precipitaciones son importantes, siendo esto un factor de mucho peso a la hora de mediciones de humedades naturales.

El contenido de humedad natural la obtenemos calculando la diferencia del peso del suelo antes y después de secarlo en la estufa teniendo el peso del agua del suelo dividido por el peso del suelo seco.

Estos resultados se presentarán por cada estación y por cada horizonte con el fin de evaluar cualquier variación o semejanza en los valores obtenidos. Estos resultados se presentan en los anexos y a continuación se presenta una tabla (Tabla 7), donde mostramos los valores de la humedad promediadas por cada sub-horizonte.

Los valores de las humedades obtenidas varían entre 0.45 y 13.55 con un promedio de 7%, mientras que en los valores de la tabla varían entre 0.54% y 10.30% con un promedio de 5.42%. Según estos valores obtenidos tenemos suelos clasificados como de bajo contenido de agua intersticial.

Horizonte Estación	Horizonte III (%) Roca Sana	Horizonte II (%)		Horizonte I (%)		Coluvió n (%)
		Sub-Horizonte II-A	Sub-Horizonte IIB	Sub-Horizonte IA	Sub-Horizonte IB	
		Roca Parcialmente Meteorizada	Roca Muy Meteorizada	Saprolito	Capa Vegetal	
Est. 01			6,49	4,68	5,37	
Est. 02		1,87	0,54	0,74	10,30	
Est.03		6,39	7,87			3,31
Est. 04						2,1
Est. 05		4,88	3,28	7,25	7,25	
Est. 06			4,67	2,42	5,19	
Est. 07					6,73	
Est. 08			2,03	6,17		
Est.09			4.36			
Est.10			5.19			4.68
Est.11			3.05			3.85

Tabla 7. Humedades Naturales del suelo.

Sin duda también la litología contribuye a las variaciones tan marcadas en estas humedades, esta unidad se caracteriza por rocas foliadas y diaclasadas permitiendo estos planos la circulación del agua variando estas humedades de maneras puntuales en los momentos de la toma de muestras.

6.4.2 Peso Unitario

Los resultados obtenidos en los ensayos realizados con sus respectivas formulas y procedimientos a seguir, se presentaran en el anexo correspondiente al peso unitario.

Estos valores obtenidos y promediados para cada horizonte y sub-horizontes varían entre 1.57 ton/m³ como mínimo y 2.31 ton/m³ como máximo

Tales resultados obtenidos al calcular los distintos pesos unitarios nos presentan una distribución muy variable, siendo la misma muy poco representativa para establecer un resultado concluyente de este ensayo.

Esta variación tiene mucho que ver con las texturas de las respectivas muestras ensayadas, debido a que se observaron presencias de granos tamaño grava con unas dimensiones importantes, siendo una de las causas de variaciones en los pesos unitarios, por otra parte también tenemos la presencia de fragmentos de roca, los cuales igualmente aumentarán los valores a obtenidos en el laboratorio.

En la Tabla 8, se presenta los resultados de peso unitario por cada horizonte de cada perfil estudiado.

Horizonte Estación	Horizonte III (grs/cm ³) Roca Sana	Horizonte II (grs/cm ³)		Horizonte I (grs/cm ³)		Coluvi ón (grs/c m ³)
		Sub-Horizonte II-A	Sub-Horizonte IIB	Sub-Horizonte IA	Sub-Horizonte IB	
		Roca Parcialmente Meteorizada	Roca Muy Meteorizada	Saprolito	Capa Vegetal	
Est. 01			2,31	1,748		
Est. 02		1,72	1,89	1,89	1,87	
Est.03		1,642	1,778			1,988
Est. 04						1,913
Est. 05		1,67	2,065	2,005	2,005	
Est. 06			2,12	1,81	1,99	
Est. 07			1,92			
Est. 08			1,93	1,88		
Est.09			1.87			
Est.10			2.12			2.11
Est.11			1.97			2.09

Tabla 8. Tabla promediada, de pesos unitarios, para cada horizonte.

6.4.3 Granulometría.

Al igual que en los resultados de los ensayos anteriores, los ensayos de granulometría se han promediado por horizontes y sub-horizontes los resultados individuales de cada muestra se encuentran en los anexos.

Los resultados obtenidos se pueden ver en la Tabla 9.

Observando los gráficos expresados en el anexo, las curvas granulométricas se presentan de maneras similares, indicándonos una distribución granulométrica relativamente constante para cada muestra. Los mayores porcentajes de finos los tenemos hacia el tope del perfil, en el suelo residual (horizonte I), mientras que el valor mayor de arenas y gravas se presentan en el horizonte II representado por la roca meteorizada. Las curvas representadas en los gráficos presentan una pendiente constante. Manteniendo su comportamiento para cada muestra ensayada.

En la estación de trabajo 03 (PLA-P1), la distribución granulométrica presenta una disminución en los porcentajes del tamaño de grano hacia el tope del perfil encontrándose los mayores porcentajes de finos en el horizonte superior, representado por el suelo residual, y los mayores porcentajes de gravas y arenas hacia la base del perfil, ver anexos.

Estas curvas se presentan de forma convexa lo que nos indica un aumento en los valores medios de la distribución y una caída de los porcentajes de finos, lo cual nos genera esta forma en la curva.

	IIA			IIB			IA			IB			COLUVION		
	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
Est. 01				7,46	32,61	59,93	14,01	41,44	41,96	15,76	40,86	43,39			
Est. 02				24,036	44,497	31,429									
Est. 03	6,64	41,014	52,381	5,771	37,497	56,730							3,096	37,02	59,882
Est. 04													0,760	49,565	49,675
Est. 05	51,442	36,836	11,743	35,688	21,363	42,95	35,688	21,363	42,95	35,688	21,363	42,95			
Est. 06				29,69	35,76	34,55	17,12	66,26	16,62	45,22	38,99	15,79			
Est. 07				37,321	32,142	30,537	37,413	36,328	26,259	30,772	29,216	49,012			
Est. 08				39,418	32,189	28,393	29,94	33,918	36,142						
Est. 09				42,315	35,121	22,564									
Est. 10				39,152	34,253	26,595							16,254	42,563	41,183

Tabla 9. Distribución granulométrica. Promedio de los horizontes.

Las distribuciones se presentan de igual forma para cada muestra ensayada manteniendo su forma en las gráficas.

6.4.4 Límites de Atterberg. Límite líquido y límite plástico

Los resultados de este ensayo nos arrojan valores en todas las muestras ensayadas de un comportamiento NO PLASTICO.

6.5 TABLAS RESUMEN DE DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO Y SUS RESULTADOS DE LABORATORIO

En las siguientes tablas se expresa de una manera gráfica las correlaciones entre los distintos perfiles de meteorización, características observadas en campos y principales datos geotécnicos.

Prof. (m)	Litología Gráfica Clasificación de Patton	Detalles	N1(60)	Humedad (%)		Granulometría			Descripción
						% GRAVA	% ARENA	% FINOS	
0	IA Capa Vegetal		28	7.25		35.688	21.363	42.95	Se observan raíces, color marron oscuro y 15 cms de
0.5	IB Saprólito								se aprecia muy poco la foliación, muestra muy friable, colores grises y pardo
1	IIA Roca Muy Meteorizada		menor competencia al perfil inferior, colores rojizos a marrones.						
1.5	IIIB Roca Parcialmente Meteorizada (PDA-P01-M13)		35	4.88		51.42	36.84	11.74	Planos de foliación bien definidos, colores marrón rojizos indicativos de meteorización presenta mas resistencia a la penetración indicativo de menor afectación.

Tabla 10. Tabla de recopilación en perforación PDA-P1

Esp. (m)	Litología Gráfica Clasificación de Patton	Detalles	Descripción
0	IA Capa Vegetal		No se pudo muestrear por la naturaleza del afloramiento pero se observo un espesor de algunos decímetros, con una tonalidades marcadas de marrones oscuros
1	IA Suelo Residual		Las estructuras de la roca original son casi inexistentes, presentando colores marrón claro a rojizos, con baja resistencia a la hincada del muestreador. Presenta una humedad natural de 6.17 %
5	IIA Roca Muy Meteorizada		Se mantienen los planos de foliacion aunque no presentan resistencia importante a la hinca del anillo muestreador. Presentan colores de grises oscuros, pardos, ocre y rojizos, siendo estos ultimos una de las evidencias de los procesos de meteorización y/o oxidación de los minerales.

Tabla 11. Tabla de recopilación en PLC 033

Esp. (m)	Litología Gráfica	Detalles	Descripción
	Clasificación de Patton		
0	IA Capa Vegetal		Estos subhorizontes se encuentran totalmente cubiertos por la vegetación obstaculizando su observación y muestreo.
1	IB Saprolito		
4	IIA Roca Muy Meteorizada		Presenta estructuras heredadas de la roca original, los bloques se desprenden fácilmente con la mano, color pardo claro, baja resistencia a la hincia del muestreador

Tabla 12. Tabla de integración de datos de PLC 032.

Esp. (m)	Litología Gráfica Clasificación de Patton	Detalles	Humedad (%)		Granulometría			Descripción
					% GRAVA	% ARENA	% FINOS	
0	IA Capa Vegetal		5.19	45.22	38.99	15.79	ARENA LIMOSA, GRAVA, FRAG DE ESQUISTO, OCRE CLARO, GRIS	
1	Suelo Residual IB Saprolito		2.42	17.12	66.26	16.62	ARENA FINA, GRAVA, FRAG. ESQUISTO, COLOR OCRE OSCURO	
6	IIA Roca Muy Meteorizada		4.67	29.69	35.76	34.55	LIMO CON FRAG. DE ESQUISTO, COLOR ROSADO-OCRE	

Tabla 13. Tabla de integración de datos de PLC 032

Esp. (m)	Litología Gráfica Clasificación de Patton	Detalles	N1(60)	Humedad (%)		Granulometría			Descripción
						% GRAVA	% ARENA	% FINOS	
0	Caluvion								Tamaño de grano variable, fragmentos de roca angulares.
0.5			28	3.76	0.7601	49.565	49.675		
1			33	0.45					
1.5			17						
2			19						

Tabla 14. Tabla de integración de datos de FRA-P01.

0 (m)	Litología Gráfica	Detalles	N1(60)	Humedad (%)		Granulometría			Descripción
	Clasificación de Patton					% GRAVA	% ARENA	% FINOS	
0									
1	Coluvión		23	9.70					Tamaño de grano variable, fragmentos de roca angulares.
			30	0.79					
2			80	0.54		24.036	44.535	31.429	
			106	1.87					

Tabla 15. Tabla de integración de datos de PLA-P2

Prof. (m)	Litología Gráfica	Detalles	N1(60)	Humedad (%)		Granulometría			Descripción
	Clasificación de Patton					% GRAVA	% ARENA	% FINOS	
0	Coluvión		60	2.71					Tamaño de grano variable, fragmentos de roca angulares.
1			71	3.91		3.7178	37.098	59.184	
2	IIA Roca Muy Meteorizada		109	4.77		2.4765	36.943	60.58	micáceo-grafitoso, colores claros g
			57	13.55		6.5287	31.003	62.468	
3			30	7.87		7.3335	38.364	54.302	
4			37	6.11		8.0452	40.872	51.082	
5	IIIB Roca Parcialmente Meteorizada		0	0.00		1.1793	39.749	59.071	Presenta una foliación distinguible a simple vista, color gris claro a beich.
5.5			69	7.33		6.6044	41.014	52.381	
			77	6.39					

Tabla 16. Tabla de integración de datos de PLA-P1

Prof. (m)	Litología Gráfica	Detalles	N1(60)	Humedad (%)		Granulometría			Descripción
	Clasificación de Patton					% GRAVA	% ARENA	% FINOS	
0	IA Capa Vegetal								Color de ocre a marron oscuro, presencia de raíces y material orgánico.
0.5	Coluvión		16	5.37		7.46	32.61	59.93	Tamaño de grano variable, fragmentos de roca angulares.
1			26	7.35		12.26	31.66	56.07	
1.5			96	3.59		19.88	40.42	39.70	
2			23	1.23		9.71	50.22	40.07	
2.5	IB Saprolito		27	4.48		34.78	38.84	26.38	Colores de ocre a marrones, presencia de esquistos cuarzo-micáceo-grafitoso y sus productos de meteorización.
3			12	3.65		20.36	35.24	44.39	
3.5			11	3.08		14.94	48.98	36.08	
4			16	4.06		4.18	44.78	51.04	
5	IIA Roca Muy Meteorizada		25	10.04		15.76	40.86	43.39	Esquistos micáceos con coloraciones grisáceas, y bandas de gris a ocre a simple
6			35	6.91					
7			49	6.07					
7.5			68						

Tabla 17. Tabla de integración de datos de PLA-P3.

CONCLUSIONES

La zona de estudio está afectada directamente por un clima tropical lluvioso, el cual es uno de los principales agentes meteorizantes y por lo tanto principal causante de la formación del perfil de meteorización.

Estos agentes meteorizantes presentan una mayor influencia dentro de la temporada lluviosa, generando un efecto de lavado en las rocas aflorantes, creado por las características de permeabilidad alta de la litología de la zona, esta agua es llevada a estratos inferiores aprovechando todos los caminos existentes, tales como porosidad natural, agrietamiento, diaclasas, etc. alterando sus propiedades químicas y mecánicas de las rocas existentes. Estas alteraciones y descomposiciones conllevan a la degradación de la roca, generando así horizontes con distintas características y distintos grados de meteorización.

Las coloraciones de los horizontes varían desde tonalidades rojizas y ocre a grises claras. Estos tonos rojizos y ocre son consecuencia de la oxidación de minerales presentes en el perfil ricos en Fe y Mn.

Los horizontes presentan distintos espesores ligados básicamente al tipo de roca parental expuesta a los agentes erosivos.

Este perfil de meteorización fue dividido en horizontes los cuales a su vez se dividen en sub-horizontes presentados a continuación de tope a base.

- **Horizonte I**

Sub-horizonte IA. (Capa vegetal).

Sub-horizonte IB. (Saprolito).

- **Horizonte II**

Sub-horizonte IIA. (Roca muy meteorizada).

Sub-horizonte IIB (Roca parcialmente meteorizada).

- **Horizonte III (roca sana)**

El contenido de humedad de estos perfiles descritos están íntimamente ligados a los periodos de lluvia, los mismos se saturan en los periodos lluviosos y se deshidratan en la estación de sequia. Las geoformas presentes en la zona nos alertan sobre posibles zonas de inestabilidad, las mismas se activan en periodos de saturación de suelos, estos deslizamiento se producirán en mayor grado en el contacto suelo-roca donde se genera una cuña de deslizamiento. Estas condiciones de inestabilidad están ligadas íntimamente a los pendientes de afloramiento y ángulos de fricción de los mismos. Para las estaciones de trabajo se presumen procesos de deslizamiento en dichos taludes en periodos lluviosos.

Granulométricamente estos perfiles están dominados por tamaños de granos de medianos a finos. Las gravas se tienen en una menor representación en los perfiles, estando dominados por arenas-limosas y limos-arenosos. Esta variación tiene mucho que ver con las distribuciones granulométricas de las muestras, debido a que se observaron presencias de granos tamaño grava con unas dimensiones importantes, siendo una de las causas de variaciones en los pesos unitarios, por otra parte también tenemos la presencia de fragmentos de roca, los cuales igualmente aumentaran los valores a obtener en el laboratorio. La granulometría reportada se refiere al producto de la desagregación de las rocas meteorizadas por medios mecánicos.

Cabe destacar que entre los perfiles de la unidad I y II, presentan una marcada diferencia en los espesores del horizonte I (suelo residual), siendo mayores en la unidad I. Esto nos indica que bajo un mismo clima se obtienen distintos efectos de meteorización, lo cual nos demuestra la influencia clara de la litología en el desarrollo de los perfiles de meteorización. Dentro de cada zona se pueden encontrar microclimas los cuales afectan de manera diferente el tipo litológico presente.

RECOMENDACIONES

La zona de estudio de encuentra muy modificada por el urbanismo limitando la observación de afloramientos ideales para la toma y descripción de las muestras, lo cual llevo a la decisión de la utilización de un equipo de perforación a percusión, el cual por sus limitaciones no permite la recuperación de horizontes poco meteorizados, se recomiendan perforaciones con equipos de rotación para la recuperación de horizontes poco meteorizados y de roca sana.

Debido a las altas variaciones de los porcentajes de humedad se recomiendan realizar perforaciones enmarcadas dentro de cada estación climática, para definir valores geotécnicos que permitan las caracterizaciones específicas durante cada estación climática. Esto nos permitirá ver cambios en los porcentajes de humedad natural para cada periodo climático (temporada seca y lluviosa).

Se recomienda la realización de ensayos de petrografía y difracción de rayos X, con la finalidad de conocer en detalle las concentraciones mineralógicas de los materiales constitutivos de los horizontes.

Se recomienda la realización de ensayos de corte directo con el fin de obtener los valores de los ángulos de fricción del suelo.

Se recomienda la continuación de este trabajo, con los mismos objetivos planteados en este estudio geológico geotécnico, que abarquen más superficies del área metropolitana de Caracas, con el fin de establecer mapas de zonificaciones de riesgos y ubicación cartográfica de los distintos tipos de suelos y características geotécnicas.

BIBLIOGRAFIA

Abreviaturas:

UCV-EG = Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería,
Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Trabajo Especial de Grado Inédito.

U.C.V = Guías de Clases inéditas de la Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología,
Minas y Geofísica.

-Alezones R. 1995. Guías de campo. U.C.V. Inédito.

-Auboin et. al., 1981. Tratado de Geología Tomo 3 (Tectónica, Tectonofísica y Morfología). Barcelona, Omega, 651 p.

-Barboza L. & Rodríguez S. 20001. Integración de la geología del estado Vargas y del Flanco Sur del Macizo del Ávila al norte de Caracas, UCV-EG. 560p.

-Blyth F. & De Freitas A. 1998. Geología para Ingenieros. 5ta edición, edit. Continental, México; 440p.

-Caballero A. 1973. Geología aplicada a obras civiles, Madrid, Editorial San Miguel, España, 234 p

-Cantisano C., 1988. Geología y geotecnia del Área Metropolitana de Caracas cuenca de la Quebrada Mamera, Distrito Federal, UCV-EG. 60p.

-Carvalho X. 2000 Caracterización del perfil de meteorización para la formación las Mercedes, Grupo Caracas, en las Subcuencas: Santa Mónica-Los Chaguaramos, Bello Monte-Las Mercedes y Santa Fe-Valle Arriba. UCV-EG. 250p

-Caquot, A.1969. Tratado de mecánica de suelos. Interciencia, Madrid, España, 549 p.

CIEN – COMITÉ INTERFILIALES DE ESTRATIGRAFÍA Y NOMENCLATURA.
1997. Código Geológico de Venezuela. <http://pdvsa.com/lexico>.

-Costet, J.1975. Curso práctico de mecánica de suelos. Omega, Barcelona, España, 653p.

-De Michelle M.1974. Observaciones preliminares de las características geotécnicas de la Zona: La Trinidad - La Boyera - El Volcán. Estado Miranda, UCV-EG. 60p

-Díaz P.2003. Integración geológica de la región Los Teques-La Victoria-San Casimiro. Distrito capital, Estados Aragua y Miranda, UCV-EG. 330p.

227

-Di Marco P. 1995.Guía de estudio – Exploración de Macizos Rocosos, Caracas, Universidad Central de Venezuela, 159p.

-Franceschini P. 1985.Geología y geotecnia del área metropolitana de Caracas, zona de Filas de Mariches, Distrito Sucre, Estado Miranda, UCV-EG. 120p.

-Fratelli, M. 1993. Suelos, Fundaciones y Muros. Publicación Inédita. Caracas, Venezuela.

-González J; Iturralde J. & Picard X. 1980. Geología de Venezuela y sus Cuencas Petrolíferas. Ediciones Foninves, Caracas.1031 p.

-González V.2002. Ingeniería geológica. Interciencia, Madrid, España, 744 p.

- Herrera J. 1999. Análisis comparativo de soluciones geotécnicas en estabilización de Taludes en el área Metropolitana, UCV-EG. 210p.
- Jiménez S. 1987. Geotecnia y cimientos. Rueda, Madrid, España, 980p.
- Juárez B, E. 1980. Flujo de Agua en Suelos. Editorial Limusa. México. Tomos III.
- Juárez B, E. 1980. Fundamentos de la Mecánica de Suelos. Editorial Limusa. México. Tomos I.
- Juárez B, E. 1980. Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de los Suelos. Editorial Limusa. México. Tomos II.
- Juárez B. 1977. Mecánica de suelos. Limusa, México D.F., México, 940p.
- Krynine D. 1975. Principios de Geología y Geotecnia para Ingenieros. Omega, Barcelona, España, 829 p.
- Lambe W. 1972. Mecánica de suelos. Limusa-Wiley, México D.F., México 582 p.
- Luca P.; Barrientos C.; Perdomo E.; Manchego M. 1997. Estabilidad Relativa de los Terrenos ubicados al sur-sureste del área metropolitana de Caracas . Congreso Geológico Venezolano (Octavo, Noviembre 1997) p. 215.
- Marcano F. 1974. Observaciones preliminares de las características geotécnicas de la Zona: Minas de Baruta-Cerro Verde, Estado Miranda UCV-EG. 120p.
- Marcano J. 1974. Observaciones preliminares de las características geotécnicas de la

Zona: El Cafetal-San Román, Estado Miranda, UCV-EG. 80p.228

-Márquez R. 1963. Estudio geológico de una región de una región de la Península de Araya UCV-EG. 250p.

-Márquez A. 1993. Geología y geotecnia de una zona comprendida entre el Km 4 y el Km 16 de la carretera Panamericana. Municipio Los Salias, Estado Miranda. UCV-EG.148p.

-Moreno F. 2004. Relación entre el periodo fundamental de vibración del suelo y el Espesor de sedimentos en la parte oeste de la ciudad de Caracas, Municipio Libertador, UCV-EG. 250p.

-Muñoz, J. 1993. Geología y geotecnia del topo de Itagua y sus alrededores, Distrito Federal.UCV-EG.250p.

-Orta M. 2003.Integración geológica de la región Caracas-Charallave-Santa Teresa del Tuy Distrito Capital y Estado Miranda, UCV-EG. 220p.

-Ostos R., 1981. Geología de una zona entre la autopista Caracas La Guaira y el Estilo Galindo Parque Nacional El Ávila, UCV-EG. 181P.

-Peck, Hanson, Thornburn. Ingeniería de Cimentaciones. Editorial Limusa. Noriega Editores. México.

-Plaza E. 1974. Observaciones preliminares de las características geotécnicas de la zona El Cafetal-Petare, Estado Miranda, UCV-EG. 160p.

-Sánchez V. 2004. Caracterización geotécnica de masas rocosas metamórficas de la Cordillera de la Costa Venezolana, UCV-EG. 160p.

- Singer, A. Guías de Geomorfología. U.C.V. Inédito.

- Suárez D. 1998. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Ediciones UIS, Bucaramanga, Colombia, 548p.

- Terzaghi K. 1963. Mecánica de suelos en la Ingeniería práctica. Ateneo, Barcelona, España. 681 p.

- Tschebotarioff G. 1970. Mecánica del Suelo Cimientos y Estructuras. Editorial Aguilar, Barcelona, España. 642 p.

- Ugas C. 1985. Ensayo de Laboratorio en Mecánica De Suelos. Tercera Ed. UCV 277 p.

- Uzcátegui G. 1997. Reconocimiento geológico del flanco sur de la Silla de Caracas, Miranda y Distrito Federal UCV-EG.260p.298

- Tarbuck L (2001). Introducción a las Ciencias de la Tierra.2da edición, edit. Continental, México; 440p.

- Tomat K. 1974. Estudio geológico-geotécnico de la zona Cumbres de Curumo Prados del Este-El Peñón, Estado Miranda , UCV-EG. 60p.

- Truzman P. 1990. Estudio de la meteorización de rocas metamórficas en las colinas del Área Metropolitana de Caracas, Distrito Federal, UCV-EG. 500p.

ANEXOS

RESULTADOS DE CAMPO

Estación de trabajo 01 (PLA P3)	PLA-P3
--	---------------

FECHA: 12/12/09	SUPERVISOR: Araque/Navarrete	PERFORADOR: Araque/Navarrete
MÉTODO DE PERFORACIÓN: SPT	TIPO DE PERFORADORA: PERCUSION	METROS DE PERFORACIÓN: 7,5 m
DIÁMETRO DEL HUECO DE PERFORACIÓN: 2"/ 5.08 cm	SAMPLEADOR (DIÁMETRO/TIPO): 1.5"/3.8 cm. CUCHARA PART.	PESO Y TIPO DE MARTILLO: 63,5 kg/ANILLO
DIST. DE CAÍDA DEL MARTILLO: 76 cm	METROS DE FORRO: -	ROTACIÓN EN ROCA (DIÁMETRO/TIPO/MTS): -
NIVEL FREÁTICO APARENTE: - METROS DURANTE LA PERFORACIÓN. -		
COMENTARIOS: Esta perforación presento un número de golpes anómalo a la profundidad de 1.5m		

PROF (mts)	MUESTRAS		GOLPES EN MUESTREADOR (N)				REC (cms)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Y ESTRATIGRAFÍA
	Nro.	PROF (mts)	(1)/15	(2)/15	(3)/15	TOTAL (2)+(3)		
1.5	1	0.5	6	7	9	16	30	Suelo Color Ocre
	2	1.0	9	12	14	26	30	Veta de cuarzo, frag. Esquisto, Color ocre y blanco
	3	1.5	14	60	36	96	30	Frag. Esquisto angulares, colores de gris a ocre
3.0	4	2.0	22	12	11	23	30	Fragmentos de Esquisto fuertemente meteorizado
	5	2.5	9	12	15	27	30	Fragmentos de Esquisto medianamente meteorizado
	6	3.0	7	7	5	12	30	Color ocre esquisto meteorizado
5.0	7	3.5	6	4	7	11	30	Esquisto met. Grisáceo y ocre
	8	4.0	6	7	9	16	30	Esquisto Meteorizado Presencia de cuarzo
	9	5.0	9	11	14	25	30	Esquisto Meteorizado
	10	6.0	15	19	16	35	30	Esquisto micáceo grisáceo Bandedos
	11	7.0	25	21	28	49	30	Esquisto bandedos micaceo
	12	7.5	24	27	41	68	0	NO SE RECUPERÓ

Estación de trabajo 02 (PLA P2)
PLA-P2

FECHA: 12/12/09		SUPERVISOR: Araque/Navarrete				PERFORADOR: Araque/Navarrete		
MÉTODO DE PERFORACIÓN: SPT		TIPO DE PERFORADORA: PERCUSION				METROS DE PERFORACIÓN: 2,5 m		
DIÁMETRO DEL HUECO DE PERFORACIÓN: 2"/ 5.08 cm		SAMPLEADOR (DIÁMETRO/TIPO): 1.5"/3.8 cm. CUCHARA PART.				PESO Y TIPO DE MARTILLO: 63,5 kg/ANILLO		
DIST. DE CAÍDA DEL MARTILLO: 76 cm		METROS DE FORRO: -				ROTACIÓN EN ROCA (DIÁMETRO/TIPO/MTS): -		
NIVEL FREÁTICO APARENTE: -		METROS DURANTE LA PERFORACIÓN. -				METROS DESPUÉS DE: -		
COMENTARIOS: Comportamiento y características de origen coluvial								
PROF (mts)	MUESTRAS		GOLPES EN MUESTREADOR (N)				REC (cms)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Y ESTRATIGRAFÍA
	Nro.	PROF (mts)	(1)/15	(2)/15	(3)/15	TOTAL (2)+(3)		
2.5	2	1.0	12	9	14	23	30	Arena limosa con fragmentos de roca
	3	1.5	9	13	17	30	30	Arena limosa con fragmentos de roca
	4	2.0	22	27	53	80	30	Arena limosa con fragmentos de roca
	5	2.5	22	26	80	106	30	Arena limosa con fragmentos de roca

Estación de trabajo 03 (PLA P1)

PLA-P1

FECHA:13/12/09	SUPERVISOR: Araque/Navarrete	PERFORADOR: Araque/Navarrete
MÉTODO DE PERFORACIÓN: SPT	TIPO DE PERFORADORA: PERCUSION	METROS DE PERFORACIÓN: 5,5 m
DIÁMETRO DEL HUECO DE PERFORACIÓN: 2"/ 5.08 cm	SAMPLEADOR (DIÁMETRO/TIPO): 1.5"/3.8 cm. CUCHARA PART.	PESO Y TIPO DE MARTILLO: 63,5 kg/ANILLO
DIST. DE CAÍDA DEL MARTILLO: 76 cm	METROS DE FORRO: -	ROTACIÓN EN ROCA (DIÁMETRO/TIPO/MTS): -
NIVEL FREÁTICO APARENTE: -	METROS DURANTE LA PERFORACIÓN. -	METROS DESPUÉS DE: -

COMENTARIOS: _____

PROF (mts)	MUESTRAS		GOLPES EN MUESTREADOR (N)				REC (cms)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Y ESTRATIGRAFÍA
	Nro.	PROF (mts)	(1)/15	(2)/15	(3)/15	TOTAL (2)+(3)		
1.5	1	0.55	12	24	36	60	30	Arena Limosa con fragmentos de roca
	2	1.00	30	32	39	71	30	Arena Limosa con fragmentos de roca
	3	1.50	44	70	39	109	30	Arena Limosa con fragmentos de roca
3.0	4	2.00	26	29	28	57	30	Esquisto micáceo (color blanco con ocre)
	5	2.50	16	18	19	37	30	Esquisto micáceo (color blanco con ocre)
	6	3.00	14	17	17	34	30	Esquisto grafitoso, Qz micáceo con planos de fol. Poco definidos
4.5	7	3.50	30	33	27	60	30	Esquisto micáceo y grafitoso con bandas de óxido de hierro
	8	4.00	14	16	14	30	30	Esquisto micáceo color gris claro con ocre, óxido de hierro
	9	4.50	0	0	0	0	0	No Recupero
	10	5.00	19	22	48	70	30	Esquisto poco meteorizado fol. Definida, Alter. ocre y gris claro
	11	5.50	80			80	12	Esquisto sin meteorizar, color claro gris a beige

Estación de trabajo 04 (FRA-P1)
FRA-P1

FECHA:13/12/09	SUPERVISOR: Araque/Navarrete	PERFORADOR: Araque/Navarrete
MÉTODO DE PERFORACIÓN: SPT	TIPO DE PERFORADORA: PERCUSION	METROS DE PERFORACIÓN: 2 m
DIÁMETRO DEL HUECO DE PERFORACIÓN: 2"/ 5.08 cm	SAMPLEADOR (DIÁMETRO/TIPO): 1.5"/3.8 cm. CUCHARA PART.	PESO Y TIPO DE MARTILLO: 63,5 kg/ANILLO
DIST. DE CAÍDA DEL MARTILLO: 76 cm	METROS DE FORRO: -	ROTACIÓN EN ROCA (DIÁMETRO/TIPO/MTS): -
NIVEL FREÁTICO APARENTE: -	METROS DURANTE LA PERFORACIÓN. -	METROS DESPUÉS DE: -
COMENTARIOS: En el último metro se dieron 80 golpes en 10cm, sin recuperación de muestra.		

PROF (mts)	MUESTRAS		GOLPES EN MUESTREADOR (N)				REC (cms)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Y ESTRATIGRAFÍA
	Nro.	PROF (mts)	(1)/15	(2)/15	(3)/15	TOTAL (2)+(3)		
2.0	1	0.5	7	10	18	28	30	Arena limosa con fragmentos de roca
	2	1.0	15	21	12	33	30	Arena limosa con fragmentos de roca
	3	1.5	8	11	6	17	0	No se recuperó
	4	2.0	22	80		102	0	No se recuperó

Estación de trabajo 05 (PDA-P1)

PDA-P1

FECHA:14/12/12		SUPERVISOR: Araque/Navarrete				PERFORADOR: Araque/Navarrete		
MÉTODO DE PERFORACIÓN: SPT		TIPO DE PERFORADORA: PERCUSION				METROS DE PERFORACIÓN: 1.5		
DIÁMETRO DEL HUECO DE PERFORACIÓN: 2"/ 5.08 cm		SAMPLADOR (DIÁMETRO/TIPO): 1.5"/3.8 cm. CUCHARA PART.				PESO Y TIPO DE MARTILLO: 63,5 kg/ANILLO		
DIST. DE CAÍDA DEL MARTILLO: 76 cm		METROS DE FORRO: -				ROTACIÓN EN ROCA (DIÁMETRO/TIPO/MTS): -		
NIVEL FREÁTICO APARENTE: -		METROS DURANTE LA PERFORACIÓN. -				METROS DESPUÉS DE: -		
COMENTARIOS: _____								
PROF (mts)	MUESTRAS		GOLPES EN MUESTREADOR (N)				REC (cms)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Y ESTRATIGRAFÍA
	Nro.	PROF (mts)	(1)/15	(2)/15	(3)/15	TOTAL (2)+(3)		
1.5	1	0.5	13	13	15	28	30	Suelo orgánico
	2	1.0	15	18	18	36	30	Esquisto meteorizado, color gris y marrón rojizo
	3	1.5	18	55	70	125	30	Esquisto poco meteorizado

Estación de trabajo 12 (PDA-P2)

PDA-P2

FECHA:14/12/12		SUPERVISOR: Araque/Navarrete				PERFORADOR: Araque/Navarrete		
MÉTODO DE PERFORACIÓN: SPT		TIPO DE PERFORADORA: PERCUSION				METROS DE PERFORACIÓN: 3		
DIÁMETRO DEL HUECO DE PERFORACIÓN: 2"/ 5.08 cm		SAMPLEADOR (DIÁMETRO/TIPO): 1.5"/3.8 cm. CUCHARA PART.				PESO Y TIPO DE MARTILLO: 63,5 kg/ANILLO		
DIST. DE CAÍDA DEL MARTILLO: 76 cm		METROS DE FORRO: -				ROTACIÓN EN ROCA (DIÁMETRO/TIPO/MTS): -		
NIVEL FREÁTICO APARENTE: -		METROS DURANTE LA PERFORACIÓN. -				METROS DESPUÉS DE: -		
COMENTARIOS: Todas las muestras recuperadas fueron caracterizadas como relleno antrópico, no se pudo determinar el espesor de relleno por las características operativas del equipo de perforación.								
PROF (mts)	MUESTRAS		GOLPES EN MUESTREADOR (N)				REC (cms)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Y ESTRATIGRAFÍA
	Nro.	PROF (mts)	(1)/15	(2)/15	(3)/15	TOTAL (2)+(3)		
3		0.5	20	22	30	52	30	Capa vegetal con relleno
		1.0	23	24	35	59	30	Relleno
		1.5	22	25	36	61	30	Relleno
		2.0	28	33	36	69	30	Relleno
		2.5	38	35	41	76	30	Relleno
		3.0	40	43	60	103	30	Relleno

Estación de trabajo 13 (PDA-P3)
PDA-P3

FECHA:14/12/12		SUPERVISOR: Araque/Navarrete				PERFORADOR: Araque/Navarrete		
MÉTODO DE PERFORACIÓN: SPT		TIPO DE PERFORADORA: PERCUSION				METROS DE PERFORACIÓN: 1.5		
DIÁMETRO DEL HUECO DE PERFORACIÓN: 2"/ 5.08 cm		SAMPLADOR (DIÁMETRO/TIPO): 1.5"/3.8 cm. CUCHARA PART.				PESO Y TIPO DE MARTILLO: 63,5 kg/ANILLO		
DIST. DE CAÍDA DEL MARTILLO: 76 cm		METROS DE FORRO: -				ROTACIÓN EN ROCA (DIÁMETRO/TIPO/MTS): -		
NIVEL FREÁTICO APARENTE: -		METROS DURANTE LA PERFORACIÓN. -				METROS DESPUÉS DE: -		
COMENTARIOS: <u>Todas las muestras recuperadas fueron caracterizadas como relleno antrópico, no se pudo determinar el espesor de relleno por las características operativas del equipo de perforación.</u>								
PROF (mts)	MUESTRAS		GOLPES EN MUESTREADOR (N)				REC (cms)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Y ESTRATIGRAFÍA
	Nro.	PROF (mts)	(1)/15	(2)/15	(3)/15	TOTAL (2)+(3)		
4		0.5	16	20	20	40	30	Capa vegetal con relleno
		1.0	20	22	23	45	30	Relleno
		1.5	22	25	25	50	30	Relleno
		2.0	27	30	29	59	30	Relleno
		2.5	33	35	33	68	30	Relleno
		3.0	32	39	46	85	30	Relleno
		3.5	33	40	49	89	30	Relleno
		4.0	46	58	69	127	30	Relleno

RESULTADOS DE LABORATORIO

Resultados para ensayos de humedad natural

Estación de trabajo 01 (PLA P3)	PLA-P3
---------------------------------	---------------

PROF (mts)	MUESTRAS		DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	PESO INICIAL (grs)	PESO FINAL (grs)	HUMEDAD NATURAL (%)
	Nro.	PROF (mts)				
1.0	1	0.5	ARENA GRAVOSA, COLOR OCRE OSCURA	100.63	95.23	5.37
	2	1.0	ARENA LIMOSA, COLOR OCRE	100.18	92.82	7.35
	3	1.5	LIMO COLOR OCRE Y GRIS, PLANOS DE FOLIACIÓN	100.37	96.77	3.59
	4	2.0	LIMO CON GRAVA	100.13	98.9	1.23
2.5	5	2.5	ARENA, LIMOSA CON GRAVA	101.53	96.98	4.48
	6	3.0	ARENA FINA CON GRAVA, COLOR OCRE CLARO	100.01	96.36	3.65
	7	3.5	ARENA FINA CON GRAVA, COLOR OCRE CLARO	101.17	98.05	3.08
4.0	8	4.0	LIMO CON GRAVA	100.2	96.13	4.06
	9	5.0	ARENA LIMOSA, COLOR OCRE CLARO	100.59	90.49	10.04
	10	6.0	LIMO CON GRAVA	101.21	94.22	6.91
	11	7.0	LIMO CON GRAVA	100.91	94.78	6.07
7.5	12	7.5	NO SE RECUPERÓ	-	-	-

Estación de trabajo 02 (PLA P2)**PLA-P2**

PROF (mts)	MUESTRAS		DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	PESO INICIAL (grs)	PESO FINAL (grs)	HUMEDAD NATURAL (%)
	Nro.	PROF (mts)				
2.0	2	1.0	ARENA LIMOSA, COLOR OCRE, RAICES FRAG DE ROCA	110.54	99.82	9.70
	3	1.5	ARENA LIMOSA, COLOR OCRE, RAICES FRAG DE ROCA	101.2	100.4	0.79
	4	2.0	ARENA LIMOSA, COLOR OCRE, RAICES FRAG DE ROCA	101.6	101.05	0.54
2.5	5	2.5	ARENA LIMOSA, COLOR OCRE, RAICES FRAG DE ROCA	100.5	98.62	1.87

Estación de trabajo 03 (PLA P1)

PLA-P1

PROF (mts)	MUESTRAS		DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	PESO INICIAL (grs)	PESO FINAL (grs)	HUMEDAD NATURAL (%)
	Nro.	PROF (mts)				
1.5	1	0.55	LIMO OCRE CLARO, RAICES, FRAG. DE ROCA ESQUISTO METEORIZADO	102.97	100.18	2.71
	2	1.00	LIMO ARCILLOSO, COLOR MARRÓN, VETAS BANCAS	101.56	97.59	3.91
	3	1.50	LIMO OCRE CLARO, RAICES, FRAG. DE ROCA ESQUISTO MET, VETA BLAN.	101.18	96.35	4.77
	4	2.00	LIMO OCRE, FRAG DE ESQUISTO MET.	100.84	87.18	13.55
3.0	5	2.50	LIMO OCRE, FRAG DE ESQUISTO MET.	100.65	94.5	6.11
	6	3.00	LIMO COLOR BLANCO Y NEGRUZCO	100.41	92.51	7.87
	7	3.50	LIMO COLOR BLANCO Y NEGRUZCO	100.66	94.33	6.29
	8	4.00	LIMO OCRE, FRAG DE ESQUISTO MET.	100.02	90.84	9.18
5.5	9	4.50	NO SE RECUPERÓ	-	-	-
	10	5.00	LIMO ARENOSO CON GRAVA, CON FRAG DE ROCA	100.00	92.67	7.33
	11	5.50	LIMO ARENOSO CON GRAVA, CON FRAG DE ROCA	100.72	94.28	6.39

Estación de trabajo 04 (FRA-P1)

FRA-P1

PROF (mts)	MUESTRAS		DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	PESO INICIAL (grs)	PESO FINAL (grs)	HUMEDAD NATURAL (%)
	Nro.	PROF (mts)				
0.5	1	0.5	ARENA FINA, CON RAICES, FRAG DE ROCAS	100.49	96.71	3.76
1.0	2	1.0	GRAVA, FRAG DE ROCAS	100.91	100.46	0.45
1.0	3	1.5	NO SE RECUPERÓ	-	-	-
1.0	4	2.0	NO SE RECUPERÓ	-	-	-

Estación de trabajo 05 (PDA-P1)

PDA-P1

PROF (mts)	MUESTRAS		DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	PESO INICIAL (grs)	PESO FINAL (grs)	HUMEDAD NATURAL (%)
	Nro.	PROF (mts)				
1.5	1	0.5	ARENA CON LIMO, GRAVA, FRAG DE ESQUISTO, GRIS CLARO	102.93	95.47	7.25
	2	1.0	ARENA CON LIMO, GRAVA, FRAG DE ESQUISTO, GRIS CLARO	102.65	99.28	3.28
	3	1.5	ARENA Y LIMO GRAVOSO, FRAG. DE ESQUISTO, GRIS CLARO	83.78	79.69	4.88

Estación de trabajo 06 (PLC-031)

PLC-031

	MUESTRAS		DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	PESO INICIAL (grs)	PESO FINAL (grs)	HUMEDAD NATURAL (%)
	Nro.					
	1		ARENA LIMOSA, GRAVA, FRAG DE ESQUISTO, OCRE CLARO, GRIS	124.57	118.1	5.19
	2		ARENA FINA, GRAVA, FRAG. ESQUISTO, COLOR OCRE OSCURO	95.52	93.21	2.42
	3		LIMO CON FRAG. DE ESQUISTO,COLOR ROSADO-OCRE	101.06	96.34	4.67

RESULTADOS DE LABORATORIO

Pesos Unitarios

Estaciones PLA-P1, PLA-P2, PLA-P3, PLC-031, FRA-P1 y PDA-P1

MUESTRA:	P1M2	P1M4	P1M7	P1M10	P2M3	P2M5	P3M1	P3M3	P3M4	P3M2	P3M7
PESO SOLIDO (gr)	8.10	5.38	2.36	8.09	8.82	10.55	9.40	4.72	2.42	9.95	8.05
PESO SOL+PRF.(gr)	8.92	6.00	2.61	8.69	9.12	11.34	10.13	4.96	2.83	10.76	8.98
VOL. INIC. (cm3)	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	90.00	60.00	80.00	80.00
VOL. FIN. (cm3)	85.00	83.50	81.50	85.60	85.00	87.00	86.00	93.00	62.00	86.80	85.50
PESO PRF.(gr)	0.82	0.62	0.25	0.60	0.30	0.79	0.73	0.24	0.41	0.81	0.93
VOL. PRF. (cm3)	0.92	0.70	0.28	0.67	0.34	0.89	0.82	0.27	0.46	0.91	1.04
P UNIT (gr/cm3)	1.99	1.92	1.94	1.64	1.89	1.73	1.81	1.73	1.57	1.69	1.81

MUESTRA:	P3M8	P3M9	P3M10	031M1	031M4	FRAM1	FRAM2	P01M3	PO1M2
PESO SOLIDO (gr)	9.33	8.93	9.45	4.14	5.40	7.29	5.61	2.76	7.10
PESO SOL+PRF.(gr)	10.70	9.56	9.82	4.51	5.80	7.87	6.05	3.07	7.60
VOL. INIC. (cm3)	80.00	80.00	80.00	90.00	70.00	80.00	70.00	90.00	80.00
VOL. FIN. (cm3)	87.50	84.80	84.50	92.50	73.00	84.00	73.00	92.00	84.00
PESO PRF.(gr)	1.37	0.63	0.37	0.37	0.40	0.58	0.44	0.31	0.50
VOL. PRF. (cm3)	1.54	0.71	0.42	0.42	0.45	0.65	0.49	0.35	0.56
P UNIT (gr/cm3)	1.57	2.18	2.31	1.99	2.12	2.18	2.24	1.67	2.07

LÍMITES CONSISTENCIA

Estación 01(PLA-P3)

MUESTRA:	M2	NO PLASTICO
-----------------	----	------------------------

Estación 03 (PLA-P1)

MUESTRA:	M1	NO PLÁSTICO
-----------------	----	------------------------

MUESTRA:	M3	NO PLÁSTICO
-----------------	----	------------------------

MUESTRA:	M4,5	NO PLÁSTICO
-----------------	------	------------------------

MUESTRA:	M8	NO PLÁSTICO
-----------------	----	------------------------

MUESTRA:	M10,11	NO PLÁSTICO
-----------------	--------	------------------------

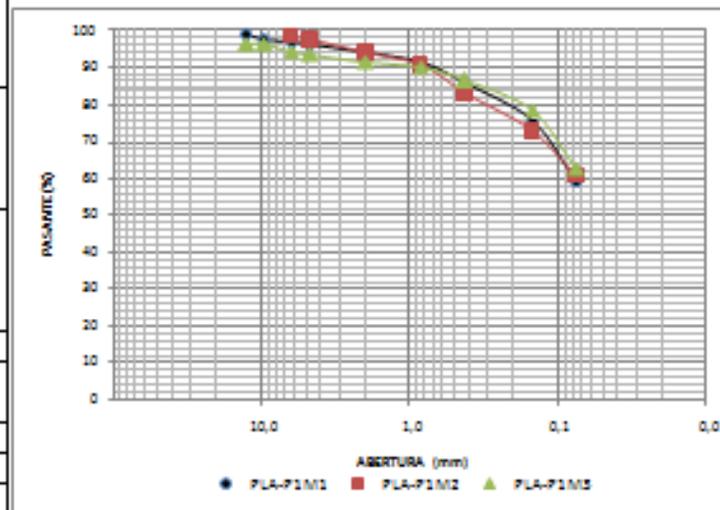
ENSAYOS DE GRANULOMETRIA

Estación de trabajo 03 (PLA-P1)

Muestras M1-M2-M3

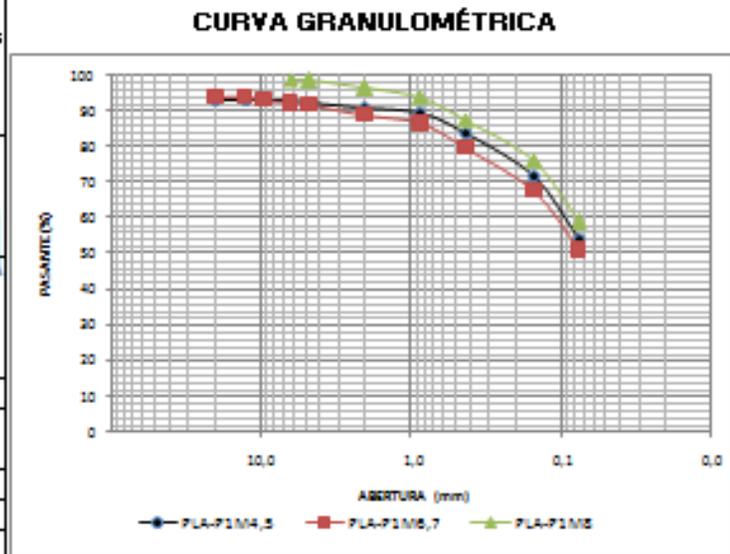
PLA-P1M1		PLA-P1M2		PLA-P1M3		PLA-P1M	PLA-P1M	PLA-P1M	CLASIFICACIÓ N DEL MATERIAL
149,82		122,35		149,34		X	X	X	
PESO RETENIDO ACUM. [gr]	PASANTE [X]	PESO RETENIDO ACUM. [gr]	PASANTE [X]	PESO RETENIDO ACUM. [gr]	PASANTE [X]				
									Grasa
2,84	38,64			5,7	36,18	3,72	2,48	6,53	Grasa
3,58	37,61			5,7	36,18				Fina
4,3	36,73	2,82	38,35	8,53	34,25				
5,57	36,28	3,83	37,52	3,75	33,47				
									Grasa
3,11	33,32	7,63	33,71	12,78	31,44				Grasa
12,71	31,52	11,58	38,54	14,83	38,83	37,48	36,34	31,88	Media
28,87	86,87	28,63	83,83	28,38	86,35				Fina
36,34	75,74	33,65	72,58	32,34	78,34				
61,45	53,18	48,23	68,58	56,85	62,47	53,18	68,58	62,47	Lima y Areilla
88,67	53,18	74,12	68,58	33,23	62,47	188	188	188	X Total

CURVA GRANULOMÉTRICA



Muestras M4-M5-M6-M7-M8

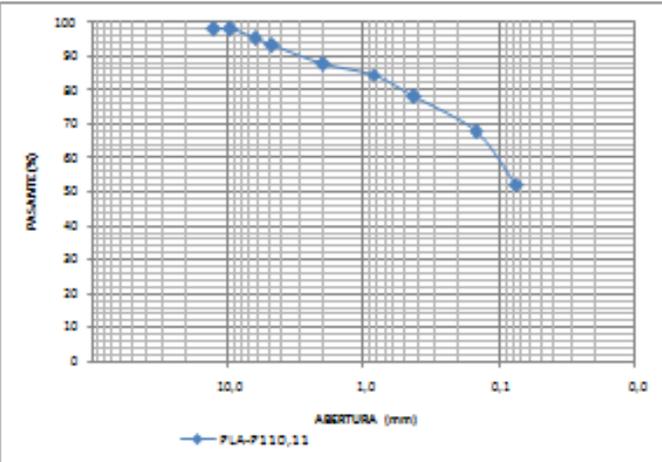
PLA-P1M4,5		PLA-P1M6,7		PLA-P1M8		PLA-P1M4	PLA-P1M	PLA-P1M	CLASIFICACIÓ N DEL MATERIAL
150,27		154,75		150,09		X	X	X	
PESO RETENIDO ACUM. [grs]	PASANTE [X]	PESO RETENIDO ACUM. [grs]	PASANTE [X]	PESO RETENIDO ACUM. [grs]	PASANTE [X]				
									Gruesa
18,37	33,18	3,83	34,13			7,33	8,85	1,18	Gruesa
18,37	33,18	3,83	34,13						Fina
18,37	33,18	18,46	33,24						
18,37	33,18	11,3	32,31	1,38	33,88				
11,82	32,67	12,45	31,35	1,77	38,82				
13,43	31,86	17,87	88,37	5,31	36,46				Gruesa
15,58	83,63	28,84	86,53	3,84	33,38	38,36	48,87	33,75	Media
23,37	84,85	31,34	79,75	18,55	87,64				Fina
42,13	71,36	43,77	67,84	35,33	76,46				
68,67	54,38	75,7	51,88	61,43	53,87	54,38	51,88	53,87	Limp y Areilla
81,68	54,38	73,85	51,88	88,66	53,87	188	188	188	X Total



Muestras M10-M11

MUESTRA:		PLA-P110,11						PLA-P110,		CLASIFICACIÓ	
PESO (grs):		152,02						P110,		N DEL MATERIAL	
N° Celdas	Abertura (mm)	PESO RETENIDO ACUM. (grs)	PASANTE (X)	PESO RETENIDO ACUM. (grs)	PASANTE (X)	PESO RETENIDO ACUM. (grs)	PASANTE (X)	X			
2"	50,8									Grasa	Grasa
1,58"	37,5										
1"	25,0										
3/4"	20,0							5,68			
1/2"	12,7	3,21	37,83								
3/8"	9,53	3,21	37,83								
1/4"	6,3	7,45	35,38							arena	Medio
# 4	4,75	18,84	33,48								
# 10	2,0	18,42	37,88					41,81			
# 16	0,850	23,43	34,53								
# 40	0,425	33,24	78,13							Lima y Rejilla	Fino
# 100	0,150	43,17	57,66								
# 200	0,075	72,33	52,38					52,38			
Fondo (grs, X)		73,65	52,38					100		X	Total

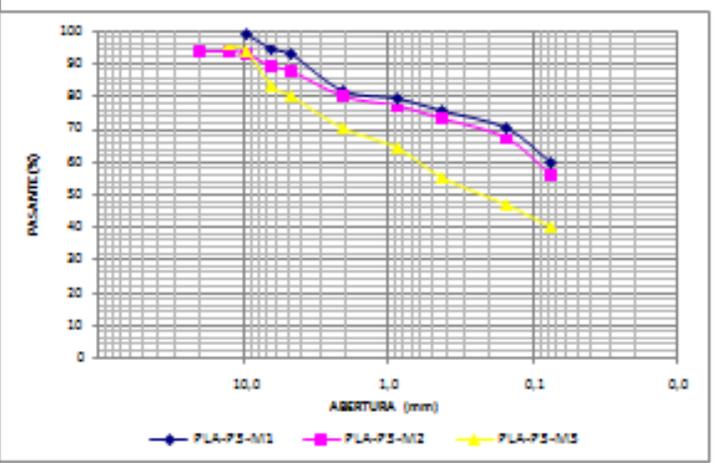
CURVA GRANULOMÉTRICA



Estación de trabajo 01 (PLA-P3)
Muestras M1-M2-M3

PLA-P3-M1		PLA-P3-M2		PLA-P3-M3		PLA-P3-M1	PLA-P3-M2	PLA-P3-M3	CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL
110,57		100,87		101,56		X	X	X	
PESO RETENIDO ACUM. [grs]	PASANTE [X]	PESO RETENIDO ACUM. [grs]	PASANTE [X]	PESO RETENIDO ACUM. [grs]	PASANTE [X]				
									Gruesa
		5,67	33,33			7,46	12,26	19,88	
		5,67	33,33	4,43	35,54				
1,5	38,55	7,4	32,66	5,23	33,81				
									Fina
		11,25	88,85	17,1	85,16				
5,1	34,48	12,37	87,74	28,43	88,42				
									Árrea
		28,17	88,88	38,68	63,73	32,61	51,66	48,42	
23	73,28	23	77,28	36,52	64,84				
27,82	75,56	27,82	73,21	45,36	54,75				
32,73	78,34	32,73	67,43	54,23	46,68				
									Lima y Railla
44,31	53,33	44,31	56,87	61,24	33,78	53,33	56,87	33,78	
55,26	53,33	55,56	56,87	48,32	33,78	100	100	100	Totál

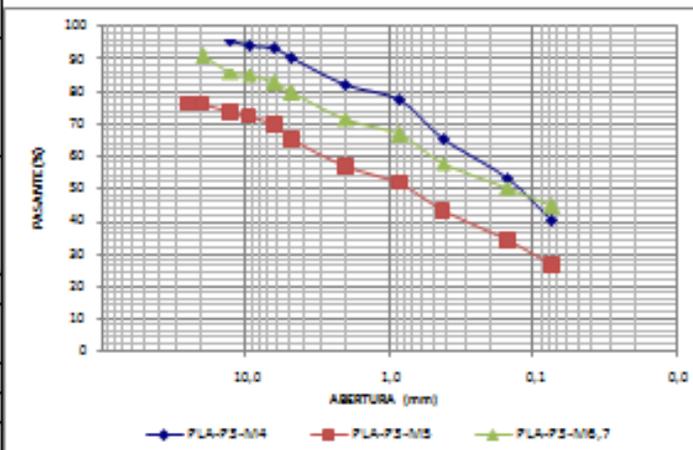
CURVA GRANULOMÉTRICA



Muestras M4-M5-M6-M7

PLA-P3-M4		PLA-P3-M5		PLA-P3-M6,7		PLA-P3-M4	PLA-P3-M5	PLA-P3-M6,7	CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL
109,08		103,91		153,9		X	X	X	
PESO RETENIDO ACUM. [g]	PASANTE [%]	PESO RETENIDO ACUM. [g]	PASANTE [%]	PESO RETENIDO ACUM. [g]	PASANTE [%]				
		24,85	76,88						Gruesa
5,88	35,34	24,85	76,88	15,82	31,82	3,74	34,78	28,36	Gruesa
6,5	34,84	27,71	73,33	21,63	85,34				Fina
7,46	33,16	28,81	72,27	22,65	85,28				Fina
18,53	38,23	31,76	63,44	25,66	82,68				Fina
		36,14	65,22	31,34	73,64				Fina
19,6	82,83	44,85	56,84	44,83	71,33				Gruesa
25,83	77,85	58,84	51,84	51,64	66,45	58,22	38,84	35,24	Medio
37,85	65,38	53,2	49,83	64,68	57,37				Fina
58,84	53,33	68,68	33,38	76,53	58,27				Fina
65,37	48,87	76,5	26,38	85,58	44,33	48,87	26,38	44,33	Lima y Araña
43,71	48,87	27,41	26,38	68,32	44,33	100	100	100	Total

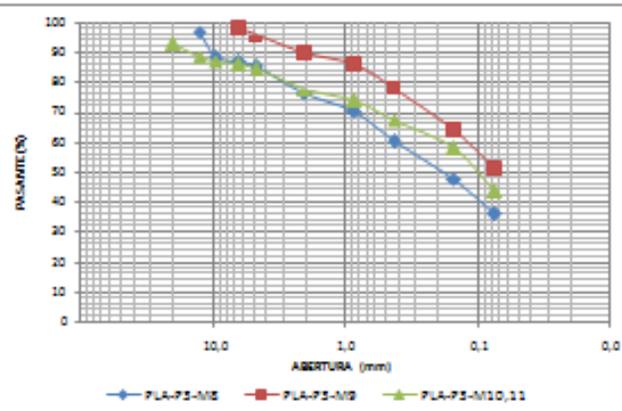
CURVA GRANULOMÉTRICA



Muestras M8-M9-M10-M11

MUESTRA:		PLA-P3-M8	PLA-P3-M9	PLA-P3-M10,11	PLA-P3-M8	PLA-P3-M9	PLA-P3-M10,11	CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL	
PESO (grs):		100,58	100,03	101,97	X	X	X		
N° Cordenada	Abertura (mm)	PESO RETENIDO ACUM. [grs]	PASANTE [X]	PESO RETENIDO ACUM. [grs]	PASANTE [X]	PESO RETENIDO ACUM. [grs]	PASANTE [X]	X	X
2"	50,8								
1,58"	37,5								
1"	25,4								
3/4"	19,0					7,22	32,32	14,34	4,18
1/2"	12,7	3,88	36,34			11,62	88,68		
3/8"	9,5	11,84	88,23			19,28	85,38		
1/4"	6,3	19,63	86,45	2,83	37,37	14,36	85,32		
#4	4,75	15,83	85,86	4,18	35,82	16,87	84,24		
#10	2,0	29,83	76,31	18,26	83,74	22,77	77,67		
#16	0,850	29,86	78,31	14,34	85,66	26,88	73,64	48,38	44,78
#40	0,425	33,34	68,23	22,83	77,32	33,4	67,25		
#100	0,150	52,58	47,72	36,87	63,34	42,82	58,81		
#200	0,075	64,23	36,88	48,37	51,84	57,73	43,33	56,88	51,84
Fondo [grs, X]		36,23	36,88	51,86	51,84	44,24	43,33	188	188

CURVA GRANULOMÉTRICA

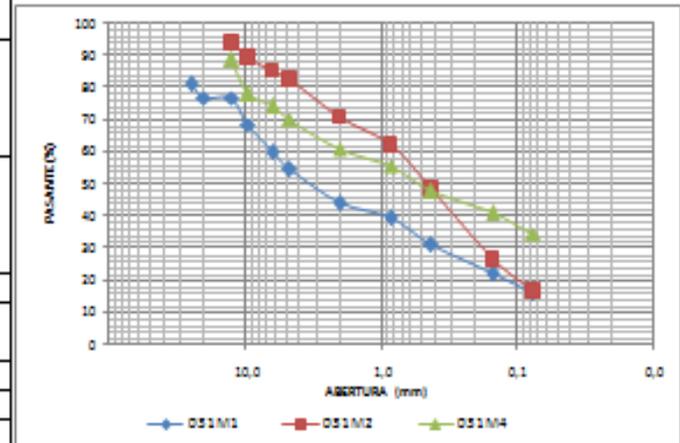


Estación de trabajo 06 (PLC-031)

Muestras M1-M2-M4

MUESTRA:		031M1		031M2		031M4		031M1	031M2	031M4	CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL
PESO (grs):		160,56		90,55		108,78		X	X	X	
N° Criba	Abertura (mm)	PESO RETENIDO ACUM. (grs)	PASANTE (X)	PESO RETENIDO ACUM. (grs)	PASANTE (X)	PESO RETENIDO ACUM. (grs)	PASANTE (X)	X	X	X	
2"	50,8										Gruesa
1,50"	37,5										
1"	25,0	38	84,92					45,22	17,12	29,63	
3/4"	20,0	37,2	76,83	5,2	34,26	12,5	88,51				
1/2"	12,7	37,2	76,83								
3/8"	9,53	58,51	68,54	3,4	83,62	23,6	78,38				Fina
1/4"	6,3	64,3	53,95	13,3	85,31	27,3	74,35				
#4	4,75	72,6	54,78	15,5	82,88	32,3	78,31				
#10	2,0	83,3	44,81	26,2	74,87	42,5	68,33	38,33	66,26	35,76	
#16	0,858	37,5	33,28	34,1	62,34	48,2	55,63				
#40	0,425	118,8	38,33	46,5	48,65	56,7	47,88				Medio
#100	0,150	125,1	22,83	66,4	26,67	64,4	48,88				
#200	0,075	135,28	15,73	75,5	16,62	71,2	34,55	15,73	16,62	34,55	
Fondo (grs, X)		25,36	15,73	15,85	16,62	37,58	34,55	188	188	188	X Total

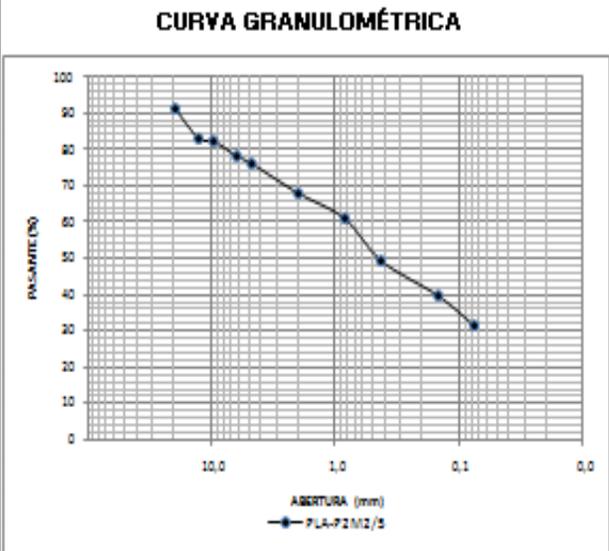
CURVA GRANULOMÉTRICA



Estación de trabajo 02 (PLA-P2)

Muestras M2-M3-M4

MUESTRA:		PLA-P2M2/5						PLA-P2M		CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL
PESO (grs):		195,87								
Nº Celdas	Abertura (mm)	PESO RETENIDO ACUM. [grs]	PASANTE [%]	PESO RETENIDO ACUM. [grs]	PASANTE [%]	PESO RETENIDO ACUM. [grs]	PASANTE [%]	X		
2"	50,8								Gruesa	
1,58"	37,5							24,84		
1"	25,0									
3/4"	20,0	17,3	8,83							
1/2"	12,5	33,5	17,10							
3/8"	9,5	34,7	17,72							
1/4"	6,3	42,8	21,85							
#4	4,75	47,88	24,44						Mediana	
#10	2,0	52,33	26,73					44,53		
#16	0,850	75,33	38,18							
#40	0,425	93,73	47,90							
#100	0,150	118,68	60,64						Fina	
#200	0,075	134,31	68,59					31,43		
Pasado [grs, %]		61,56	31,43					100	X Total	

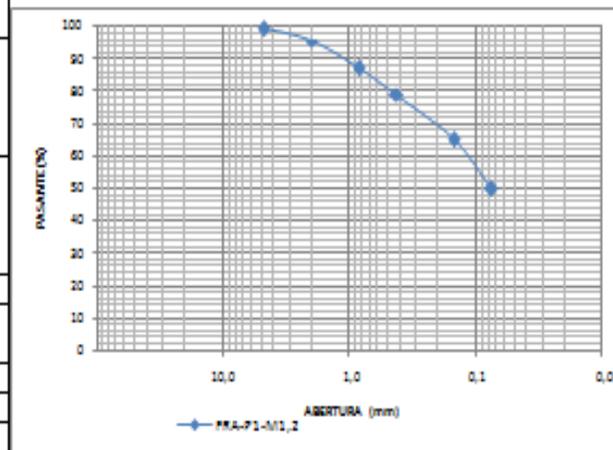


Estación de trabajo 04 (FRA-P1)

Muestras M1-M2

MUESTRA:		FRA-P1-M1,2				FRA-P1-		CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL	
PESO (grs):		99,99				X			
N° Celdas	Abertura (mm)	PESO RETENIDO ACUM. (grs)	PASANTE (%)	PESO RETENIDO ACUM. (grs)	PASANTE (%)	PESO RETENIDO ACUM. (grs)	PASANTE (%)	X	
2"	50,8								
1,5"	37,5								
1"	25,0								
3/4"	18,8								
1/2"	12,7								
3/8"	9,53								
1/4"	6,3								
#4	4,75	8,76	8,76					8,76	
#10	2,0	4,23	35,77						
#16	0,850	12,34	87,86					45,56	
#40	0,425	28,33	79,81						
#100	0,150	34,8	65,28						
#200	0,075	38,32	45,67					45,67	
Fondo (grs, X)		45,67	45,67					100	

CURVA GRANULOMÉTRICA

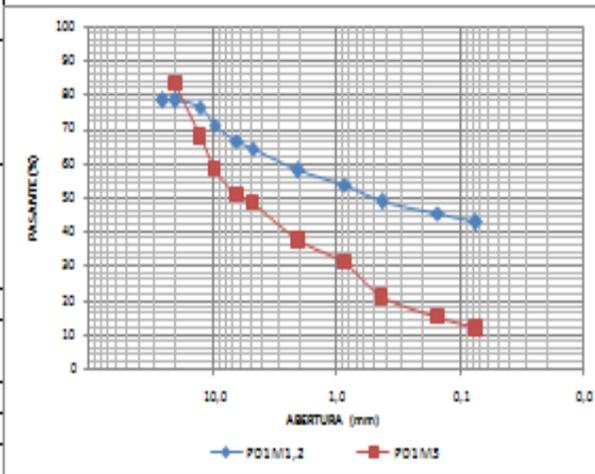


Estación de trabajo 05 (PDA-01)

Muestras M1-M2-M3

MUESTRA:		P01M1,2		P01M3				P01M1,2	P01M3	CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL	
PESO (grs):		160,56		80,9				X	X	X	
N° Celdas	Abertura (mm)	PESO RETENIDO ACUM. (grs)	PASANTE (%)	PESO RETENIDO ACUM. (grs)	PASANTE (%)	PESO RETENIDO ACUM. (grs)	PASANTE (%)	X	X	X	
2"	50,8										
1,50"	37,5										
1"	25,0	35,1	78,14								
3/4"	18,8	35,1	78,14	19,5	83,31			35,63	51,42		
1/2"	12,7	37,6	76,58	26,1	67,74						
3/8"	9,53	46,1	71,23	33,7	58,34						
1/4"	6,3	53,6	66,62	33,8	58,88						
#4	4,75	57,3	64,31	41,6	48,58						
#10	2,0	67,3	57,71	58,5	37,58						
#16	0,850	74,2	53,73	55,7	31,15			21,36	36,84		
#40	0,425	82,4	48,58	63,3	21,81						
#100	0,150	87,8	45,32	68,7	15,88						
#200	0,075	91,68	42,35	71,4	11,74			42,35	11,74		
Fondo (grs, %)		98,36	42,35	73,58	11,74			100	100		X Total

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ensayos de Laboratorio

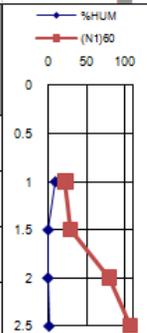
Resumen de Datos Geotécnicos

Estación de Trabajo 03 (Pla-P1)

PERF.	PROF (m)	MUESTRA	%HUM	Ncampo	N ₆₀	(N1) ₆₀		% GRAVA	% ARENA	% FINOS	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Φ (°)	v		CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO	
															kN/m ³	(Ton/m ³)	SUCS	DESCRIPCIÓN
PLAP1	0.5	1	2.71	60	34	60		3.718	37.098	59.18	NP	NP	NP	30	19.51	1.99	ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSO
	1.0	2	3.91	71	40	71		2.477	36.943	60.58				30	19.47	1.99		
	1.5	3	4.77	109	61	109		6.529	31.003	62.47	NP	NP	NP	30	19.51	1.99		
	2.0	4	13.55	57	32	57								30	18.81	1.92		
	2.5	5	6.11	37	21	37		7.333	38.364	54.3	NP	NP	NP	28	18.82	1.92		
	3.0	6	7.87	34	19	30								28	19.02	1.94		
	3.5	7	6.29	60	38	58		8.045	40.872	51.08				30	18.98	1.94		
	4.0	8	9.18	30	19	28								30	18.98	1.94		
	4.5	9	0.00	0	0	0		1.179	39.749	59.07	NP	NP	NP	28	19.02	1.94		
	5.0	10	7.33	70	50	69									19.02	1.94		
	5.5	11	6.39	80	57	77		6.604	41.014	52.38	NP	NP	NP	30	16.08	1.64	ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSO
													30	16.10	1.64			

Resumen de Datos Geotécnicos

Estación de Trabajo 02 (Pla-P2)

PERF.	PROF (m)	MUESTRA A	%HUM	Ncampo	N ₆₀	(N1) ₆₀		% GRAVA	% ARENA	% FINOS	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Φ (°)	γ		CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO	
															kN/m ³	(Ton/m ³)	SUCS	DESCRIPCIÓN
PLAP2	1	2	9.70	23	13	23								34	18.53	1.89	SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA
	1.5	3	0.79	30	17	30								36	18.53	1.89		
	2	4	0.54	80	45	80	24.036	44.5346	31.429					42	18.53	1.89		
	2.5	5	1.87	106	60	106								42	16.92	1.73		

Resumen de Datos Geotécnicos

Estación de Trabajo 01 (Pla-P3).

PERF.	PROF (m)	MUESTRA	%HUM	Ncampo	N ₆₀	(N1) ₆₀		% GRAVA	% ARENA	% FINOS	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Φ (°)	v		CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO	
								kN/m3	(Ton/m ³)	SUCS	DESCRIPCIÓN							
PLAP3	0.5	1	5.37	16	9	16		7.46	32.61	59.93				32	17.75	1.81	SM	ARENA LIMOSA
	1.0	2	7.35	26	15	26		12.26	31.66	56.07	NP	NP	NP	28	16.57	1.69	ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSO
	1.5	3	3.59	96	54	96		19.88	40.42	39.70				42	16.96	1.73	SM	ARENA LIMOSA
	2.0	4	1.23	23	13	23		9.71	50.22	40.07				34	15.39	1.57		
	2.5	5	4.48	27	15	27		34.78	38.84	26.38				35	15.39	1.57		
	3.0	6	3.65	12	7	12		20.36	35.24	44.39				31	17.75	1.81		
	3.5	7	3.08	11	6	11								30	17.75	1.81		ARENA LIMOSA CON GRAVA
	4.0	8	4.06	16	10	16		14.94	48.98	36.08				32	15.39	1.57		
	5.0	9	10.04	25	16	23		4.18	44.78	51.04				27	21.37	2.18	ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSO
	6.0	10	6.91	35	25	33								36	22.65	2.31	SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA
	7.0	11	6.07	49	35	49		15.76	40.86	43.39				42	22.65	2.31		
	7.5	12			68	48	68		0.00	0.00	0.00				27	0.00		

Resumen de Datos Geotécnicos

Estación de Trabajo 04 (Fra-P1).

PERF.	PROF (m)	MUESTRA	%HUM	(N1) ₆₀		% GRAVA	% ARENA	% FINOS	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Φ (°)	γ		CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO		
													kN/m ³	(Ton/m ³)	SUCS	DESCRIPCIÓN	
FRAP3	0.5	1	3.76	28	0.5	0.7601	49.565	49.675					35	21.37	2.18	SM	ARENA LIMOSA
	1.0	2	0.45	33	1									21.96	2.24		
	1.5	3		17	1.5	21.96	2.24	-									
	2.0	4		102	2	21.96	2.24			NO SE RECUPERÓ							

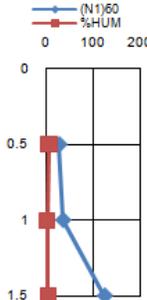
Resumen de Datos Geotécnicos

Estación de Trabajo 06 (PLC-031).

PERF.	PROF (m)	MUESTRA A	%HUM		% GRAVA	% ARENA	% FINOS	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Φ (°)	γ		CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO	
												kN/m ³	(Ton/m ³)	SUCS	DESCRIPCIÓN
PLC031	0.5	1	5.19		45.22	38.99	15.79	NP	NP	NP	27	19.51	1.99	GM	GRAVA LIMOSA CON ARENA
	1.0	2	2.42		17.12	66.26	16.62	NP	NP	NP	35	17.75	1.81	SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA
	1.5	3	2.42		17.12	66.26	16.62	NP	NP	NP	35	17.75	1.81	SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA
	2.0	4	4.67		29.69	35.76	34.55	NP	NP	NP	37	20.78	2.12	SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA

Resumen de Datos Geotécnicos

Estación de Trabajo 05 (PDA-P01).

PERF.	PROF (m)	MUESTRA A	%HUM	(N1) ₆₀		% GRAVA	% ARENA	% FINOS	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Φ (°)	γ		CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO	
													kN/m ³	(Ton/m ³)	SUCS	DESCRIPCIÓN
PDA-P01	0.5	1	7.25	28	0.5	35.688	21.363	42.95	NP	NP	NP	35	20.25	2.07	GM	GRAVA LIMOSA CON ARENA
	1.0	2	3.28	36	1	35.688	21.363	42.95	NP	NP	NP	37	20.25	2.07		
	1.5	3	4.88	125	1.5	51.422	36.836	11.743	NP	NP	NP	37	16.37	1.67	GP-GM	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO CON ARENA

DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIOS REALIZADOS.

CONTENIDO DE HUMEDAD

Definiciones y procedimiento

El contenido de humedad (w) es la relación entre el peso de agua libre más la adsorbida en la muestra (Ww) y el peso de la muestra secada al horno (Ws) a una temperatura constante de 105+/-5 °C durante 24 horas o hasta que no se registre variación en el peso. Si el suelo contiene material orgánico la temperatura debe ser no mayor de 60 °C para evitar alterar las sustancias que lo constituyen.

El contenido de humedad suele expresarse en porcentaje:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

La temperatura de 105 +/- 5°C es convencional pero totalmente arbitraria. El secado a 105 °C evapora solamente el agua libre más la adsorbida en los poros; el agua químicamente ligada (agua estructural) permanece en el suelo a esa temperatura lo cual indica que existe una cantidad apreciable de agua en el suelo después de secado al horno a 105 °C.

En la estructura de un suelo podemos distinguir cuatro tipos de agua, que son de importancia en la formación de su estructura y afectan sus propiedades, ellas son:

-Agua intersticial. Sus propiedades físicas y químicas son las del agua líquida normal. Puede ser impulsada por fuerzas hidrodinámicas.

-Agua de solvatación o solvación. Es un agua móvil con densidad y viscosidad mayores que la del agua normal. Rodea las partículas individuales y está bajo el efecto de las fuerzas polares y eléctricas y de los enlaces iónicos

-Agua adsorbida. No puede ser impulsada por las fuerzas hidrodinámicas puesto que las fuerzas de adsorción son muy grandes. Rodea la superficie exterior de los minerales y también las superficies interiores, en caso de estructura reticular, con una extraordinariamente delgada.

-Agua estructural. Debido a su naturaleza, no puede ser considerada como agua, ya que consiste de grupos (hidroxilo) que son componentes principales de retículo cristalino. Esta agua sólo puede separarse a una temperatura muy elevada, a la cual también la estructura cristalina se destruye.

Humedad natural (W_n)

Es la humedad que posee un suelo tal como se encuentra en el terreno.

Humedad Higroscópica.

Es la humedad que retiene un suelo cuando se deja secar a la temperatura ambiente, es decir, secado al aire.

Aparatos:

-Horno para secar: capaz de mantener una temperatura constante de $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

-Balanzas: que permitan pesadas con precisión no menor de $1/1000$ del peso de la muestra, sin recipiente.

Procedimiento:

-Pesar el recipiente limpio y seco (t).

-Pesar el recipiente con el suelo húmedo ($t + W_h$).

-Se introduce luego en el horno a una temperatura de $105^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Esa temperatura no deberá sobrepasarse, pues causaría la pérdida de una parte del agua de cristalización.

Si la muestra contiene material orgánico u otras sustancias cuya constitución puede ser alterada a la temperatura de $105^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$, se secará a una temperatura no mayor de 60°C .

El secado de la muestra seguirá hasta obtener peso constante. Suelos granulares requieren unas 12 horas y suelos arcillosos unas 24 horas aproximadamente a una temperatura de $105^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$. A 60°C el tiempo se duplica.

-Retírese la muestra del horno, déjese enfriar en el desecador y pésese ($W_s + t$) cuando haya alcanzado la temperatura ambiente.

Cálculos:

El contenido de humedad se calculará de la siguiente manera:

$$W_w = (W_h + t) - (W_s + t) = W_h - W_s$$

$$\text{y } W_s = (W_s + t) - t$$

$$\text{luego: } w = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

ENSAYOS DE GRANULOMETRIA.

Definiciones

El análisis granulométrico o análisis mecánico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaños las partículas que lo componen determinando en porcentaje, del peso total, la cantidad de granos de distintos tamaños que contiene dicho suelo.

El tamaño de la partícula $d(\text{mm})$, se define como la abertura del tamiz de malla cuadrada más cerrada por la cual pasa la partícula; si ésta fuera menor de 0.074 mm será entonces, el diámetro de una esfera de peso específico igual al suelo que descende en agua destilada con la misma velocidad que la partícula de suelo respectiva.

Dependiendo del tamaño de los granos el análisis puede ser:

- Por tamizado
- Por sedimentación: hidrómetro o sifonado
- Combinado con ambos, a y b.

Para nuestro caso el análisis de las muestras se realizaron por tamizado

Análisis por tamizado

Para clasificar por tamaños las partículas gruesas, el método más adecuado es el tamizado. En éste se utilizará un juego de tamices de malla cuadrada que cumpla con las especificaciones ASTM E-11. Un conjunto de tamices que permite un espaciamiento uniforme en los puntos de la curva granulométrica es el siguiente:

Tamiz	3"	1 ½"	¾"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº20	Nº40	Nº100	Nº200
Abertura (mm)	76.2	38.1	19.1	9.5	4.76	2.00	0.840	0.420	0.149	0.074

En general, un buen espaciamiento de los diámetros del suelo en la curva de distribución de tamaños se obtendrá si se emplea un conjunto de tamices que tengan aberturas aproximadamente la mitad del tamiz anterior más grueso, Así tenemos que para suelos finos que el tamiz Nº 10 (2mm), la ASTM exige los tamices siguientes: 20, 40, 60, 140 y 200.

Muestra

La muestra está constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz Nº 10 (2mm) y la otra pasante por ese tamiz. Ambas fracciones se ensayarán por separado.

El peso total de la muestra será la suma de los pesos secos de ambas fracciones.

El análisis granulométrico para las dos fracciones se realiza así:

- Fracción gruesa → Tamizado en seco
(Retenida en Nº 10)

-Fracción fina → Tamizado en seco lavado y tamizado
(Pasa Nº 10)

Análisis de la fracción gruesa.

Procedimiento

-Secar el material en un horno a temperatura constante de 105° +/- 5°C. Si el suelo contiene material orgánico u otras sustancias cuya constitución pueda ser alterada a la temperatura de 105°C, se secará entonces a una temperatura no mayor de 60°C duplicándose el tiempo de secado.

-Tómese una muestra representativa del material, en función del tamaño de sus partículas más grandes.

-Tamizar la muestra por los tamices de 3” al N° 10 indicados en la tabla XX durante 15 minutos a mano o 10 minutos en la tamizadora efectuando principalmente movimientos horizontales.

-Pésese la fracción retenida en cada tamiz.

Cálculos

El porcentaje retenido sobre un tamiz i se calculará así:

$$\% \text{ Ret } i = \frac{\text{Peso ret. En tamiz } i}{\text{Peso total}}$$

El porcentaje más fino se obtiene de 100% el porcentaje retenido en el primer tamiz, a este resultado se le resta el porcentaje retenido en el tamiz siguiente y así sucesivamente. También se obtiene restando de 100% Los porcentajes en forma acumulada de los retenidos sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Mas fino } i = 100\% - \Sigma \% \text{ ret } i$$

Análisis de la fraction fina

Tamizado en seco: Se emplea para materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla y cuyos terrones en estado seco se desintegran con facilidad.

Procedimiento.

-Tómese unos 100 a 200 grs. (peso inicial) de la muestra seca que pasó por el tamiz N° 10 (2mm). Sí el suelo presenta terrones éstos se desmoronan cuidadosamente para no romper los granos.

-Tamizar el material N° 10 al N°200 y determinar los pesos retenidos en cada tamiz.

Cálculos

El porcentaje retenido sobre un tamiz i se calculará así:

$$\% \text{ Ret } i = \frac{\text{Peso ret. En tamiz } i}{\text{Peso inicial}} \times (\% \text{ pasa N}^\circ 10)$$

El porcentaje más fino se obtiene restando del % pasa N° 10 el % retenido en el tamiz siguiente, a este resultado se le resta el % retenido en el tamiz siguiente, a este resultado se le resta el % retenido en el tamiz que y así sucesivamente. También se puede obtener restando del % pasa N° 10 los porcentajes retenidos en forma acumulada sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Mas fino } i = \% \text{ Pasa N}^\circ 10 - \Sigma \% \text{ Ret. I}$$

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

Definiciones

Se entiende por consistencia el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienen a deformar o destruir su estructura.

Un suelo de grano fino puede existir en un estado cualquiera de consistencia, dicho estado depende de la cantidad de agua en el sistema trifásico: suelo, agua, y aire. Atterberg definió las fronteras de cuatro estados de consistencia en términos de Límites en la forma siguiente; a) Límite Líquido, es la frontera entre los estados líquido y plástico; b) Límite Plástico, la frontera entre los estados plásticos y semisólido; c) Límite de Contracción, la frontera entre los estados semisólido y sólido. Esos límites han sido definidos en forma más precisa, por A. Casagrande, en función de los contenidos de humedad del suelo y se describen en las siguientes páginas.

Aparatos

Límite líquido

- Aparato de Casagrande para determinar el límite líquido
- Ranuradora, tipo ASTM

Límite plástico

- Superficie lisa de unos 20 x 20 cm.

Preparación de la muestra

La muestra requerida para la determinación de los límites de consistencia se hará con la fracción de suelo que pasa por el tamiz N° 40.

Se emplean dos procedimientos en la preparación de la muestra. Para determinar cual proceso conviene, tómese una muestra auxiliar secada al horno y presiónese con los dedos. Si se desmorona fácilmente (material arenoso o limoso),

usar el método de separación en seco; si la muestra ofrece resistencia considerable y los granos no pueden separarse (material arcilloso), prepárese con ayuda del agua.

Procedimiento por vía seca.

- Secar la muestra al aire libre a temperatura ambiente o en horno a temperatura no superior a 60°C.

- Pasar el material seco por el matiz N° 10 y desmoronar los terrones con el pisón, teniendo cuidado de no romper las partículas grandes.

- Tamizar luego por la malla N° 40 y tómese 200g de material que pasa dicho tamiz

- Agréguese agua y con la espátula mezclése hasta obtener una pasta uniforme, suave y espesa.

-Guárdese la muestra humedecida en un frasco durante unas 12 horas o más, para que la humedad se distribuya uniformemente en todos los granos del suelo.

Procedimiento por vía húmeda.

Se emplea en los suelos con materia orgánica y algunos inorgánicos que sufren cambios importantes en los límites de Atterberg, si son secados en el horno.

-colóquese la muestra en un envase apropiado, cúbrase con agua y déjese remojar hasta que todos los terrones se ablanden. Lávese a continuación el material por el tamiz N° 40 y recójase en un recipiente toda el agua usada en el lavado.

-Déjese sedimentar el material contenido en el agua de lavado y luego decántese o sepárese por sifonado el agua que quede encima del material lavado. El agua restante puede eliminarse filtrando la suspensión por un papel de filtro adecuado.

Límite Líquido

Definición

Es el contenido de humedad de un suelo para el cual, dos secciones de una muestra moldeada del mismo separadas por una ranura de dimensiones standard, alcanzan apenas a tocarse, sin unirse, al someterla al impacto de 25 golpes bien definidos en el aparato de Casagrande.

El límite líquido de un suelo da una idea de su resistencia al esfuerzo cortante cuando el material tiene un determinado contenido de humedad.

Determinación del Límite líquido.

Método convencional

- Ajustese la altura de caída de la cápsula de latón para que sea exactamente de 1 cm (aparato de Casagrande), esa distancia se logra con el extremo de la ranuradora que tiene 1 cm, por otro lado y los tornillos de ajuste del aparato H e I Figura Anexos 1

Colóquese por partes en el platillo la muestra preparada en la forma ya descrita, apisonándola contra el fondo con movimientos circulares mediante la espátula evitando así que el suelo atrape burbujas de aire.

Finalmente, se nivela y alisa horizontalmente la superficie con la espátula procurando obtener 1 cm. De profundidad en el punto de espesor máximo.

Sepárese la muestra por el centro con el ranurador desde el interior hasta el borde libre del platillo dejando un canal limpio y claro, Figura Anexos 2.

Gírese la manivela f Figura Anexos 1 del aparato con una velocidad en la caída del platillo de dos golpes por segundo, contando el número de golpes requeridos para que los labios de la ranura se unan en una longitud de 1 cm. Aproximadamente.

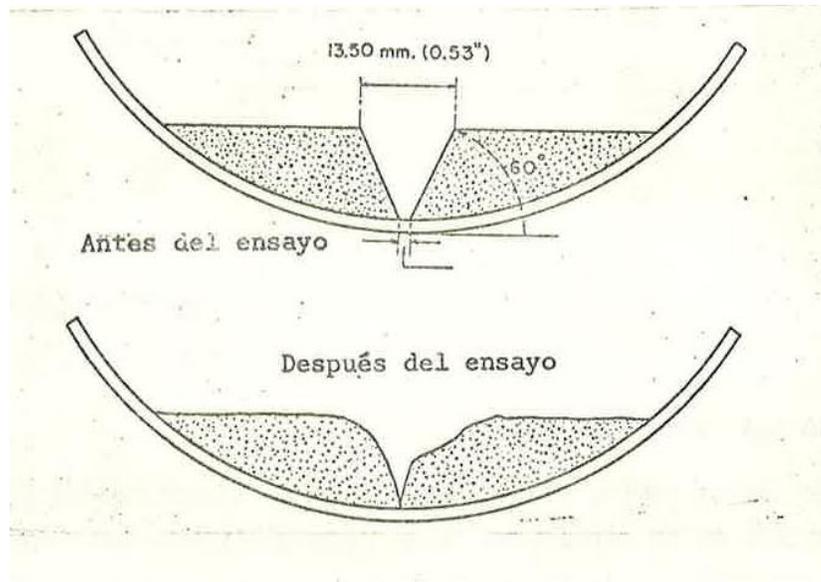


Figura Anexos 2. Corte Longitudinal al hacer el corte y despues de los golpes.

Límite Plástico

Definición

Se ha convenido en considerar el límite plástico de un suelo como su mínimo contenido de humedad que permite amasarlo en cilindros de 3mm. (1/8") de diámetro sin que se rompan o desmoronen.

La plasticidad es una característica de los suelos cohesivos que les permite sufrir deformaciones considerables de corte sin romperse, sin presentar agrietamiento en su superficie, sin rebote elástico y sin sufrir cambios de volumen apreciables.

La plasticidad de los suelos se debe al efecto lubricante de la película de agua que hay entre partículas adyacentes, y depende de los factores que influyen sobre la superficie y el espesor de la película de agua. Por ello, la plasticidad es función de la forma y el tamaño de las partículas y de la naturaleza química de su superficie.

El límite plástico tiene importancia práctica, ya que la manipulación del suelo y la ejecución de obras de tierra es más fácil en ese estado. La excavación del material y su compactación se realizan con el menor trabajo.

Determinación del límite plástico.

Procedimiento:

-Tómese una pequeña cantidad de suelo preparada como se describió en el ensayo anterior.

-Amásese y ruédese sobre una superficie lisa (lámina de vidrio por ejemplo) con la mano: hasta formar cilindros de 3mm de diámetro (aproximadamente), comprímase y repítase el amasado, se pierde con ello cierta humedad. Repítase la operación hasta que el cilindro se agriete durante el proceso de amasado, Figura Anexos 3.

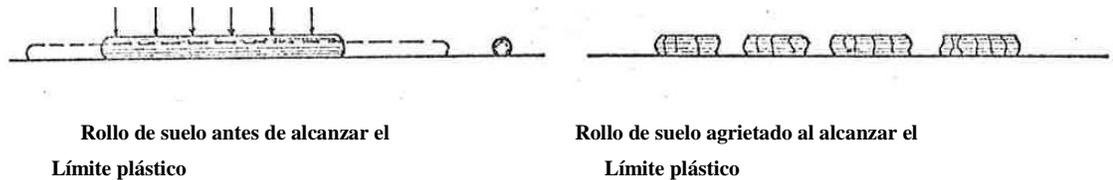


Figura Anexos 3.

-Reúnase los trozos del suelo en un envase, pésese y determínese su contenido de humedad secándolo al horno.

-En el caso de suelos arenosos el amasado de los rollos se hará con la espátula, secando continuamente el agua que deja el material sobre la superficie. Cuando la muestra se resquebraje, se considera que alcanzó su límite plástico. El diámetro del rollo, en este caso, puede o no ser de 3mm; usualmente será mayor.

-Si el límite plástico no puede ser determinado, entonces se dice que el suelo es no plástico (NP).

- El límite plástico será el promedio de los valores de humedad antes determinados (mínimo dos), la diferencia entre dos determinaciones debe ser menor del 2%, de lo contrario repítase el ensayo.

PESO ESPECÍFICO

Definiciones

Peso específico del suelo (G): El peso específico de un suelo (G) es la relación entre el peso unitario de las partículas sólidas del suelo (Y_s) y el peso unitario del agua destilada a una temperatura de referencia, generalmente a 4°C ya que $Y_w(4^\circ\text{C}) = 1.000 \text{ gr/cm}^3$

$$G = \frac{Y_s}{Y_w(4^\circ\text{C})} = \frac{W_s}{V_s Y_w}$$

El peso específico de los suelos varía comúnmente entre los valores 2.5 a 2.8 los suelos orgánicos tienen valores bajos (Humus: $G = 1.37$).

Conviene diferenciar el peso específico de los distintos pesos unitarios, por ello, éstos se definen a continuación:

Peso unitario de los sólidos (Y_s): Es el peso de las partículas sólidas de un suelo por unidad de volumen de esa masa sólida (excluyendo los vacíos: aire y agua).

$$Y_s = \frac{W_s}{V_s} = G Y_w$$

Peso unitario (Y): Es el peso del suelo (sólidos + agua) por volumen total (Sólidos + agua + aire).

$$Y = \frac{W}{V}$$

Aparatos

-Picnómetro. Un matraz de vidrio pyrex con 250 ó 500 ml. De capacidad a 20° y tolerancia de +/- 0.30 ml., que debe estar calibrado antes del ensayo.

-Balanza. De sensibilidad 0.01 gr ó de 0.001 gr para picnómetros menores (50 ml).

-Termómetro. Con apreciación de 0.1 °C.

-Mechero Bunsen ó fuente de calor para hervir el contenido del picnómetro. Puede emplearse también una bomba de vacío capaz de mantener una presión inferior a 100mm de Hg.

-utensilios diversos: horno, mortero de porcelana con mazo, pipeta, agua destilada, envases apropiados para el manejo y secado de las muestras.