

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

CARACTERIZACION GEOTECNICA DE UNA ZONA DE GUATIRE COMPRENDIDA ENTRE DISTRIBUIDOR CASARAPA/DISTRIBUIDOR ZAMORA Y LOMA LINDA/SAN PEDRO, MUNICIPIO ZAMORA, ESTADO MIRANDA.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela por
la Br. Martínez R. Glaycer L.
Para optar al Título de Ingeniero Geólogo

Ciudad Universitaria de Caracas, septiembre 2021

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

CARACTERIZACION GEOTECNICA DE UNA ZONA DE GUATIRE COMPRENDIDA ENTRE DISTRIBUIDOR CASARAPA/DISTRIBUIDOR ZAMORA Y LOMA LINDA/SAN PEDRO, MUNICIPIO ZAMORA, ESTADO MIRANDA.

Tutor Académico: Ing. Feliciano De Santis

Presentado ante la Ilustres
Universidad Central de Venezuela por
la Br. Martínez R. Glaycer L.
Para optar al Título de Ingeniero Geólogo

Ciudad Universitaria de Caracas, septiembre 2021

Martínez R. Glaycer L.

**CARACTERIZACION GEOTECNICA DE UNA ZONA DE GUATIRE
COMPRENDIDA ENTRE DISTRIBUIDOR CASARAPA/DISTRIBUIDOR
ZAMORA Y LOMA LINDA/SAN PEDRO, MUNICIPIO ZAMORA, ESTADO
MIRANDA.**

Tutor Académico: Ing. Feliciano De Santis

**Tesis. Caracas, U.C.V Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y
Geofísica. Año 2021,**

Palabras Claves: Relleno sedimentario, arcillas expansivas, licuación, geología,
geotecnia, Guatire.

Resumen

La zona de estudio se encuentra ubicada al oeste de la ciudad de Guatire, la cual abarca un área de aproximadamente 5 km² y se encuentra entre las coordenadas N: 1.159.3300/1.157.561/1.157.553/1.159.305, E: 764.087/764.0071/766.691/766.691, con una geología regional conformada principalmente por la Formación Guatire de edad Cuaternario la cual se encuentra suprayacente al Esquisto Las Mercedes. El propósito de este proyecto de investigación se basó en la caracterización e integración de información existente de estudios previos en esta zona de la ciudad de Guatire, recopilados de instituciones gubernamentales y sondeos selectivos a los cuales se le realizaron ensayos de laboratorio para conocer sus propiedades índices. Esta información fue analizada e integrada a una base de datos de las perforaciones realizadas en el área, obteniendo como resultado un conjunto de mapas temáticos de contenido geológico-geotécnico a escala 1:10.000, cómo lo son el mapa de ubicación de perforación, litológico, relleno sedimentario y ubicación de arcillas con potencial expansivo; mediante el uso del programa ArcGis 10.4. Éste trabajo proporciona material gran interés para la construcción vial, de edificaciones residenciales y comerciales, permitiendo suministrar datos sobre las características del subsuelo que garanticen la estabilidad y seguridad de futuras obras ingenieriles.

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Generalidades	1
1.2. Ubicación.....	1
1.3. Planteamiento del Problema	2
2.1. Justificación del Problema.....	3
2.2. Objetivos	3
2.2.1. Objetivo General	3
2.2.2. Objetivos Específicos.....	4
2.3. Alcances y Limitaciones	4
2.4. Metodología.....	5
2.4.1. Etapa I: Recopilación de los datos	5
2.4.2. Etapa II: Bases teóricas	5
2.4.3. Etapa III: Etapa de campo.....	5
2.4.4. Etapa IV: Etapa de post-campo	5
2.5. Antecedentes	6
CAPÍTULO II.....	9
2. GEOGRAFÍA FÍSICA.....	9
2.1. Generalidades	9
2.2. Clima	9
2.3. Vegetación	9
2.4. Relieve	10
2.5. Drenaje.....	11
2.6. Meteorización y Erosión	11
CAPÍTULO III.....	13
3. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL.....	13
3.1. Generalidades	13
3.2. Geología Estructural Regional.....	13
3.2.1. Fallas Guarenas.....	14
3.3. Geología Regional.....	15

3.4.	Aspectos Sísmicos	17
3.5.	Geofísica	17
	CAPÍTULO IV	19
4.	MARCO TEÓRICO	19
4.1.	Generalidades	19
4.2.	Métodos cartográficos	20
4.3.	Zonificación geotécnica	20
4.4.	Mapas geológicos y geotécnicos.....	21
4.4.1.	Tipos de mapas geológicos.....	22
4.4.2.	Tipos de mapas geológicos.....	22
4.4.2.1.	Objetivos	22
4.4.2.2.	Contenido.....	22
4.4.2.1.	Escala	23
4.4.3.	Contenidos de los mapas geotécnicos.....	23
4.5.	Ensayos de caracterización de suelo	23
4.5.1.	Ensayo de humedad natural	23
4.5.1.1	Equipo.....	24
4.5.1.2.	Cantidad de muestra.....	24
4.5.1.3.	Cálculos	25
4.5.2.	Ensayo de granulometría por tamizado	25
4.5.2.1.	Equipo.....	26
4.5.2.2.	Muestra.....	27
4.5.2.3.	Cálculos	28
4.5.3.	Ensayo granulometría por hidrómetro.....	30
4.5.3.1.	Equipo.....	30
4.5.3.2.	Cálculos	31
4.5.4.	Ensayo peso unitario.....	33
4.5.4.1.	Equipo.....	33
4.5.4.2.	Cálculos	34
4.5.5.	Ensayo peso específico	36
4.5.5.1.	Equipo.....	36
4.5.5.2.	Cálculos	37

4.5.6.	Ensayo límites de consistencia	38
4.5.6.1.	Límite líquido.....	38
4.5.6.1.1.	Equipo	38
4.5.6.1.2.	Cálculos	39
4.5.6.2.	Límite plástico	39
4.5.6.2.1.	Equipo	39
4.5.6.2.2.	Cálculos	40
4.5.6.3.	Índice de plasticidad	41
4.5.7.	Ensayo azul de methyleno	41
4.5.7.1.	Equipo.....	41
4.5.7.2.	Cálculos	42
4.6.	Difracción de Rayos X	43
4.7.	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.S.C)	43
4.7.1	Suelos granulares.....	44
4.7.2.	Suelos finos.....	45
	CAPÍTULO V	48
5.	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	48
5.1.	Integración de la Información	48
5.2.	Mapas Temáticos	49
5.3.	Perfiles Geotécnicos.....	52
5.4.	Difracción de Rayos X.....	56
5.4.1.	Muestras de Guarenas 83.....	56
5.2.2.	Muestras de Guatire 58.....	57
5.3.	Potencial de Expansión	58
5.4.	Potencial de Licuación.....	62
	CAPÍTULO VI	65
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
6.1.	Conclusiones.....	65
6.2.	Recomendaciones.....	67
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
	ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación a escala 1:25000. Tomado y modificado hoja 6847-II-NE 1995.	2
Figura 2. Diagrama de flujo explicativo de la metodología empleada para el desarrollo del trabajo.....	6
Figura 3. Mapa geológico simplificado de la región Colonia Tovar-Guatire, realizado por Wehrmann, donde se interpreta la falla que limita al sur a la cuenca de Guarenas-Guatire (Extraído de PICARD, 1976).....	14
Figura 4. Mapa Geológico de Caracas 1968. Escala 1:100.000.....	16
Figura 5. Tamices para análisis granulométrico	27
Figura 6. Muestras para análisis granulométrico	28
Figura 7. Curva granulométrica	30
Figura 8. Equipo y muestras para ensayo de granulométrica por hidrómetro	31
Figura 9. Muestra para ensayo de peso unitario	34
Figura 10. Muestra para ensayo de peso específico	37
Figura 11. Equipo y muestras para ensayo de límite líquido	39
Figura 12. Muestras para análisis de límite plástico	40
Figura 13. Equipo y muestras para ensayo de azul de metileno	42
Figura 14. Clasificación de las arenas de acuerdo al S.U.C.S., Norma ASTM D-2487-00 donde se observa el uso del sufijo para indicar con grava. DE SANTIS, F. (2006).	45
Figura 15. Clasificación de las gravas de acuerdo al S.U.C.S., Norma ASTM D-2487-00 con el uso de sufijo s que indica con arena, duplicando el tipo de suelos de 9 a 18. DE SANTIS, F. (2006).	45
Figura 16. Clasificación de finos de baja plasticidad de acuerdo al S.U.C.S., Norma ASTM D-2487-00. Obsérvese el uso de sufijos y prefijos. DE SANTIS, F. (2006).	46
Figura 17. Clasificación de finos de alta plasticidad de acuerdo al S.U.C.S., Norma ASTM D-2487-00. DE SANTIS, F. (2006).	47
Figura 18. Vista de la información recopilada en la base de datos.....	48
Figura 19. Mapa de perforación. Escala 1:10.000	49
Figura 20. Mapa de litología. Escala 1:1000.....	50
Figura 21. Mapa de relleno antrópico. Escala 1:10.000	51
Figura 22. Mapa de ubicación de los perfiles geotécnicos. Escala 1:10.000.....	52
Figura 23. Perfil geotécnico 1	54
Figura 24. Perfil geotécnico 2	55
Figura 25. Perfil geotécnico 3	56
Figura 26. Difractograma de la muestra P4-M12B	57
Figura 27. Difractograma de la muestra P5-M8.....	57
Figura 28. Difractograma de la muestra P2-M8.....	58

Figura 29. Difractograma de la muestra P3-M5.....	58
Figura 30. Mapa de ubicación de las perforaciones donde se identifican capas de arcillas con algún potencial expansivo	61
Figura 31. Ubicación de las perforaciones donde se identifican capas de arcillas con algún potencial expansivo. Tomado de Google Earth 2021.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de coordenadas UTM correspondientes a la zona de estudio.	2
Tabla 2. Clasificación del suelo para la zona sísmica.....	17
Tabla 3. Cantidad de muestra.....	24
Tabla 4. Serie de tamices para análisis granulométrico.....	26
Tabla 5. Datos para la clasificación de suelos	44
Tabla 6. Potencial expansivo de las arcillas en función de sus propiedades	59
Tabla 7. Arcillas potencialmente expansivas	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Valores de Consistencia y Compacidad. Tomada de INGENIEROS DE SANTIS, C.A.	74
Anexo 2. Tabla resumen de todos los estudios geotécnicos.	75
Anexo 3. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 PI-M1	91
Anexo 4. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 PI-M3	92
Anexo 5. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 PI-M4	93
Anexo 6. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 PI-M5	94
Anexo 7. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 PI-M6	95
Anexo 8. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 PI-M7	96
Anexo 9. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P2-M0	97
Anexo 10. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P2-M2	98
Anexo 11. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P2-M3	99
Anexo 12. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P3-M3	100
Anexo 13. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P3-M4	101
Anexo 14. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P3-M6	102
Anexo 15. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P4-M2	103
Anexo 16. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P4-M5	104
Anexo 17. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P4-M9	105
Anexo 18. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P5-M1	106
Anexo 19. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P5-M6	107
Anexo 20. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P5-M8	108
Anexo 21. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P6-M1	109
Anexo 22. Ensayo de Humedad Natural Guarenas 83. ASTM D-2216-98	110
Anexo 23. Ensayo de Peso Unitario	111
Anexo 24. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P1-M3.....	112
Anexo 25. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P1-M4.....	113
Anexo 26. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P2-M6.....	114
Anexo 27. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P2-M8.....	115
Anexo 28. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P4-M7	116
Anexo 29. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P4-M8B	117
Anexo 30. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P4-M10.....	118
Anexo 31. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P4-M12A	119
Anexo 32. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P5-M11	120
Anexo 33. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P1-M0xM1.....	121
Anexo 34. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P1-M2xM3.....	122
Anexo 35. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P1-M4	123
Anexo 36. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P1-M5	124
Anexo 37. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P1-M6	125
Anexo 38. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P1-M8	126

Anexo 39.	Ensayo de Granulometría Guatire 58 P1-M11	127
Anexo 40.	Ensayo de Granulometría Guatire 58 P2-M2	128
Anexo 41.	Ensayo de Granulometría Guatire 58 P2-M6	129
Anexo 42.	Ensayo de Granulometría Guatire 58 P2-M10	130
Anexo 43.	Ensayo de Granulometría Guatire 58 P3-M3	131
Anexo 44.	Ensayo de Granulometría Guatire 58 P3-M4	132
Anexo 45.	Ensayo de Granulometría Guatire 58 P3-M6	133
Anexo 46.	Ensayo de Granulometría Guatire 58 P4-M1	134
Anexo 47.	Ensayo de Granulometría Guatire 58 P4-M2	135
Anexo 48.	Ensayo de Granulometría Guatire 58 P4-M3	136
Anexo 49.	Ensayo de Granulometría Guatire 58 P4-M5 y 6.....	137
Anexo 50.	Ensayo de Granulometría Guatire 58 P5-M2	138
Anexo 51.	Ensayo de Granulometría Guatire 58 P5-M3	139
Anexo 52.	Ensayo de Granulometría Guatire 58 P5-M5	140
Anexo 53.	Ensayo de Granulometría Guatire 58 P5-M6,7 y 8.....	141
Anexo 54.	Ensayo de Granulometría Guatire 58 P5-M9	142
Anexo 55.	Ensayo de Humedad Natural Guatire 58. ASTM D-2216-98	143
Anexo 56.	Ensayo de Peso Unitario Guatire 58	144
Anexo 57.	Ensayo de Consistencia Guatire 58 P1-M2 y M3	145
Anexo 58.	Ensayo de Consistencia Guatire 58 P1-M4.....	146
Anexo 59.	Ensayo de Consistencia Guatire 58 P1-M5.....	147
Anexo 60.	Ensayo de Consistencia Guatire 58 P1-M7.....	148
Anexo 61.	Ensayo de Consistencia Guatire 58 P1-M9.....	149
Anexo 62.	Ensayo de Consistencia Guatire 58 P3-M3.....	150
Anexo 63.	Ensayo de Consistencia Guatire 58 P3-M6.....	151
Anexo 64.	Ensayo de Consistencia Guatire 58 P4-M2.....	152
Anexo 65.	Ensayo de Consistencia Guatire 58 P5-M5.....	153
Anexo 66.	Ensayo de Consistencia Guatire 58 P5-M6,7,8.....	154
Anexo 67.	Ensayo de Hidrometría Guatire 58 P5-M5.....	155
Anexo 68.	Ensayo de Azul de Methylene Guatire 58 P5-M5.....	156

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades

En Venezuela en las últimas décadas se ha llevado a cabo un desplazamiento de la población hacia la ciudad de Caracas, debido principalmente a factores económicos, lo que ocasionó la superpoblación en la ciudad capitalina y congestión de igual manera en las ciudades adyacentes como lo es la ciudad de Guatire.

Debido al crecimiento urbano en dicha ciudad, continuamente ocurre procesos de renovación que producen modificación en la topografía y distribución espacial del urbanismo, lo que ocasiona un aumento de obras ingenieriles que deben estar basadas en el conocimiento geológico-geotécnico del suelo de la zona; la cual está constituida por una cuenca con formación post-orogénica, rellena principalmente por sedimentos clásticos consolidados y no consolidados y acumulación de aluviones a lo largo de tres ríos principales en el área (Guarenas, Guatire, Pacairigua). Todos estos sedimentos cubren el basamento metamórfico constituido por los Esquistos de Las Mercedes. Dicha cuenca se encuentra emplazada en una depresión limitada al norte por el Macizo del Ávila y al sur por el Cerro Colorado, en la Cordillera de la Costa.

En este proyecto el objetivo primordial es recolectar información geológica y geotécnica actualizada con el propósito de elaborar una serie de mapas temáticos a escala 1:10.000, que sirva de guía para la planificación de futuros trabajos ingenieriles que permitan satisfacer las necesidades de la población y mejorar su calidad de vida.

1.2. Ubicación

La zona a estudiar se localiza en la región nor-central de Venezuela, especialmente en el municipio Zamora perteneciente al estado Miranda; entre el Distribuidor Casarapa/Distribuidor Zamora y Loma Linda/San Pedro. (figura 1).

Tabla 1. Tabla de coordenadas UTM correspondientes a la zona de estudio.

COORDENADAS UTM	
NORTE	ESTE
1.159.330	764.087
1.157.561	764.071
1.157.553	766.691
1.159.305	766.691

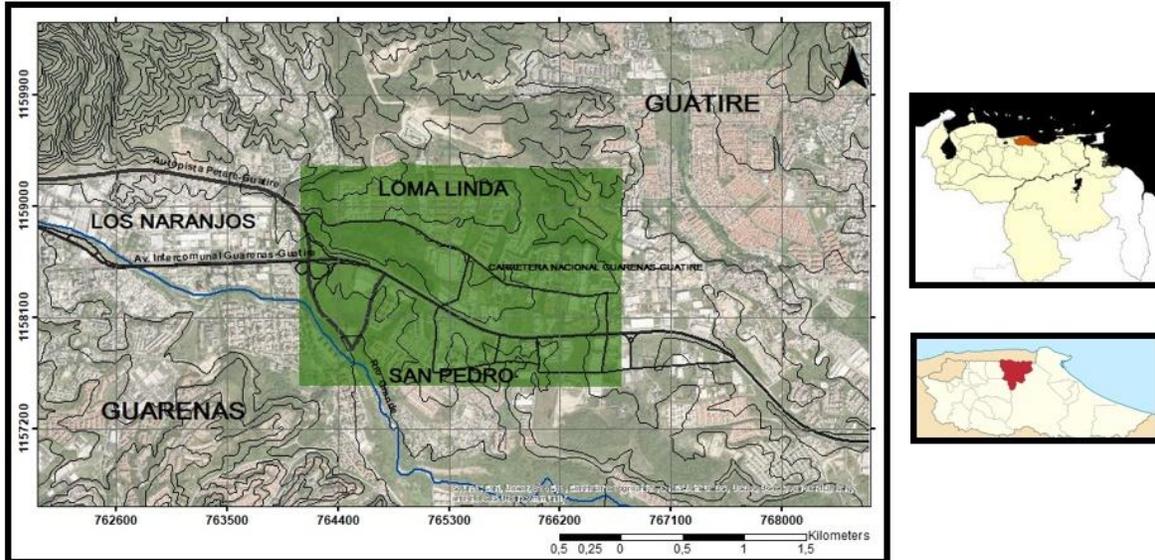


Figura 1. Mapa de ubicación a escala 1:25000. Tomado y modificado hoja 6847-II-NE 1995.

1.3. Planteamiento del Problema

A raíz de que constantemente ocurren modificaciones a nivel topográfico, como consecuencia del constante crecimiento urbano en su mayoría sin supervisión ni planificación adecuada, donde para el 2001 había una distribución espacial de la población en el municipio Zamora de 152.422 y para el 2011 se incrementó en 187.075 (INE, 2014) , surge la necesidad de disponer información geológica y geotécnica actualizada que contengan datos cómo litología, clasificación de suelos, profundidad de la roca, etc; considerando que la información presente actualmente se encuentra en diversos trabajos realizados con fines específicos y de esta manera establecer parámetros que favorezcan el cumplimiento de las ordenanzas establecidas por las alcaldías, permitiendo así mejorar la calidad de vida de sus habitantes y reducir riesgos que pueden ser ocasionados por procesos geológico.

De esta manera, dicho proyecto está enfocado en la compilación de información más relevante y confiable disponible en las investigaciones geotécnicas realizadas para obras de infraestructuras ejecutadas en las adyacencias a la Av.

Intercomunal Guarenas-Guatire y la Carretera Nacional Guarenas-Guatire, con el propósito de representar los datos geológicos-geotécnicos indispensables para un desarrollo de infraestructuras en mapas a escala 1:10.000, que contengan los datos obtenidos de los sondeos exploratorios realizados por la empresa Ingenieros De Santis, C.A., y los obtenidos de los distintos estudios realizados previamente adquiridos en la Alcaldía y FUNVISIS.

En este sentido, este Trabajo Especial de Grado estará orientado a responder, principalmente, interrogantes como:

1. ¿Cuáles son las características litológicas y geotécnicas resaltantes del subsuelo en esta zona?
2. ¿Cómo mediante la generación de documentos cartográficos se puede contribuir a un desarrollo urbano más armónico mediante proyectos a nivel ingenieril que tomen en cuenta las variables geológico geotécnicas?

2.1. Justificación del Problema

Considerando que la zona de estudio pertenece a un núcleo urbano en constante crecimiento debido a la cercanía con la ciudad de Caracas, este trabajo de investigación generará información geotécnica pertinente del área ya delimitada, además de integrar esta información con los estudios previos del mismo tipo, consolidando de esta manera las bases geológicas-geotécnicas requeridas para ejecutar con éxito nuevos proyectos de índole ingenieril.

El mismo representará una herramienta de gran interés para la construcción vial, de edificaciones residenciales y comerciales, permitiendo proporcionar datos sobre las características del subsuelo que garanticen la estabilidad y seguridad de futuras obras.

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General

Caracterizar geotécnicamente una zona de Guatire comprendida entre Distribuidor Casarapa/Distribuidor Zamora y Loma Linda/San Pedro, municipio Zamora, estado Miranda.

2.2.2. Objetivos Específicos

1. Recopilar la documentación geológica-geotécnica de la zona de estudio disponible en FUNVISIS y Alcaldía del Municipio Zamora del estado Miranda.
2. Caracterizar las muestras obtenidas a partir de las perforaciones a través de ensayos de laboratorio como humedad natural, granulometría por tamizado, granulometría por hidrómetro, peso unitario, peso específico, límite de consistencia, azul de metileno.
3. Identificar la composición mineralógica del suelo mediante difracción de rayos x.
4. Elaborar un conjunto de mapas temáticos del área de estudio, utilizando el programa ArcGis 10.4, a escala 1:10.000, donde se identifique puntos de perforación, espesores de los rellenos, litologías.
5. Generar perfiles geológicos-geotécnicos en los sectores donde se cuente con la mayor información obtenida de los estudios geotécnicos elaborados.

2.3. Alcances y Limitaciones

Este proyecto plantea una serie de objetivos y tareas, las cuales permitirán llevar a cabo los estudios y posteriormente el análisis de la zona de interés, unificar criterios de una manera clara, de todos los aspectos geológicos y geotécnicos, estableciendo estudios actualizados que sirven para obtener un mayor conocimiento de las características del suelo pertenecientes a dicha zona.

Dentro de las limitaciones previstas está la dificultad de adquirir datos geológicos frescos, ya que la zona está rodeada de urbanizaciones y barrios populares en los que la exposición y preservación de evidencias geológicas es escasa. Será necesario la recopilación de documentación geológica y análisis de perforaciones realizadas previamente o de roca fresca mediante maquinaria pesada.

2.4. Metodología

2.4.1. Etapa I: Recopilación de los datos

Consiste en la búsqueda y recopilación de la información relacionada a la zona de estudio, tomando en cuenta toda la documentación publicada relacionada a la información geológica de interés para la investigación (trabajos especiales de grado, publicaciones, trabajos inéditos, entre otros). Además, durante esta etapa se realiza la recopilación y revisión de mapas correspondientes a la zona de estudio, para llevar a cabo el reconocimiento de rasgos geomorfológicos y estructuras geológicas en dicha área.

2.4.2. Etapa II: Bases teóricas

En esta etapa se establece las bases teóricas necesarias para la realización del trabajo y se lleva a cabo el desarrollo de temas de interés relacionados con los objetivos del proyecto T.E.G.

En esta fase se coloca el área de estudio dentro de un marco tectónico en función de la evolución geológica de la zona.

2.4.3. Etapa III: Etapa de campo

- Se ejecutaron un total de 17 sondeos con profundidades comprendidas entre 0 y 13 metros en los cuales se procedió de la siguiente forma: ensayos SPT a intervalos de 0,5 metro a lo largo de toda la perforación y posteriormente se analizarán un total de 99 sondeos incluyendo los estudios previamente realizados.
- Descripción litológica general de las muestras recolectadas.

2.4.4. Etapa IV: Etapa de post-campo

- Selección y clasificación definitiva de las muestras que serán sometidas a ensayos de laboratorio obtenidas en los nueve sondeos exploratorios.
- Caracterización, mediante ensayos de laboratorio, de las muestras representativas de las litologías que afloran en el área de estudio. Los ensayos son: difracción de rayos X, granulometría por tamizado, hidrómetro,

azul de metileno, límites de consistencia, peso unitario, humedad natural y peso específico.

- Análisis de los datos recolectados en campo y del laboratorio.
- Generar el perfil geotécnico y mapas temáticos.



Figura 2. Diagrama de flujo explicativo de la metodología empleada para el desarrollo del trabajo

2.5. Antecedentes

Wehrmann (1972) cartografió la zona de la Colonia Tovar hasta Guatire, incluyendo parte de la cuenca del Río Grande o Caucahua, sitio por donde pasa la autopista Caracas-Guaremas.

Asuaje (1972), efectuó un trabajo sobre la geología de la zona Guatire- Cabo Codera, en la cual continúa la cartografía hacia el este del Esquisto de Chuspita.

Picard (1976), ejecutó un estudio geológico de la cuenca Guaremas-Guatire, evaluando la sedimentación continental intracordillerana de Venezuela, mediante la descripción de la fisiografía, estratigrafía y paleografía de la zona.

González de Juana et al. (1980), realizó un estudio de la cuenca Guaremas-Guatire, agrupando la información suministrada por Picard (1976), indicando que la formación Guatire es discordante sobre la Asociación Metasedimentaria Caracas en un graben asimétrico limitado por fallas este-oeste.

Acero & Domínguez (2005), realizaron el estudio geológico-geotécnico y evaluación de las condiciones de trabajo que constituye el campus de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC).

Urbani, F., y otros. (2005), efectuaron un estudio de las Napas Ávila, Caracas, Loma de Hierro y Villa de cura con el fin de explicar las múltiples fases de deformación tanto dúctil como frágil, así como las facies metamórficas y las trayectorias P-T-t, además de las características geotectónicas relacionadas con la falla del Río Guárico.

Obedrecht. (2007), ejecutaron el estudio geológico y caracterización geomecánica del macizo rocoso correspondiente a la sección Urbina norte-La Culebrita, Edo. Miranda, del proyecto “sistema de transporte Caracas-Guarenas-Guatire”.

Noda (2008), llevó a cabo un estudio geofísico a lo largo de la ruta del ferrocarril Caracas-Guarenas-Guatire. A través de mediciones de refracción sísmica somera, gravimétricas y de ruido ambiental, así como la recolección de información geológica, geofísica y geotécnica.

Miró & Viète (2009), realizaron el estudio neotectónico en la cuenca neógena Guarenas-Guatire, estado Miranda, a partir del análisis de geología de superficie clásica. Mediante la identificación y caracterización de las unidades litoestratigráficas aflorantes en la zona de estudio, así como las evidencias estructurales pueden establecer la evolución tectónica de la cuenca en estudio. Realizaron un inventario de las evidencias geomorfológicas de fallas activas y mediciones microtectónicas tanto en la cuenca como en sus márgenes para determinar la evolución tectónica de la misma.

Castro & Rivero (2010), realizaron la caracterización geológica de las rocas sedimentarias que constituyen el subsuelo de un sector de la hacienda El Marqués, Guatire, estado Miranda y a su vez evaluar el potencial de estas rocas como materia prima en la industria alfarera. A partir del levantamiento geológico y del análisis de sondeos geotécnicos.

Morfe (2011), llevó a cabo la investigación en simulación del campo de ondas sísmicas y caracterización de amplitud y periodo con fines de microzonificación para ciudades Guarenas-Guatire. Obteniendo como resultado, que la microzonificación sísmica de la cuenca, se divide en 2 zonas, la zona 1 en el borde de la cuenca de ancho aproximadamente 1 Km, donde la relación H/V (simulación) tiene una amplitud máxima entre 2 y 5 veces para un intervalo de frecuencia de 1 a 2.5 Hz y la zona 2 el resto de la cuenca (centro) donde la relación H/V arrojó amplificaciones máximas entre 3 y 8 veces con frecuencias fundamentales entre 0.5 y 1.9 Hz.

Maza & Simoza (2013), caracterizaron geológica y geotécnicamente la zona al noreste de Caracas, entre las urbanizaciones La California/La Urbina, Cerro Verde/Macaracuay.

Sánchez (2016), hizo la caracterización de la cuenca de Guarenas-Guatire, estado Miranda, mediante perfiles de refracción sísmica distribuido en tres tendidos de longitudes que oscilan entre 2,5 y 4 kilómetros de longitud, distribuidos en las localidades de Guatire, Buenaventura y Guarenas.

CAPÍTULO II

2. GEOGRAFÍA FÍSICA

2.1. Generalidades

Al igual que el Valle de Caracas, el Valle de Guarenas – Guatire está situado al sur del macizo del Ávila, en la Serranía del Litoral de la Cordillera de la Costa (Picard,1976); tiene una longitud de unos 57 km y la mayor elevación frente al Valle de Guarenas-Guatire es el pico Amate o Zamurito de 2.016 m.

2.2. Clima

ZAMBRANO (1970) basada en la clasificación básica climatológica establecida por Koeppen (1948), apoyado en registros de precipitaciones y temperaturas en relación con la fitogeografía, propone que la región de Guarenas-Guatire se caracteriza por un clima tropical cálido lluvioso (Tipo A), con un tipo zonal principal de sabanas y bosques tropófitos.

Donde los cambios climáticos en la cuenca son consecuencia del régimen de precipitación, presentándose dos estaciones marcadas: una seca de enero a abril, que concentra 10,2% de la lluvia, y una húmeda de mayo a diciembre que concentra el 89,8% restante de la lluvia; los meses más lluviosos son junio, julio y agosto. A partir de junio en general, el suelo y el sustrato rocoso están más proclives a generar procesos geomorfológicos de tipo de movimiento de masas. En dichos meses (junio, julio y agosto) puede ocurrir un incremento tanto de la escorrentía superficial de laderas, como del escurrimiento concentrado en las quebradas con su consecuencia en la intensificación del entallamiento de las mismas, la activación de las áreas de erosión regresiva potencial de las cabeceras de las quebradas, incremento de la socavación de taludes, activación de procesos de erosión concentrada en surcos y cárcavas y otros problemas de inestabilidad (IERU, 2007).

2.3. Vegetación

En esta región la vegetación se ha visto reducida por la presencia de asentamientos urbanos, ocasionando la disminución de especies naturales e introduciendo nuevas especies. Por ello, para el estudio de la vegetación en áreas

urbanas se establecieron tres categorías: vegetación natural, vegetación naturalizada y vegetación plantada o cultivada (IERU, 2007).

La vegetación natural esta englobada dentro del tipo zonal Aw', la cual comprende vegetación herbácea en alternancia con matorrales y bosques semisecos a sub-húmedos y húmedos tropófilos deciduos de pisos bajos a medios y bosquecillos de galería en los márgenes de los ríos. Su presencia es importante para el control del proceso erosivo, ya que en los lugares donde la vegetación ha sido fuertemente intervenida e incluso eliminada se han desarrollado dichos procesos.

La vegetación naturalizada se ha desarrollado debido a la fuerte intervención de la que ha sido objeto la vegetación natural en la mayor parte del área urbana, especialmente en las áreas de fondo de valle, tanto del río Guarenas como las quebradas afluentes. Está representada principalmente por arbustos y matorrales con algunos elementos arbóreos aislados.

La vegetación plantada tanto natural como introducida, se le observa principalmente en las zonas planas y en el área de colinas. En las zonas planas están presentes principalmente especies ornamentales, mientras que en las áreas de colinas se observan especies comestibles, ornamentales y árboles de sombra, y se encuentran mezcladas con vegetación nativa preservada y vegetación naturalizada.

2.4. Relieve

En la región de Guarenas-Guatire se pueden distinguir dos grandes áreas de relieve diferenciadas.

- **Depresión Sedimentaria**

Esta corresponde al relieve dentro del valle de Guarenas-Guatire, cuya altitud varía entre los 200 y 400 metros sobre el nivel del mar. Es una zona topográficamente deprimida, incluye tanto los valles del río Guarenas y sus afluentes, como algunas elevaciones que no superan los 200 m de diferencial de cota con respecto al nivel de base, entra las que se encuentra el piedemonte montañoso. La pendiente general del terreno es hacia el sureste. Las laderas de las elevaciones son de pendientes menores a 45°. En la cuenca afloran la Formación Guatire, terrazas aluvionales levantadas y aluviones recientes. En esta unidad es donde se observa la mayor parte de los asentamientos humanos de la región (MIRO Y VIETE, 2009).

- **Contrafuertes montañosos**

Abarca las zonas montañosas que delimitan a la depresión sedimentaria de Guarenas-Guatire. Esta unidad domina a la depresión, exhibe un paisaje escarpado con pendientes intermedias a altas >40%. En el sur está representado por el macizo de Los Altos Mariche con altitudes entre los 600 y 2400 metros sobre el nivel del mar, en esta unidad afloran rocas la Asociación Metasedimentaria Ávila. Al norte está la Cadena Litoral Ávila-Cabo Codera con altitudes entre los 600 y 2.700 metros sobre el nivel del mar.

2.5. Drenaje

Según ZAMBRANO (1970), la cuenca Guarenas-Guatire se encuentra en la sub-cuenca hidrográfica río Caucagua dentro de la cuenca del río Tuy, ubicada entre las estribaciones montañosas del sur de la cadena litoral Ávila-Cabo Codera y norte de los Altos de Mariche. El drenaje principal está representado por el río Guarenas/Grande, el cual nace en la fila Santa Rosa, al sur de la cadena montañosa Ávila, en el estado Miranda; sus aguas corren en sentido W-E atravesando un valle estrecho que se desarrolla entre el valle de Caracas y el valle Guarenas-Guatire, extendiéndose hasta la confluencia del río Pacairigua al sureste de Guatire, en donde tiene inicio el río Grande o Caucagua, que posteriormente drena sus aguas al río Tuy.

Dentro de esta cuenca, los principales cursos de agua (aparte del río Guarenas) que definen la hidrografía del área de Guarenas y sus alrededores son:

- **Margen norte del río Guarenas/Grande**

Curupao, Guatire y Pacairigua y pequeñas quebradas sin nombre, tienen una orientación predominante noroeste-sureste y norte-sur.

- **Margen sur del río Guarenas/Grande**

De oeste a este pueden señalarse, Seca o Zumba, Guacarapa, Las Clavellinas, Güeime, Clores y pequeñas micro-cuencas sin nombre, la orientación es suroeste-noreste.

2.6. Meteorización y Erosión

Los agentes principales de meteorización en la región son los procesos químicos, según las características del clima tropical, donde un perfil geotécnico desarrollado en terreno rocoso está constituido por un gradiente de materiales que

comienza en la roca fresca con minerales no alterados, luego pasa a roca meteorizada dura de minerales con alteraciones incipientes y de ésta a roca descompuesta blanda de minerales totalmente alterados, para terminar en manto residual que desarrolla suelos residuales susceptibles a repteo.

Los procesos químicos que causan la descomposición del material parental de los depósitos superficiales para formar los perfiles de suelos dependen de la facilidad de penetración del agua en el material parental. La distinción entre suelos ácidos y alcalinos está dada por la disponibilidad de agua durante el proceso formativo. En la región de Guarenas-Guatire, por lo general las condiciones ambientales son secas, aireadas, propicias a la oxidación, dando como resultado tierras alcalinas.

En cuanto a la erodibilidad del suelo, el tipo y densidad de la cobertura vegetal influyen tanto como la estructura y el vigor del proceso de desintegración del material. En las zonas donde hay matorrales altos y bajos la pérdida de sedimentos es mayor, y esta decrece a medida que pasa gradualmente la vegetación a bosques. La pendiente del terreno es otro factor de control de la tasa de erosión, si se incrementa el ángulo de la pendiente, manteniendo las condiciones de vegetación y meteorización fijas, la pérdida de suelos se incrementa (IERU, 1979)

CAPÍTULO III

3. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

3.1. Generalidades

La zona de estudio se ubica a nivel regional en la faja sur de la cordillera de la costa, constituido por la Formación Guatire y Esquistos Las Mercedes que de acuerdo con BECK (1985) se ubica dentro de la Napa de Caracas, la cual se constituye por rocas de origen sedimentario, pertenecientes a la asociación Meta-sedimentaria Caracas.

3.2. Geología Estructural Regional

La cuenca de Guarenas y Guatire fue formada bajo la influencia tectónica del levantamiento de la Cordillera de la Costa. Actualmente, no existe aún una teoría definitiva de la orogénesis de esta Cordillera, y se han propuesto modelos autóctonos (Navarro et al., 1988), como alóctonos (Ostos, 1990; Pindell y Barret, 1990; Pindell, 1993), para explicar este levantamiento, pero ninguno ha sido determinante, aunque los modelos alóctonos actualmente están cobrando mayor credibilidad por muchos geólogos y geofísicos.

Todo el norte de Venezuela constituye el margen límite de la placa tectónica suramericana y la placa tectónica del Caribe, siendo éste un cinturón hecho de varias unidades tectónicas imbricadas tanto oceánicas como continentales, acretadas con una vergencia hacia el sur desde el Cretáceo Tardío (Beck, 1986; Bellizia, 1986; Ostos, 1990). Giunta et al. (2002) indican que este cinturón ha sido afectado y desmembrado progresivamente por una deformación que va desde muy frágil a dúctil, relacionada al gran sistema de fallas dextrales E-O conformado por: la Falla del Pilar, la Falla de San Sebastián y la Falla de Oca-Ancón, y aunados a éstas los sistemas de fallas conjugados (La Victoria, Tácata, Charallave). Según el modelo alóctono se establece el emplazamiento de napas (Beck, 1986), entendiéndose por éstas un manto rocoso que se traslada como una sola unidad, siendo el traslado tectónico por gravedad o por compresión cortical.

Por su parte, AUDEMARD (2005) señala que la configuración actual de las placas Caribe Suramérica resulta de una evolución transpresiva que ha ocurrido a lo largo del Terciario y Cuaternario, iniciada como una subducción oblicua tipo B que luego evolucionó a una colisión oblicua más larga con movimiento hacia el este. Más recientemente, este límite de placa se convirtió en una transpresión particionada cuando y donde la colisión se hizo insostenible. Su última etapa en la

evolución aún está activa en la parte oriental de Venezuela y Trinidad, y marca el cambio de subducción oblicua a colisión oblicua particionada. Este margen convergente oblicuo de cara al este ha actuado diacronicamente a lo largo de la evolución de la porción completa septentrional del límite de placas, lo que indica que a través del tiempo la zona de límite de placa ha cambiado progresivamente de una compresión predominante a un tipo de desgarre. La partición de esfuerzos se observa en la Cordillera de la Costa, donde el movimiento dextral en el núcleo está acomodado por las fallas de San Sebastian, la Victoria y otros esfuerzos Riedels sintéticos menores donde el acortamiento transverso es principalmente absorbido por el levantamiento y fallas de corrimiento frontales que enlazan la cadena a lo largo de su límite meridional.

3.2.1. Fallas Guarenas

WEHRMANN (1972) indica la presencia de esta falla al describir un sistema de fallas transversales con rumbo N 60°W, cuya formación estaría asociada a la reactivación de las fallas del Caribe, tales como las fallas de Oca y El Pilar, señalando además que esta estructura afecta a los sedimentos pliocenos de la cuenca Guarenas-Guatire (figura 3).

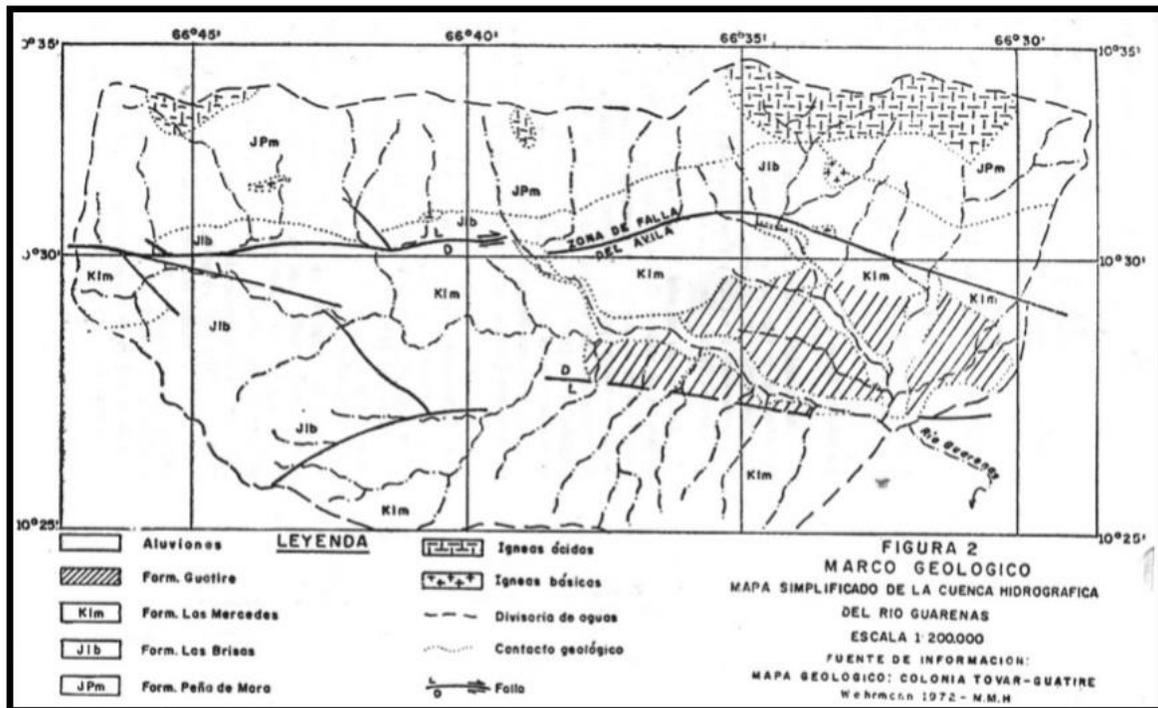


Figura 3. Mapa geológico simplificado de la región Colonia Tovar-Guatire, realizado por Wehrmann, donde se interpreta la falla que limita al sur a la cuenca de Guarenas-Guatire (Extraído de PICARD, 1976).

FUNVISIS (1984) en un estudio realizado para el ferrocarril Caracas-Litoral, nombra a este sistema de fallas como ramal sur del sistema de fallas Tacagua-El Ávila, caracterizado por mostrar una marcada linearidad y facetas triangulares, indicando además a la estructura como el límite sur entre las rocas metamórficas y los sedimentos plio-cuaternarios que rellenan a la depresión.

ODEBRECHT (2007) la describe como un riedel sintético, según el modelo de WILCOX et al (1973), con rumbo N73°W y N58°W, que parte del sistema de fallas Tacagua-El Ávila, y muestra evidencias de movimientos dextrales.

3.3. Geología Regional

- **Formación Guatire**

Según PICARD (1976), la cuenca Guarenas-Guatire es una cuenca cerrada, con área de drenaje que incluye rocas metamórficas en zonas de la facies de esquistos verdes de la Cordillera de la Costa. La distribución geográfica de sedimentos dentro de la cuenca muestra dos zonas: una de influencia norte con conos aluviales piemontinos, que interdigitan hacia el sur con la segunda zona, de sedimentos fluviales y lacustres con cierta proporción de carbonatos.

Nicklas (1953), sin hacer referencia al nombre formacional, indica que la unidad está compuesta por un conglomerado basal de color rojo ladrillo, seguido de una secuencia de conglomerados mal consolidados, limos laminados, arcillas limosas y arcillas.

Picard (1976, p. 971), indica que la localidad tipo no caracteriza a la unidad. Hacia el suroeste hay mayor proporción de carbonato de calcio, con capas de calizas, margas y conglomerados cementados y hacia el centro de la cuenca se encuentran espesas capas de arcillas laminares.

Miró & Viète (2009), concluyeron que la cuenca Guarenas-Guatire es una cuenca intramontana, que constituye una unidad deprimida emplazada dentro de la Cordillera de la Costa central. El relleno sedimentario lo conforman depósitos Neógenos y Cuaternarios de origen continental: la Formación Guatire con influencia fluvio-lacustre, discordante sobre rocas de la asociación metasedimentaria Caracas, y formaciones cuaternarias aluvio-torrenciales. El estudio de unidades cuaternarias se utilizó como herramienta auxiliar para establecer evidencias de fallamiento activo. Estas unidades cuaternarias se encuentran distribuidas en toda la región y comprenden desde depósitos en forma de rampas de edad Pleistoceno Medio (Q3 y Q2), terrazas fluviales y abanicos aluviales de edad Pleistoceno Tardío (Q1) hasta abanicos aluviales y torrenciales, y vega aluvial de edad Holoceno (Q0),

discordantes sobre la Formación Guatire. Se caracterizan por sedimentos gruesos con matriz areno-arcillosa de tonos oscuros.

- **Esquisto Las Mercedes**

AGUERREVERE Y ZULOAGA (1937) introducen el nombre de Esquistos de Las Mercedes para designar una extensa zona de afloramientos de esquisto calcáreo – grafitoso en la región de Caracas, pero luego los mismos autores (1938) lo elevan a rango formacional.

AGUERREVERE & ZULOAGA (1937) la definen como esquisto principalmente carbonático, con zonas micácea. Según WEHRMANN (1972) y la revisión de GONZÁLEZ DE JUANA, ITURRALDE & PICARD (1980: 317) mencionan que la litología predominante consiste en esquisto cuarzo muscovítico carbonático con intercalaciones de mármol grafitoso en forma de lentes. WEHRMANN (1972) menciona la presencia de metaconglomerado en su base, esquisto clorítico y una sección en el tope de filita negra. SEIDERS (1965) menciona, además, metaarenisca, feldespática y cuarcífera. URBANI et al. (1997) estudian mineralógicamente el mármol de esta unidad en la zona de Birongo, estado Miranda, encontrando que la dolomita se encuentra en baja concentración.

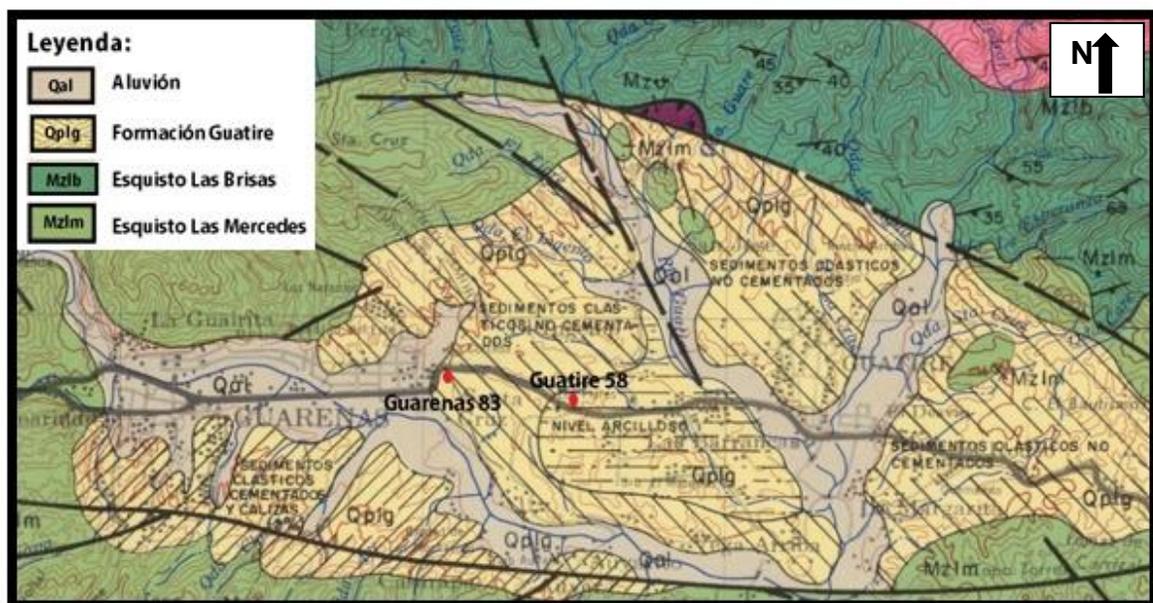


Figura 4. Mapa Geológico de Caracas 1968. Escala 1:100.000

3.4. Aspectos Sísmicos

El área de estudio se encuentra en la zona sísmica 5, de acuerdo al mapa de zonificación sísmica de la Norma COVENIN 1756-2:2001, que se caracteriza a una zona con V_{s30} mayor a 385 m/s, un espesor entre 0 y 60 m, aceleraciones $A(g)$ de 0,23 y 0,265 (A_0/A_1). Se debe aplicar a las construcciones una forma espectral del suelo S2 y una corrección espectral de 0.95

Tabla 2. Clasificación del suelo para la zona sísmica

CLASIFICACIÓN DEL SUELO PARA LA ZONA SÍSMICA					
ZONA 5 / 2- 1	Coeficiente de aceleración máxima	Riesgo Sísmico	Velocidad de Onda de Corte	Forma espectral del suelo	Corrección espectral
		$A_0=0,3$	Elevado	>385	S2

3.5. Geofísica

Hetch (2005), realizó estudio donde por medio de perfiles sísmicos de refracción concluyó que en las cercanías del sector El Ingenio se aprecian tres capas de sedimentos, la primera con espesor de 4 a 7 metros de profundidad, la segunda de 6 a 15 metros y una tercera de 15 metros aproximadamente con una información de hasta 25 metros de profundidad; determinando que las dos primeras capas corresponden a sedimentos clásticos no cementados (arenas secas), la primera de estas capa está muy poco consolidada y por debajo de estas dos capas se encuentra el estrato asociado a las arcillas de la Formación Guatire. De igual forma, mediante el modelado gravimétrico elaborado a partir de datos de anomalías residuales de polinomio de primer grado obtuvo el espesor de la Formación Guatire correspondiente a sedimentos cementados y aluviones con profundidad de 300 metros aproximadamente.

Noda (2008), por otro lado, luego de correlacionar datos gravimétricos y de ruido ambiental observa que en el perfil realizado en Plastek presenta tres estratos planos, subparalelos entre sí. El primero con una profundidad de 2 metros aproximadamente, lo cual puede ser correlacionado con una capa de relleno, compuesta de arena fina limo-arcillosa muy densa. El segundo estrato alcanza una profundidad de 16 metros aproximadamente, que puede ser correlacionada con una capa de Aluvión, formada por arcilla arenosa de media a baja plasticidad, arena limosa de grano medio y peñones de esquito y gneis. Finalmente se tiene el tercer estrato de profundidad no definida, pudiendo corresponder a un estrato de arenisca de grano medio a fino, muy dura.

Sánchez (2016), mediante perfiles de sísmica de refracción ubicado a la altura de Buenaventura distribuido en tres tendidos de longitudes que oscilan entre 2,5 y 4 kilómetros de longitud, encontró que los sedimentos de la cuenca de Guarenas-Guatire en general presentan un buzamiento en dirección norte, con valores de espesor de sedimentos hasta el basamento cristalino que pueden oscilar entre aproximadamente 170 m hasta 300 m aunque no de manera uniforme ya que el espesor promedio se encuentra alrededor de los 245 m. En dirección E-O la profundidad de los sedimentos es más irregular, sin embargo, los menores espesores se encontraron hacia el centro del área estudio y los mayores espesores hacia el este de dicha zona.

CAPÍTULO IV

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Generalidades

En el siguiente capítulo se darán a conocer una serie de términos relacionados con el ámbito geológico–geomecánico y los procedimientos e instrumentos a usar en los ensayos en el laboratorio.

A continuación, se presentan algunas definiciones básicas importantes para la comprensión de este tema:

En geotecnia, los materiales que constituyen la corteza terrestre se subdividen en dos grandes categorías: suelo, roca.

- **Suelo** conjunto de partículas sólidas, sueltas o poco cementadas, más o menos consolidadas, de naturaleza mineral, fragmento de roca, materia orgánica, etc., con fluido intersticial rellenando huecos y que han podido sufrir transporte o desarrollarse in situ. (AYALA. 1984).
- **Roca** un agregado de minerales unidos por fuerzas cohesivas poderosas y permanentes (TERZAGHY, PECK. 1948).
- **Suelos Coluviales** son materiales transportados por gravedad cuyo origen es geológico estructural, en zonas de climas templados por la acción del hielodeshielo. El proceso coluvial se origina por la alteración in situ de las rocas, principalmente, por el agua, posteriormente la masa saturada es transportada por efectos gravitatorios, en procesos como derrubios de ladera o depósitos de soliflucción.

Desde el punto de vista geotécnico los coluviones tienen una gran importancia por su estado de masas inestables, la resistencia del conjunto es baja, sobretodo en la zona de contacto con sustrato rocoso, que en periodos de lluvia se infiltra el agua y causan el desarrollo altas presiones intersticiales. (Modificado de Vallejo, 2006).

- **Suelos Aluviales** son suelos de origen aluvial, poco evolucionados, aunque profundos. Aparecen en las vegas de los principales ríos. (Modificado de Vallejo, 2006).

4.2. Métodos cartográficos

Para la realización de una cartografía geotécnica se debe disponer de la información geológica básica sobre un plano topográfico o a partir de las fotografías aéreas de la zona. Si no existe un plano geológico, se deberá preparar a partir de la información disponible y de trabajos de campo. Lo que se realiza habitualmente, en mapas a media y gran escala, es completar la información geológica disponible en mapas 1:50.000 o 1:25.000 siendo reconocidos anterior y detalladamente en campo. González de Vallejo (2006).

4.3. Zonificación geotécnica

La zonificación geotécnica se basa en la clasificación de unidades geotécnicamente homogéneas, que pueden abarcar diferentes edades geológicas y a su vez, éstas pueden dividirse en subunidades. El detalle y el grado de homogeneidad dependerán de la escala, objetivo del mapa y datos disponibles.

Las unidades geotécnicas y su distribución espacial generalmente se establecen a partir de la litología, origen y características geológicas de los materiales, determinadas a partir de la información y mapas geológicos existentes, fotointerpretación y observaciones y medidas de campo. En los trabajos que así lo requieran, las unidades cartográficas se caracterizan con más detalle a partir de investigaciones in situ, ensayos de laboratorio y análisis de muestras.

La siguiente clasificación de unidades de rocas y suelos para cartografía geotécnica está basada en la litología y origen de los materiales y fue propuesta por la UNESCO-IAEG en 1976:

- **Tipo Geotécnico** Uniformidad litológica y física, caracterizadas por valores medios de sus propiedades geotécnicas a partir de determinaciones y medidas puntuales. Pueden realizarse para mapas geotécnicos a gran escala.
- **Tipo Litológico** Unidad homogénea en la composición, textura y estructura, pero generalmente no uniforme en sus características físicas; no pueden aportarse propiedades mecánicas medias para todo el conjunto, sino un rango de valores. Se emplean mapas a gran escala y si es posible a media escala.
- **Complejo Litológico** Un grupo de tipos litológicos relacionados, de iguales condiciones genéticas y tectónicas. Se aportan datos sobre los tipos litológicos individuales y sobre el comportamiento general de la unidad. Se aplican a escalas medias y a veces pequeñas.

- **Conjunto Litológico** Varios complejos litológicos desarrollados bajo iguales condiciones genéticas (paleogeográficas) y tectónicas; presentan ciertas características litológicas comunes que los diferencian de otras unidades o conjuntos litológicos; solo pueden aportarse propiedades geotécnicas muy generales. Esto en mapas a pequeña escala.

Esta clasificación de unidades basadas en las condiciones geológicas puede ser empleada para mapas específicos o generales integrados. Para las diferentes unidades deben ser también descritas las características y estratigráficas y estructurales.

4.4. Mapas geológicos y geotécnicos

Los mapas geológicos constituyen un método en ingeniería geológica para representar cartográficamente información geológico-geotécnica con fines de planificación y uso del territorio y para el proyecto, construcción y mantenimiento de obras de ingeniería; aportan datos sobre las características y propiedades del suelo y del subsuelo de una determinada zona para evaluar su comportamiento y prever los problemas geológicos y geotécnicos.

Estos mapas deben considerar los siguientes aspectos generales de interés en ingeniería geológica:

- Descripción y clasificación geotécnica de suelos y rocas.
- Propiedades físicas y mecánicas de las rocas.
- Condiciones hidrogeológicas y distribución del agua.
- Condiciones y procesos geomorfológicos.
- Procesos dinámicos

El contenido y detalle de la información, así como el grado de complejidad en la realización de los mapas son función de:

- La escala y extensión.
- Los objetivos concretos que se persigan.
- La importancia de los diferentes factores geológicos-geotécnicos y sus relaciones.
- La información disponible, datos y su representatividad.
- Las técnicas de representación.

Los mapas geotécnicos incluyen información descriptiva sobre los materiales y procesos geológicos, datos cuantitativos de los diferentes procesos geológicos y de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales e información interpretativa para su aplicación geotécnica o ingenieril. Estos documentos no pueden reemplazar una investigación para una obra concreta, pero son una ayuda insustituible para el diseño racional de las obras, para prever los problemas geológicos-geotécnicos en una zona, planificar las investigaciones in situ e interpretar los resultados de ensayos de campo y laboratorio.

4.4.1. Tipos de mapas geológicos

Los mapas geotécnicos se realizan a escalas acorde con sus objetivos, proporcionando información geológica-geotécnica básica o específica para una aplicación determinada. Los mapas se pueden clasificar en función de su objetivo, contenido y escala. A continuación, se presenta la clasificación establecida por la UNESCO-IAEG (1976).

4.4.2. Tipos de mapas geológicos

4.4.2.1. Objetivos

- **Específico** proporcionan información sobre un aspecto determinado de la ingeniería geológica o para un objetivo concreto (Emplazamientos de residuos, trazados de ferrocarril, Condiciones del terreno para cimentación d una presa, excavaciones subterráneas, etc.).
- **Múltiple o general** proporciona información referente a diversos aspectos de la ingeniería geológica, para variados objetivos y usos geotécnicos.

4.4.2.2. Contenido

- Temático o analítico: aporta detalle o evalúa un componente determinado del medio geológico (grado de meteorización, grado de fracturación de macizos rocosos, procesos sísmicos, expansividad de suelos).
- Integrado: a) aporta las condiciones geotécnicas descriptivas de todos los principales componentes del medio geológico. b) Zonificación del territorio en unidades geotécnicas homogéneas.
- Auxiliar: presenta datos concretos de algún aspecto geológico o geotécnico
- Complementario: proporciona información básica sobre algún aspecto geológico, geomorfológico, hidrogeológico, etc.

4.4.2.1. Escala

- Gran escala (local): < 1:10.000,
- Escala media: 1:10.000 a 1:100.000,
- Pequeña escala (regional): > 1:100.000

4.4.3. Contenidos de los mapas geotécnicos

Independientemente del tipo de mapa estos deben incluir una serie de información básica:

- Topografía y toponimia.
- Distribución y descripción litológica de las unidades geológicas.
- Espesos de suelo, formaciones superficiales y rocas alteradas.
- Discontinuidades y datos estructurales.
- Clasificación geotécnica de suelos y rocas.

4.5. Ensayos de caracterización de suelo

La caracterización y clasificación de los suelos es posible gracias a procedimientos efectuados a los mismos en las pruebas de laboratorio. Con el objetivo de garantizar que los resultados en los estudios de suelos tengan la menor variabilidad posible entre laboratorios, constituido normas estándar para la realización de dichos ensayos. La precisión en los resultados de los ensayos de laboratorio no solamente depende del seguimiento estricto de los pasos recomendados por las normas existentes, sino también de la calidad y buen estado de los equipos que se utilicen en el proceso. Así como de la preparación de las personas encargadas y del conocimiento que estos tengan acerca del tema, de las condiciones de los lugares destinados a los laboratorios, de los procedimientos de extracción y manejo de muestras y de otros tantos factores. (BOTIA, 2015)

4.5.1. Ensayo de humedad natural

El contenido de humedad (w), de un suelo se define como la relación entre el peso del agua libre más la absorbida en la muestra (W_w) y el peso de la muestra de suelo secada al horno (W_s), expresada en porcentaje.

Este método de ensayo tiene como objetivo determinar cuantitativamente el contenido de humedad de muestras de suelos, en su estado natural (OVIEDO, 1997)

4.5.1.1 Equipo

El equipo necesario para llevar a cabo la determinación del contenido de humedad del suelo es el siguiente:

- Horno de secado: con capacidad para mantener temperaturas constantes de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- Recipientes de muestreo: los recipientes deben tener características especiales como son: su material preferiblemente aluminio o porcelana, que soporte altas temperaturas y sea resistente a la corrosión por el contacto con la humedad de las muestras. Deben estar marcados con un código que facilite su identificación.
- Guantes contra altas temperaturas o herramientas para manejar los recipientes.
- Balanza de precisión: con precisión de 0,01 g, previamente calibradas.
- Herramientas menores: herramientas menores como son espátulas, trapos de limpieza, seguetas, entre otros. (BOTIA, 2015)

4.5.1.2. Cantidad de muestra

La porción de materia para la determinación del contenido de humedad será tomada en función del tamaño máximo nominal de las partículas del suelo, y el peso mínimo será aquel fijado en la tabla#6 (OVIEDO, 1997)

Tabla 3. Cantidad de muestra

Tamaño máximo nominal. (m.m)		Peso mínimo. Aprox (gr)
Pasa	1"	500
Pasa	$\frac{3}{4}$ "	250
Pasa	$\frac{1}{2}$ "	100
Pasa	Nº4	50
Pasa	Nº 10	25

4.5.1.3. Cálculos

El peso del agua evaporada corresponde al agua libre y absorbida, y puede ser calculada mediante la siguiente expresión:

$$Ww = (Wh + Wr) - (Ws + Wr)$$

El peso del suelo seco será:

$$Ws = (Ws + Wr) - (Wr)$$

El contenido de humedad en porcentaje:

$$W (\%) = (Ww / Ws) * 100$$

Donde:

- **Ww**= peso del agua evaporada
- **Wh**= peso del suelo húmedo
- **Ws**= peso del suelo seco
- **Wr**= peso de la tara
- **W%**= contenido de humedad en porcentaje.

4.5.2. Ensayo de granulometría por tamizado

El análisis granulométrico consiste en la separación de las partículas de suelo por rangos de tamaños, haciendo uso de mallas o tamices con aberturas cuadradas. Mediante procesos de agitado se lleva a cabo la separación de las partículas en porciones, las cuales se pesan expresando dicho retenido como porcentajes en peso de la muestra total y aunque se considera físicamente imposible determinar el tamaño exacto de cada partícula, la prueba de granulometría si permite agruparlas por rangos de tamaño. Universalmente se ha establecido la malla No. 200 (0,075mm) como medida divisoria en la clasificación de suelos; finos y gruesos. Finalmente, a través de una curva de distribución, donde el eje de la abscisa corresponde al diámetro de las partículas y el eje de las coordenadas corresponde al porcentaje retenido, se muestra con un alto porcentaje de aproximación a lo real, la variedad de tamaños de partículas que componen el suelo en estudio (BOTIA, 2015).

Este método de ensayo tiene como propósito obtener datos por medio de los cuales se puedan determinar las siguientes constantes de los suelos:

- Coeficiente de uniformidad
- Coeficiente de curvatura
- Porcentaje de gravas
- Porcentaje de arenas
- Porcentaje de finos
- Clasificación del suelo según el SUCS
- Curva granulométrica

4.5.2.1. Equipo

- Juego de tamices: se establecen como necesarios los tamices referenciados en la tabla#7 con el fin de lograr puntos clave en la realización de la curva granulométrica.

Tabla 4. Serie de tamices para análisis granulométrico

Tamiz	Diámetro (mm)	Tamiz	Diametro (mm)
3"	76,20	10	2,000
2½"	63,50	20	0,840
2"	50,80	40	0,420
1½"	38,10	50	0,297
1"	25,40	60	0,250
¾"	19,05	70	0,210
½"	12,70	80	0,180
⅜"	9,53	100	0,149
Nº 4	4,750	200	0,075

Nota: es necesario que el juego de tamices cuente con fondo y tapa superior. Estos deben estar en buenas condiciones y libres de golpes en sus bordes que hagan que su unión y separación con los tamices se produzca por movimientos bruscos; esto con el fin de evitar caídas inesperadas de material.

- Aparato agitador: un agitador mecánico que permita realizar el proceso de tamizado.

Nota: en caso de no contar con agitador, el proceso se puede realizar manualmente, cuidando que se produzca escape de material debido a los movimientos efectuados por el operador. Los intervalos de agitado deben durar lo suficiente, asegurando así que las mallas permitan el paso de todas las partículas menores a su tamaño de orificio.

- Horno de secado: con capacidad para mantener temperaturas constantes de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- Recipientes de muestreo: los recipientes deben tener características especiales como son: su material preferiblemente aluminio, que soporte altas temperaturas y sea resistente a la corrosión por el contacto con la humedad de las muestras. Deben estar marcados con un código que facilite su identificación.
- Balanza #1: con precisión de 0,01 gr, previamente calibrada.
- Balanza #2: con precisión de 0,1 gr, previamente calibrada.
- Cepillo de alambre
- Brocha de pelo delgado



Figura 5. Tamices para análisis granulométrico

4.5.2.2. Muestra

Los procedimientos de tamizado se llevarán a cabo en dos muestras por separado. Una aquella retenida por tamiz No. 10 (2mm) y una segunda que sea pasa tamiz No. 10 (2mm). Las masas que recomienda la literatura para cada una de las muestras son las siguientes:

- Para muestras pasa tamiz N10. Se recomiendan muestras de 100-150 gr.
- Para muestras retenidas en tamiz N10. Se determinarán masas en función del diámetro máximo de sus partículas, y las cuales van de 500 gr a 5000 gr.

Nota: el caso de 500 gr el diámetro máximo será de aprox. 10 mm y para el caso de 5000 g el diámetro máximo será de aprox. 75mm. Se recomienda en base a esto hacer una interpolación para definir la masa necesaria para diámetros máximos intermedios.



Figura 6. Muestras para análisis granulométrico

4.5.2.3. Cálculos

Porcentaje Retenido:

$$\% \text{ Retenido} = (Mr / MT) * 100$$

Donde:

- **Mr**= Masa retenida en el tamiz
- **MT**= Masa total

Porcentaje Retenido Acumulado:

$$\% \text{ Retenido Acumulado} = \Sigma \text{ de porcentajes mayores o iguales}$$

Porcentaje que Pasa:

$$\% \text{ que pasa} = 100 - \% \text{ retenido acumulado}$$

Coeficiente de Uniformidad:

$$Cu = D60 / D10$$

Donde:

- **D60**= el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 60% del suelo, en peso;

- **D10**= l diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 10% del suelo, en peso.

Coeficiente de Curvatura:

$$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} * D_{60})$$

Donde:

- **D60**= el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 60% del suelo, en peso;
- **D10**= el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 10% del suelo, en peso;
- **D30**=el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 30% del suelo, en peso.

Se maneja el siguiente criterio para valores de Cu y Cc:

- $C_u > 4$ y C_c entre 1 y 3 Gw
- $C_u > 6$ y C_c entre 1 y 3 Sw
- Si no cumple GP SP
- Gw= grava bien gradada
- Sw= arena bien gradada
- GP= grava mal gradada
- SP= arena mal gradada

Curva Granulométrica



Figura 7. Curva granulométrica

4.5.3. Ensayo granulometría por hidrómetro

Este método está basado también en el principio de sedimentación, expresado por la ley de Stockes, tiene por objetivo determinar cuantitativamente los rasgos de valores correspondientes al diámetro de las partículas de limo, arcilla y coloides. (OVIEDO, 1997)

4.5.3.1. Equipo

- Hidrómetro tipo 151-H o 152-H, de acuerdo a especificaciones de ASTM.
- Balanza con sensibilidad 0,01 gr.
- Dispersador eléctrico, con paleta removible, el envase debe tener varillas metálicas desviadoras y de ciertas dimensiones.
- Cilindros graduados, que tengan un diámetro interior no menor a 6,4 cm (2,5") y de capacidad de 1000ml.
- Vaso de precipitado de 1000ml de capacidad
- Frasco lavador de 1000ml de capacidad
- Un disco metálico con perforaciones de 3 mm, recortado en cuatro partes de su periferia, acoplado a un avarilla.
- Termómetro con apreciación de 0,5 °C.
- Cronómetro y agitador de vidrio,
- Agentes dispersante y defloculante, tales como calgon o silicato de sodio.



Figura 8. Equipo y muestras para ensayo de granulométrica por hidrómetro

4.5.3.2. Cálculos

Calibración del hidrómetro:

$$Vb = Lf - Li$$

Donde:

- **Lf**= Lectura final en el cilindro graduado
- **Li**= Lectura inicial en el cilindro graduado
- **Vb**= volumen del bulbo

Profundidad efectiva:

$$L = Hr + \frac{Hb}{2} + \frac{Vb}{2A}$$

Donde:

- **Hb**= altura del bulbo
- **Hr**= altura correspondiente a la marca principal medida
- **A**= área

Lectura corregida (R'):

$$R' = R + Cm$$

$$Cm = 1 \text{ gr/lt}$$

Donde:

- R= Lectura del hidrómetro
- Cm= corrección por menisco

Profundidad efectiva (L):

- De la curva de calibración del hidrómetro se calcula la profundidad efectiva (L) en cm, para cada lectura corregida (R')

Corrección por temperatura (Ct):

- Para cada temperatura correspondiente a cada lectura de hidrómetro se determina Ct.

Diámetro de las partículas (D) en mm:

$$D = K * \sqrt{\frac{L}{T}} \text{ (mm)}$$

Donde:

$$K = \frac{\sqrt{\left(30 * \left(\frac{\mu}{g}\right)\right)}}{\sqrt{\gamma_s - \gamma_{wt}}}$$

Donde:

- **g**= aceleración gravitacional (g= 980,7 cm/s²)
- **μ**= coeficiente de viscosidad del agua, en poises
- **γ_s**= peso unitario de los sólidos en el suelo
- **γ_{wt}**= peso unitario del agua destilada a la temperatura t, en gr/cm³
- **L**= profundidad efectiva, en cm
- **T**= tiempo transcurrido en minutos
- **K**= va en función de la temperatura y del peso específico del suelo

Cuando se usa el hidrómetro 152-H:

- % más fino parcial:

$$\frac{100 * a}{Bb} * (R' - Cd \mp Ct)$$

Donde:

- **Bb**= peso de la muestra que se usó en el ensayo
- **a**= coeficiente corrección por peso específico, y ha sido calculado con la expresión:

$$a = \frac{1.65}{2.65} * \frac{G_s}{G_s - 1}$$

Donde:

- **Gs**= peso específico de los sólidos

- % más fino total:

$$\% \text{ más fino parcial } \frac{W1}{T}$$

Donde:

- W1= peso que pasa por el tamiz N° 200, en gr
- T= peso total de la muestra, gr.

4.5.4. Ensayo peso unitario

El peso unitario de un suelo, se puede definir como la masa de un volumen unitario de suelo, en la cual el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre partículas, bien sea que estos vacíos estén llenos de agua para lo cual sería peso unitario saturado o que estén secos para un peso unitario seco. El valor del peso unitario del suelo además de variar por la cantidad de agua que tenga el suelo (condición seca, húmeda o saturada), también dependerá de condiciones de compactación y consolidación que esté presente. Este método de ensayo tiene como propósito obtener datos por medio de los cuales se puedan determinar el peso unitario del suelo, el cual será usado como insumo en cálculos posteriores para la determinación de diferentes propiedades del suelo (BOTIA, 2015).

4.5.4.1. Equipo

- Horno de secado: con capacidad para mantener temperaturas constantes de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.

- Balanza de precisión: con precisión de 0,01 g, previamente calibrada.
- Cuchillo y herramientas misceláneas que se puedan necesitar.
- Cuchillo para labrare hilo delgado
- Parafina diluida. Se debe conocer su densidad.
- Estufa
- Vaso volumétrico



Figura 9. Muestra para ensayo de peso unitario

4.5.4.2. Cálculos

Peso unitario húmedo:

$$\gamma_{hum} = \frac{W_m}{V}$$

Donde:

- γ_{hum} = peso unitario húmedo
- W_m = peso húmedo
- V = Volumen de la muestra

Peso seco:

$$W_{seco} = \frac{W_{hum}}{1 + w}$$

Donde:

- **Wseco**= peso seco de la muestra
- **Whum**= peso húmedo de la muestra
- **w**= contenido de humedad

Peso unitario seco:

$$\gamma_{seco} = \frac{W_{seco}}{V}$$

Donde:

- γ_{seco} = peso unitario seco
- **Wseco**= peso seco
- **V**= volumen de la muestra

Volumen de la parafina:

$$V_p = \frac{P_{mp} - P_{mi}}{pp}$$

Donde:

- **Vp**= volumen de la parafina
- **Pmp**= peso de muestra parafina
- **Pmi**= peso de muestra inicial
- **pp**= densidad de la parafina

Volumen de la muestra:

$$V_m = V_{ad} - V_p$$

Donde:

- **Vm**= volumen de la muestra

- **Vad**= volumen de agua desalojada
- **Vp**= volumen de la parafina

Peso unitario húmedo:

$$\gamma_{hum} = \frac{W_m}{V_m}$$

Donde:

- γ_{hum} = peso unitario húmedo
- **Wm**= peso húmedo
- **Vm**= volumen de la muestra

4.5.5. Ensayo peso específico

La gravedad específica se define como la relación entre una unidad de volumen de los sólidos de un suelo y la masa de un volumen igual de agua destilada a una temperatura de 20°C. La gravedad específica se presenta bajo el símbolo de “Gs” y se presenta en condición adimensional. (BOTIA, 2015)

4.5.5.1. Equipo

- Picnómetro o Frasco Volumétrico: se debe contar con un picnómetro cuya capacidad mínima sea de 250 ml. Según sea el tamaño de la muestra a ensayar, se debe manejar un picnómetro con capacidad de 2 a 3 veces mayor al volumen total de agua + muestra.
- Bomba de vacío para extracción de aire. De no contar con bomba de vacío se puede utilizar un mechero o cualquier dispositivo que permita hervir el contenido del picnómetro.
- Horno de secado: debe trabajar y mantener una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Balanza: debe trabajar con aproximación de 0,01 g y capacidad mínima de 1kg. En función de la capacidad del picnómetro y de la acción a realizar se determinará la capacidad de la balanza.
- Termómetro: con capacidad suficiente para registrar temperaturas desarrolladas en el ensayo. Debe contar con precisión de 0,1 °C, profundidad de inmersión de 1 a 3 pulgadas y aportar resultados de error máximo 0.5 °C.

- Desecador o recipientes con tapa de cierre
- Caja Aislante: se recomienda una caja de icopor capaz de aportar las condiciones necesarias para producir el equilibrio térmico.
- Embudo: el embudo debe tener una superficie totalmente lisa y su cuello debe tener un diámetro inferior al cuello del picnómetro, así como superior al diámetro de las partículas (Pasa tamiz N°4). - Tamiz N° 4 (4,75 mm). - Cronometro
- Recipientes: Necesarios para determinar el contenido de humedad
- Equipos menores: Dentro de este grupo se encuentran herramientas menores, que son necesarias dentro del proceso del ensayo



Figura 10. Muestra para ensayo de peso específico

4.5.5.2. Cálculos

$$G_s = \frac{W_s * K}{W_s + W_a - W_b}$$

Donde:

- **G_s**= Gravedad Específica.
- **W_s**= Masa del Suelo Seco.
- **W_a**= Masa del Picnómetro lleno de agua a la temperatura de calibración.
- **W_b**= Masa del Picnómetro más mezcla (suelo + agua).

- **K=** Factor de corrección. Coeficiente de temperatura

4.5.6. Ensayo límites de consistencia

Albert Mauritz Atterberg definió los límites de consistencia de los suelos finos, con el fin de caracterizar su comportamiento. Estos límites son: Límite de Cohesión, Límite de Pegajosidad, Límite de Contracción, Límite Plástico y Límite Líquido.

4.5.6.1. Límite líquido

El límite líquido se define como el porcentaje de humedad del suelo, por debajo del cual se presenta un comportamiento plástico. Cuando los suelos alcanzan porcentajes de humedad mayores al límite líquido, su comportamiento será el de un fluido viscoso. Se determina el límite líquido como el contenido de humedad en Porcentaje correspondiente al corte de la línea de tendencia en los 25 golpes. (BOTIA, 2015)

4.5.6.1.1. Equipo

- **Aparato de Casa Grande:** la cuchara o cazuela de Casa Grande es el aparato usado en ingeniería civil y geotecnia, para determinar el límite líquido de los suelos. Compuesto por una cazuela normalmente de bronce, la cual esta fija a un dispositivo de rotación por manivela, que permite la elevación y la caída (10mm) de la cazuela produciendo un golpe de rebote contra la base del aparato.
- **Ranurador:** es un elemento clave en la realización del ensayo. Normalmente hecho de acero inoxidable y de forma plana o curva, con el cual se realiza la ranura en el material de ensayo. Puede hacer parte de este un bloque de acero de dimensiones exactas y con el cual se realiza la verificación de la altura de caída de la cazuela.
- **Balanza:** debe trabajar con aproximación de 0,1 g o 0,1 % del peso de la muestra.
- **Horno:** debe trabajar y mantener una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- **Tamiz N° 40** (425 μm).
- **Recipientes:** todos los necesarios para determinar el contenido de humedad.
- **Espátula:** Debe ser de hoja flexible con una longitud que oscile entre 75-100 mm y un ancho de 20 mm.

- Placa de vidrio esmerilado: Debe ser lo suficientemente grande para trabajar con comodidad el material y maniobrar sin problema la espátula.



Figura 11. Equipo y muestras para ensayo de límite líquido

4.5.6.1.2. Cálculos

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Donde:

- W_w = Peso de agua presente en la masa de suelo
- W_s = Peso seco de los solidos
- W = Contenido de humedad

4.5.6.2. Límite plástico

El límite plástico fue definido por Atterberg como la frontera que existe entre los estados plástico y semisólido del suelo. En términos de laboratorio este límite es definido como el momento en términos de contenido de humedad, en que rollitos de aproximadamente 3 mm de diámetro empiezan a presentar desmoronamiento y agrietamiento. Es importante resaltar que el diámetro de los rollitos fue propuesto por Terzaghi, dado que Atterberg nunca especifico este parámetro. (BOTIA, 2015)

4.5.6.2.1. Equipo

- Placa de vidrio esmerilado: debe ser lo suficientemente grande para realizar sin problema los rollos de suelo.
- Espátula: debe ser de hoja flexible con una longitud que oscile entre 75-100 mm y un ancho de 20 mm.

- Capsula para Evaporación: preferiblemente de porcelana.
- Capsulas para determinar el contenido de humedad
- Balanza: debe trabajar con aproximación de 0,01 g
- Horno: debe trabajar y mantener una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Calibrador: debe trabajar con aproximación de 0,1 cm



Figura 12. Muestras para análisis de límite plástico

4.5.6.2.2. Cálculos

$$w(\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

Donde:

- Ww= Peso de agua presente en la masa de suelo
- Ws= Peso seco de los solidos
- W= Contenido de humedad

$$LP = \frac{\Sigma Wn}{n}$$

Donde:

- **LP**= Limite plástico
- **W**= Humedad natural
- **n**= Número de puntos de humedad tomados

4.5.6.3. Índice de plasticidad

El índice de plasticidad es la diferencia entre los valores de Limite Líquido y Limite Plástico. Un Índice de plasticidad bajo, significa que un pequeño incremento en el contenido de humedad del suelo, lo transforma de semisólido a la condición de líquido, es decir resulta muy sensible a los cambios de humedad. Por el contrario, un índice de plasticidad alto, indica que para que un suelo pase del estado semisólido al líquido, se le debe agregar gran cantidad de agua. (BOTIA, 2015)

$$IP = LL - LP$$

Donde:

- **IP=** Índice de Plasticidad
- **LL=** Limite Líquido
- **LP=** Límite Plástico

4.5.7. Ensayo azul de methyleno

El ensayo azul de methyleno es uno de los procedimientos de laboratorio más confiables para la identificación y clasificación de las arcillas, pues se trata de un ensayo de tipo cuantitativo en el que la mano del operador no tiene tanta significancia como en el límite plástico. Este ensayo consiste en una titulación química, donde sólo los coloides del suelo absorben el azul de methyleno. Debe entenderse que el consumo de solución, será mayor al contenido de coloides activos y que la montmorillonita consumirá más solución azul que la illita, y esta a su vez más que la caolinita. (OVIEDO, 1997)

4.5.7.1. Equipo

- Bureta de vidrio: Con capacidad de 50 ml, y precisión de 0,2ml; con una llave fina acoplada a la punta de salida.
- Agitador mecánico: Con velocidad de rotación de 400 revolución por minuto.
- Recipiente de 500ml: capacidad de fondo plano, preferiblemente de plástico, de 10 cm de diámetro y 14 cm de altura.
- Balanza tipo electrónica: Con capacidad de 300 gr, y precisión de 0,01 gr.

- Cronómetro.
- Barra sólida de vidrio: De 20 cm de largo y 0,8 cm de diámetro
- Filtro tipo WATMANN: 40 de 95 gr/m² y 0,20 mm de espesor
- Tamices: 1/2", 3/8", N°4, N°40, N°200.



Figura 13. Equipo y muestras para ensayo de azul de metileno

4.5.7.2. Cálculos

El valor azul se calcula dividiendo el volumen de solución de azul consumido, entre el peso de la muestra seca, expresada en gr/100gr.

$$V = P * 10,72$$

$$\text{Valor azul (P)} = \frac{v}{m}$$

$$\text{Indice de nocividad} = \text{Valor azul} \frac{(P)}{\% \text{ de coloides}}$$

$$SE = \frac{\left(\frac{v}{m}\right)}{\% \text{ de coloides}} * 24446,70 \frac{m^2}{gr}$$

Donde:

- **V**= Volumen del azul consumido
- **m**= Peso seco de la muestra
- **SE**= Superficie especifica de los coloides
- **% de coloides**= Se determina mediante el ensayo de hidrómetro

4.6. Difracción de Rayos X

Arias (2004) indica que la aplicación fundamental de la Difracción de Rayos X es la identificación de la composición mineralógica de una muestra cristalina. La difracción está basada en las interferencias ópticas que se producen cuando una radiación monocromática atraviesa una rendija de espesor comparable a la longitud de onda de la radiación X.

Krynine & Judd (1975) establecen que la ordenación atómica de los copos de arcilla puede determinarse por los métodos de Difracción de Rayos X, ya que suministran los medios para poder medir el espaciado entre los planos atómicos, es decir entre el grosor de la lámina, de esta forma las observaciones practicadas suministran algún dato por lo que se refiere a la forma de las partículas de arcilla.

Estas distancias se miden en Å (diezmillonésima de milímetro). En este ensayo, la muestra, previamente reducida a polvo se monta en un pequeño pedestal ligado a su vez a una base de rotación constante. Se lanza un haz de Rayos X sobre ésta y el haz refractado se registra en un detector. Cada línea corresponde a una reflexión de cada una de las diferentes series de planos atómicos existentes en el mineral. El espesor de una lámina es de 5,05 Å para las láminas octaédricas y de 4,93 Å para las tetraédricas. Lo cual arroja un número de 50 millones de láminas, como promedio, por pulgada de espesor de arcilla.

Arias (2004), establece que el análisis de muestra total, determina la mineralogía total de la muestra y politipos de minerales de arcillas, y se utilizan las tablas del Joint Committee on Powder Diffraction Standards (JCPDS) para un reconocimiento de los minerales presentes en la roca.

4.7. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.S.C)

Dada la complejidad y el sin número de variables que puede presentar el suelo en la naturaleza, ha sido necesario crear sistemas que permitan clasificarlos y establecer criterios para su identificación. A continuación, se presenta un procedimiento basado en El Sistema Unificado De Clasificación De Suelos (S.U.C.S) y algunas tablas de otras referencias que permiten clasificar los suelos en función de los resultados obtenidos en los ensayos de Límites de Atterberg y Granulometría. (BOTIA, 2015)

En la tabla#5 se presentan los datos necesarios para la clasificación de los suelos

Tabla 5. Datos para la clasificación de suelos

DATOS NECESARIOS	
% de Grava	Pasa tamiz 3" y retiene tamiz N° 4
% de Arena	Pasa tamiz N° 4 y retiene tamiz N° 200
% de Limo y Arcilla	Pasa tamiz N° 200
Coefficiente de uniformidad	Cu
Coefficiente de curvatura	Cc
Límite líquido	LL
Índice de plasticidad	IP

4.7.1 Suelos granulares

Tanto en gravas como arenas la clasificación funciona exactamente igual salvo por el valor de coeficientes de uniformidad que en gravas se considera 4 y en arenas 6 para diferenciar materiales bien gradados de mal gradados.

Los granulares se dividen en tres grandes grupos como se puede observar en las figuras 6 y 7: menor de 5% de finos, entre 5 y 12% de finos y mayor de 12% de finos. Esta subdivisión se aplica por igual en arenas y grava.

En el grupo de los suelos granulares con menos de 5% de finos de acuerdo al coeficiente de uniformidad y el coeficiente de curvatura, se subdividen en dos tipos de suelos bien gradados y suelos granulares (grava o arena) pobremente gradados. Por último, dependiendo del contenido de grava o arena, la clasificación genera dos tipos de suelos adicionales. Por lo tanto, en la categoría de suelos granulares con menos de 5% de finos tenemos 4 tipos de gravas y cuatro tipos de arenas.

En la categoría de suelos granulares con contenido de finos entre 5% y 12% tenemos que aplicando índices granulométricos se generan 4 tipos de suelos y por contenido de grava o arena dependiendo el caso se generan 4 adicionales para permitir 8 tipos de arenas y 8 tipos de gravas de suelos de mezcla.

Los suelos granulares con contenido de finos mayor de 12% se subdividen en tres tipos de suelos y cada tipo de suelo genera uno adicional para obtener en definitiva 6 tipos de grava y seis tipos de arena en la categoría de suelos granulares con finos.

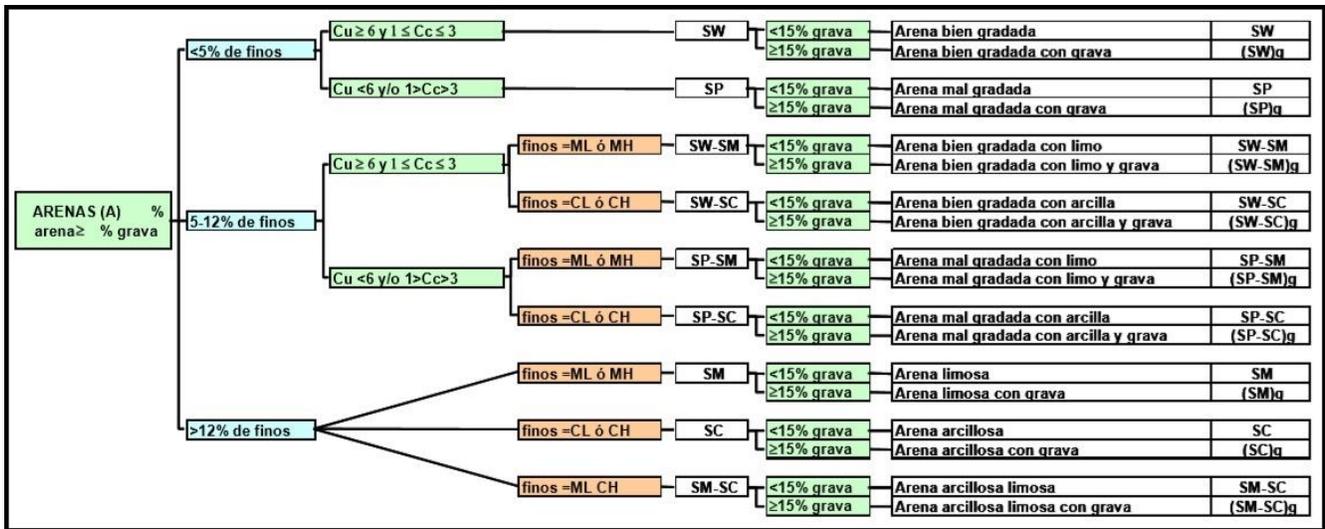


Figura 14. Clasificación de las arenas de acuerdo al S.U.C.S., Norma ASTM D-2487-00 donde se observa el uso del sufijo para indicar con grava. DE SANTIS, F. (2006).

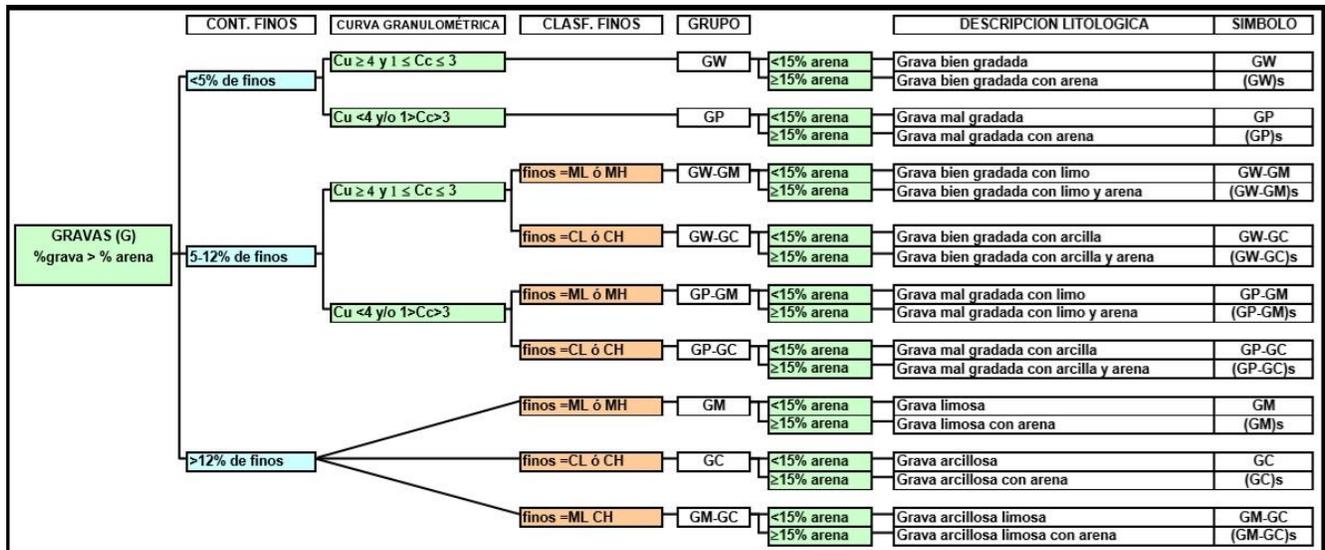


Figura 15. Clasificación de las gravas de acuerdo al S.U.C.S., Norma ASTM D-2487-00 con el uso de sufijo s que indica con arena, duplicando el tipo de suelos de 9 a 18. DE SANTIS, F. (2006).

4.7.2. Suelos finos

La clasificación considera suelos finos aquellos suelos que contengan un porcentaje en peso de 50% o más de partículas pasante tamiz 200 (0,07 mm). Posteriormente divide los suelos finos en dos grupos suelos con límite líquido menor a 50 y suelos con límite líquido mayor o igual a 50. Los siguientes tres grupos se

generan con base al valor del índice de plasticidad para luego tomar en cuenta el contenido de granulares (grava y arena) (ver figuras. 8 y 9).

En total usando la clasificación actualizada al 2000 y considerando los suelos orgánicos se obtienen 21 tipos de suelos de baja plasticidad y 14 tipos de suelos de alta plasticidad. Para un total de 35 tipos de suelos no orgánicos que contrasta con los 4 tipos de suelos finos que presentó Casagrande en su clasificación original.

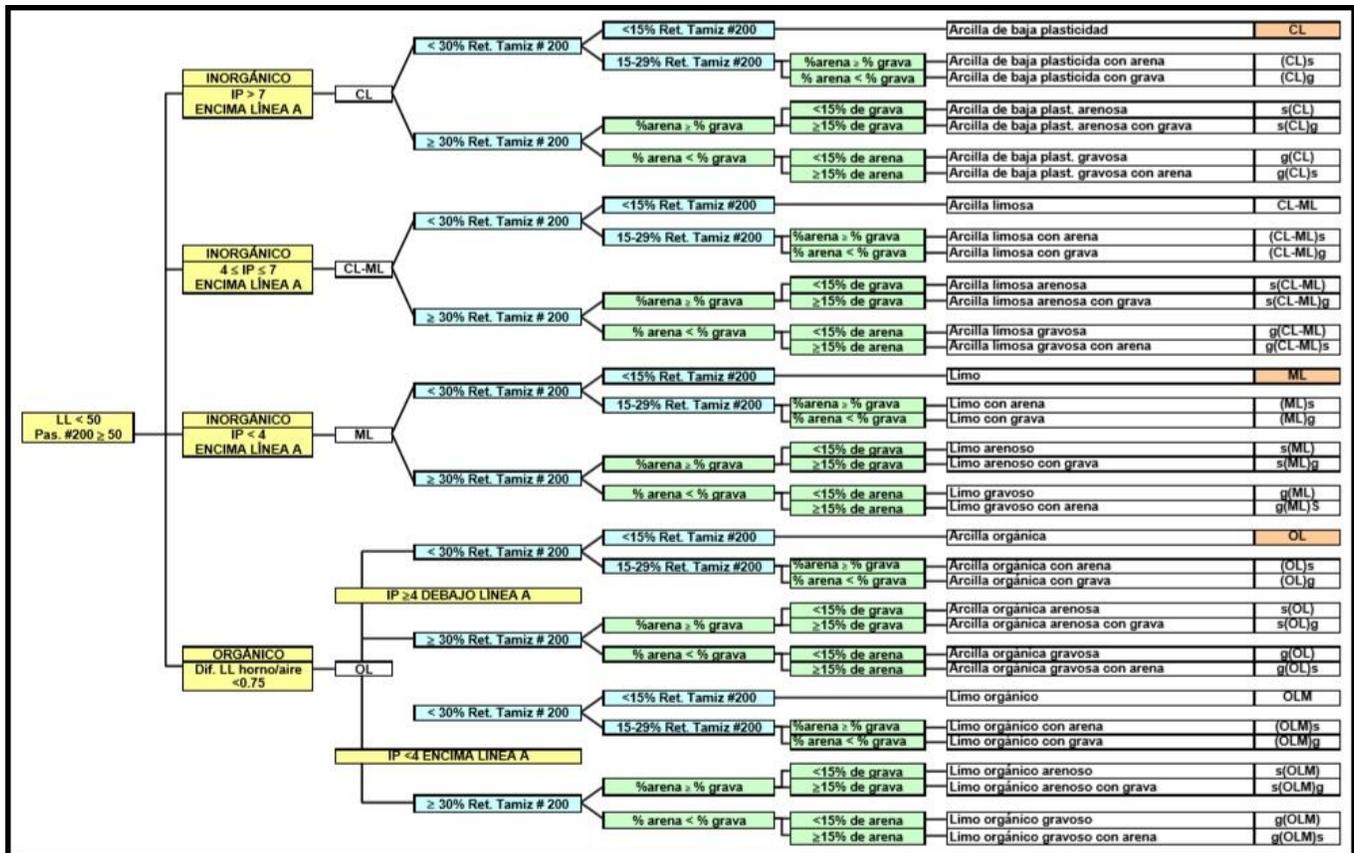


Figura 16. Clasificación de finos de baja plasticidad de acuerdo al S.U.C.S., Norma ASTM D-2487-00. Obsérvese el uso de sufijos y prefijos. DE SANTIS, F. (2006).

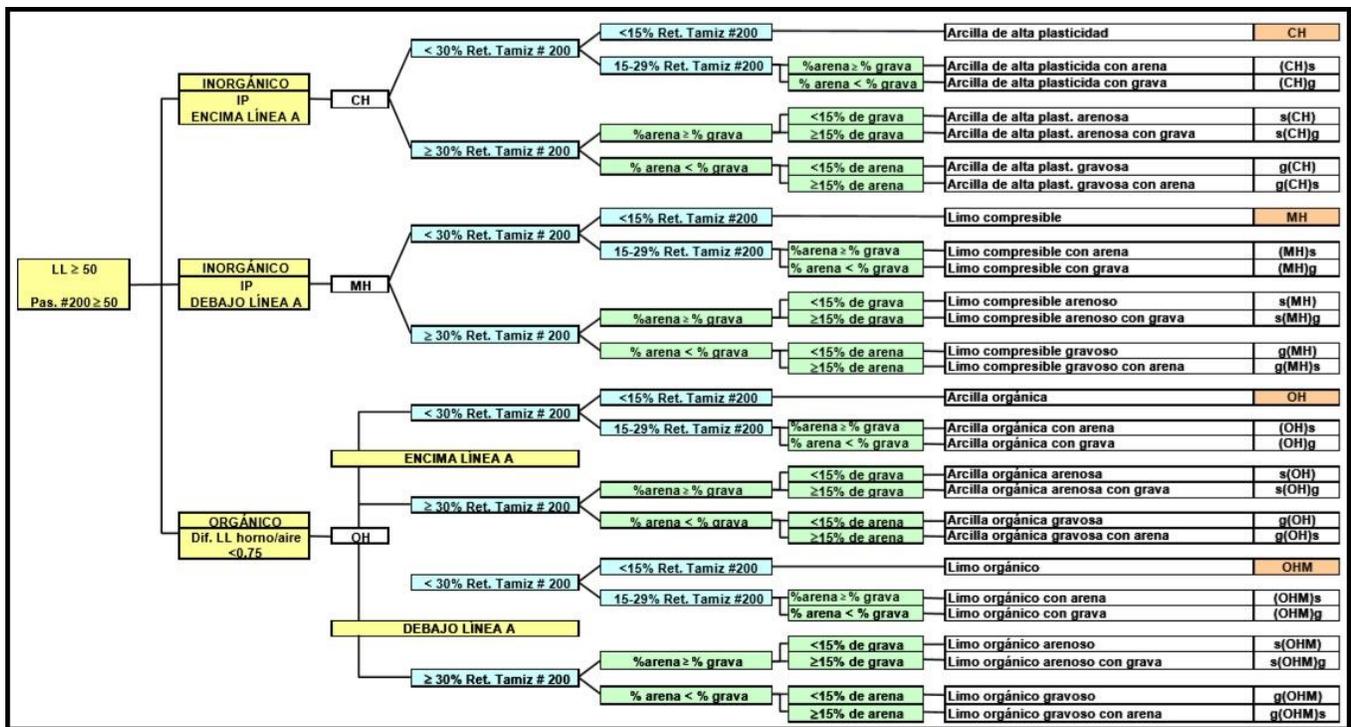


Figura 17. Clasificación de finos de alta plasticidad de acuerdo al S.U.C.S., Norma ASTM D-2487-00. DE SANTIS, F. (2006).

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Integración de la Información

La información básica de ingeniería obtenida ha sido incorporada en un Sistema de Información Geográfica (SIG), en este caso usado el ArcGis 10.4, con el propósito de facilitar el estudio e interpretación de la distribución y naturaleza de los materiales del subsuelo del área estudiada.

Para incorporar la información básica disponible al SIG fue necesario realizar un pre-procesamiento de la información, es decir, realizar una transformación de formato analógico a formato digital, donde el sistema incluye los datos que han sido recopilados y así realizar una base de datos que pueden ser ágilmente consultada, en el que se destacaron como se indica en la figura 18 el número de perforación, coordenadas, número de golpes, nomenclatura, nombre S.U.C.S, consistencia y compacidad. (toda la información en el anexo 2).

PERF.	NORTE	ESTE	PROF. (m)	N DE GOLPES	NOM.	S.U.C.S	COMPACTION Y/O CONSISTENCIA	LI	IP
B1	1157988,99	765274,00	1	22	(SM-SC)g	ARENA LIMOSA ARCILLOSA CON GRAVA	MEDIA		
			2	27					
			3	25					
			4	27					
			5	24					
			6	25					
			7	33	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RÍGIDA	64,7	40,7
			8	33					
			9	80	s(ML)	LIMO ARENOSO	RÍGIDA	55,7	14,2
			10	80					
			11	80	SC	ARENA ARCILLOSA	MUY DENSA		
			12	80					
			12,96	80					
B2	1157966,65	765234,27	1	7	(SM-SC)g	ARENA LIMOSA ARCILLOSA CON GRAVA	BLANDA-DENSA		
			2	21					
			3	31					
			4	31					
			5	39					
			6	34					
			7	23	(SM)g	ARENA LIMOSA CON GRAVA	MEDIA		
			8	27					
			9	39	Gs	GRAVA ARENOSA	DENSA - MUY DENSA		
			10	57					
			11	48	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RÍGIDA		
			12	65					
			13	80	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	MUY RÍGIDA	54,5	30,7
			14	66				56,7	29,2
			15	80	SC	ARENA ARCILLOSA	MUY DENSA		
			16	80					
			17	80					
17,82	80								

Figura 18. Vista de la información recopilada en la base de datos

5.2. Mapas Temáticos

En el mapa de perforación (figura19) se indica la ubicación de los 99 sondeos analizados. La gran mayoría de los sondeos geotécnicos para este estudio fueron proporcionados por dependencias e instituciones gubernamentales, en específico los pertenecientes a la urbanización Parque Hábitat, Alto Grande, Apamates Suites, Solanas del Ávila, El Refugio, El Grand Hotel (Hotel Ventura Palace), C.C Buenaventura, C.C Oasis, la edificación Cacao Real e Inproceca, y por el Ing. Pietro Di Marco sondeos que se ubican a lo largo de la Av. Intercomunal Guarenas-Guatire; en cuanto a los sondeos selectivos, se obtuvieron las muestras del material mediante el ensayo SPT.

Estos sondeos son en específicos los pertenecientes al terreno Guarenas 83 que se ubica junto a Makro en el suroeste del área de estudio y el terreno Guatire 58 ubicado frente al C.C Oasis, a estos se les realizaron diversos ensayos de laboratorio para poder llevar acabo la caracterización de suelo y unificar los resultados con el resto de la información recabada.

Y gracias a la carta de plasticidad de Casagrande, en conjunto con la carta propuesta por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se hizo de manera global la clasificación del suelo.

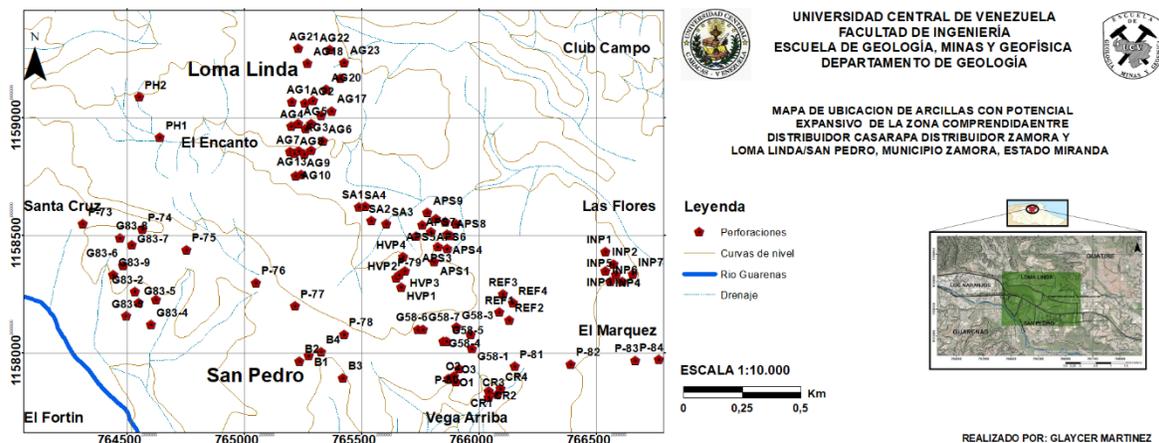


Figura 19. Mapa de perforación. Escala 1:10.000

Así mismo, a partir de la información recabada se obtuvo la disposición del subsuelo presente en el área estudiada, donde al este cercanos al sector Las Flores y El Márquez, está constituido por terrenos arenosos-limosos con presencia de arcillas y un bajo porcentaje de gravas; en general la zona presenta buenas condiciones para la cimentación de estructuras, con buena capacidad de carga en el terreno y no hay materiales compresibles capaces de asentarse mucho.

Sin embargo, la zona noroeste en el sector Loma Linda presenta condiciones más variadas, con depósitos superficiales arcillosos y limosos compresibles de espesores muy variables, con intercalaciones de arenas-limosas y material arcilloso; todo el conjunto puede llegar a presentar problemas de capacidad de carga y de asentamientos diferenciales que pueden ser críticos si no son tratados de manera correcta, sobre todo en construcciones muy grandes sujetas a condiciones de carga disperejas.

Por otra parte, la zona Sur cerca de los Centros Comerciales Buenaventura y Oasis se encuentra representada por un ambiente lacustre-aluvial integrada por depósitos areno-arcillosos-limosos, con abundancia grava y fragmentos de esquistos de gran tamaño; arcillas lacustres y limos bastante oscuros típicos de este ambiente con grado medio de compresibilidad.

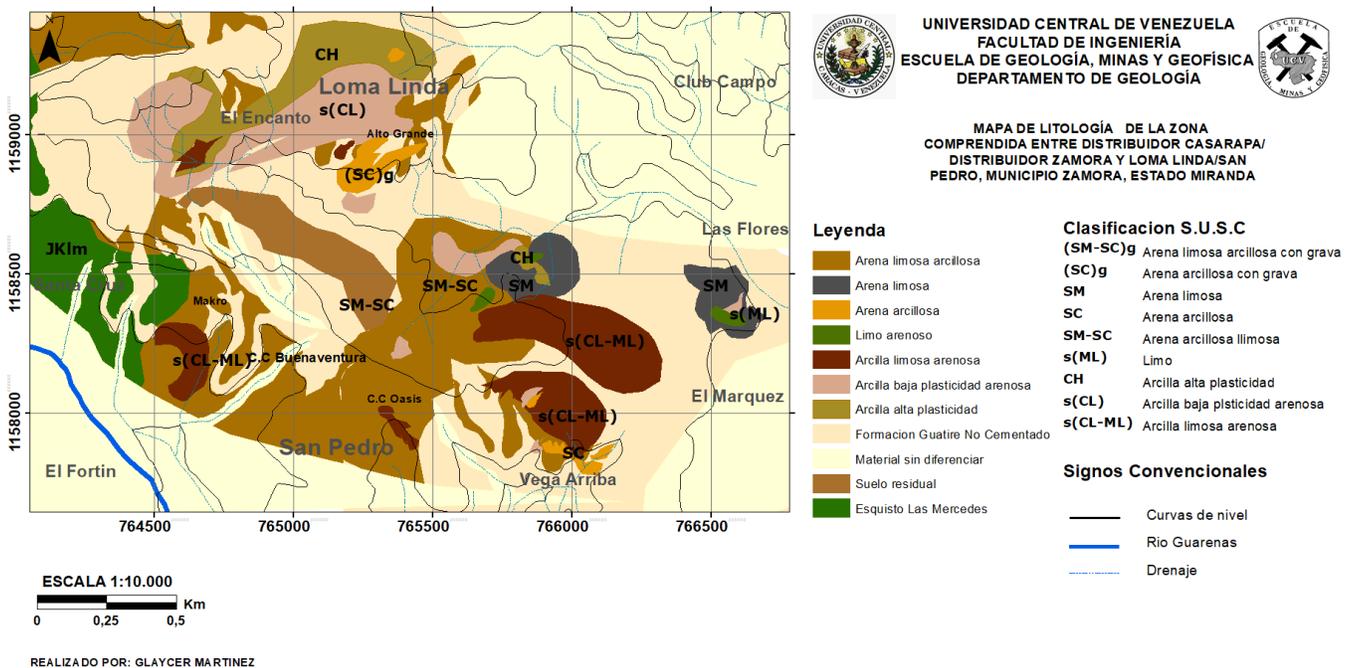


Figura 20. Mapa de litología. Escala 1:1000

De este modo, la zona estudiada se encuentra constituida por una unidad de arenas que representa un 40% del área total de estudio, distribuidas de esta forma: arenas limosas arcillosas con grava en color beige, arenas arcillosas con grava marrones, arenas limosas con tonos grises y abigarradas, y arenas limosas arcillosas con tonalidades grises y pardas. También, hay una unidad de limos que ocupa tan solo un 2% de color marrón verdoso principalmente. Por último, una unidad de arcillas que representa el 18% del área, caracterizada por arcillas limosas arenosas en tonalidades marrón claro, grises y rojizas. (figura20)

En cuanto a la distribución de los rellenos (figura21), en las adyacencias del Centro Comercial Buenaventura, se encuentra la mayor profundidad de los mismos, que de acuerdo a la información recopilada es de 15,30 m, esta acumulación de relleno antrópico se debe principalmente a que en este sector anteriormente se desarrollaba la explotación de arenas, ahora bien, a medida que nos alejamos de este punto hacia el este y oeste comienza a disminuir entre los 8 y 12 m la profundidad el relleno. En cuanto a la zona norte perteneciente al sector Loma Linda, se ubica los niveles menos profundos de rellenos, los cuales están entre los 2-6 m profundidad.

Adicional a todo lo antes mencionado, toda la región ubicada por debajo de los sectores Santa Cruz y Las Flores se encuentran en un rango de velocidad Vs30 entre los 200-300 (m/s), estudio realizado por GUERRERO (2021), que de acuerdo a la clasificación de las clases de sitios de los perfiles geotécnicos de la norma COVENIN 1756:2019, está representada por la microzona D, caracterizada por una litología como arenas o gravas densas a medio densas, arcillas duras y arcillas firmes.

Asimismo, la zona norte se encuentra en un rango de velocidades Vs30 entre 400-650 (m/s), estudio realizado por GUERRERO (2021), que según la Norma COVENIN 1756:2019 está clasificada como una microzona C y está localizada en los urbanismos como Parque Hábitat, Alto Grande y el Encanto, y la microzona CD a la altura de los urbanismos como Solanas del Ávila y Apamates Suites, representadas por roca dura con espesor meteorizado de 5m, roca blanda, arenas o gravas densas y arcillas duras.

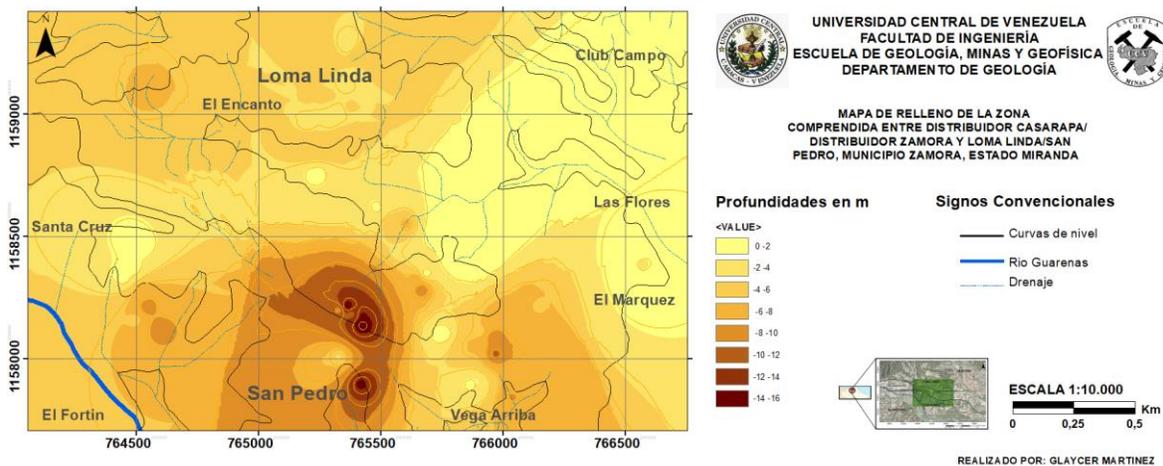


Figura 21. Mapa de relleno antrópico. Escala 1:10.000

5.3. Perfiles Geotécnicos

La construcción de estos perfiles se realizó bajo el concepto de perfiles geotécnicos, adaptando la litología según la compacidad y la consistencia (Ver anexo 1) de los materiales de acuerdo al caso; a una profundidad máxima aproximada de 20 m. De esta manera, se realizaron tres perfiles donde el Perfil 1 tiene dirección N45E, Perfil 2 N45E y el Perfil 3 N47E como se puede observar en la figura 22.

En general, el subsuelo está constituido por una sucesión de sedimentos aluviales piemontinos, conformadas por conglomerados basales, provenientes de los bordes montañosos, siendo más notorio el aporte del macizo montañoso norte, y de depósitos fluviales y lacustres en las partes más bajas de la cuenca según MIRÓ, C. Y VIETE, H. (2009); de forma más específica en el área estudiada, el primer metro de profundidad está conformada en su mayoría por arenas finas, medias arcillosas a muy arcillosa y arcillas de baja hasta alta plasticidad de medio a bajo poder expansivo, de densidades y consistencias variables en extensión y profundidad, que de acuerdo con HECHT (2005) el buzamiento de las capas en la cuenca es hacia el sur alcanzando profundidades un poco mayores a los 200 metros.

Siguiendo los resultados obtenidos de las perforaciones realizadas y estudios geotécnicos analizados, se distingue la siguiente secuencia litológica en cada uno de ellos:

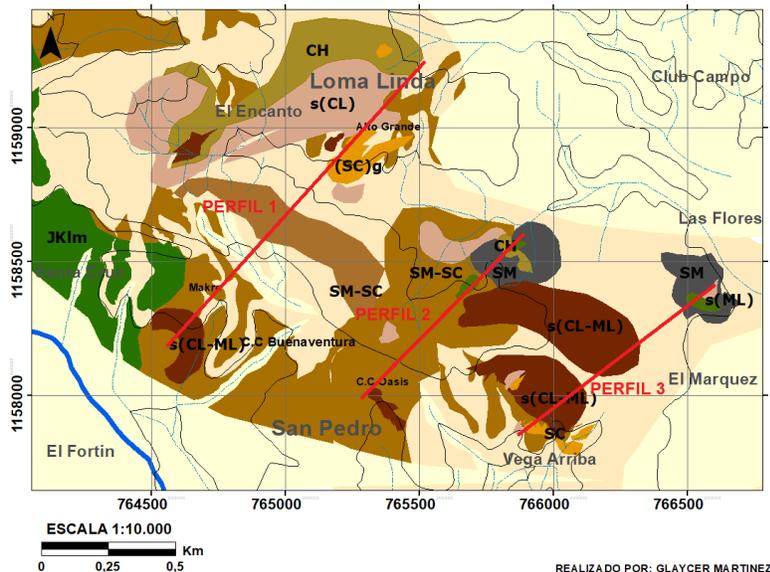


Figura 22. Mapa de ubicación de los perfiles geotécnicos. Escala 1:10.000

El perfil 1 se ubica en el oeste del área de estudio, la litología presente en el extremo sur en la parte trasera de Makro está compuesta por material de relleno, llegando hasta lo más profundo perforado. Dicho material está conformado de forma secuencial por arenas arcillosas limosas medias a densas y arcillas limosas arenosas bastantes duras con alto contenido micáceo y materia orgánica, fragmentos de esquistos y cuarzos provenientes del Esquisto Las Mercedes principalmente, también se encuentra un lente de limo arenoso duro y en la parte más profunda arcillas de baja plasticidad con un porcentaje de arena de consistencia rígidas.

El subsuelo a lo largo del perfil, está formado por depósito de sedimentos lacustre-aluvial clasificados cómo medios, densos, duros y rígidos; donde se presencia arena mal gradada en forma de lente a los 5m de profundidad.

En la parte central situada entre la Av. Intercomunal Guarenas-Guatire y la Carretera Nacional Guarenas-Guatire, se vislumbra una capa de suelo residual, con un comportamiento de arena fina limo arcillosa de consistencia media proveniente del material de gran resistencia a la erosión encontrado infrayacente, donde se observa la afloración de la roca; en consecuencia de que en el terreno junto a Makro se realizaron varios sondeos, donde en 4 de éstos en los metros perforados se obtuvo la muestra de roca correspondiente a un esquisto (ver anexo 2, sondeos: G83-6, G83-7, G83-8 Y G83-9), lo que consta que este alto topográfico es aflorando el Esquisto Las Mercedes, ya que no presenta el mismo grado de erosión al igual que en zonas adyacentes en cuanto a disminución de capas o remoción de material sedimentario a raíz de agentes externos y trabajos ingenieriles, cómo se puede visualizar en el sector Loma Linda al norte y San Pedro en el sur, lo que hace presumir que en esta zona se encuentre el contacto entre el Esquisto Las Mercedes y La Formación Guatire.

En cuanto extremo norte ubicada en la urbanización Alto Grande sector Loma Linda, hay presencia de arcillas limosas arenosas, pasando a arcillas de baja plasticidad arenosas ambas duras y finalizando con arenas arcillosas calcáreas de consistencia de media a densas y arcillas de media-alta plasticidad con bajo contenido de arena y consistencia rígida, las cuales de acuerdo a su valor de limite liquido entre 48% y 88% que confieren un poder expansivo de medio a alto, indicativo de que deben efectuarse estudios y medidas especiales para la implementación de fundaciones. (ver figura 23).

En general, la litología presente es media a densa en las menores profundidades alcanzadas por cada perforación, a partir de la cota del terreno; mientras que, hacia las mayores profundidades se tienen intercalaciones de material denso-duro y material rígido con la presencia de un material bastante fuerte en el centro que posiblemente sea el Esquisto Las Mercedes. En el norte, el material que predomina es el fino de media y alta plasticidad sobre los arenosos; a medida

que se va dirección sur, pasa a dominar la litología arenosa, hasta aparecer material gravoso y materiales finos de baja plasticidad.

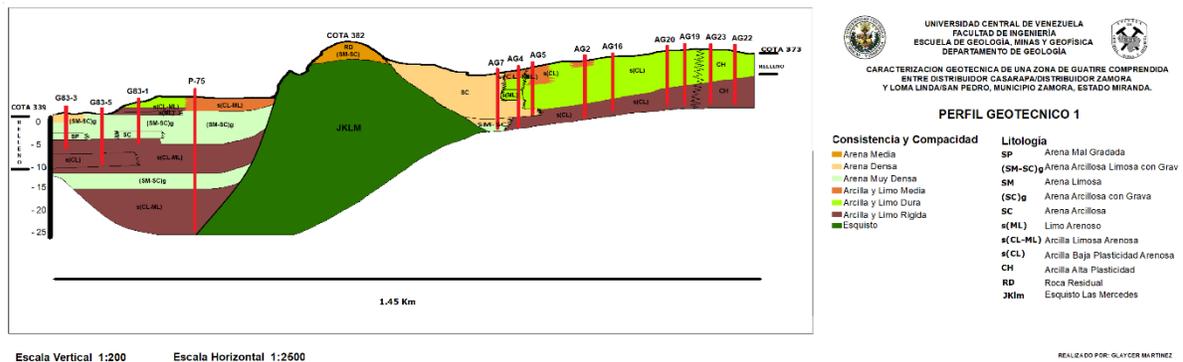


Figura 23. Perfil geotécnico 1

El perfil 2 está ubicado en el área central, en el extremo sur sector donde se ubica el Centro Comercial Buenaventura se identifica material de relleno compuesto por arenas arcillosas limosas de tono marrón claro con contenido de gravas finas y materia orgánica. Este material de relleno se halla en los primeros 12 m de profundidad, con consistencia suelta-media y densa, infrayacente se consigue un lente de limo arenoso de tonalidad verdosa de consistencia rígida, seguida de arcillas limosas arenosas rojizas de consistencias duras y arcillas de alta plasticidad de consistencia rígidas a muy rígidas de tonalidades marrones verdosas; el material encontrado es típico de un ambiente lacustre.

La parte central del perfil encontrado entre el Motel Camelot y Grand Hotel, se caracteriza por la presencia de roca residual con un comportamiento representado por arenas arcillosas limosas de consistencia media, infrayacente se visualiza la presencia del Esquisto Las Mercedes, debido que al igual en el perfil 1 esta zona no presenta el mismo nivel de erosión que se observa en dirección tanto norte como sur en el perfil, lo que dislumbra la presencia de un material de mayor resistencia a agentes externos que el de sus alrededores cómo lo es el de una roca.

En cuanto al extremo norte del perfil situado en la urbanización Los Apamates Suites, está delimitada por arcillas limosas arenosas rígidas gris claro, limos arenosos verdosos duros, arenas limosas, de color grises claros a oscuras con consistencia media, y arcillas de baja plasticidad arenosa todo beige con tintes rojizos que va de dura-rígida y arcilla de alta plasticidad verdoso de consistencia semidura-rígida. (ver figura 24)

De este modo, a lo largo del perfil se muestra a nivel superficial materiales entre suelto-medio-denso, e intercalaciones de materiales denso-suro-rígidos a

mayor profundidad de media a alta plasticidad y disminuyendo su plasticidad hacia el norte.

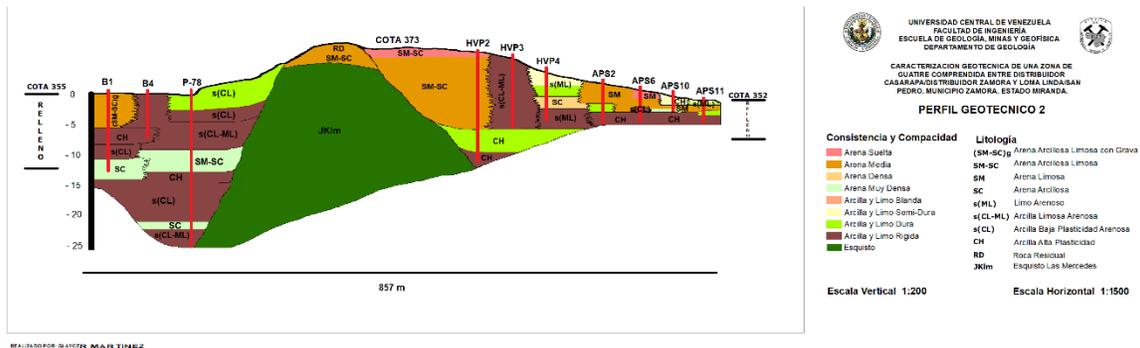


Figura 24. Perfil geotécnico 2

El perfil 3 se localiza en el extremo este en el Centro Comercial Oasis, su litología está definida por arcillas de baja plasticidad arenosas de tonos beige con tintes rojizos de consistencias de blandas-rígidas y arenas arcillosas marrón amarillento y beige, con consistencia media-densa y muy densa respectivamente.

En el medio del perfil situado entre el terreno Guatire58 y la urbanización el Refugio, hay presencia de arcillas limosas arenosa que van de pardo a marrón oscuro y grises de consistencia duras, arcillas de baja plasticidad arenosa de consistencia rígidas a muy rígidas con poder de expansión de medio a bajo grado, con tonos marones verdosos, y un de arcilla de alta plasticidad de color verde oliva de consistencia muy rígida e infrayacente una arena arcillosa con grava color gris claro de consistencia muy densa.

En la punta norte del perfil localizada en la Fabrica Inproceca, se encuentran arenas limosas, arcillosas de consistencias de consistencia media, densas y muy densas de tonos abigarrados, así mismo, se identifica limos arenosos de consistencia blanda, arcilla limosa arenosa de consistencia muy rígida en color marrón rojizo y una arcilla de baja plasticidad arenosa rojiza de consistencia muy rígida. (ver figura 25)

Esta alternancia de arcillas y arenas es un indicativo de que hubo un mínimo de tres aumentos de energías de las aguas al momento en que se depositaron.

En resumen, el subsuelo está constituido por intercalaciones de arenas y arcillas con un predominio de material denso-duro y rígido localizado hacia el externo sur; y en el norte se halla mayor presencia de arenas cuya compacidad y consistencia se clasifica desde blanda-medias en los primeros metros, y de densas hasta rígidas a medida que se alcanza mayor profundidad.

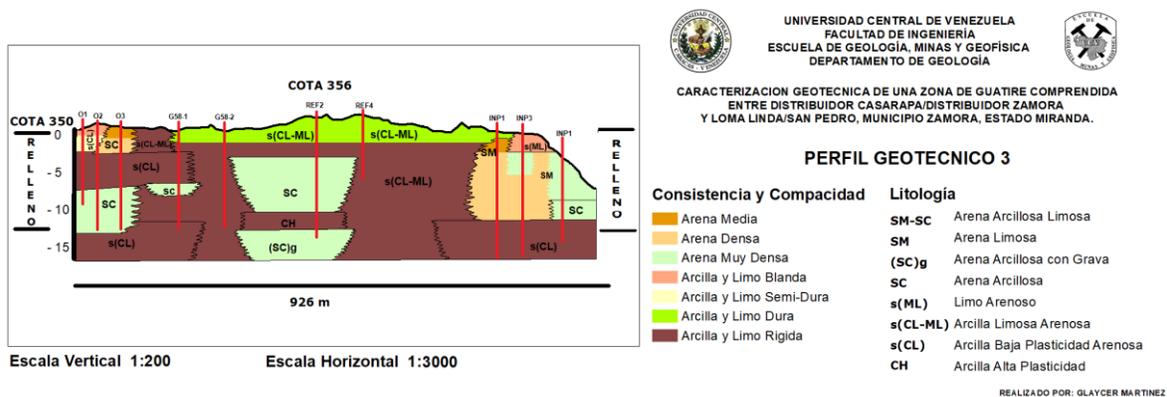


Figura 25. Perfil geotécnico 3

5.4. Difracción de Rayos X

En esta sección se muestran los difractogramas obtenidos aplicados a 4 muestras de arcillas especificadas a continuación. Cada una de ellas está lucidada representando su mineralogía mayoritaria correspondiente de cada una. En este caso sólo este análisis fue aplicado a las principales muestras que presentaban una matriz conformada por cristales de menor tamaño donde parte de su mineralogía no fue visible en la descripción visual ayudando a complementar la mineralogía presente.

5.4.1. Muestras de Guarenas 83

Las muestras P4-M12B y P5-M8 no mostraron minerales diferentes a los descritos por AGUERREVERE & ZULOAGA (1937). Para el caso de la muestra P4-M12B la muestra presentó una cantidad significativa del 68% de Muscovita y un 32% de Cuarzo (ver figura 18). Para el caso de la muestra P5-M8 la DRX arrojó un 11% de mineral adicional como la Albita, y al igual que la muestra anterior arrojó un 70% de Cuarzo y un 19% de Muscovita (ver figura 19). A continuación, se muestran los difractogramas:

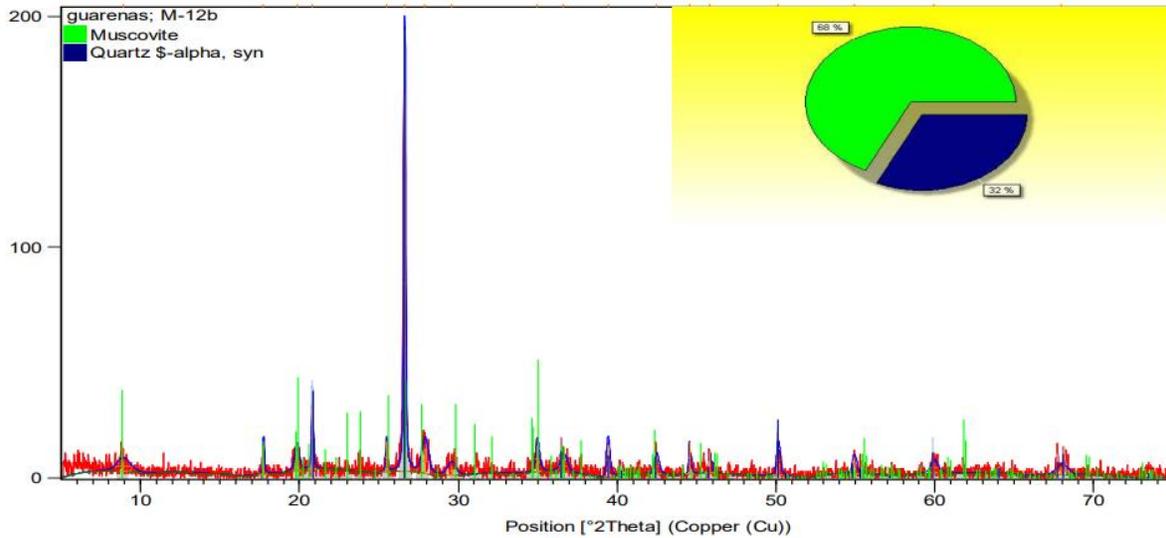


Figura 26. Difractograma de la muestra P4-M12B

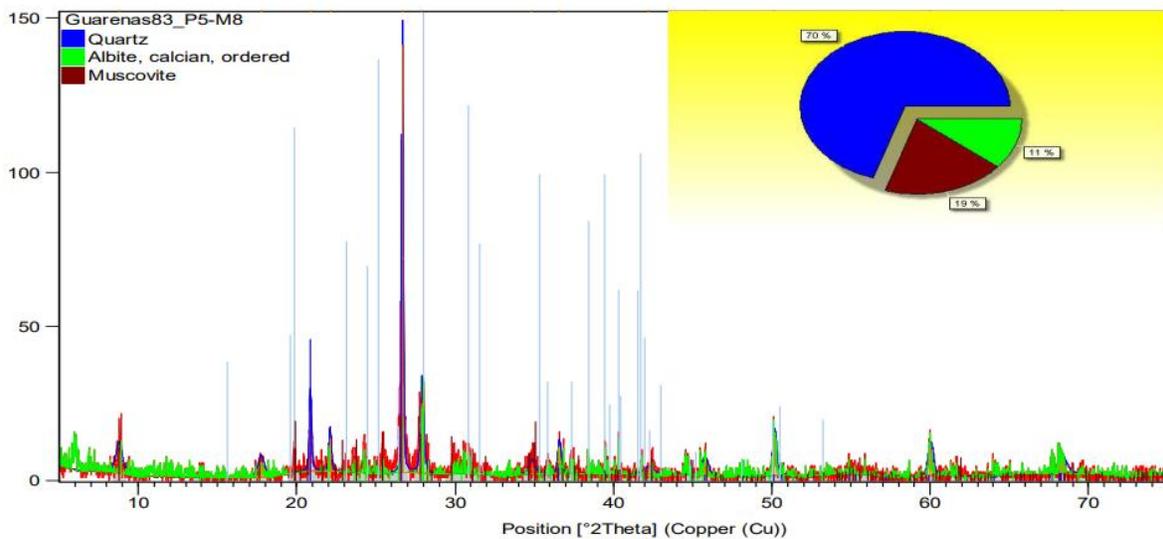


Figura 27. Difractograma de la muestra P5-M8

5.2.2. Muestras de Guatire 58

En el caso de la muestra P2-M8 los resultados no difieren de lo descritos por AGUERREVERE & ZULOAGA (1937), arrojando 59% de Cuarzo, 26% de Calcita y un 15% de Muscovita (ver figura 20). En cambio, en la muestra P3-M5 se obtuvieron picos representando la presencia de 46,5% de Cianita y 1% de Materia Orgánica, el resto de los minerales se asemejan a lo observado con anterioridad cómo lo son un 26,3% de Anortita, 22,2% de Cuarzo, y un 4% de Muscovita (ver figura 21).

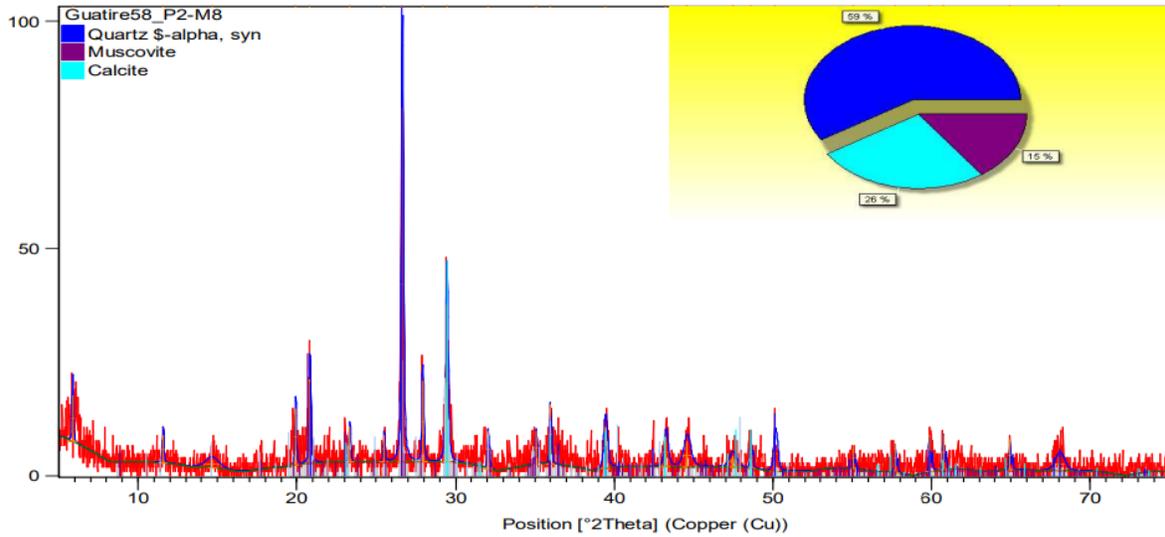


Figura 28. Difractograma de la muestra P2-M8

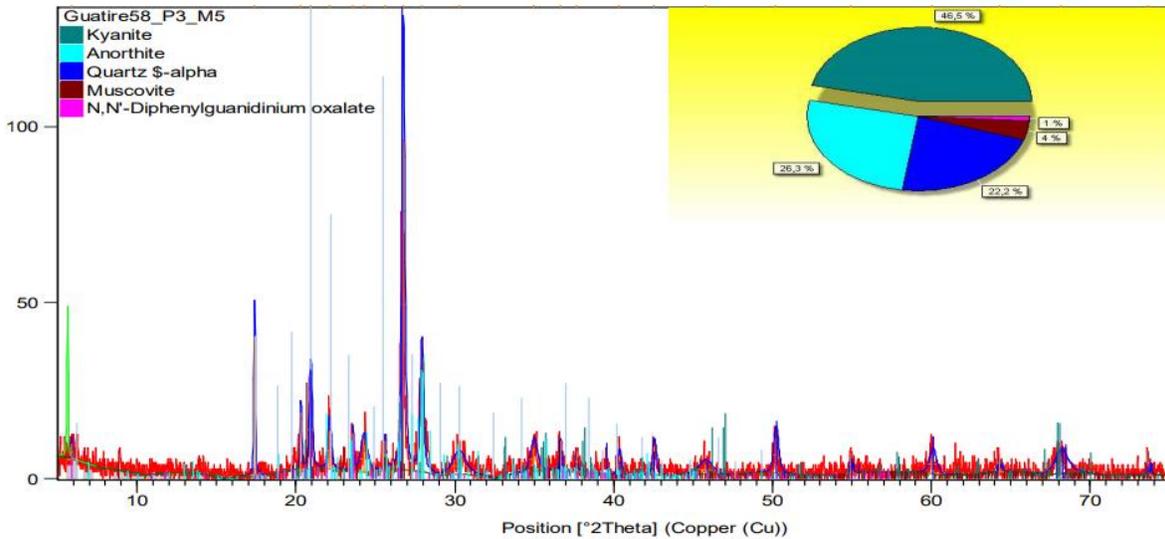


Figura 29. Difractograma de la muestra P3-M5

5.3. Potencial de Expansión

Los suelos potencialmente expansivos se pueden encontrar en cualquier parte del mundo; y los problemas ocasionados por los mismos se producen generalmente como resultado de las alteraciones volumétricas que se presentan en este tipo de suelos, producto de las variaciones en el contenido de agua; el cual se

ve influenciado por factores como el clima principalmente. Pero este no es el único factor, ya que puede afectar la cantidad y tipo de minerales presentes que incorporan agua a la arcilla, naturaleza del fluido (iones y pH), contenido de humedad inicial y grado de saturación, nivel de consolidación, permeabilidad, estados de esfuerzos, profundidad y espesor del estrato, nivel freático, topografía, etc.

Esta zona es generalmente definida como zona de fluctuación estacional o zona activa y no tiene el mismo espesor en un terreno desnudo que en uno cubierto por alguna construcción. El término “zona activa”, se refiere de alguna forma a la zona del suelo que tiene el potencial de producir alguna deformación de la superficie del terreno.

De esta manera, los dos ingredientes que provocan una deformación del suelo son la presencia de suelo expansivo y un incremento en el contenido de agua. Así, la zona activa debe ser relacionada con aquella zona en la cual los contenidos de agua han cambiado o tiene el potencial de cambiar. (NELSON et al, 2001).

Se debe señalar, que los cambios de humedad en el suelo pueden tener diversos orígenes y no solo por variaciones climáticas, sino también, por ejemplo: las oscilaciones del nivel de aguas freáticas, fugas en instalaciones hidráulicas y drenajes; causas que no necesariamente son independientes (LÓPEZ & LARA, 2002).

Para estimar el grado de expansión de las arcillas varios autores, entre ellos HOLTZ & GIBBS, CHEN F. H. y el BUREAU OF INDIAN STANDARDS, elaboraron tablas con el grado de expansión estimado en función de las propiedades antes citadas, las que se resumen en la tabla 6 a continuación:

Tabla 6. Potencial expansivo de las arcillas en función de sus propiedades

Potencial expansivo de las arcillas en función de sus propiedades					
Grado de Expansión	Límite Líquido	Índice de Plastidad	Límite de Contracción	%Coloides	Expasión Libre
Bajo	20 - 35	< 12	> 13	< 17	0 - 1,50
Medio	35 - 50	12 - 23	8 - 18	17 - 27	1,5 - 5
Alto	50 - 70	23 - 32	6 - 12	18 - 37	5 - 25
Muy Alto	70 - 90	> 32	< 10	> 27	> 25

De esta manera, los principales tipos de arcillas que son potencialmente expansivas son las illitas y montmorillonitas, siendo esta última muy conocida en el

ámbito de la ingeniería por los daños en edificaciones, debido a su capacidad de absorber grandes cantidades de agua y cambiar de volumen significativamente.

En la tabla 7, se puede visualizar el grado de expansión que puede llegar a presentar las arcillas, las perforaciones a las cuales pertenecen junto con su ubicación, el límite líquido e índice de plasticidad de cada una, la profundidad en que se encuentra dicha capa y la variedad de arcilla presente. De este modo, se hace mención de las arcillas pertenecientes al área de estudio con límites líquidos superiores a 45% e índice de plasticidad superior a 20%, siendo estas las arcillas con posible potencial a sufrir expansión, ocasionando un daño significativo a nivel estructural de no ser tratadas debidamente si se encuentran muy cercanas a la superficie.

Tabla 7. Arcillas potencialmente expansivas

Grado de Expansión	Perforación	Ubicación	Límite Líquido	Índice de Plasticidad	Profundidad (m)	Tipo de Arcilla
Medio	G58-5	Guatire 58	46,8	28,1	6 - 9	Vermiculita
Alto	B 1	Buenaventura	64,7	40,7	7 - 9	-
Alto	B3	Buenaventura	57,5	29,6	17 - 21,64	-
Alto	B4	Buenaventura	55	55	4 - 7	-
Alto	PH1	Parque Hábitat	56	24	6 - 10	-
Alto	PH1	Parque Hábitat	62	29	11 - 15	-
Alto	SA1	Solanas del Ávila	55	20	5 - 8	Montmorillonita
Alto	SA4	Solanas del Ávila	54	22	2 - 9	
Medio	SA2	Solanas del Ávila	45	17	0 - 7	
Alto	CR1	Cacao Real	59,8	29,29	15 - 18	-
Alto	APS1	Apamates Suites	61	25	5 - 7	Clorita
Muy Alto	APS2	Apamates Suites	76	40	3 - 6	
Alto	APS3	Apamates Suites	51	22	3 - 5	
Alto	APS3	Apamates Suites	66	33	6 - 7	
Alto	APS4	Apamates Suites	64	28	4 - 7	
Muy Alto	APS5	Apamates Suites	87	50	3 - 4	
Alto	APS6	Apamates Suites	74	40	5 - 7	
Alto	APS8	Apamates Suites	51	30	0 - 2	
Alto	APS10	Apamates Suites	52	29	0 - 1	
Muy Alto	APS11	Apamates Suites	83	44	5 - 8	
Alto	AG17	Alto Grande	69	38	0 - 3	
Alto	AG21	Alto Grande	88	52	0 - 6	
Alto	AG23	Alto Grande	54	35	0 - 6	
Medio	AG10	Alto Grande	45	23	0 - 4	
Medio	AG19	Alto Grande	45	24	0 - 6	
Medio	O2	C.C Oasis	45	23	0 - 7	-
Alto	O1	C.C Oasis	57	26	6 - 8	-

De esta forma, luego de haber analizado toda la información recabada y realizado los ensayos respectivos en los sondeos selectivos, se obtuvo que el 14% de las arcillas localizadas en el área de estudio, poseen un muy bajo índice de plasticidad lo que disminuye la posibilidad de sufrir un hinchamiento, y sólo el 4% poseen media-alta plasticidad, arcillas potenciales para presentar un grado de expansión.

En resumen, en el área de estudio las arcillas de media-alta plasticidad se encuentran distribuidas en capas a todo lo largo del perfil geotécnico; donde se presumen su presencia en algunas capas de arcilla de forma variada en profundidad y en extensión horizontal, minerales como la clorita específicamente en el sector donde se ubica la urbanización Apamate Suites, montmorillonita en Solanas del Ávila que son las arcillas con mayor capacidad de absorción de agua, en Alto Grande la presencia de caolinitas que son el tipo de arcilla que presentan menor capacidad de absorción de agua, Guatire 58 terreno frente al CC Oasis donde se presencia vermiculita, y los Centros Comerciales Buenaventura y Oasis donde hay arcillas de media-alto grado de expansión, más no se especifica en los estudios geotécnicos realizados el tipo de arcilla presente.

Asimismo, se determina que las arcillas de medio-alto grado de expansividad se localizan en zonas de transición como se puede visualizar en la figura 30, y las condiciones del subsuelo no presentan un alto nivel de vulnerabilidad, ocasionando colapsos en las estructuras debido al bajo porcentaje que representa el material expansivo.

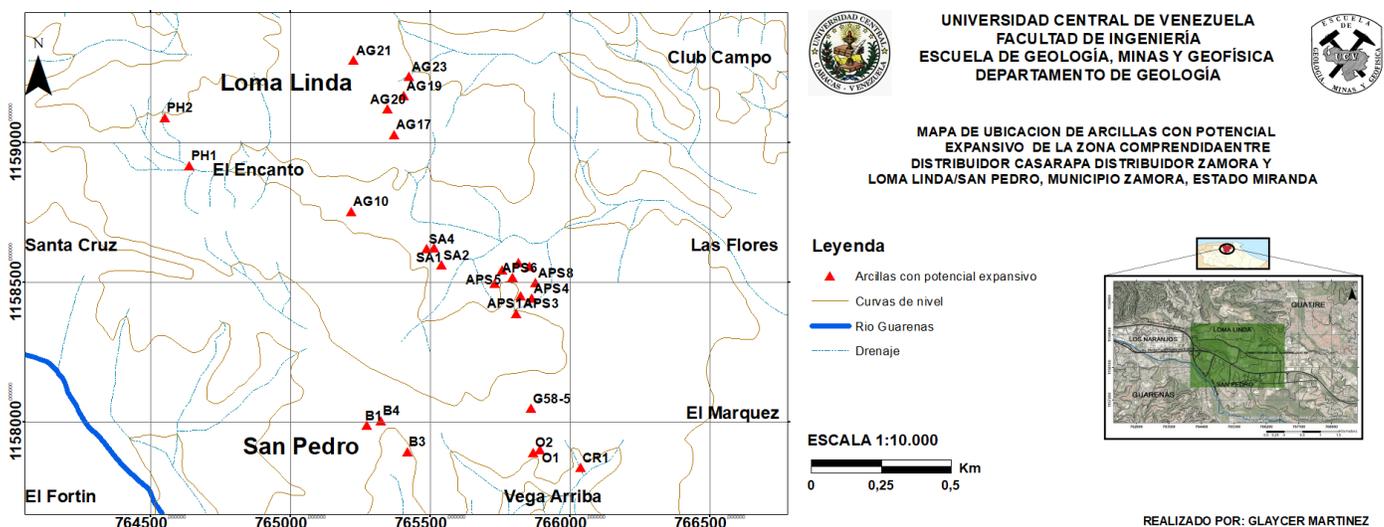


Figura 30. Mapa de ubicación de las perforaciones donde se identifican capas de arcillas con algún potencial expansivo



Figura 31. Ubicación de las perforaciones donde se identifican capas de arcillas con algún potencial expansivo. Tomado de Google Earth 2021.

5.4. Potencial de Licuación

La licuación (o licuefacción) de suelos incluye todos los procesos que conducen a una pérdida de resistencia o al desarrollo de deformaciones excesivas como resultado de una perturbación transitoria o repetida en suelos saturados no cohesivos (NATIONAL RESEARCH COMMITTEE ON EARTHQUAKE ENGINEERING, 1985).

Las estructuras cimentadas sobre un terreno que sufre licuación pueden experimentar grandes asentamientos (SEED et al., 2003; HAMADA, 2014), lo que puede llevar a las capas del suelo licuadas a comportarse como un fluido denso cuando la resistencia al corte del mismo se anula completamente. De la misma forma, los taludes y laderas también pueden verse afectados por este proceso, ocasionando su rotura y desestabilización (SEED et al., 2003; HAMADA, 2014); de igual manera, pueden verse afectadas las zonas planas donde haya un mínimo de efecto de borde libre, como el introducido por erosión debida a un curso de agua, fenómeno que se conoce como lateral spread (AUDEMARD Y DE SANTIS, 1991; AUDEMARD, 2002;).

Dicho fenómeno ocurre en ambientes geológicos e hidrológicos específicos, principalmente en depósitos recientes de arenas y limos con un nivel freático dentro de los primeros 9 m de profundidad y casos remotos cuando dicho nivel está a una profundidad mayor de 20m. Entre los sedimentos con mayor susceptibilidad a la licuación se encuentran los materiales deltaicos con menos de 10000 años, depósitos aluviales de los ríos, llanuras de inundación, depósitos eólicos y rellenos mal compactados (PEREZ, 2005).

YOUD et al. (2001), mencionan que la licuación en un área depende de la magnitud del sismo, intensidad y duración del movimiento, además de la distancia de la fuente del sismo, las condiciones específicas del sitio, la aceración del suelo, el tipo de suelo y el grosor del depósito.

Según PARDON & PORCELET (1994), mencionan que la intensidad del sismo a pesar de su duración puede dar origen a una condición denominada no drenada, que consiste en la disipación de la presión de poros que se verá restringida, en donde se evidenciará el aumento de la presión produciendo en algún momento condiciones de esfuerzos, y como consecuencia será un área licuable.

La licuación puede ocurrir en suelos sueltos, saturados y no cohesivos y puede variar su volumen cuando están sometida a una carga cíclica, como consecuencia se presenta un incremento de la presión intersticial si los poros intergranulares se llenan de agua y el suelo puede llegar a perder su resistencia y se licua (PARDON & PORCELET, 1994).

Los factores que participan, modifican y condicionan las características de licuación de suelos se enlistan a continuación:

- **Granulometría:** Arenas finas y uniformes son los materiales más susceptibles a la licuación, también pueden licuarse los limos no plásticos
- **Estratigrafía del depósito:** la posibilidad de ocurrencia de licuación es mayor si el suelo en estudio es menos estratificado.
- **Densidad relativa:** Suelos con una densidad relativa baja o razón de vacíos alta son más susceptibles que aquellos con una densidad relativa alta.
- **Plasticidad:** El contenido de finos contribuye a la resistencia del suelo al esfuerzo cortante inducido en condición no drenada, entre mayor sea el contenido de finos plásticos es menor la posibilidad de licuación.
- **Permeabilidad:** Una mayor conductividad hidráulica permite disipar con mayor rapidez la presión de poro, lo cual disminuye la probabilidad de licuación.

- **Características del sismo:** Cuanto mayor sea la magnitud y duración del sismo, la aceleración horizontal máxima y número de ciclos del movimiento, mayor será el potencial de licuación.
- **Estructura interna del suelo:** Suelos con granulometría, compacidad y forma de granos estable presentan menor susceptibilidad a licuación. Por el contrario, suelos con estructuras abiertas (depósitos transportados a baja velocidad) presentan mayor probabilidad de licuación.
- **Grado de saturación:** Suelos saturados son más susceptibles a sufrir licuación.

De este modo, se puede indicar que el área de estudio está compuesta por sedimentos pertenecientes a la edad Plioceno-Pleistoceno, es decir, tienen entre 5333-0,011 ma.; conformado por un 40% de unidad de arena distribuida en un 3,58% arenas limosas arcillosas con grava, 6,67% de arenas limosas arcillosas, 1% arenas limosas con grava, 8,2% arenas limosas, 7,25% de arenas arcillosas con gravas y 13,3% arenas arcillosas; con un 18% de contenido de finos, el cual un 4% presenta propiedades de plasticidad.

Asimismo, la ciudad de Guatire es conocida por los eventos sísmicos ocurridos debido a la interacción de la placa sudamericana con la placa del caribe, siendo afectada en mayor o menor grado por efectos de cuatro terremotos (1766, 1812, 1900 y 1967) (LEAL et al, 2012), lo que trae en consecuencia la reactivación del ramal sur del sistema de fallas Tacagua-El Ávila afectando de forma directa el área estudiada, que según IDRIS & BOULENGER (2014), los eventos sísmicos son uno de los factores que pueden desencadenar licuación, principalmente si se encuentran en cercanía a cuerpos de agua y ligados a materiales arenosos y limosos de baja plasticidad.

Por otro lado, en la zona que se está llevando el estudio el grado de saturación del suelo es prácticamente nulo de acuerdo con los estudios geotécnicos realizados, en donde en ninguno de los sondeos se llegó a observar el nivel freático en los metros perforados.

En general, el área de estudio no presenta la probabilidad de que ocurra el fenómeno de licuación, debido a que carece de una de las propiedades fundamentales para propiciarse el mismo, cómo son los suelos saturados u oscilación del nivel freático en los primeros 9 m de profundidad, aunque en efecto el área posee un alto porcentaje de material no cohesivo, bajo contenido de finos de alta plasticidad y se encuentra en una zona de eventos sísmicos activo; el lugar donde se podría propiciar esta actividad es en las cercanías al Río Guarenas, el cual al no pertenecer al área de estudio no se puede asegurar el grado de probabilidad de que ocurra este fenómeno debido a la falta de información detallada.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

La integración de la información, permitió definir características litológicas del área en estudio, espesores superficiales de suelos de relleno y sedimentos aluvionales, así como las densidades y consistencias de los diferentes estratos y su continuidad.

Se generó un mapa de perforaciones a escala 1:10.000, donde se visualizan los 88 sondeos analizados, con el propósito de facilitar el estudio e interpretación de la distribución y naturaleza de los materiales del subsuelo del área de estudio.

Se generó un mapa de litológica a escala 1:10.000, con éste se pudo englobar toda la información recolectada de los distintos estudios geotécnicos previamente realizados, los sondeos selectivos y ensayos de laboratorio, facilitando la comprensión al lector, donde se representa datos geológicos como la distribución espacial de los distintos materiales encontrados en el área estudiada, el cual está constituido por terrenos arenosos, limosos y arcillosos con un bajo porcentaje de gravas.

Se generó un mapa de relleno a escala 1:10.000, con el objetivo de representar las variaciones de los espesores de relleno en cada sector, demostrando que éste va aumentando a medida que se acerca al centro-sur del área en estudio.

Se generó un mapa de arcillas con posible potencial expansivo a escala 1:10.000, en la cual se ubican las perforaciones en los distintos sectores con posibles capas con mayor capacidad de absorción de agua. Dicho mapa es de fácil comprensión y ayuda a garantizar de esta manera una planificación urbana con menor riesgo y con cierto nivel de confiabilidad. Sin embargo, éste no es suficiente para la toma de decisiones en proyectos de obras civiles, sólo deben considerarse como una guía o complemento previo a los estudios que deban realizarse.

Se elaboraron tres perfiles geotécnicos, en aquellas zonas donde se contaba con mayor información proporcionando una visión bastante cercana a la realidad de la composición en subsuelo y de la topografía de la zona de estudio, en donde se puede observar la distribución de las distintas capas indicando sus respectivos valores de consistencia y compacidad.

El área en estudio está constituida principalmente por suelos de rellenos de profundidades variables predominantemente densos-semiduros y rígidos, caracterizados por un 40% perteneciente a la unidad de arenas, un 18% de unidad de arcillas y un 2% de unidad de limos; con contenido calcáreo en toda su extensión horizontal y a profundidad. Se identificaron además algunos niveles de capas vegetales de poco espesor.

En las adyacencias de Makro al oeste de la zona de estudio, se observó el contacto entre la Formación Guatire y el Esquisto Las Mercedes, se constató debido a la alta resistencia que presenta el material a la erosión en comparación con sus alrededores.

El área ubicada en el Centro Comercial Buenaventura perteneciente al sector San Pedro, es la que presenta el mayor espesor de relleno con 15,30 m.

Las velocidades Vs30 que se encuentran relacionadas al área estudio están dentro del rango 200-300 m/s y 400-650 m/s según estudios realizados por Guerrero (2021) indicando que son materiales densos y medianos, donde se constata que los materiales encontrados en los sondeos analizados pertenecientes a dicha área coinciden con la litología representativa ejemplificado por los estudios geofísicos.

La mineralogía predominante son características del Esquisto Las Mercedes, donde se expone mayoritariamente el cuarzo, muscovita y plagioclasa; composición puntualizada por distintos autores previamente en esta zona.

Los minerales de interés geotécnico debido a ocasionar daños estructurales por su capacidad de absorción de agua, se encuentran en muy bajas cantidades presumiendo la existencia de clorita, caolinita, vermiculita y montmorillonita.

Las arcillas con potencial de expansión, cubren un 4% aproximadamente de del área de estudio. Las mismas se identifican a distintas profundidades intercaladas con materiales con poca capacidad de expansión.

El área de estudio no presenta la probabilidad de que ocurra el fenómeno de licuación, debido a que carece de una de las propiedades fundamentales para propiciarse el mismo, cómo son los suelos saturados u oscilación del nivel freático en los primeros 9 m de profundidad.

El área de estudio en general se presenta como un territorio con material resistente para propiciar futuras obras ingenieriles, a pesar de que el sector del Encanto y las cercanías a la urbanización Solanas del Ávila se encuentra suelos con concentración de arcillas muy plásticas a pocos metros de profundidad que deben ser analizados con más detenimiento para evitar posibles asentamiento o daños en las estructuras presentes y/o futuras.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar ensayos de resistencia al corte (corte directo y triaxial) para cuantificar parámetros necesarios para solucionar problemas relacionados con la resistencia del terreno (cohesión y ángulo de rozamiento).

Evaluar el potencial de licuefacción en las cercanías al río Guarenas que es donde se podría ocasionar dicho fenómeno.

Actualizar periódicamente la base de datos de geología urbana con fuentes existentes aún desconocidas y nuevas de interés geológico para mejorar el conocimiento de la geología de la cuenca de Guarenas-Guatire, en función del uso múltiple de la misma, y en particular para la planificación de su desarrollo urbano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACERO, M. & DOMINGUEZ, F. (2005). Estudio geológico-geotécnico y evaluación de las condiciones de trabajo que constituye el campus de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC). Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Geólogo, Departamento de Geología, U.C.V.

AGUERREVERE, S. E. & ZULOAGA, G., (1937). Observaciones geológicas de la parte central de la Cordillera de la Costa, Venezuela. Bol. Geología y Minería, Tomo I, pp. 8-24.

AGUERREVERE, S. E. & ZULOAGA, G., (1938). Nomenclatura de las formaciones de la parte central de la Cordillera de la Costa. Bol, Geología y Minería, Tomo I, Caracas, pp. 281-284.

AMARIS, E., MONCADA, J., & SCHMITZ, M. (2011). Modelo gravimétrico del basamento de la cuenca de Guarenas y Guatire estado Miranda, Venezuela. I Congreso Venezolano de Geociencias, Memorias en CD, 4.

ARIAS, I. (2004). Estudio de minerales de arcilla presentes en muestras de sedimentos superficiales y núcleos de la fachada atlántica venezolana. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Geólogo, Departamento de Geología, U.C.V. Inédito

ASUAJE, L. (1972). Geología de la región Guatire-Cabo Codera. (Resumen). IV Congreso de geología de Venezuela, Caracas 3, pp. 1289-1270.

AUDEMARD, F. A. & DE SANTIS, F., 1991, Survey of liquefaction structures induced by recent moderate earthquakes: Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 44(1), 5-16.

AUDEMARD, F. A., 2002, Soil Liquefaction During the Caracas 1967 and the Boca de Tocuyo 1989 Earthquakes, Venezuela: Its significance for Human Settlements on Active Alluvial and Coastal Areas, in Jackson Trevor (ed.), Caribbean Geology into the Third Millenium: Mona, University of the West Indies, 229-234.

AUDEMARD, F., G. ROMERO, H. RENDON, Y V. CANO, 2005. Quaternary fault kinematics and stress tensors along the southern Caribbean from fault-slip data and focal mechanism solutions. Earth-Science Reviews 69 (3-4): 181-233.

AYALA CARCEDO, F (1984). Manual de taludes, IGME. pp 22-34

BECK, C. (1986). Caribbean colliding, Andean drifting and the Mesozoic – Cenozoic geodinamic evolution of the Caribbean. Soc. Ven. Geol., Mem. VI Congreso Geológico Venezolano 10: 163-182.

BELLIZIA, A. (1986). Sistema Montañoso del Caribe, una cordillera alóctona en el Norte de América del Sur. Soc. Ven. Geol., Mem. VI Congreso Geológico Venezolano 10: 6657-6836.

BOTÍA WILMAR (2015). Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad Ingeniería, Programa Ingeniería Civil, U.M.N.G.

CASTRO Y RIVERO. (2010). Caracterización geológica de las rocas sedimentarias que constituyen el subsuelo de un sector de la hacienda El Marqués, Guatire, estado Miranda. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Geólogo, Departamento de Geología, U.C.V. Inédito

DE SANTIS, F. (2006). “Los suelos de acuerdo a la nueva versión del Sistema Unificado de Clasificación de suelos modificado en la norma ASTM D-2487-00” Boletín 86 Sociedad Venezolana de Geotecnia.

FUNVISIS. (1984). Estudio de riesgo sísmico Ferrocarril Caracas-Litoral. Informe final. 2 volúmenes.

FUNVISIS (2001). Norma COVENIN 1756-2:2001 (Rev.2001) Edificaciones sismoresistentes. Caracas. Venezuela

GIUNTA, G., L. BECCALUVA, M. COLTORTI, F. SIENA y C. VACCARO (2002). The Southern margin of the Caribbean Plate in Venezuela: tectono-, agnetic setting of the ophiolitics unit and kimnematic evolution. Lithos, 63: 19-49.

GONZALEZ, C., y otros (1980). Geología de Venezuela y sus cuencas petrolíferas. Ediciones Foninves. Caracas. Venezuela.

GUERRERO, L. (2021). Microzonificación sísmica del municipio Zamora de la cuenca Guarenas-Guatire mediante método IMASW y la relación espectral H/V. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Geofísico, Departamento de Geofísica, U.C.V.

HAMADA, M., 2014, Engineering for earthquake disaster mitigation: Tokyo, Springer Japan.

HECHT. J. (2005). Caracterización geofísica mediante estudios de ruido sísmico ambiental y gravimétrico del municipio Zamora (Guatire), estado Miranda. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Geofísico, Departamento de Geofísica, U.C.V. Inédito

IDRISS M. & BOULENGER R. (2014). CPT and SPT based liquefaction triggering procedures. Department of civil & environmental engineering. College of engineering. University of California at Davis. 1 – 138 p.

INSTITUTO DE ESTUDIOS REGIONALES Y URBANOS (IERU). (1979). Estudio de espacios abiertos la región capital. Volumen 2: Geología y Geotecnia. U.S.B. Valle de Sartenejas.

INSTITUTO DE ESTUDIOS REGIONALES Y URBANOS (IERU). 2007. Plan de desarrollo urbano local - Sistema de información urbanística - Agenda de participación comunitaria del municipio Plaza, edo. Miranda. U.S.B. Valle de Sartenejas.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (INE). (2014). XIV Censo nacional de población y vivienda. Resultados por entidad federal y municipio del estado Miranda. p 9.

KRYNINE, D. Y JUDD, W. (1975). Principios de geología y geotecnia para ingenieros. Ediciones Omega, 4ta ed. Barcelona. pp: 31-72.

KÖPPEN, W. 1948. Climatología. Ed. Fondo de Cultura Económica, México, P. 233.

LEAL A., RODRIGUEZ J., AUDEMARD M. (2012). Aprueba de temblores. Reflexiones sobre construcciones y sismorresistencia en la Venezuela de 1900. En el sismo de San Narciso, VI Jornadas Venezolanas de Sismología Histórica, Caracas.

LOPEZ & LARA, (2002). "Estudio fisicoquímico de la modificación de suelos expansivos". Doctorado en ingeniería. Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro, Qro. México.

MAZA, B. & SIMOZA, E. (2013). Caracterización geológica-geotécnica de una zona al noreste de Caracas, entre las urbanizaciones La California/La Urbina, Cerro Verde/Macaracuay. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Geólogo, Departamento de Geología, U.C.V.

MIRÓ, C. Y VIETE, H. (2009). Estudio neotectónico de la cuenca Guarenas-Guatire. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Geólogo, Departamento de Geología, U.C.V. Inédito.

MORFE, J. (2011). Simulación del campo de ondas sísmicas y caracterización de amplitud y periodo con fines de microzonificación para ciudades Guarenas-Guatire. Tesis de grado para optar al título de Magister Scientiarum en Geofísica.

NATIONAL RESEARCH COMMITTEE (NRC) ON EARTHQUAKE ENGINEERING, Council on Engineering and Technical Systems, 1985, Liquefaction of soils during earthquakes, Washington, D.C.

NAVARRO, E. M. OSTOS y F. YORIS. (1988). Revisión y redefinición de unidades litoestratigráficas y síntesis de un modelo tectónico para la evolución de la parte norte– central de Venezuela durante el Jurásico Medio – Paleógeno. Acta Científica Venezolana, 39: 427-436.

NELSO, J. D., OVERTO, D. D., & DURKEE, D. B. (2001). Depth of wetting and the active zone. In *Expansive clay soils and vegetative influence on shallow foundations* (pp. 95-109).

NODA, J. (2008). Estudio geofísico a lo largo de la ruta del ferrocarril Caracas-Guarenas-Guatire. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Geofísico, Departamento de Geofísica, U.C.V.

ODEBRECHT. 2007. Estudio geológico y caracterización geomecánica del macizo rocoso correspondiente a la sección Urbina norte-La Culebrita, Edo. Miranda, del proyecto "sistema de transporte Caracas-Guarenas-Guatire". Inédito.

OSTOS, M. (1990). Evolución tectónica del margen Sur-Central del Caribe, basados en datos geoquímicos. *Escuela Geología, Minas y Geofísica, Caracas, Geos. 30:1 – 294*

OSTOS, M., (1990b). Evolución tectónica del margen sur-central del Caribe basado en datos geoquímicos. *Geos, Caracas, pp 1-294.*

PARDON & PORCELET (1994). Reducción del Daño Sísmico-Guía para las empresas de agua. Estados Unidos, p. 190

PÉREZ, E. 2005. Evaluación del potencial de licuación de suelos arenosos en la ciudad de Cartago. Informe Final del Proyecto de Graduación, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica 143p.

PICARD, X. (1976). Geología de la cuenca Guarenas-Guatire. Sedimentación continental intracordillera, Venezuela. II congreso latinoamericano de geología, Caracas, noviembre 1973, Memoria, Bol. Geol. Caracas, publicación especial 7,2 pp. 965-984.

PINDELL, J. y S. Barrett. (1990). Geological evolution of the Caribbean Region: a Plate tectonic perspective. In: Dengo, G., J.E. Case, (Eds.). *The Geology of North America, Volume H. The Caribbean Region.* Geol. Soc. of America, Boulder, CO.

PINDEL, J. (1993). Mesozoic and early Cenozoic development of the Gulf of México and Caribbean Region: Transaction, Gulf Coast section. SEPM, Foundation Annual Research Conference, 13 th. Houston, SEPM Foundation, 251-274 pp

SANCHEZ, J. (2016). Caracterización de la cuenca de Guarenas-Guatire, estado Miranda, mediante perfiles de refracción sísmica. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Geofísico.

SEED, R. B. et al., 2003. Recent advances in soil liquefaction engineering: A unified and consistent framework, University of California, Long Beach.

SEIDERS, V. (1965). Geología de Miranda Central, Venezuela. *Boletín Geológico. Caracas, 6(12) pp. 298-461.*

TERZAGHI K. Y PECK R.B. (1948). "Soil Mechanics in Engineering Practice", John Wiley, New York.

URBANI, F., y otros. (2005). Cordillera de la Costa. Venezuela. Geological field trip. Caracas. Venezuela

VALLEJO, L., et al. (2006). Ingeniería Geológica. Pearson Educación. Madrid. 382-385 pp

WEHRMANN M. (1972). Geología de la región de Guatire-Colonia Tovar. III Congreso Geológico Venezolano. Tomo IV. pp. 2093-2121.

YOUNG, T.L., et al. (2001). Liquefaction resistance of soils: summary report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/ NSF workshops on evaluation of liquefaction resistance of soils. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 127(10), 817-833.

ZAMBRANO, A. 1970. Estudio fisiográfico regional de la cuenca del Tuy. Bol. Geol., Caracas, 11(21): 3-206.

ANEXOS

Anexo 1. Valores de Consistencia y Compacidad. Tomada de INGENIEROS DE SANTIS, C.A.

Arenas y Gravias			Limos y Arcillas		
Nº de golpes	Compacidad	Ángulo Fric.	Nº de golpes	Consistencia	Cohesión Kgl/cm ²
0	Muy suelta	25	0	Muy blanda	0.25
1	Muy suelta	25	1	Muy blanda	0.25
2	Muy suelta	25	2	Muy blanda	0.25
3	Muy suelta	25	3	Blanda	0.38
4	Muy suelta	26	4	Blanda	0.50
5	Suelta	27	5	Medio	0.65
6	Suelta	27	6	Medio	0.75
7	Suelta	28	7	Medio	0.85
8	Suelta	28	8	Medio	1.00
9	Suelta	29	9	Semidura	1.14
10	Suelta	29	10	Semidura	1.29
11	Medio	30	11	Semidura	1.43
12	Medio	30	12	Semidura	1.57
13	Medio	31	13	Semidura	1.71
14	Medio	31	14	Semidura	1.86
15	Medio	31	15	Semidura	2.00
16	Medio	31	16	Dura	2.13
17	Medio	32	17	Dura	2.26
18	Medio	32	18	Dura	2.39
19	Medio	32	19	Dura	2.53
20	Medio	32	20	Dura	2.67
21	Medio	33	21	Dura	2.80
22	Medio	33	22	Dura	2.93
23	Medio	33	23	Dura	3.07
24	Medio	33	24	Dura	3.20
25	Medio	34	25	Dura	3.33
26	Medio	34	26	Dura	3.47
27	Medio	34	27	Dura	3.60
28	Medio	34	28	Dura	3.73
29	Medio	35	29	Dura	3.86
30	Medio	35	30	Dura	4.00
31	Densa	35	>30	Rígida	4.00
32	Densa	35			
33	Densa	35			
34	Densa	35			
35	Densa	36			
36	Densa	36			
37	Densa	36			
38	Densa	36			
39	Densa	36			
40	Densa	36			
41	Densa	37			
42	Densa	37			
43	Densa	37			
44	Densa	37			
45	Densa	37			
46	Densa	38			
47	Densa	38			
48	Densa	38			
49	Densa	38			
50	Densa	38			
>50	Muy densa	38-43			

Anexo 2. Tabla resumen de todos los estudios geotécnicos.

PERF.	NORTE	ESTE	PROF. (m)	N DE GOLPES	NOM.	S.U.C.S	COMPACTION Y/O CONSISTENCIA	LI	IP
B1	1157988,99	765274,00	1	22	(SM-SC)g	ARENA LIMOSA ARCILLOSA CON GRAVA	MEDIA		
			2	27					
			3	25					
			4	27					
			5	24					
			6	25					
			7	33	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA	64,7	40,7
			8	33	s(ML)	LIMO ARENOSO	RIGIDA	55,7	14,2
			9	80					
			10	80					
			11	80	SC	ARENA ARCILLOSA	MUY DENSA		
			12	80					
12,96	80								
B2	1157966,65	765234,27	1	7	(SM-SC)g	ARENA LIMOSA ARCILLOSA CON GRAVA	BLANDA-DENSA		
			2	21					
			3	31					
			4	31					
			5	39					
			6	34					
			7	23	(SM)g	ARENA LIMOSA CON GRAVA	MEDIA		
			8	27	Gs	GRAVA ARENOSA	DENSA - MUY DENSA		
			9	39					
			10	57	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA		
			11	48					
			12	65	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	MUY RIGIDA	54,5	30,7
			13	80					
			14	66				56,7	29,2
			15	80	SC	ARENA ARCILLOSA	MUY DENSA		
			16	80					
			17	80					
17,82	80								
B3	1157894,70	765418,16	1	14	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	DENSA		
			2	16					
			3	31					
			4	30					
			5	29					
			6	29					
			7	30					
			8	30					
			9	24					
			10	25					
			11	35					
			12	36					
			13	30					
			14	32					
			15	58	Gs	GRAVA ARENOSA	MUY DENSA		
			16	68	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	MUY RIGIDA	47,5	23,2
			17	80					
			18	80					
			19	34					
			20	80				57,5	29,6
21	80								
21,64	80								
B4	1158005,98	765325,30	1	3	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	BLANDA-SEMIDURA		
			2	14					
			3	12					
			4	18	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	DURA-RIGIDA	51	51
			5	33					
			6	18					
			7	40				55	55

PH1	1158918,34	764639,39	1	9	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	SEMDURA-DURA		
			2	12					
			3	19					
			4	23					
			5	14					
			6	12	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	DURA	35	14
			7	18				56	24
			8	22					
			9	31				50	24
			10	56					
			11	59	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RÍGIDA		
			12	44				62	29
			13	56				43	19
			14	62					
			15	67					
PH2	1159090,65	764551,41	1	10	s(ML)	LIMO ARENOSO	DURA		
			2	12					
			3	11					
			4	17					
			5	20					
			6	14	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	SEMDURA-DURA	44	27
			7	17					
			8	24				31	20
			9	33					
			10	59					
			11	61	s(CH)	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD ARENOSA	MUJY RÍGIDA	42	24
			12	47					
			13	67					
			14	66					
			15	72				33	19
INP1	1158432,11	766540,92	1	55	SM	ARENA LIMOSA	MUJY DENSA		
			2	76					
			3	60					
			4	63					
			5	60					
			6	62					
			7	60	SC	ARENA ARCILLOSA	MUJY DENSA		
			8	59					
			9	56					
			10	77					
			11	78				(CL)s	ARCILLA BAJA PLAST. CON ARENA
INP2	1158379,00	766572,04	1	26	s(CL)	ARCILLA BAJA PLAST. ARENOSA	DURA		
			2	19					
			3	14				27,8	7,7
			4	24					
			5	34					
			6	30	SM	ARENA LIMOSA	DENSA - MUJY DENSA		
			7	18					
			8	38					
			9	39					
			10	64					
			11	65					
			12	78					
INP3	1158349,00	766540,57	1	2	s(ML)	LIMO ARENOSO	BLANDA		
			2	7					
			3	10				23,4	4,2
			4	10					
			5	15	SM	ARENA LIMOSA	MEDIA-DENSA		
			6	14					
			7	15					
			8	18					
			9	17					
			10	22					
			11	40					
			12	78				(CL)s	ARCILLA BAJA PLAST. ARENOSA
			13	80	26,5	7,7			

INP4	1158303,46	766559,94	1	18	SM	ARENA LIMOSA	MEDIA-DENSA		
			2	22					
			3	18					
			4	18					
			5	10					
			6	13					
			7	10					
			8	13	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	SEMDURA-DURA	25,4	6,4
			9	12					
			10	18					
			11	34	s(CL)	ARCILLA BAJA PLAST. ARENOSA	MUY RÍGIDA		
			12	78					
			13	80					
			14	64					
			15	74				25,8	7,3
INP5	1158332,80	766584,89	1	36	s(ML)	LIMO ARENOSO	DURO-RÍGIDO		
			2	34					
			3	18					
			4	32	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RÍGIDO-MUY RÍGIDO	24,5	5,1
			5	68					
			6	77					
			7	73					
			8	64				24,5	5,5
INP6	1158303,17	766609,47	1	16	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	DURA	26,7	5,2
			2	20					
			3	28					
			4	30	SC	ARENA ARCILLOSA	DENSA		
			5	30					
			6	38	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RÍGIDO-MUY RÍGIDO	25,3	6,1
			7	60					
INP7	1158335,03	766655,18	1	10	SM	ARENA LIMOSA	MEDIA-DENSA		
			2	12					
			3	13					
			4	15					
			5	25					
			6	20					
			7	20					
			8	45	s(ML)	LIMO ARENOSO	RIGIDO	23,1	3,2
			9	55					
O1	1157902,09	765892,53	1	22	s(CL)	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	SEMDURA-RIGIDA	43	19
			2	13					
			3	33					
			4	59					
			5	61					
			6	80				57	26
			7	80					
			8	80					
O2	1157891,67	765869,84	1	7	s(CL)	ARCILLA BAJA PLAST. ARENOSA	BLADA-RIGIDA	45	23
			2	15				33	12
			3	16				31	11
			4	18					
			5	30					
			6	35					
			7	57					
			8	58	SC	ARENA ARCILLOSA	MUY DENSA	28	6
			9	65					
			10	80					
			11	80					
			12	80					

O3	1157878,27	765900,84	1	30	SC	ARENA ARCILLOSA	MEDIA-DENSA				
			2	18							
			3	17							
			4	15							
			5	34	CL	ARCILLA BAJA PASTICIDAD ARENOSA	RIGIDA	44	22		
			6	28							
			7	60	SC	ARENA ARCILLOSA	MUY DENSA				
			8	62							
			9	66							
			10	74							
			11	80							
			12	80							
SA1	1158623,00	765515,00	1	34	SM-SC	ARENA LIMOSA ARCILLOSA	DENSA				
			2	40							
			3	46							
			4	30							
			5	56	s(CH)	ARCILLA ALTA PLAST. ARENOSA	MUY RÍGIDA	55	20		
			6	76							
			7	80							
			8	80							
SA2	1158563,00	765540,00	1	75	s(CL)	ARCILLA BAJA PLAST. ARENOSA	MUY RÍGIDA	44	16		
			2	76							
			3	80							
			4	80							
			5	80	SM-SC	ARENA LIMOSA ARCILLOSA	MUY DENSA				
SA3	1158550,00	765603,00	1	45	s(CL)	ARCILLA BAJA PLAST. ARENOSA	RÍGIDA-MUY RÍGIDA	45	17		
			2	40							
			3	42							
			4	50							
			5	60							
			6	72							
			7	36	SM-SC	ARENA LIMOSA ARCILLOSA GRAVOSA	DENSA-MUY DENSA				
			8	44							
			9	80							
SA4	1158621,00	765488,00	1	21	SM-SC	ARENA LIMOSA ARCILLOSA	MEDIA				
			2	19	s(CH)	ARCILLA ALTA PLAT. ARENOSA	DURA-MUY RÍGIDA	52	21		
			3	20							
			4	21							
			5	25							
			6	30							
			7	76							
			8	80							
			9	80							
CR1	1157837,85	766040,07	1	40	SC	ARENA ARCILLOSA	MUY DENSA				
			2	65	SM	ARENA LIMOSA	DENSA				
			3	38							
			4	43							
			5	38							
			6	22							
			7	36							
			8	58	(SM)g	ARENA LIMOSA CON GRAVA	DENSA				
			9	45							
			10	27							
			11	40							
			12	28							
			13	33							
			14	35							
			15	50	s(CH)	ARCILLA ALTA PLAST. ARENOSA	DURA	49,1	18,52		
			16	35							
			17	45							
			18	30							
			19	50	SM	ARENA LIMOSA	MUY DENSA	59,8	29,29		
			20	80							

CR2	1157811,20	766041,13	1	8	SC	ARENA ARCILLOSA	MEDIA		
			2	20					
			3	11					
			4	9					
			5	18					
			6	19					
			7	21					
			8	13	SC	ARENA ARCILLOSA	MEDIA		
			9	17					
			10	21					
			11	24					
			12	28	s(ML)	LIMO ARENOSO	RÍGIDA	44,65	16,25
			13	47					
			14	43					
			15	45					
CR4	1157848,20	766090,88	1	7	(SC)g	ARENA ARCILLOCA CON GRAVA	MEDIA		
			2	17					
			3	22					
			4	24					
			5	17					
			6	21					
			7	21					
			8	15					
			9	14					
			10	21					
			11	23					
12	23	s(CL)	ARCILLA BAJA PLAST ARENOSA	DURA					
13	46	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA					
14	48								
15	48								
16	48								
17	47								
18	49								
19	47								
20	53								
HVP1	1158281,97	765668,36	1	6	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA		
			2	3					
			3	3					
			4	2					
			5	4					
			6	8					
			7	9					
			8	8					
			9	12					
			10	25					
			11	31	s(ML)	LIMO ARENOSO	DURA		
			12	36	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	DURA		
			13	38					
			14	40					
			15	46					

HVP2	1158319,08	765647,43	1	3	s(SC-SM)	ARENA LIMOSA ARCILLOSA	SUELTA-MEDIA		
			2	4					
			3	6					
			4	10					
			5	6					
			6	9					
			7	30					
			8	35					
			9	39					
			10	46	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	DURA-RÍGIDA		
			11	48					
			12	48					
			13	57					
HVP3	1158348,47	765684,97	1	9	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	SEMDURA-RIGIDA		
			2	18					
			3	32					
			4	45					
			5	56					
			6	70					
			7	70					
HVP4	1158409,41	765676,05	1	12	s(ML)	LIMO ARENOSO	SEMDURO-DURO		
			2	18					
			3	29					
			4	36	SC	ARENA ARCILLOSA	DENSA		
			5	48	s(ML)	LIMO ARENOSO	RIGIDA		
APS1	1158389,16	765809,67	1	29	SC-SM	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	DURA		
			2	49	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA	54	28
			3	80	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	RIGIDA	25	13
			4	80					
			5	80					
			6	75	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA	61	25
			7	80					
APS2	1158496,45	765731,13	1	16	SM	ARENA LIMOSA	MEDIA		
			2	19	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	DURA		
			3	22					
			4	60					
			5	55	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA	55	28
			6	75					
APS3	1158452,62	765825,00	1	16	SM	ARENA LIMOSA	MEDIA		
			2	10					
			3	18					
			4	34	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	DURA-RIGIDA	51	22
			5	27				66	33
			6	80	SM	ARENA LIMOSA	MUY DENSA		
			7	80	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA	66	33

APS4	1158444,42	765863,42	1	17	SM	ARENA LIMOSA	MEDIA-MUY DENSA	31	9
			2	30					
			3	32					
			4	80					
			5	70	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA	54	25
			6	55				64	28
			7	65					
APS5	1158544,91	765758,28	1	42	SM	ARENA LIMOSA	MUY DENSA		
			2	65					
			3	80					
			4	50	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA	87	50
			5	80	SM	ARENA LIMOSA	MUY DENSA		
			6	80				25	4
APS6	1158517,87	765794,68	1	10	SM	ARENA LIMOSA	SUELTA-MEDIA		
			2	32				29	6
			3	36	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	DURA-RIGIDA		
			4	25				40	15
			5	38					
			6	40	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA	74	40
			7	53				74	40
APS7	1158506,89	765864,88	1	28	SC	ARENA LIMOSA	MEDIA-MUY DENSA		
			2	45					
			3	46					
			4	65					
			5	65					
			6	75					
APS8	1158499,67	765879,78	1	37	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA	51	30
			2	45					
			3	80				41	19
			4	80	SC	ARENA LIMOSA	MUY DENSA		
			5	80					
			6	80					
APS9	1158597,14	765780,54	1	10	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	SEMIDURA		
			2	13	SC	ARENA LIMOSA	SEMIDURA-RIGIDA		
			3	19					
			4	22					
			5	22				30	6
			6	40				52	29
			7	50					
			8	70					
APS10	1158570,10	765816,95	1	10	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	SEMIDURA	52	29
			2	80	SC	ARENA LIMOSA	MUY DENSA		
			3	80					
			4	65					
			5	60					
			6	80					
APS11	1158559,11	765857,15	1	10	s(ML)	LIMO ARENOSO	SEMIDURO-DURO		
			2	10				31	11
			3	10					
			4	12	SC	ARENA LIMOSA	MEDIA	33	8
			5	20					
			6	20	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	DURA- RIGIDA		
			7	22				83	44
			8	80				55	26

APS12	1158551,89	765902,05	1	20	SC	ARENA LIMOSA	MEDIA-MUY DENSA		
			2	75					
			3	80					
			4	75					
			5	80					
			6	73					
AG1	1159069,23	765201,24	1	22	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	DURA-RIGIDA	37	17
			2	17					
			3	21				39	17
			4	25					
			5	38					
			6	50					
AG2	1159063,06	765258,45	1	7	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	DURA	38	17
			2	12					
			3	14					
			4	12					
			5	34				37	17
			6	38					
AG3	1159010,97	765326,94	1	28	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	DURA-RIGIDA	40	18
			2	21					
			3	29				20	22
			4	42					
			5	51	SM	ARENA LIMOSA	MUY DURA		
			6	64					
AG4	1158965,34	765199,13	1	9	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	SEMIDURA-DURA		
			2	18					
			3	19	s(ML)	LIMO ARENOSO	DURA		
			4	28					
			5	39	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	RIGIDA	32	12
			6	53					
AG5	1158977,64	765228,85	1	5	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	MEDIA-RIGIDA		
			2	13					
			3	19					
			4	26					
			5	36				38	17
			6	47	(SC)g	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	DENSE		
			7	59					
AG6	1158901,26	765334,18	1	13	(SC)g	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	MEDIA		
			2	17					
			3	24					
			4	41	(SC-SM)g	ARENA ACILLOSA LIMOSA CON GRAVA	DENSE-MUY DENSA		
			5	56					
			6	64					
AG7	1158857,73	765195,37	1	27	(SC)g	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	DENSE		
			2	30					
			3	27				38	17
			4	21					
			5	28	(SC-SM)g	ARENA ACILLOSA LIMOSA CON GRAVA	DENSE-MUY DENSA		
			6	37					
			7	43				35	16
			8	57					
AG8	1158850,59	765213,55	1	17	(SC)g	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	MEDIA-DENSE		
			2	18					
			3	21				37	16
			4	33					
			5	44	SC	ARENA ARCILLOSA	DENSE-MUY DENSA		
			6	57					

AG9	1158759,98	765242,55	1	16	s(CL)	ARCILLA BAJA PLAST. ARENOSA	DURA-RIGIDA	41	18
			2	11					
			3	23					
			4	39					
			5	49	SM	ARENA LIMOSA	MUJY DENSA		
			6	58					
AG10	1158755,35	765218,18	1	8	s(CL)	ARCILLA BAJA PLAST. ARENOSA	SEMIDURA		
			2	12					
			3	8					
			4	14					
			5	80	(SC)g	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	MUJY DENSA	45	22
AG11	1158860,33	765232,15	1	12	(SC)g	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	MEDIA-DENSA	37	17
			2	21					
			3	31					
			4	31					
			5	37	SC	ARENA ARCILLOSA	DENSA	31	12
			6	42					
AG12	1158846,75	765255,72	1	22	(SC)g	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	DENSA-MUJY DENSA		
			2	23					
			3	26					
			4	30					
			5	32					
			6	33					
			7	47					
			8	61					
AG13	1158863,15	765283,37	1	10	(SC)g	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	MEDIA-MUJY DENSA	44	20
			2	12					
			3	15					
			4	16					
			5	25					
			6	35					
			7	48					
			8	57					
AG14	1158955,11	765260,73	1	13	(SC)g	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	MEDIA		
			2	21					
			3	24					
			4	37	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	DURA-RIGIDA	37	17
			5	42					
			6	56					
AG15	1158977,58	765285,77	1	15	(SC)g	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	MEDIA-DENSA		
			2	14					
			3	38					
			4	23		PRESENCIA DE CANTOS DE CUARZO Y GNEIS			
			5	32					
			6	39					
AG16	1159074,29	765293,53	1	18	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	DURA-RIGIDA	43	22
			2	19					
			3	29					
			4	41					
			5	56					
			6	69					
AG17	1159030,85	765371,33	1	18	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	DURA	69	38
			2	24					
			3	29					
			4	38	SC	ARENA ARCILLOSA	DENSA-MUJY DENSA		
			5	56					
			6	65					
AG18	1159232,55	765269,28	1	13	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	SEMIDURA-DURA	44	18
			2	12					
			3	18					
			4	23					
			5	45	(SC)g	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	DENSA- MUJY DENSA		
			6	58					

AG19	1159169,89	765407,88	1	17	s(CL)	ARCILLA BAJA PLATICIDAD ARENOSA	DURA-RIGIDA		
			2	19					
			3	13				45	23
			4	21					
			5	37				45	22
			6	56					
AG20	1159121,59	765347,15	1	23	s(CL)	ARCILLA BAJA PLATICIDAD ARENOSA	SEMDURA- RIGIDA		
			2	13					
			3	24					
			4	39					
			5	56				58	29
			6	65					
AG21	1159296,69	765227,76	1	7	CL-CH	ARCILLA DE MEDIA-ALTA PALTICIDAD	MEDIA-RIGIDA	77	44
			2	16					
			3	18				88	52
			4	28					
			5	43				77	44
			6	56					
AG22	1159291,73	765363,46	1	21	(SC)g	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	MEDIA-MUY DENSA		
			2	20					
			3	33					
			4	45					
			5	56					
			6	64					
AG23	1159237,75	765425,57	1	23	s(CL)	ARCILLA DE ALTA PLATICIDAD ARENOSA	DURA-RIGIDA		
			2	21					
			3	31				48	26
			4	47					
			5	53				54	35
			6	64					
REF1	1158173,93	766085,00	1	29	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	DURA-RIGIDA		
			2	33	s(CL)	ARCILLA BAJA PLATICIDAD ARENOSA	RIGIDA		
			3	40				36	27
			4	33					
			5	62	SC-SM	ARENA ACILLOSA LIMOSA	MUY DENSA		
			6	68				29	21
			7	80					
			8	80					
			9	80					
			10	80					
REF2	1158141,15	766128,54	1	21	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	DURA-RIGIDA		
			2	25	SC	ARENA ARCILLOSA	MUY DENSA		
			3	39					
			4	53					
			5	60					
			6	65	s(CL)	ARCILLA BAJA PLATICIDAD ARENOSA	RIGIDA		
			7	51				35	26
			8	63					
			9	29	(SC)g	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	MUY DENSA		
			10	80					
			11	80					
			12	80					
REF3	1158250,44	766101,14	1	20	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	DURA-RIGIDA		
			2	40					
			3	54					
			4	40					
			5	44	SC	ARENA ARCILLOSA	MUY DENSA		
			6	80					
			7	80					

REF4	1158213,11	766144,75	1	17	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	SEMIDURA-DURA						
			2	11									
			3	24									
						4	53	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	DURA-RIGIDA			
						5	80						
						6	80						
G83-1	1158227,00	764621,00	0	17	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	DURA-RIGIDA						
			1	37									
			2	38									
						3	46	s(ML)	LIMO ARENOSO	RIGIDO	35,00	0,70	
						4	58	SC	ARENA ARCILLOSA	MUY DENSA	31,90	16,30	
						65	60	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	RIGIDA			
						6	80	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA			
											7	80	
G83-2	1158261	764531	0	32	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA						
			1	44									
			2	46									
						3	45	SM-SC	ARENA LIMOSA ARENOSA	DENSE-MUY DENSA			
						4	67						
						5	80						
						6	54	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD	RIGIDA	32,3	10,2	
						8	54						
						9	80					36	9,4
G83-3	1158158	764495	0	45	SM-SC	ARENA LIMOSA ARENOSA	DENSE-MUY DENSA						
			1	54									
			2	47									
						3	73	SP	ARENA MAL GRADADA	MUY DENSA			
						4	61						
						5	59	SM-SC	ARENA LIMOSA ARENOSA	MUY DENSA			
6	81												
G83-4	1158121	764601	0	17	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	DURA-RIGIDA						
			1	27									
			2	33									
			3	61									
			4	68									
						5	51	SM-SC	ARENA LIMOSA ARENOSA	MUY DENSA			
						6	54						
						7	42					35,1	9,5
						8	59						
						9	60					33,9	9,7
						10	61	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD	RIGIDA			
						11	44					28,6	27,5
						12	44						
						13	80					37,1	9,5
14	80												
G83-5	1158213	764549	0	19	SM-SC	ARENA LIMOSA ARENOSA	MEDIA-MUY DENSA						
			1	35									
			2	43									
			3	35									
			4	61									
						5	49	CL-ML	ARCILLA LIMOSA	RIGIDA			
						6	46						
						7	44	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA			
						8	61						
						9	44	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	RIGIDA			
						10	43						
			11	65				34,3	11,4				

G83-6	1158373	764482	0	61	ESQUISTO						
			1	80							
			2	80							
G83-7	1158461	764520	0	80	ESQUISTO						
			1	80							
G83-8	1158490	764468	0	46	ESQUISTO						
			1	77							
			2	80							
G83-9	1158334	764440	0	36	ESQUISTO						
			1	65							
			2	80							
G58-1	1158019	765970	0	19	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	DURA-RIGIDA				
			1	52	SM-SC	ARENA ARCILLOSA LIMOSA	DENSA-MUY DENSA	31,1	7		
			2	43				31,7	7		
			3	54							
			4	52	s(CL)	ARCILLA BALA PLASTICIDAD ARENOSA	RIGIDA	31,1	9,5		
			5	56	SC	ARENA ARCILLOSA	MUY DENSA	32,6	14,5		
			6	79	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA				
			7	48				28,1	5,5		
			8	80	s(CL)	ARACILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	RIGIDA				
			9	51				26,4	7,1		
			10	80							
			11	80							
G58-2	1158079	765965	0	28	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	DURA-RIGIDA				
			1	27							
			2	36							
			3	23							
			4	51							
			5	44							
			6	63							
			7	80							
			8	56							
			9	74							
			10	80							
G58-3	1158110	765904	0	27	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	DURA-RIGIDA				
			1	20							
			2	72				25	4,5		
			3	44							
			4	54							
			5	80	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	RIGIDA	36,3	9,2		
6	80										
G58-4	1158049	765847	0	34	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	DURA-RIGIDA				
			1	42							
			2	48				34,5	11,8		
			3	33	SM-SC	ARENA LIMOSA ARCILLOSA	DENSA-MUY DENSA				
			4	60							
			5	54	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA				
			6	43							
G58-5	1158049	765867	0	42	SC	ARENA ARCILLOSA	DENSA-MUY DENSA				
			1	66							
			2	78							
			3	39	s(ML)	LIMO ARENOSO	RIGIDA				
			4	36			RIGIDA				
			5	32	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	RIGIDA	46,8	18,7		
			6	63	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA	27,2	6,5		
			7	80				27,2	6,5		
			8	71				27,2	6,5		
			9	80	SC	ARENA ARCILLOSA	MUY DENSA				
G58-6	1158049	765867	0	50	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA				
			1	80							
G58-7	1158101	765760	0	72	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA				
			1	80							

P-73	1158550	764310	0	28	SM-SC	ARENA ARCILLOSA LIMOSA	MEDIA		
			1	77	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA	52	20
			2	80					
			3	80					
			4	60				48	19
			5	66					
			6	35				79	39
			7	70	s(CL)	ARCILLA DE BAJA PLASTIIDAD ARENOSA	RIGIDA	45	15
			8	80					
			9	80					
			10	80					
			11	80	SM-SC	ARENA ARCILLOSA LIMOSA	MUJY DENSA		
			12	80					
			13	80					
			14	80					
			15	80					
			16	80					
			17	80	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA		
			18	80					
			19	80				54	22
			20	80					
			21	80	s(CL)	ARCILLA DE BAJA PLASTIIDAD ARENOSA	RIGIDA		
			22	80					
			23	80					
			24	80				42	13
25	80								
P-74	1158525	764565	0	61	SM-SC	ARENA LIMOSA ARCILLOSA	MUJY DENSA		
			1	38	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA		
			2	73					
			3	80					
			4	73					
			5	80					
			6	80					
			7	80					
			8	80					
			9	80					
			10	80					
			11	80					
			12	80					
			13	80					
			14	80					
			15	80					
			16	80					
			17	80					
			18	80					
			19	80					
P-75	1158440	764752	0	9	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	SUELTA-MEDIA		
			1	23					
			2	80	SM-SC	ARENA LIMOSA ARCILLOSA	MUJY DENSA		
			3	80					
			4	77					
			5	80					
			6	80					
			7	80	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA		
			8	80					
			9	78					
			10	77					
			11	80					
			12	80	SM-SC	ARENA LIMOSA ARCILLOSA	MUJY DENSA		
			13	80					
			14	80					
			15	80					
			16	80	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA		
			17	80					
			18	80					
			19	80					
			20	80					
			21	80					
			22	80					
			23	80					
			24	80					
25	80								

P-76	1158299	7650049	0	8	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	MEDIA-DURA		
			1	26					
			2	22					
			3	14					
			4	22					
			5	31					
			6	37					
			7	44					
			8	34					
			9	23					
			10	31	SM-SC	ARENA ARCILLOSA LIMOSA	DENSA		
			11	26	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	DURA		
			12	40	SM-SC	ARENA ARCILLOSA LIMOSA	DENSA - MUJY DENSA		
			13	27					
			14	31					
			15	24					
			16	80					
			17	66					
			18	78	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA	59	25
			19	45					
			20	70					
			21	45					
			22	68					
			23	48					
			24	58					
25	65								
P-77	1158200	765216	0	48	SC-SM	ARENA ARCILLOSA LIMOSA	MUJY DENSA		
			1	80					
			2	80					
			3	80					
			4	80	(CL-ML)s	ARCILLA LIMOSA CON AREN	RIGIDA		
			5	80					
			6	80					
			7	80					
			8	80					
			9	77					
			10	80					
			11	66					
			12	80					
			13	80					
			14	80	SM-SC	ARENA ARCILLOSA LIMOSA	MUJY DENSA		
			15	80	-	PEÑONES DE GNEIS, CUARZO Y ESQUISTO	-		
			16	80	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA	62	29
			17	80					
			18	80					
			19	80					
			20	80					
			21	80	-	PEÑONES DE GNEIS, CUARZO Y ESQUISTO	-		
			22	80	CL	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD	RIGIDA		
			23	80					
			24	80					
25	80								
P-78	1158080	765423	0	17				s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA
			1	24					
			2	24					
			3	80					
			4	67	-	PEÑONES ESQUISTO Y GNEIS	-	32	12
			5	80	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA		
			6	80					
			7	80					
			8	80					
			9	80					
			10	80	SM-SC	ARENA ARCILLOSA LIMOSA	MUJY DENSA		
			11	80					
			12	80					
			13	80	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA	58	27
			14	80	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	RIGIDA	55	28
			15	80					
			16	80					
			17	80					
			18	80					
			19	80					
			20	80					
			21	80					
			22	80	SC	ARENA ARCILLOSA	MUJY DENSA		
			23	80	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA		
			24	80					
25	80								

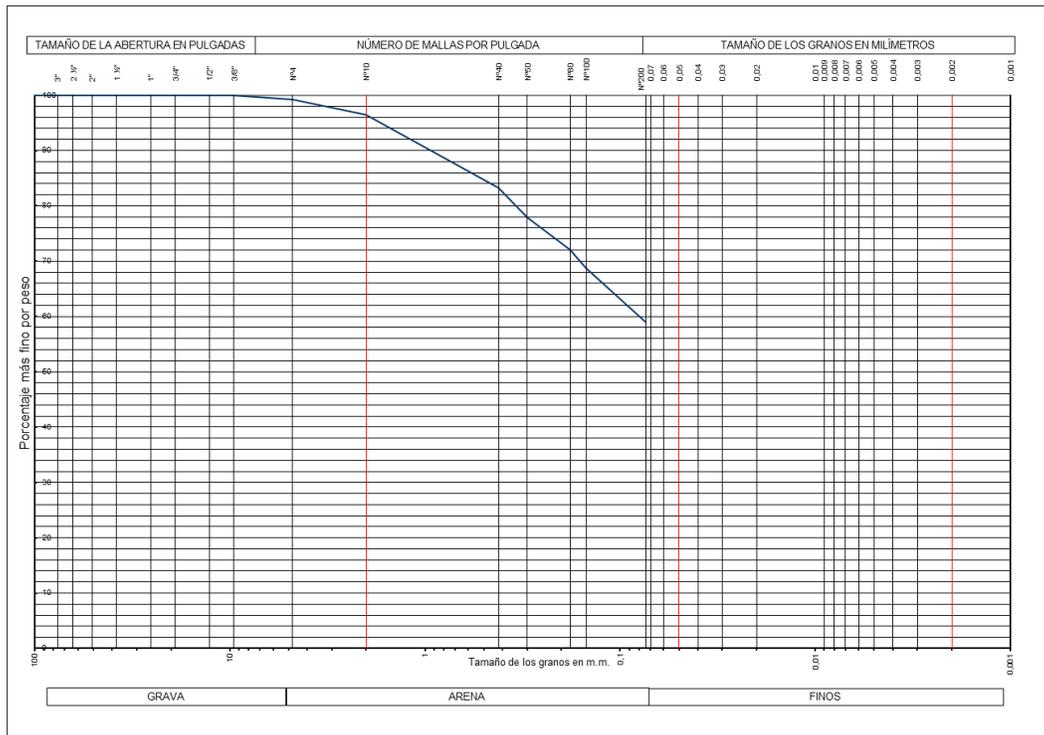
P-79	1158334	765661	0	17	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	DURA			
			1	24						
			2	80	SC-SM	ARENA ARCILLOSA LIMOSA	MUY DENSA			
			3	67						
			4	67						
			5	80	(SM-SC)g	ARENA ARCILLOSA LIMOSA CON GRAVA	MUY DENSA			
			6	80						
			7	80						
			8	80						
			9	80						
			10	80						
			11	80						
			12	80						
			13	80	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA			
			14	80						
			15	80						
			16	80						
			17	80					53	24
			18	80						
			19	80						
			20	80					67	25
			21	80	SC	ARENA ARCILLOSA	RIGIDA			
			22	80						
			23	80						
			24	80						
25	80									
25	80									
P-80	1157933	765913	0	31	s(ML)	LIMO ARENOSO	DURO-RIGIDO			
			1	22						
			2	32						
			3	39					40	15
			4	42		FRAGMENTO DE ESQUISTO Y CUARZO				
			5	40	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	RIGIDO			
			6	50					32	12
			7	62	SC	ARENA ARCILLOSA	MUY DENSA			
			8	80	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA			
			9	62						
			10	75						
			11	80					23	13
			12	80	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	RIGIDA			
			13	80					42	17
			14	80	SC-SM	ARENA ARCILLOSA LIMOSA	MUY DENSA			
			15	80						
			16	80	-	PEÑONES DE ESQUISTO, GNEIS Y CUARZO	-			
			17	80	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	RIGIDA	48	21	
			18	80	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA			
			19	80						
			20	80						
			21	80						
			22	80						
			23	80						
			24	80	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA			
25	80									
P-81	1157943	766151	0	18	SC-SM	ARENA ARCILLOSA LIMOSA	MEDIA			
			1	26	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	MEDIA-DURA			
			2	18						
			3	21						
			4	20						
			5	20						
			6	16						
			7	29	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	DURA-RIGIDA			
			8	36						
			9	20						
			10	37						
			11	22						
			12	30						
			13	36					74	39
			14	30						
			15	35						
			16	40		70	38			
			17	80	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA			
			18	80						
			19	80						
			20	80						
			21	80						
			22	80						
			23	80						
			24	80						
25	80									

P-82	1157953	766391	0	10	SM-SC	ARENA LIMOSA ARCILOSA	SUELTA-MEDIA		
			1	14					
			2	38	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA		
			3	53					
			4	63	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA	60	28
			5	80					
			6	80					
			7	80	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA		
			8	80					
			9	80					
			10	80	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA		
			11	80					
			12	80					
			13	80	s(CL)g	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA CON GRAVA	RIGIDA		
			14	80					
			15	80					
			16	80					
			17	80					
			18	80					
			19	80					
			20	80					
			21	80					
			22	80					
			23	80					
			24	80					
25	80								
P-83	1157969	7666654	0	53	SM-SC	ARENA LIMOSA ARCILLOSA	MUJY DURA		
			1	66					
			2	75	s(ML)	LIMO ARENOSO	RIGIDO		
			3	62					
			4	80	SC	ARENA ARCILLOSA	MUJY DURA		
			5	80					
			6	80					
			7	80					
			8	80					
			9	80					
			10	80	s(ML)	LIMO ARENOSO	RIGIDO	38	10
			11	80	SC	ARENA ARCILLOSA	MUJY DURA		
			12	80	s(ML)	LIMO ARENOSO	RIGIDO		
			13	80					
			14	80	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDO		
			15	80					
			16	80					
			17	80					
			18	80	CL	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD	RIGIDA		
			19	80	SC	ARENA ARCILLOSA	MUJY DENSA	48	22
			20	80					
			21	80					
			22	80	s(CL)	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	RIGIDA		
			23	80					
			24	80					
25	80								
P-84	1157972	766767	0	30	SC-SM	ARENA LIMOSA ARENOSA	DENSA		
			1	35					
			2	32					
			3	31	s(CL-ML)	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	RIGIDA		
			4	80					
			5	80	SC-SM	ARENA LIMOSA ARCILLOSA	MUJY DENSA		
			6	80					
			7	80					
			8	80	s(CL)	ARCILLA ABAJ PLASTICIDAD ARENOSA	RIGIDA	35	15
			9	80					
			10	80	(GP)s	GRAVA MAL GRADADA CON ARENA	MUJY DENSA		
			11	80					
			12	80					
			13	75	CL	ARCILLA BAJA PLASTICIDAD	RIGIDA	32	15
			14	80	CH	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD	RIGIDA		
			15	80					
			16	79					
			17	72					
			18	80					
			19	80					
			20	80					
			21	80					
			22	80					
			23	80	(SW)g	ARENA MAL GRADADA	MUJY DENSA		
			24	80					
25	80								

Anexo 3. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 PI-M1

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro					
	Perforación:	P1-M1	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	100,68	Resultados	Grava:	0,79459674	Finos:	58,9789432	
Peso muestra lavada (g):	41,30		Arena:	40,2264601	Toral:	100	

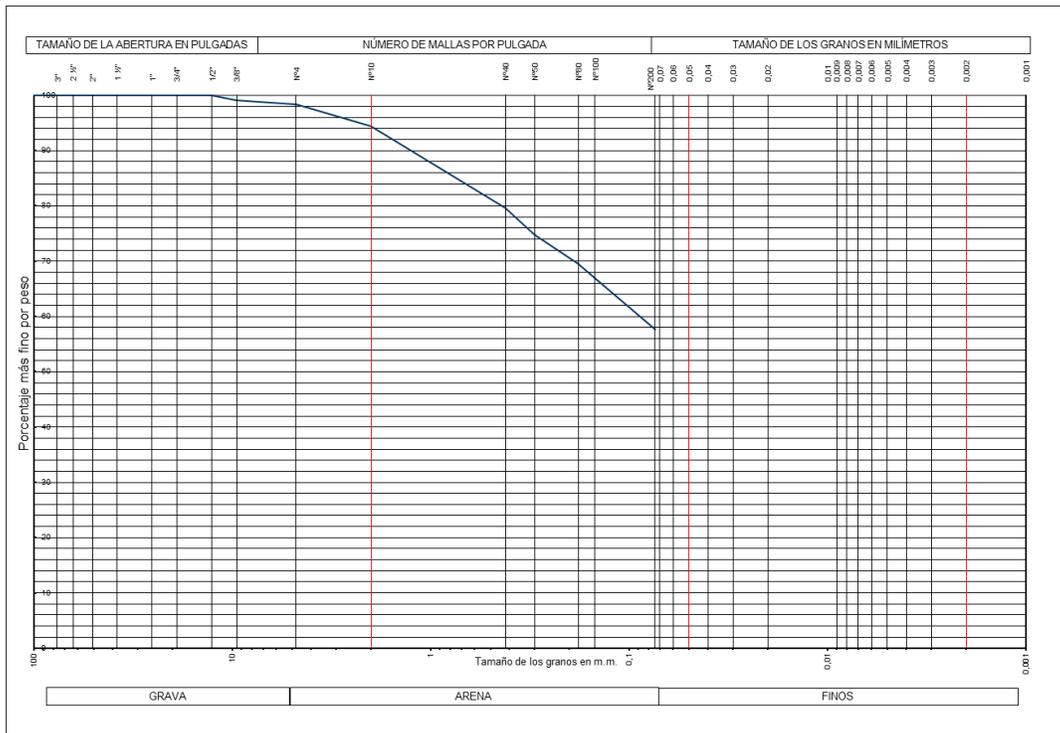
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	0,8	0,794596742	0,794596742	99,20540326
Nº 10	2,8	2,781088598	3,57568534	96,42431466
Nº 40	13,3	13,21017084	16,78585618	83,21414382
Nº 50	5,4	5,36352801	22,14938419	77,85061581
Nº 80	5,8	5,760826381	27,91021057	72,08978943
Nº 100	3,4	3,377036154	31,28724672	68,71275328
Nº 200	9,8	9,733810091	41,02105681	58,97894319
PASA 200	59,38	58,97894319	100	



Anexo 4. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 PI-M3

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro					
	Perforación:	P1-M3	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glycer Martinez		Tutor:	Feliciano De Santis		
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	179,49	Resultados	Grava:	1,67140231	Finos:	57,7135216	
Peso muestra lavada (g):	76,00		Arena:	40,615076	Toral:	100	

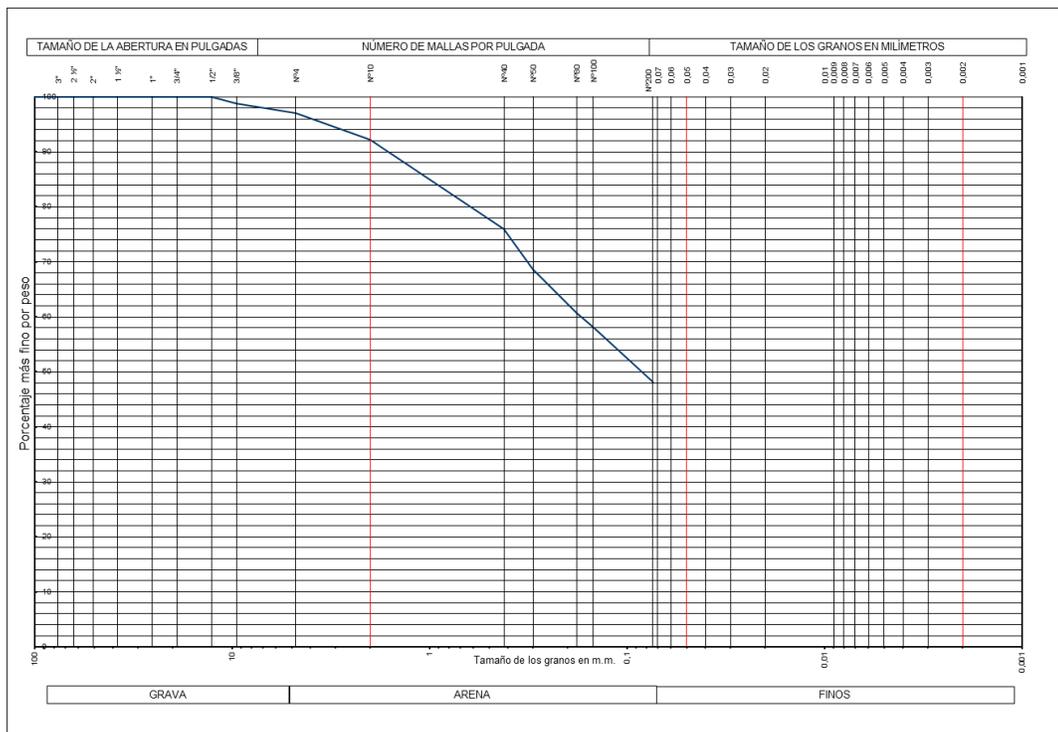
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "	1,6	0,891414563	0,891414563	99,10858544
Nº 4	1,4	0,779987743	1,671402307	98,32859769
Nº 10	7,1	3,955652125	5,627054432	94,37294557
Nº 40	26,4	14,7083403	20,33539473	79,66460527
Nº 50	8,7	4,847066689	25,18246142	74,81753858
Nº 80	9,4	5,23706056	30,41952198	69,58047802
Nº 100	4,8	2,67424369	33,09376567	66,90623433
Nº 200	16,5	9,192712686	42,28647836	57,71352164
PASA 200	103,49	57,65780823	99,94428659	



Anexo 5. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 PI-M4

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro					
	Perforación:	P1-M4	Ciente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	95,40	Resultados	Grava:	2,93501048	Finos:	48,2180294	
Peso muestra lavada (g):	49,40		Arena:	48,8469602	Toral:	100	

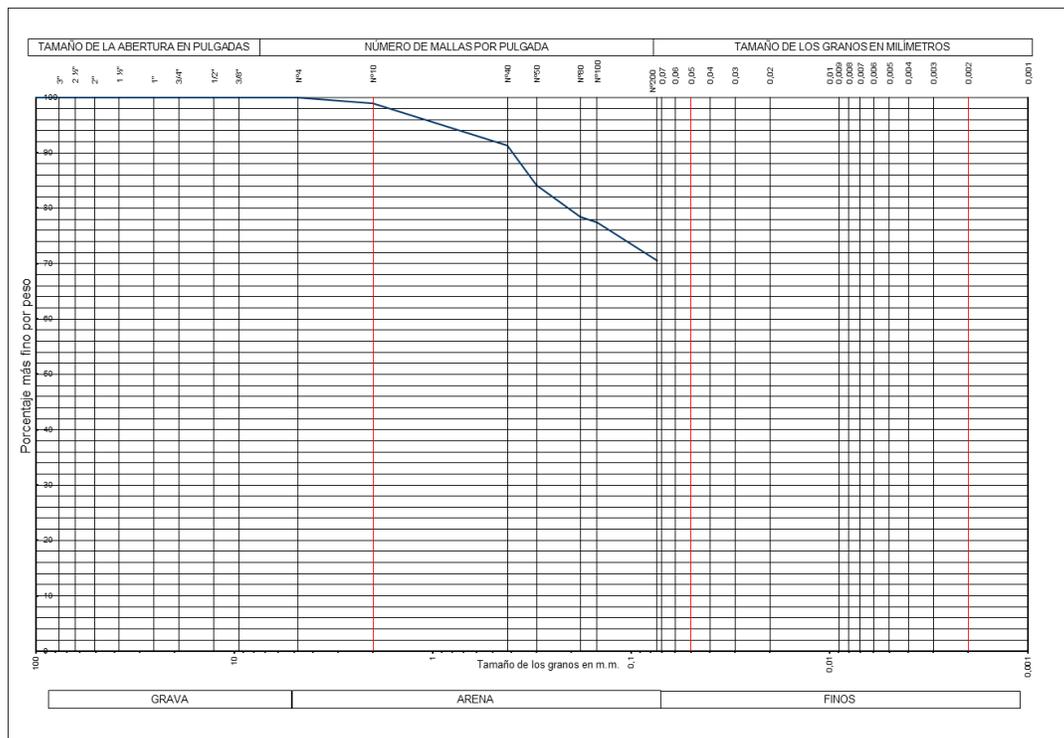
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "	1,2	1,257861635	1,257861635	98,74213836
Nº 4	1,6	1,677148847	2,935010482	97,06498952
Nº 10	4,7	4,926624738	7,86163522	92,13836478
Nº 40	15,4	16,14255765	24,00419287	75,99580713
Nº 50	7	7,337526205	31,34171908	68,65828092
Nº 80	7,5	7,86163522	39,2033543	60,7966457
Nº 100	2,6	2,725366876	41,92872117	58,07127883
Nº 200	9,4	9,853249476	51,78197065	48,21802935
PASA 200	46	48,21802935	100	



Anexo 6. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 PI-M5

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro					
	Perforación:	P1-M5	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glycer Martinez		Tutor:	Feliciano De Santis		
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	127,88	Resultados	Grava:	0	Finos:	70,5192368	
Peso muestra lavada (g):	37,70		Arena:	29,4807632	Toral:	100	

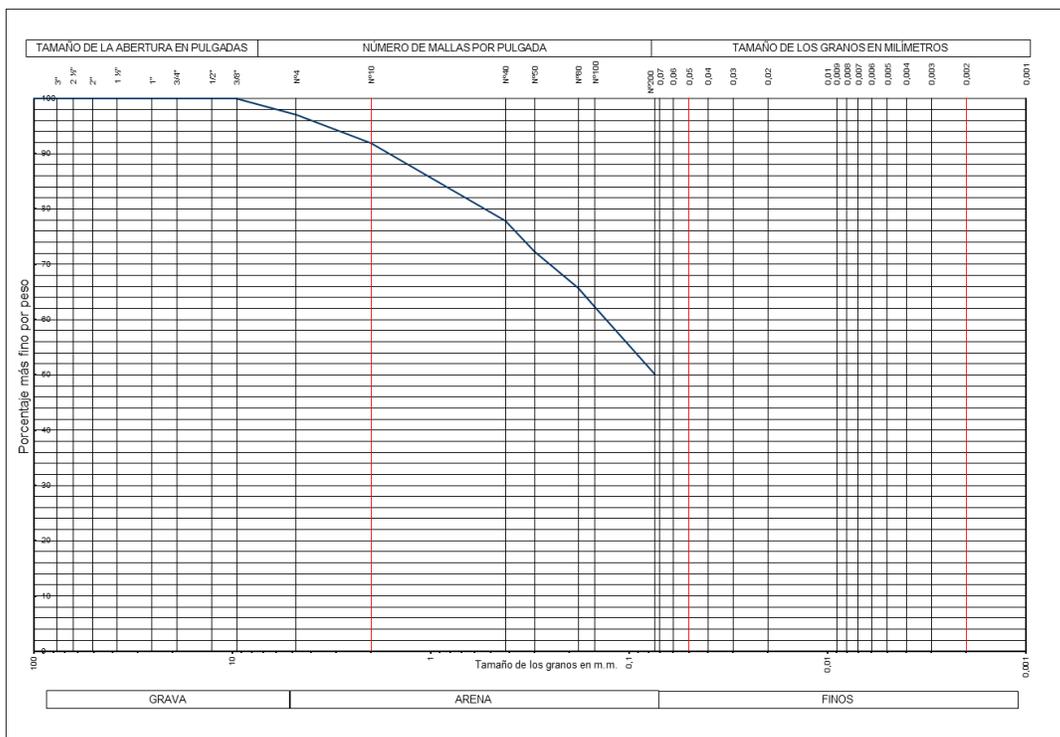
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4				
Nº 10	1,3	1,016578042	1,016578042	98,98342196
Nº 40	9,8	7,66343447	8,680012512	91,31998749
Nº 50	9,2	7,194244604	15,87425712	84,12574288
Nº 80	7,2	5,630278386	21,5045355	78,4954645
Nº 100	1,4	1,094776353	22,59931185	77,40068815
Nº 200	8,8	6,881451361	29,48076322	70,51923678
PASA 200	90,18	70,51923678	100	



Anexo 7. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 PI-M6

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro					
	Perforación:	P1-M6	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	168,08	Resultados	Grava:	2,97477392	Finos:	50,0237982	
Peso muestra lavada (g):	84,00		Arena:	47,0014279	Toral:	100	

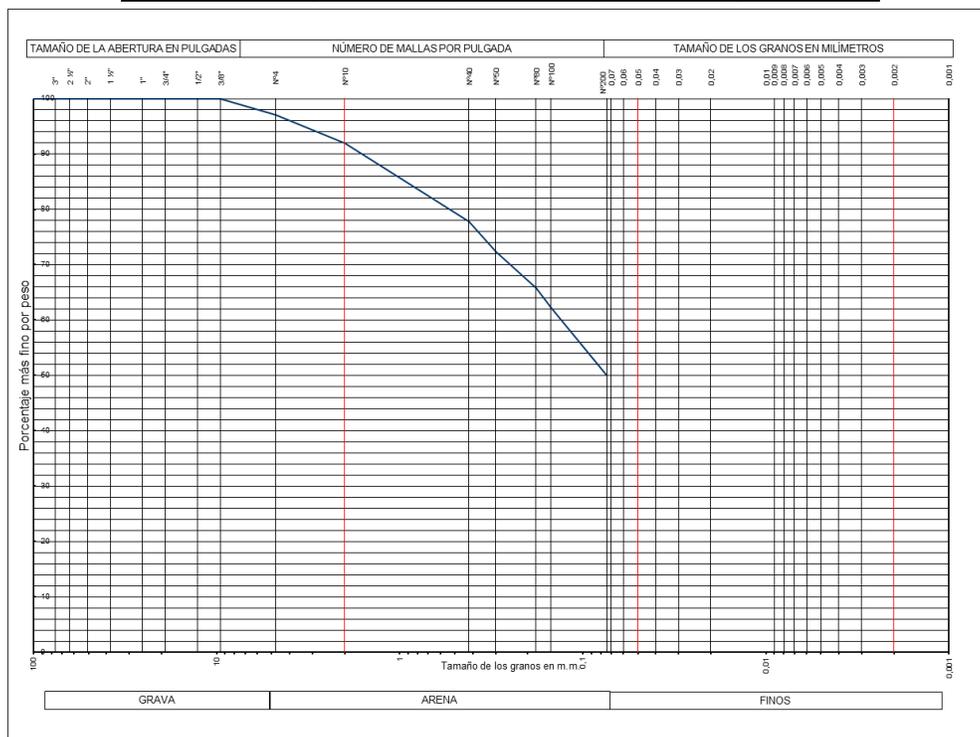
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	5	2,974773917	2,974773917	97,02522608
Nº 10	8,6	5,116611138	8,091385055	91,90861495
Nº 40	23,7	14,10042837	22,19181342	77,80818658
Nº 50	9,2	5,473584008	27,66539743	72,33460257
Nº 80	11,1	6,603998096	34,26939553	65,73060447
Nº 100	6	3,569728701	37,83912423	62,16087577
Nº 200	20,4	12,13707758	49,97620181	50,02379819
PASA 200	84,08	50,02379819	100	



Anexo 8. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 PI-M7

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro					
	Perforación:	P1-M7	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	90,94	Resultados	Grava:	0,76973829	Finos:	55,0252914	
Peso muestra lavada (g):	40,90		Arena:	44,2049703	Toral:	100	

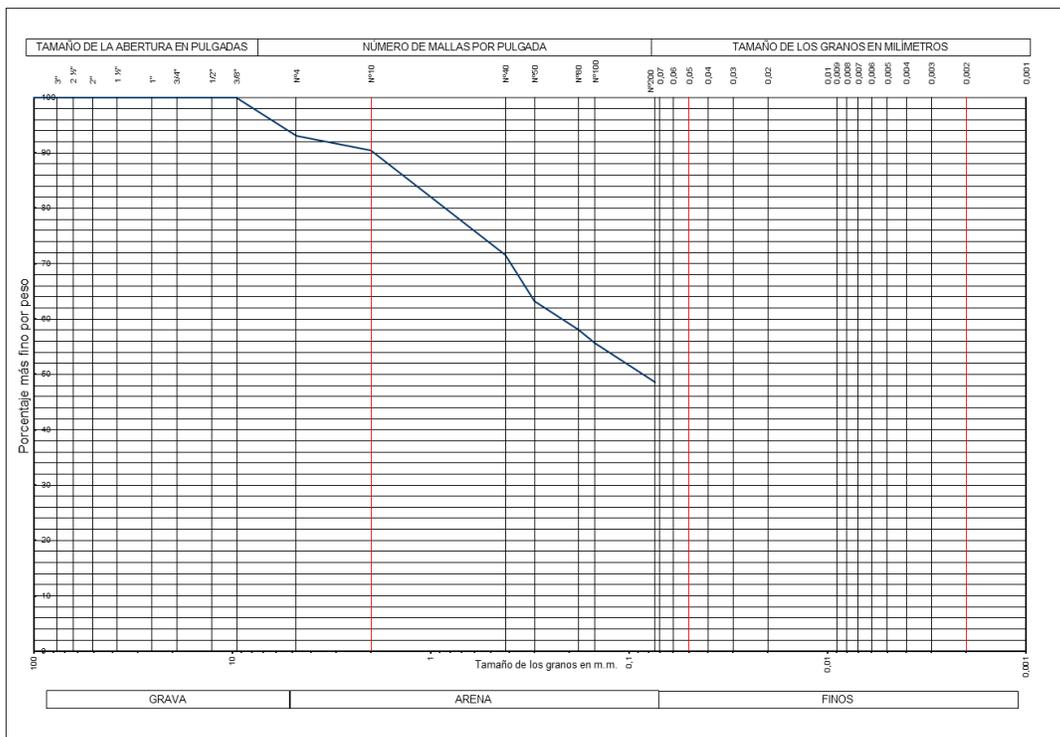
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	0,7	0,769738289	0,769738289	99,23026171
Nº 10	1,5	1,649439191	2,41917748	97,58082252
Nº 40	12,5	13,74532659	16,16450407	83,83549593
Nº 50	8,6	9,456784693	25,62128876	74,37871124
Nº 80	7,1	7,807345503	33,42863426	66,57136574
Nº 100	2,3	2,529140092	35,95777436	64,04222564
Nº 200	8,2	9,016934242	44,9747086	55,0252914
PASA 200	50,04	55,0252914	100	



Anexo 9. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P2-M0

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019		
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro				
	Perforación:	P2-M0	Ciente:	MINHIV		
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis		
ENSAYO DE GRANULOMETRIA						
ASTM D-422-02						
Peso total de muestra (g):	158,27	Resultados	Grava:	6,95014848	Finos:	48,5689012
Peso muestra lavada (g):	81,40		Arena:	44,4809503	Toral:	100

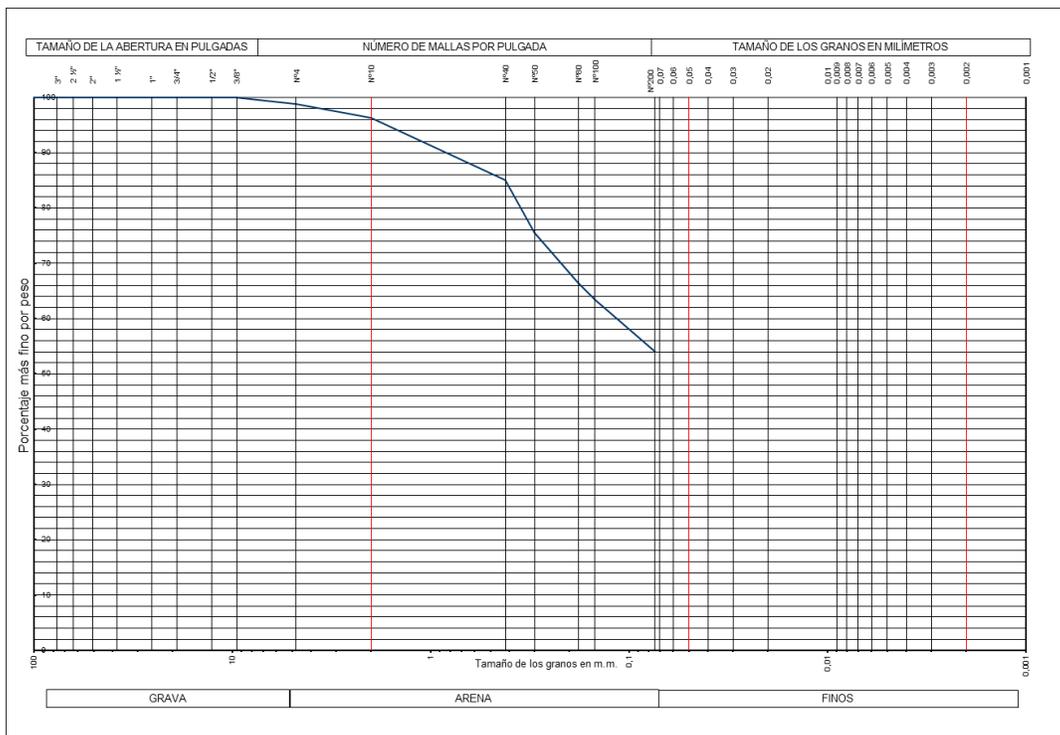
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	11	6,95014848	6,95014848	93,04985152
Nº 10	4,1	2,590509888	9,540658369	90,45934163
Nº 40	29,9	18,89176723	28,4324256	71,5675744
Nº 50	13,2	8,340178177	36,77260378	63,22739622
Nº 80	8,1	5,117836608	41,89044039	58,10955961
Nº 100	3,9	2,464143552	44,35458394	55,64541606
Nº 200	11,2	7,076514816	51,43109876	48,56890124
PASA 200	76,87	48,56890124	100	



Anexo 10. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P2-M2

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro					
	Perforación:	P2-M2	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glycer Martinez		Tutor:	Feliciano De Santis		
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	125,15	Resultados	Grava:	1,19856173	Finos:	53,9752297	
Peso muestra lavada (g):	57,60		Arena:	44,8262085	Toral:	100	

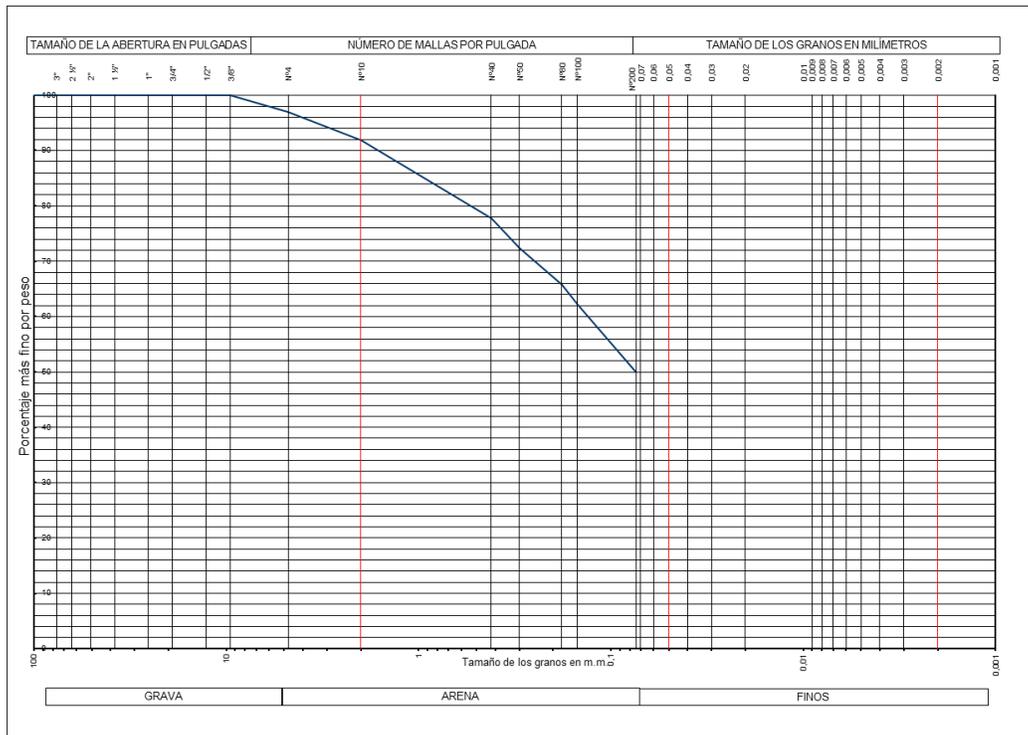
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	1,5	1,198561726	1,198561726	98,80143827
Nº 10	3,1	2,477027567	3,675589293	96,32441071
Nº 40	14,2	11,34638434	15,02197363	84,97802637
Nº 50	11,8	9,428685577	24,45065921	75,54934079
Nº 80	11,4	9,109069117	33,55972833	66,44027167
Nº 100	3,8	3,036356372	36,5960847	63,4039153
Nº 200	11,8	9,428685577	46,02477028	53,97522972
PASA 200	67,55	53,97522972	100	



Anexo 11. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P2-M3

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro					
	Perforación:	P2-M3	Ciente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	311,36	Resultados	Grava:	37,4807297	Finos:	18,8078109	
Peso muestra lavada (g):	252,80		Arena:	43,7114594	Toral:	100	

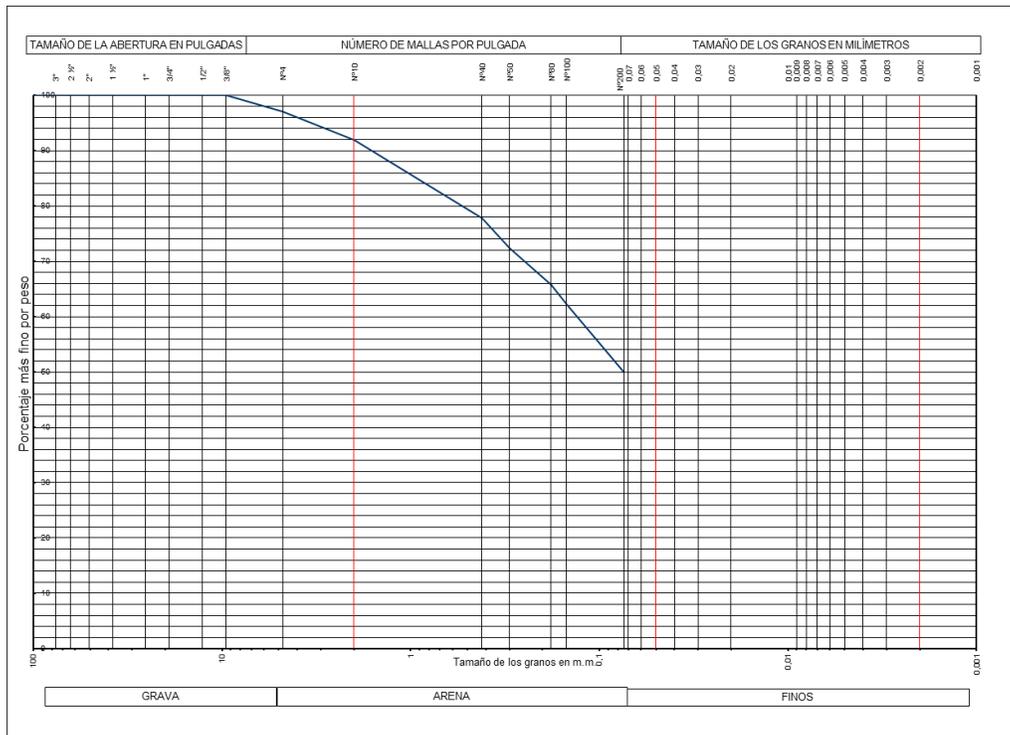
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "	58,9	18,91700925	18,91700925	81,08299075
3/8 "	21,2	6,808838643	25,72584789	74,27415211
Nº 4	36,6	11,75488181	37,4807297	62,5192703
Nº 10	38,1	12,23663926	49,71736896	50,28263104
Nº 40	57,2	18,37101747	68,08838643	31,91161357
Nº 50	13,7	4,400051387	72,48843782	27,51156218
Nº 80	10,2	3,275950668	75,76438849	24,23561151
Nº 100	3,6	1,156217883	76,92060637	23,07939363
Nº 200	13,3	4,271582734	81,19218911	18,80781089
PASA 200	58,56	18,80781089	100	



Anexo 12. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P3-M3

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019		
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro				
	Perforación:	P3-M3	Cliente:	MINHIV		
	Realizado por:	Glaycer Martinez		Tutor:	Feliciano De Santis	
ENSAYO DE GRANULOMETRIA						
ASTM D-422-02						
Peso total de muestra (g):	248,89	Resultados	Grava:	10,6472739	Finos:	32,259231
Peso muestra lavada (g):	168,60		Arena:	57,0934951	Toral:	100

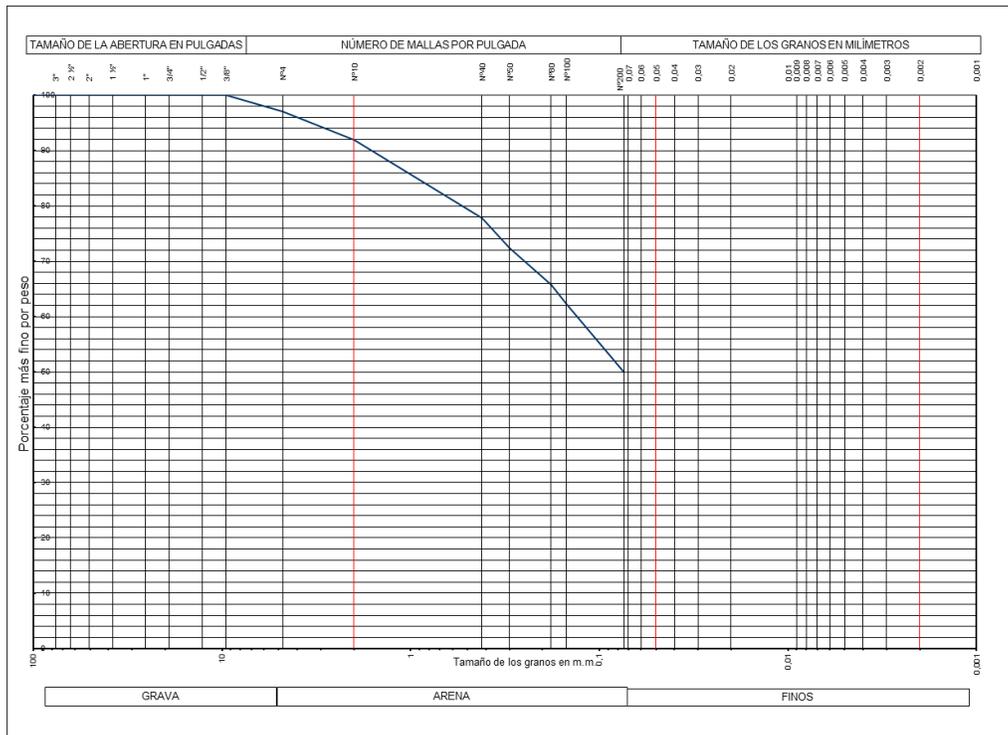
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "	10,7	4,299087951	4,299087951	95,70091205
Nº 4	15,8	6,348185946	10,6472739	89,3527261
Nº 10	28,5	11,45084174	22,09811563	77,90188437
Nº 40	63,1	25,35256539	47,45068102	52,54931898
Nº 50	16,7	6,709791474	54,1604725	45,8395275
Nº 80	13,8	5,544618104	59,7050906	40,2949094
Nº 100	4,5	1,808027643	61,51311825	38,48688175
Nº 200	15,5	6,227650769	67,74076901	32,25923099
PASA 200	80,29	32,25923099	100	



Anexo 13. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P3-M4

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019		
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro				
	Perforación:	P3-M4	Ciente:	MINHIV		
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis		
ENSAYO DE GRANULOMETRIA						
ASTM D-422-02						
Peso total de muestra (g):	156,74	Resultados	Grava:	37,1953554	Finos:	0,21691974
Peso muestra lavada (g):	124,74		Arena:	62,5877249	Toral:	100

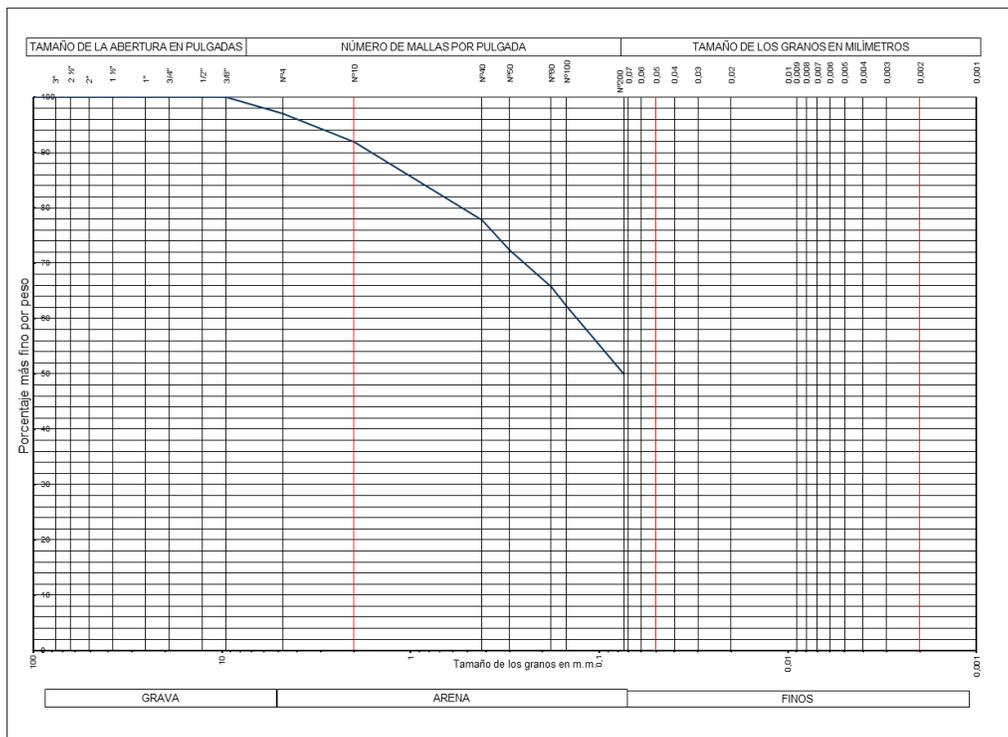
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "	43,3	27,62536685	27,62536685	72,37463315
3/8 "	7,3	4,657394411	32,28276126	67,71723874
Nº 4	7,7	4,912594105	37,19535537	62,80464463
Nº 10	14,4	9,187188975	46,38254434	53,61745566
Nº 40	42,3	26,98736762	73,36991196	26,63008804
Nº 50	19,4	12,37718515	85,7470971	14,2529029
Nº 80	9,3	5,93339288	91,68048998	8,319510017
Nº 100	3	1,913997703	93,59448769	6,405512313
Nº 200	9,7	6,188592574	99,78308026	0,21691974
PASA 200	32	20,4159755	120,1990558	



Anexo 14. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P3-M6

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro					
	Perforación:	P3-M6	Ciente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	168,37	Resultados	Grava:	8,37441349	Finos:	38,5876344	
Peso muestra lavada (g):	93,40		Arena:	53,0379521	Toral:	100	

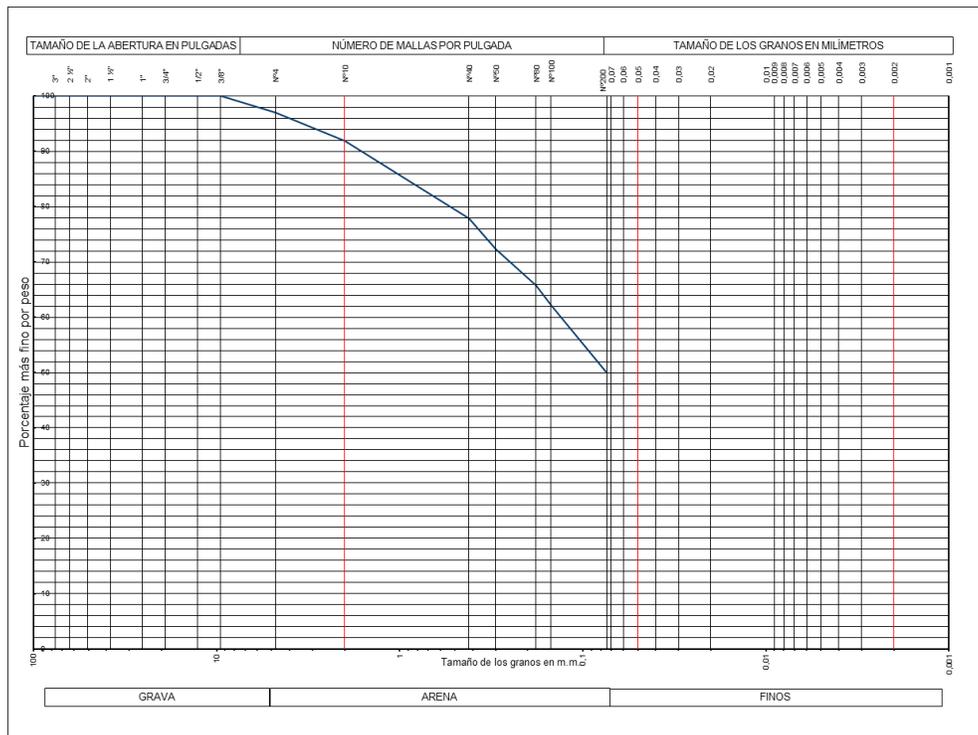
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "	3,8	2,256934133	2,256934133	97,74306587
3/8 "	0	0	2,256934133	97,74306587
Nº 4	10,3	6,117479361	8,374413494	91,62558651
Nº 10	20,8	12,35374473	20,72815822	79,27184178
Nº 40	35,7	21,20330225	41,93146047	58,06853953
Nº 50	11,4	6,770802399	48,70226287	51,29773713
Nº 80	8,5	5,048405298	53,75066817	46,24933183
Nº 100	2,6	1,544218091	55,29488626	44,70511374
Nº 200	10,3	6,117479361	61,41236562	38,58763438
PASA 200	74,97	44,52693473	105,9393004	



Anexo 15. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P4-M2

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro					
	Perforación:	P4-M2	Ciente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	231,29	Resultados	Grava:	1,94560941	Finos:	68,7405422	
Peso muestra lavada (g):	72,30		Arena:	29,3138484	Toral:	100	

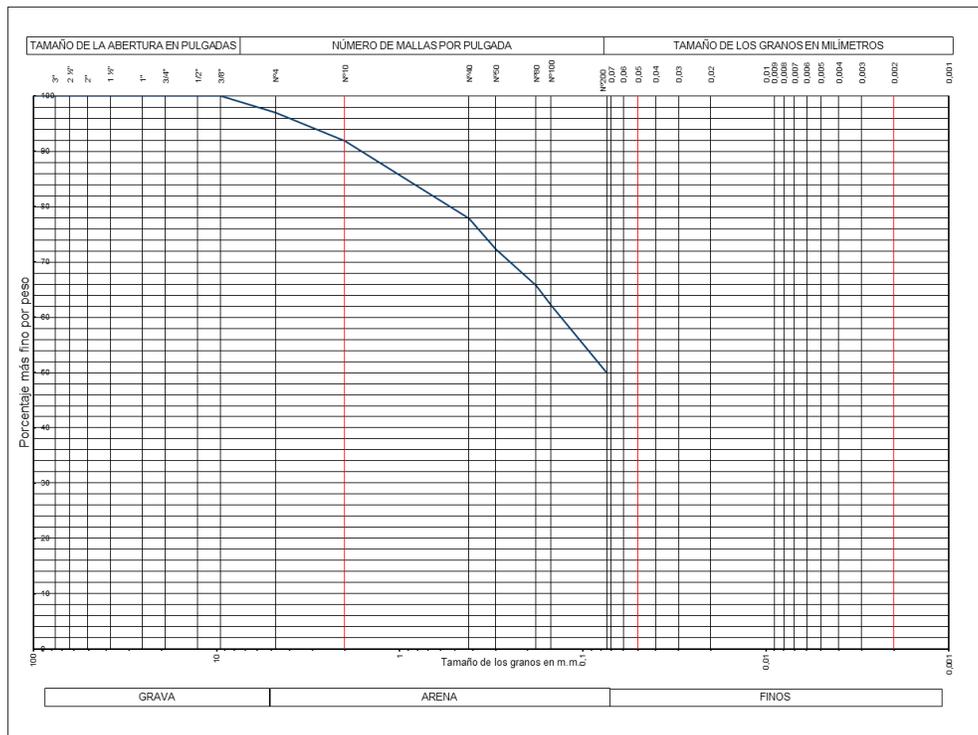
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "	1,5	0,648536469	0,648536469	99,35146353
Nº 4	3	1,297072939	1,945609408	98,05439059
Nº 10	8	3,45886117	5,404470578	94,59552942
Nº 40	27,2	11,76012798	17,16459856	82,83540144
Nº 50	15,6	6,744779281	23,90937784	76,09062216
Nº 80	6,5	2,810324701	26,71970254	73,28029746
Nº 100	2	0,864715292	27,58441783	72,41558217
Nº 200	8,5	3,675039993	31,25945782	68,74054218
PASA 200	158,99	68,74054218	100	



Anexo 16. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P4-M5

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019		
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro				
	Perforación:	P4-M5	Ciente:	MINHIV		
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis		
ENSAYO DE GRANULOMETRIA						
ASTM D-422-02						
Peso total de muestra (g):	264,96	Resultados	Grava:	3,84963768	Finos:	46,6334541
Peso muestra lavada (g):	141,40		Arena:	49,5169082	Toral:	100

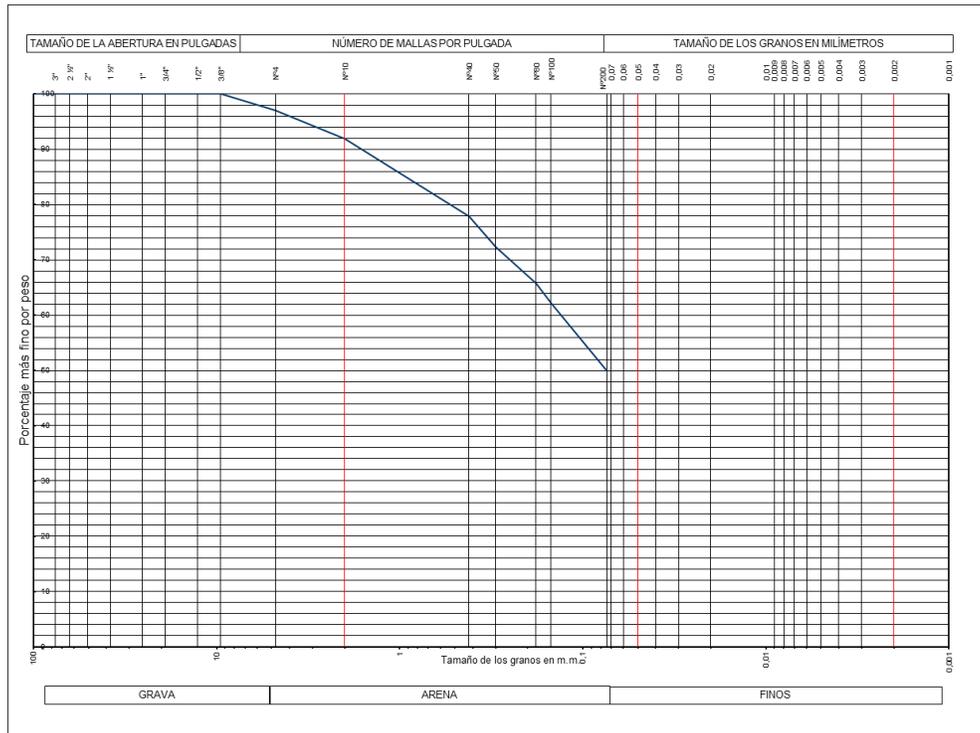
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "	1,8	0,679347826	0,679347826	99,32065217
Nº 4	8,4	3,170289855	3,849637681	96,15036232
Nº 10	27,8	10,49214976	14,34178744	85,65821256
Nº 40	42,1	15,88919082	30,23097826	69,76902174
Nº 50	13,5	5,095108696	35,32608696	64,67391304
Nº 80	17,9	6,755736715	42,08182367	57,91817633
Nº 100	7,4	2,792874396	44,87469807	55,12530193
Nº 200	22,5	8,491847826	53,36654589	46,63345411
PASA 200	123,56	46,63345411	100	



Anexo 17. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P4-M9

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro					
	Perforación:	P4-M9	Ciente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	154,86	Resultados	Grava:	0	Finos:	49,5027767	
Peso muestra lavada (g):	78,20		Arena:	50,4972233	Toral:	100	

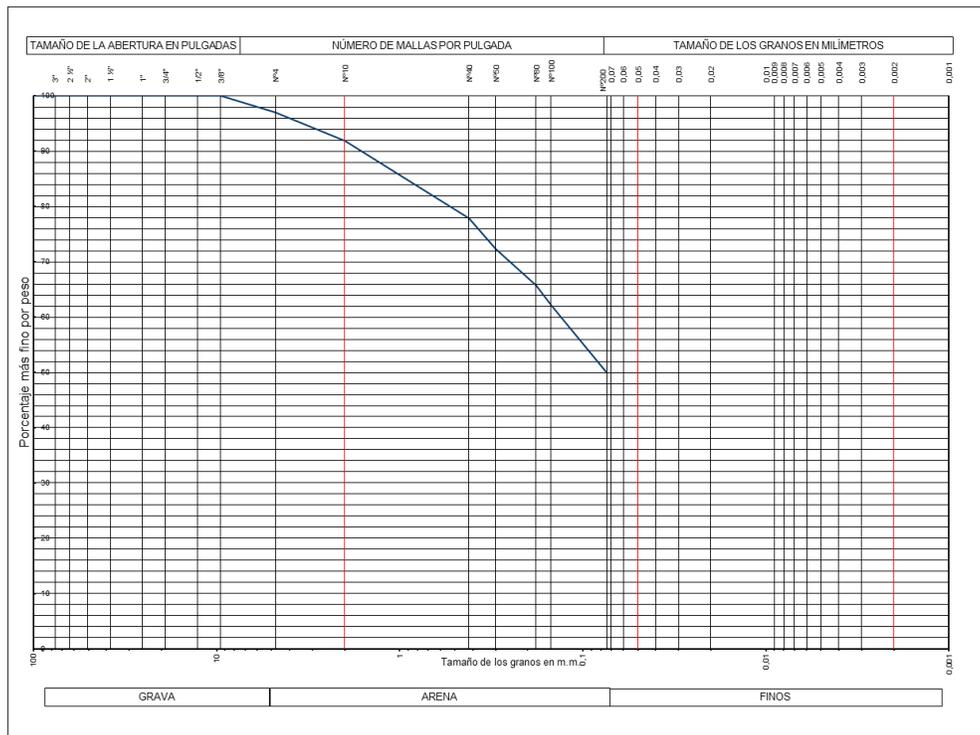
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4				
Nº 10				
Nº 40	4,4	2,841275991	2,841275991	97,15872401
Nº 50	20,3	13,10861423	15,94989022	84,05010978
Nº 80	22,7	14,65840114	30,60829136	69,39170864
Nº 100	8,3	5,359679711	35,96797107	64,03202893
Nº 200	22,5	14,52925223	50,4972233	49,5027767
PASA 200	76,66	49,5027767	100	



Anexo 18. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P5-M1

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro					
	Perforación:	P5-M1	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	195,66	Resultados	Grava:	14,7194112	Finos:	14,3412041	
Peso muestra lavada (g):	167,60		Arena:	70,9393846	Toral:	100	

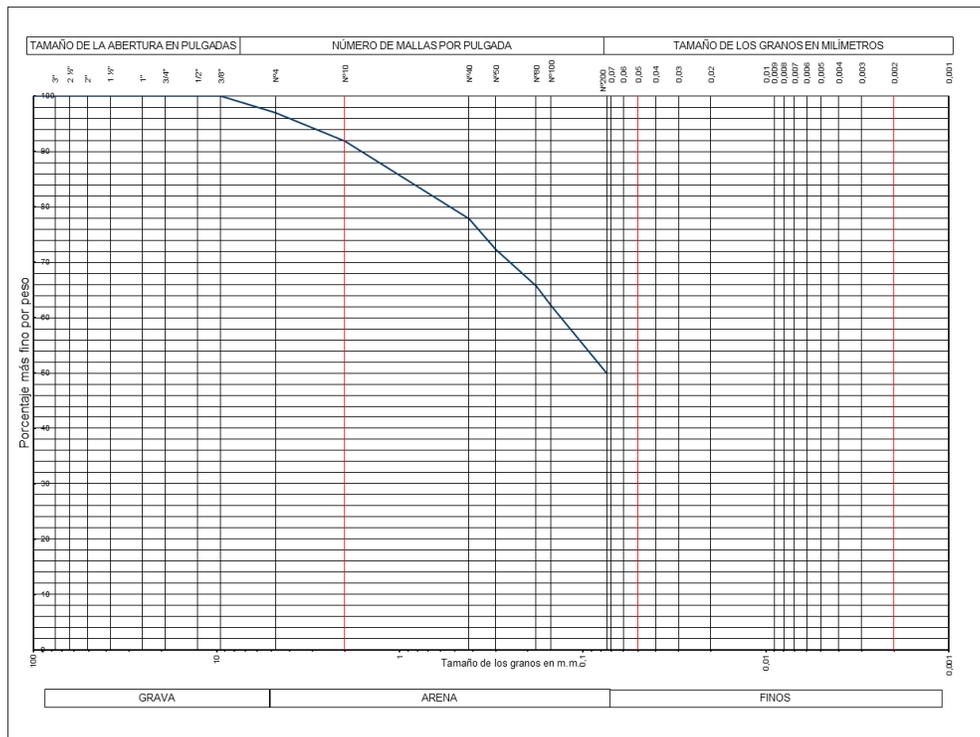
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	28,8	14,71941122	14,71941122	85,28058878
Nº 10	36,9	18,85924563	33,57865685	66,42134315
Nº 40	53,1	27,13891444	60,7175713	39,2824287
Nº 50	10,5	5,366452009	66,08402331	33,91597669
Nº 80	8	4,08872534	70,17274865	29,82725135
Nº 100	2,4	1,226617602	71,39936625	28,60063375
Nº 200	27,9	14,25942962	85,65879587	14,34120413
PASA 200	28,06	14,34120413	100	



Anexo 19. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P5-M6

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro					
	Perforación:	P5-M6	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	208,07	Resultados	Grava:	8,65093478	Finos:	76,8347191	
Peso muestra lavada (g):	48,20		Arena:	14,5143461	Toral:	100	

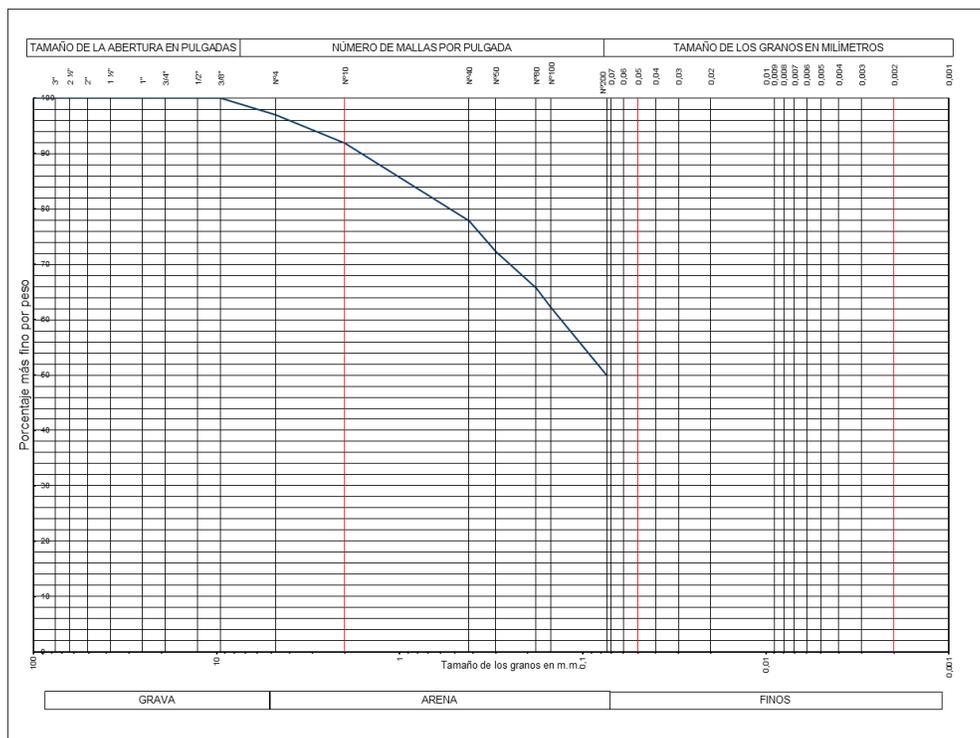
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "	16,4	7,881962801	7,881962801	92,1180372
3/8 "	0,9	0,432546739	8,31450954	91,68549046
Nº 4	0,7	0,336425242	8,650934782	91,34906522
Nº 10	1,5	0,720911232	9,371846013	90,62815399
Nº 40	1,6	0,768971981	10,14081799	89,85918201
Nº 50	0,5	0,240303744	10,38112174	89,61887826
Nº 80	5,7	2,739462681	13,12058442	86,87941558
Nº 100	1,7	0,817032729	13,93761715	86,06238285
Nº 200	19,2	9,227663767	23,16528092	76,83471908
PASA 200	159,87	76,83471908	100	



Anexo 20. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P5-M8

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro					
	Perforación:	P5-M8	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	184,21	Resultados	Grava:	1,4114326	Finos:	55,7570164	
Peso muestra lavada (g):	89,50		Arena:	42,8315509	Toral:	100	

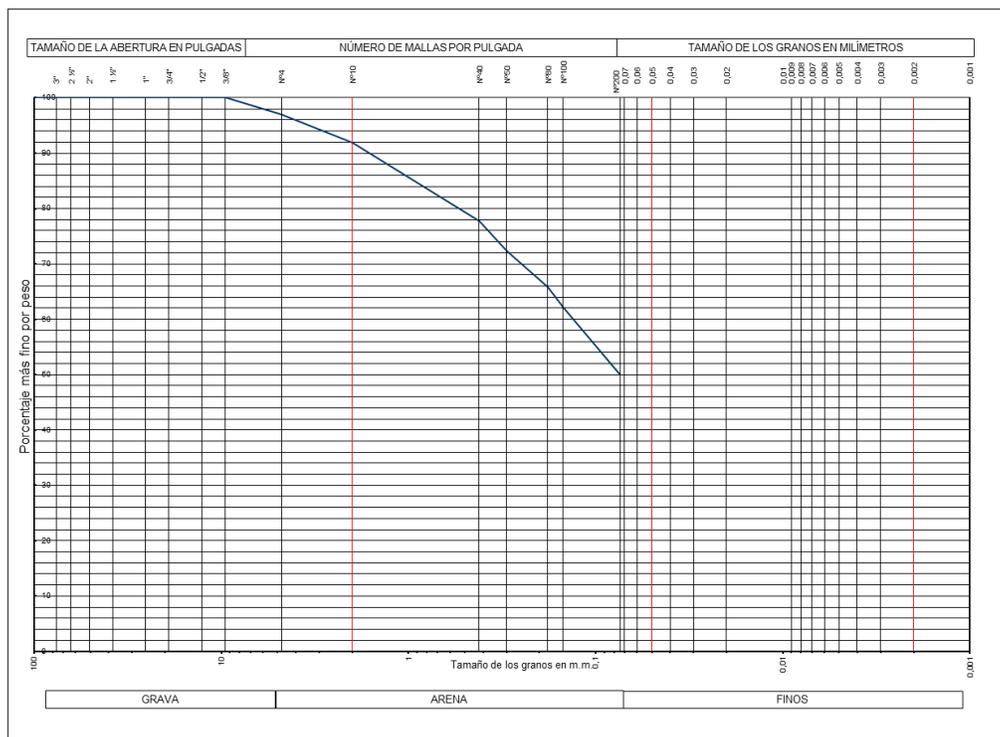
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	2,6	1,411432604	1,411432604	98,5885674
Nº 10	16,9	9,174311927	10,58574453	89,41425547
Nº 40	36,2	19,65148472	30,23722925	69,76277075
Nº 50	10,2	5,537158678	35,77438793	64,22561207
Nº 80	0,5	0,271429347	36,04581727	63,95418273
Nº 100	3,6	1,954291298	38,00010857	61,99989143
Nº 200	11,5	6,24287498	44,24298355	55,75701645
PASA 200	94,71	51,4141469	95,65713045	



Anexo 21. Ensayo de Granulometría Guarenas 83 P6-M1

	Obra:	GUARENAS 83		FECHA: 17/09/2019		
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, junto a Makro				
	Perforación:	P6-M1	Ciente:	MINHIV		
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis		
ENSAYO DE GRANULOMETRIA						
ASTM D-422-02						
Peso total de muestra (g):	215,93	Resultados	Grava:	3,70490437	Finos:	41,4161997
Peso muestra lavada (g):	126,50		Arena:	54,8788959	Toral:	100

Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "	2,5	1,157782615	1,157782615	98,84221739
Nº 4	5,5	2,547121752	3,704904367	96,29509563
Nº 10	14	6,483582643	10,18848701	89,81151299
Nº 40	62,9	29,12981059	39,3182976	60,6817024
Nº 50	20,4	9,447506136	48,76580373	51,23419627
Nº 80	9,6	4,445885241	53,21168897	46,78831103
Nº 100	2,6	1,204093919	54,41578289	45,58421711
Nº 200	9	4,168017413	58,58380031	41,41619969
PASA 200	89,43	41,41619969	100	



Anexo 22. Ensayo de Humedad Natural Guarenas 83. ASTM D-2216-98

PERFORACIÓN: P-1												
Muestra	Profundidad (m)		Envase Nº	Peso (g)					W (%)	PLANILLA		
	de	a		Tara	Tara + Suelo	Tara + Suelo Seco	Agua	Suelo Seco		M	X	Y
	P1-M0	0,00		0,45	161	26,91	71,83	69,18		2,65	42,27	6,3
P1-M1	0,55	1,00	98	26,84	67,94	65,95	1,99	39,11	5,1	P1-M1	2,54	-10
P1-M2	1,33	2,00	176	28,42	61,45	60,23	1,22	31,81	3,8	P1-M2	1,92	-20
P1-M3	2,55	3,00	158	20,20	61,36	58,97	2,39	38,77	6,2	P1-M3	3,08	-30
P1-M4	3,55	4,00	51	19,23	62,53	59,95	2,58	40,72	6,3	P1-M4	3,17	-40
P1-M5	4,55	5,00	73	19,36	63,22	60,70	2,52	41,34	6,1	P1-M5	3,05	-50
P1-M6	5,55	6,00	106	26,88	72,63	71,15	1,48	44,27	3,3	P1-M6	1,67	-60
P1-M7	6,55	7,00	156	26,44	54,08	53,65	0,43	27,21	1,6	P1-M7	0,79	-70

PERFORACIÓN: P-2												
Muestra	Profundidad (m)		Envase Nº	Peso (g)					W (%)	PLANILLA		
	de	a		Tara	Tara + Suelo	Tara + Suelo Seco	Agua	Suelo Seco		M	X	Y
	P2-M0	0,00		0,45	137	28,47	65,68	64,09		1,59	35,62	4,46
P2-M1	0,55	1,00	133	20,04	89,26	83,03	6,23	62,99	9,89	P2-M1	4,95	-10
P2-M2	1,55	2,00	152	20,80	61,03	58,70	2,33	37,90	6,15	P2-M2	3,07	-20
P2-M3	2,55	3,00	122	26,25	71,80	70,94	0,86	44,69	1,92	P2-M3	0,96	-30
P2-M4	3,55	4,00	3R	19,36	86,89	84,66	2,23	65,30	3,42	P2-M4	1,71	-40
P2-M5	4,55	5,00	85	26,71	87,35	84,48	2,87	57,77	4,97	P2-M5	2,48	-50
P2-M6	5,55	6,00	15	27,34	70,06	65,34	4,72	38,00	12,42	P2-M6	6,21	-60
P2-M7	6,55	7,00	95	20,22	49,28	45,15	4,13	24,93	16,57	P2-M7	8,28	-70
P2-M8	7,55	8,00	111	26,23	46,07	42,67	3,40	16,44	20,68	P2-M8	10,34	-80

PERFORACIÓN: P-3												
Muestra	Profundidad (m)		Envase Nº	Peso (g)					W (%)	PLANILLA		
	de	a		Tara	Tara + Suelo	Tara + Suelo Seco	Agua	Suelo Seco		M	X	Y
	P3-M0	0,00		0,45	112	26,96	64,64	62,46		2,18	35,50	6,14
P3-M1	0,55	1,00	116	19,93	70,66	67,26	3,40	47,33	7,18	P3-M1	3,59	-10
P3-M2	1,55	2,00	107	19,84	76,38	72,22	4,16	52,38	7,94	P3-M2	3,97	-20
P3-M3	2,55	3,00	104	25,76	72,48	70,72	1,76	44,96	3,91	P3-M3	1,96	-30
P3-M4	3,55	4,00	181	20,96	51,43	50,47	0,96	29,51	3,25	P3-M4	1,63	-40
P3-M5	4,55	5,00	142	19,87	65,19	64,70	0,49	44,83	1,09	P3-M5	0,55	-50
P3-M6	5,55	6,00	150	29,56	72,86	72,38	0,48	42,82	1,12	P3-M6	0,56	-60

PERFORACIÓN: P-4												
Muestra	Profundidad (m)		Envase Nº	Peso (g)					W (%)	PLANILLA		
	de	a		Tara	Tara + Suelo	Tara + Suelo Seco	Agua	Suelo Seco		M	X	Y
	P4-M0	0,00		0,45	42	26,70	69,40	62,50		6,90	35,80	19,27
P4-M1	0,55	1,00	93	19,32	43,93	42,83	1,10	23,51	4,68	P4-M1	2,34	-10
P4-M2	1,55	2,00	102	28,40	73,70	68,89	4,81	40,49	11,88	P4-M2	5,94	-20
P4-M3	2,55	3,00	110	27,23	51,97	49,70	2,27	22,47	10,10	P4-M3	5,05	-30
P4-M4	3,55	4,00	118	26,43	77,75	76,18	1,57	49,75	3,16	P4-M4	1,58	-40
P4-M5	4,55	5,00	108	22,51	69,66	64,45	5,21	41,94	12,42	P4-M5	6,21	-50
P4-M6	5,55	6,00	153	20,81	71,80	67,07	4,73	46,26	10,22	P4-M6	5,11	-60
P4-M7	6,55	7,00	154	22,70	73,15	67,52	5,63	44,82	12,56	P4-M7	6,28	-70
P4-M8A	7,55	8,00	90	27,83	73,14	54,63	18,51	26,80	69,07	P4-M8A	34,53	-80
P4-M8B	7,55	8,00	105	29,28	47,75	45,22	2,53	15,94	15,87	P4-M8B	7,94	-80
P4-M9	8,55	9,00	180	27,89	64,40	62,82	1,58	34,93	4,52	P4-M9	2,26	-90
P4-M10	9,55	10,00	115	27,40	56,53	52,71	3,82	25,31	15,09	P4-M10	7,55	-100
P4-M11	10,55	11,00	12	20,04	47,99	42,73	5,26	22,69	23,18	P4-M11	11,59	-110
P4-M12A	11,55	12,00	151	21,16	49,37	44,01	5,36	22,85	23,46	P4-M12A	11,73	-120
P4-M12B	12,55	13,00	100	20,46	63,33	53,36	9,97	32,90	30,30	P4-M12B	15,15	-130

PERFORACIÓN: P-5												
Muestra	Profundidad (m)		Envase Nº	Peso (g)					W (%)	PLANILLA		
	de	a		Tara	Tara + Suelo	Tara + Suelo Seco	Agua	Suelo Seco		M	X	Y
	P5-M0	0,00		0,45	111	26,23	50,45	48,80		1,65	22,57	7,31
P5-M1	0,55	1,00	107	19,84	46,46	43,69	2,77	23,85	11,61	P5-M1	5,81	-10
P5-M2	1,55	2,00	102	28,40	60,80	58,86	1,94	30,46	6,37	P5-M2	3,18	-20
P5-M3	2,55	3,00	128	26,59	47,98	46,12	1,86	19,53	9,52	P5-M3	4,76	-30
P5-M4	3,55	4,00	150	29,56	91,22	89,74	1,48	60,18	2,46	P5-M4	1,23	-40
P5-M5	4,55	5,00	112	26,96	51,20	49,22	1,98	22,26	8,89	P5-M5	4,45	-50
P5-M6	5,55	6,00	153	20,81	60,77	57,26	3,51	36,45	9,63	P5-M6	4,81	-60
P5-M7	6,55	7,00	176	28,42	58,07	57,09	0,98	28,67	3,42	P5-M7	1,71	-70
P5-M8	7,55	8,00	181	20,96	47,82	46,10	1,72	25,14	6,84	P5-M8	3,42	-80
P5-M9	8,55	9,00	15	27,23	51,11	48,82	2,29	21,59	10,61	P5-M9	5,30	-90
P5-M10	9,55	10,00	110	27,23	61,87	56,11	5,76	28,88	19,94	P5-M10	9,97	-100
P5-M11	10,55	11,00	106	26,88	44,56	42,02	2,54	15,14	16,78	P5-M11	8,39	-110
P5-M12	11,55	12,00	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	P5-M12	NO	NO
P5-M13	12,55	13,00	51	19,23	45,50	43,62	1,88	24,39	7,71	P5-M13	3,85	-130

PERFORACIÓN: P-6												
Muestra	Profundidad (m)		Envase Nº	Peso (g)					W (%)	PLANILLA		
	de	a		Tara	Tara + Suelo	Tara + Suelo Seco	Agua	Suelo Seco		M	X	Y
	P6-M0	0,00		0,45	158	20,20	68,97	64,69		4,28	44,49	9,62
P6-M1	0,50	1,00	85	26,70	76,68	72,64	4,04	45,94	8,79	P6-M1	4,40	-10
P6-M2	1,55	1,68	3R	19,36	48,22	46,60	1,62	27,24	5,95	P6-M2	2,97	-16,8

PERFORACIÓN: P-7												
Muestra	Profundidad (m)		Envase Nº	Peso (g)					W (%)	PLANILLA		
	de	a		Tara	Tara + Suelo	Tara + Suelo Seco	Agua	Suelo Seco		M	X	Y
	P7-M0	0,00		0,45	152	20,80	67,08	66,14		0,94	45,34	2,07
P7-M1	0,45	1,00	122	26,25	68,64	67,36	1,28	41,11	3,11	P7-M1	1,56	-10

PERFORACIÓN: P-8												
Muestra	Profundidad (m)		Envase Nº	Peso (g)					W (%)	PLANILLA		
	de	a		Tara	Tara + Suelo Humedo	Tara + Suelo Seco	Agua	Suelo Seco		M	X	Y
	P8-M0	0,00		0,45	161	26,9	71,52	67,87		3,65	40,97	8,91
P8-M1	0,50	1,00	156	26,44	78,61	74,18	4,43	47,74	9,28	P8-M1	4,64	-10
P8-M2	1,55	2,00	98	26,81	85,33	80,27	5,06	53,46	9,47	P8-M2	4,73	-20

PERFORACIÓN: P-9												
Muestra	Profundidad (m)		Envase Nº	Peso (g)					W (%)	PLANILLA		
	de	a		Tara	Tara + Suelo	Tara + Suelo Seco	Agua	Suelo Seco		M	X	Y
	P9-M0	0,00		0,45	142	19,86	52,08	50,93		1,15	31,07	3,70
P9-M1	0,50	1,00	73	19,35	52,28	51,38	0,90	32,03	2,81	P9-M1	1,40	-10
P9-M2	1,55	2,00	137	28,45	65,36	64,45	0,91	36,00	2,53	P9-M2	1,26	-20

Anexo 23. Ensayo de Peso Unitario

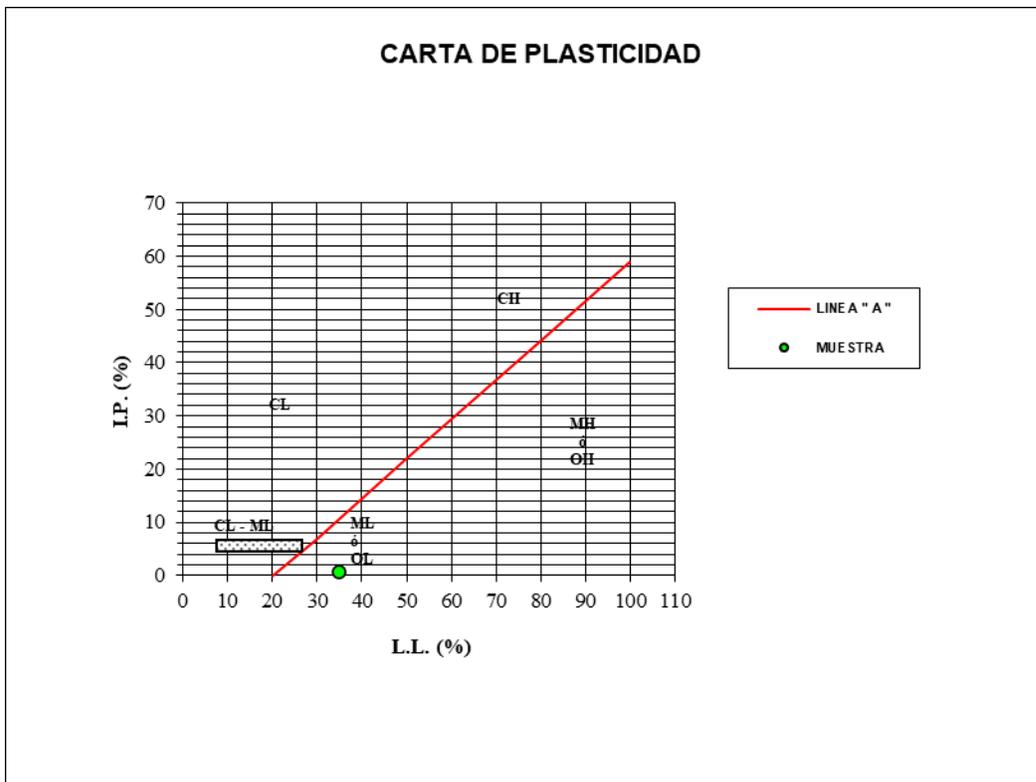
DETERMINACION DEL PESO UNITARIO										FECHA: 20/8/2019	
Perf.	Muestra	(METODO DE LA PARAFINA)								Peso Unit Hum (Ton/m3)	Peso Unit Seco (Ton/m3)
		Peso Muestra en aire (g)	Peso Muestra + Parafina (g)	Volumen Parafina(cm3)	Peso en el agua (g)	Vol. Muestra + Parafina (cm3)	Volumen Muestra (cm3)				
P-2	M-1	128,10	134,70	7,25	69,80	64,90	57,65	2,22	1,93		
P-2	M-5	139,90	147,10	7,91	74,10	73,00	65,09	2,15	1,86		
P-2	M-6	90,20	97,50	8,02	43,20	54,30	46,28	1,95	1,65		
P-2	M-7	99,10	107,20	8,90	47,10	60,10	51,20	1,94	1,64		
P-2	M-8	159,80	169,40	10,55	79,60	89,80	79,25	2,02	1,71		
P-3	M-2	114,00	120,80	7,47	62,70	58,10	50,63	2,25	1,92		
P-4	M-3	74,80	82,80	8,79	35,70	47,10	38,31	1,95	1,71		
P-4	M-7	82,80	89,00	6,81	40,40	48,60	41,79	1,98	1,76		
P-4	M-8b	156,60	165,50	9,78	79,80	85,70	75,92	2,06	1,83		
P-4	M-10	106,60	114,90	9,12	51,30	63,60	54,48	1,96	1,74		
P-4	M-12b	111,40	118,60	7,91	53,50	65,10	57,19	1,95	1,73		
P-5	M-3	99,30	108,00	9,56	51,10	56,90	47,34	2,10	1,86		
P-5	M-11	125,20	134,40	10,11	60,60	73,80	63,69	1,97	1,74		

Anexo 24. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P1-M3

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P1-M3						FECHA:17/9/2020		
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LLA08	10,64	19,90	17,56	3,62	11,53	31,40	31,40
28	LL-12	9,76	19,71	17,46	3,45	11,29	30,56	30,98
30	LL-755	9,17	19,24	17,00	3,26	7,83	41,63	42,56

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	LIMITE PLASTICO (%&)
76	12,28	16,92	16,23	1,29	3,95	32,66
45B	12,90	18,62	17,78	1,73	4,88	35,45
76B	12,05	17,33	16,47	1,54	4,42	34,84

RESULTADOS (%)	
LL =	35,0
LP =	34,3
IP =	0,7

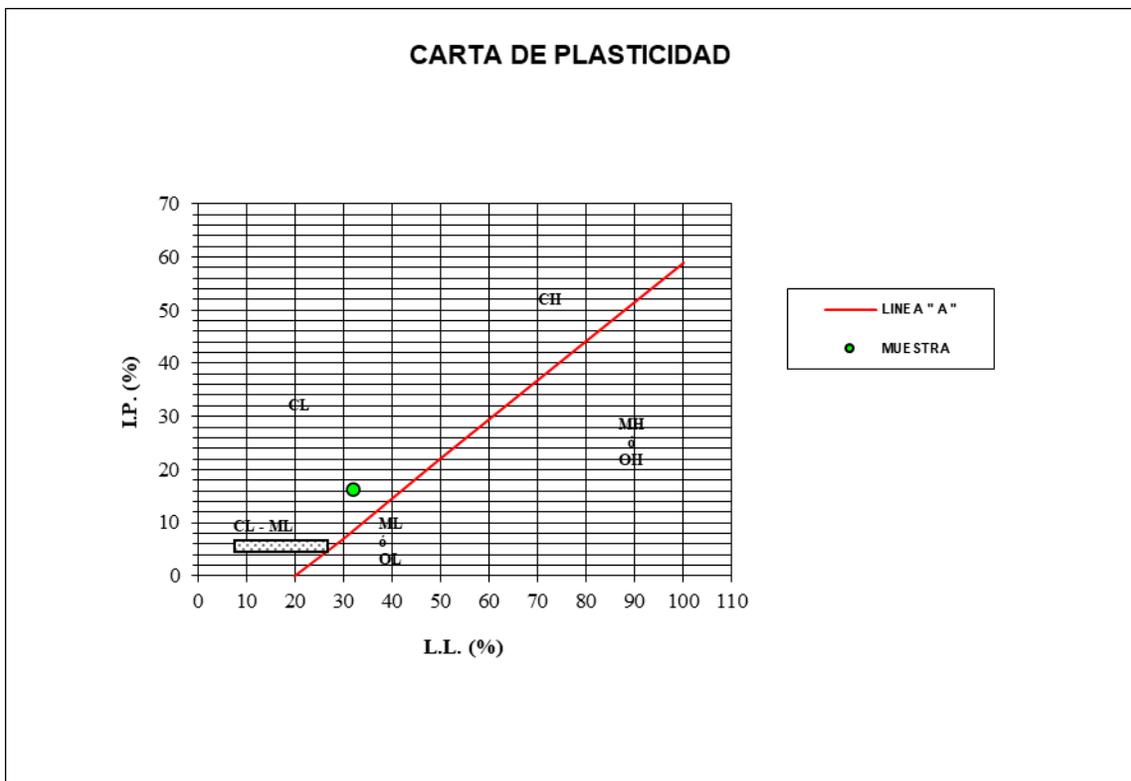


Anexo 25. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P1-M4

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P1-M4						FECHA:17/9/2020		
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL-429	12,11	22,30	19,82	2,48	7,71	32,17	32,17
28	LL-18	11,60	21,54	19,14	2,40	7,54	31,83	32,27
30	LL-5	11,17	20,51	18,32	2,19	7,15	30,63	31,31

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	LIMITE PLASTICO (%&)
81	12,66	16,02	15,58	0,44	2,92	15,07
82	11,68	15,41	14,90	0,51	3,22	15,84
89	11,90	15,18	14,73	0,45	2,83	15,90

RESULTADOS (%)	
LL =	31,9
LP =	15,6
IP =	16,3

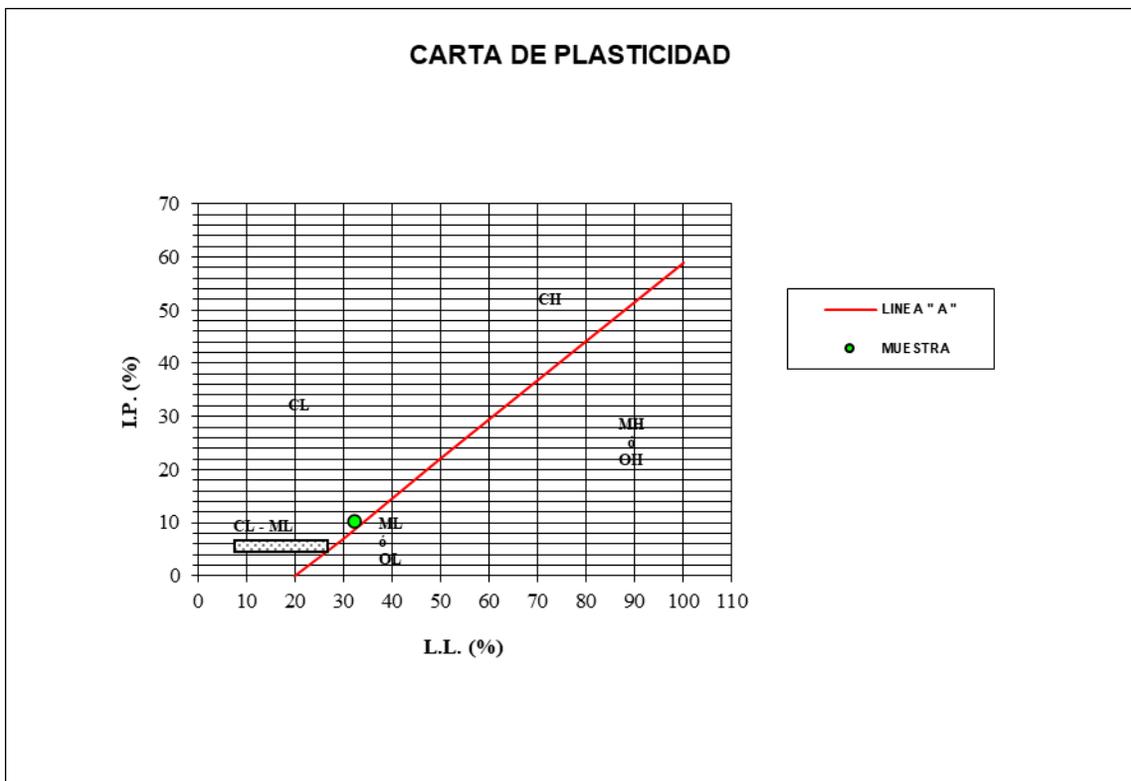


Anexo 26. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P2-M6

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P2-M6							FECHA:17/9/2020	
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL-9	9,84	20,00	17,49	2,51	7,65	32,81	32,81
27	LL-7	9,72	19,72	17,30	2,42	7,58	31,93	32,22
29	LL-677	9,64	18,97	16,75	2,22	7,11	31,22	31,78

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	LIMITE PLASTICO (%&)
347	8,00	12,26	11,50	0,76	3,50	21,71
20B	8,05	12,51	11,72	0,79	3,67	21,53
20C	8,09	12,20	11,43	0,77	3,34	23,05

RESULTADOS (%)	
LL =	32,3
LP =	22,1
IP =	10,2

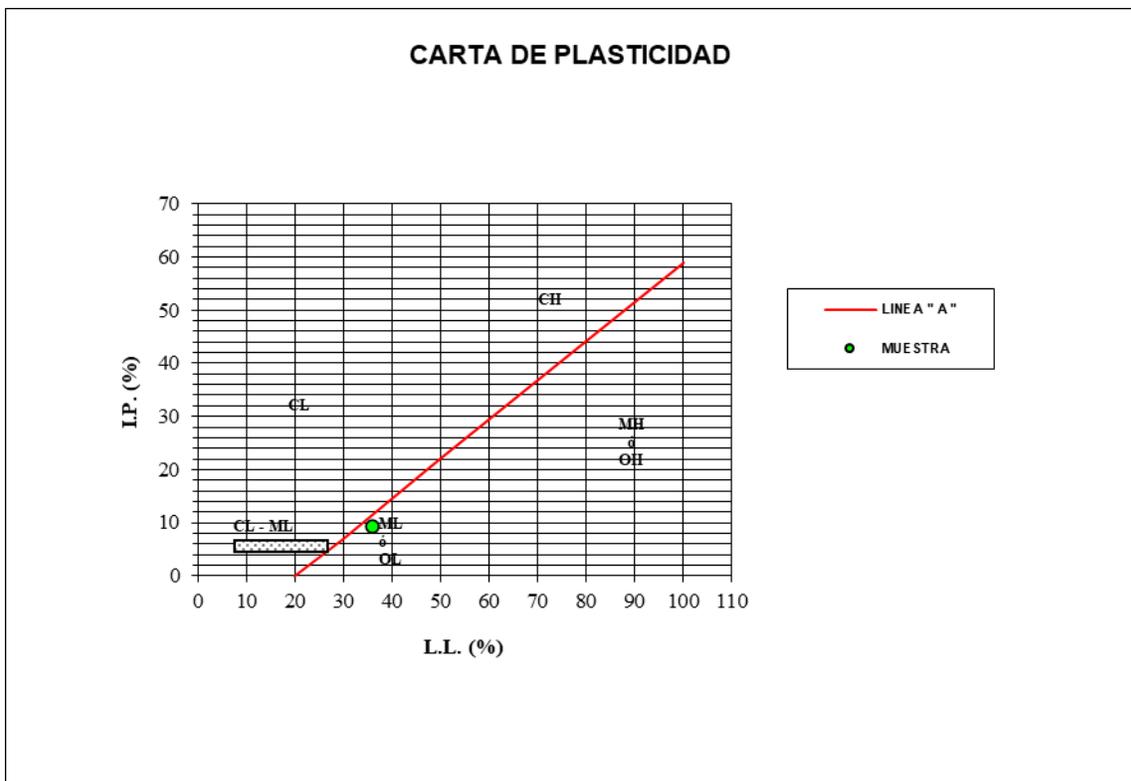


Anexo 27. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P2-M8

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P2-M8							FECHA:17/9/2020	
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL-10	10,26	19,62	17,12	2,50	6,86	36,44	36,44
27	LL-13	9,84	18,36	16,11	2,25	6,27	35,89	36,22
29	LL-664	9,82	18,22	16,05	2,17	6,23	34,83	35,46

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	LIMITE PLASTICO (%&)
533	6,00	9,46	8,73	0,73	2,73	26,74
644	5,92	9,13	8,45	0,68	2,53	26,88
646	5,84	8,71	8,11	0,60	2,27	26,43

RESULTADOS (%)	
LL =	36,0
LP =	26,7
IP =	9,4

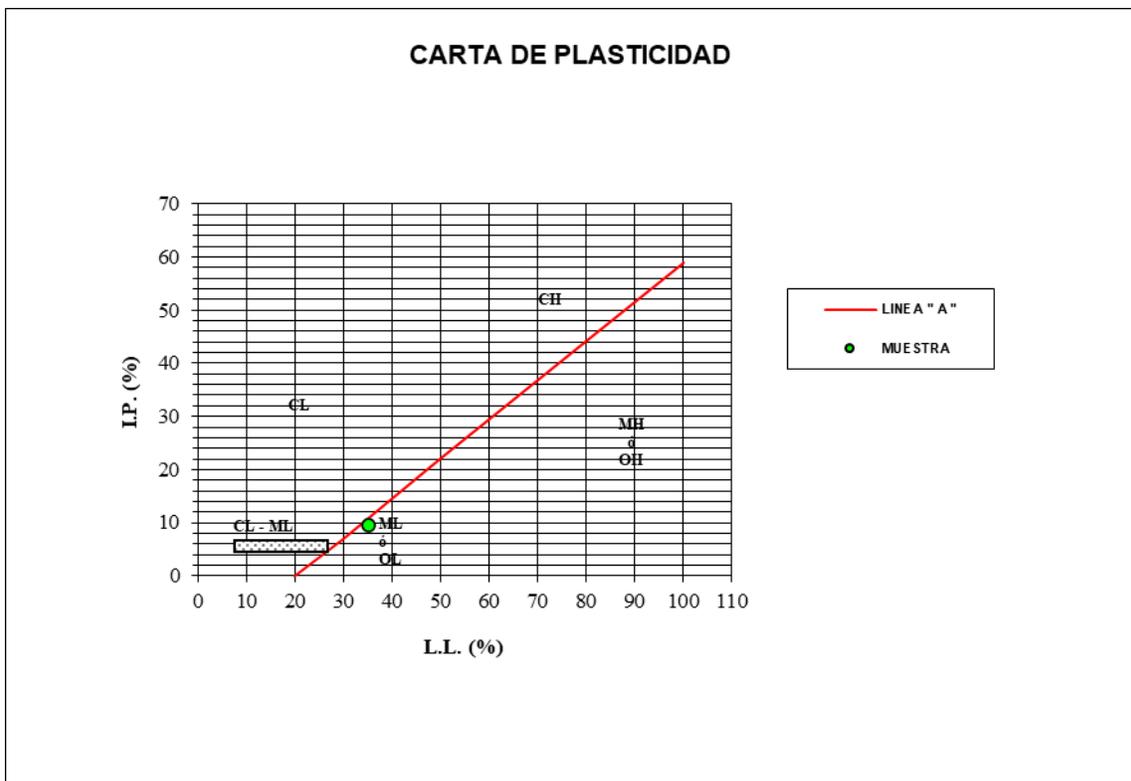


Anexo 28. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P4-M7

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P4-M7							FECHA:17/9/2020	
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL-452	10,71	20,47	17,90	2,57	7,19	35,74	35,74
27	LL-20	10,32	19,81	17,32	2,49	7,00	35,57	35,90
30	LL-16	10,05	18,66	16,53	2,13	6,48	32,87	33,60

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	LIMITE PLASTICO (%&)
3C	6,10	10,82	9,85	0,97	3,75	25,87
18B	5,66	9,52	8,74	0,78	3,08	25,32
516	5,92	9,52	8,79	0,73	2,87	25,44

RESULTADOS (%)	
LL =	35,1
LP =	25,5
IP =	9,5

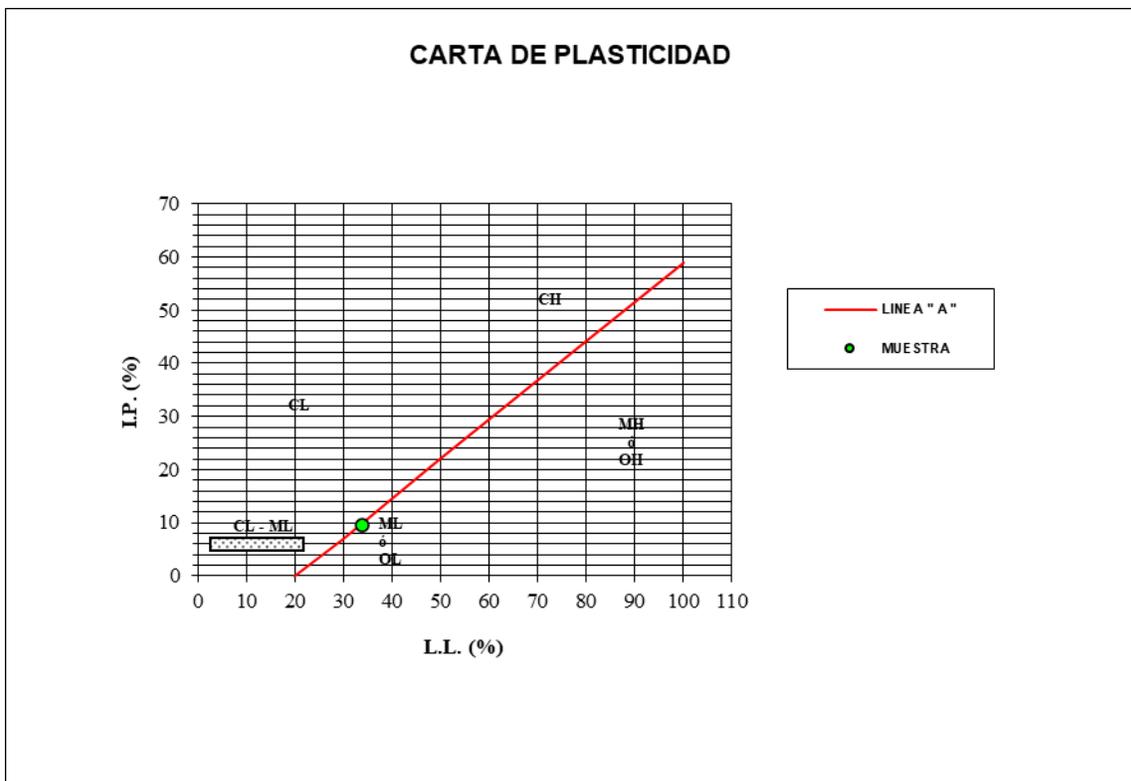


Anexo 29. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P4-M8B

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P4-M8B							FECHA:17/9/2020	
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL-2	9,86	20,28	17,63	2,65	7,77	34,11	34,11
27	LL-643	9,85	19,61	17,14	2,47	7,29	33,88	34,20
29	LL-413	9,59	18,35	16,18	2,17	6,59	32,93	33,52

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	LIMITE PLASTICO (%&)
802	5,90	9,76	8,99	0,77	3,09	24,92
554	5,90	10,20	9,37	0,83	3,47	23,92
705	5,89	9,20	8,56	0,64	2,67	23,97

RESULTADOS (%)	
LL =	33,9
LP =	24,3
IP =	9,7

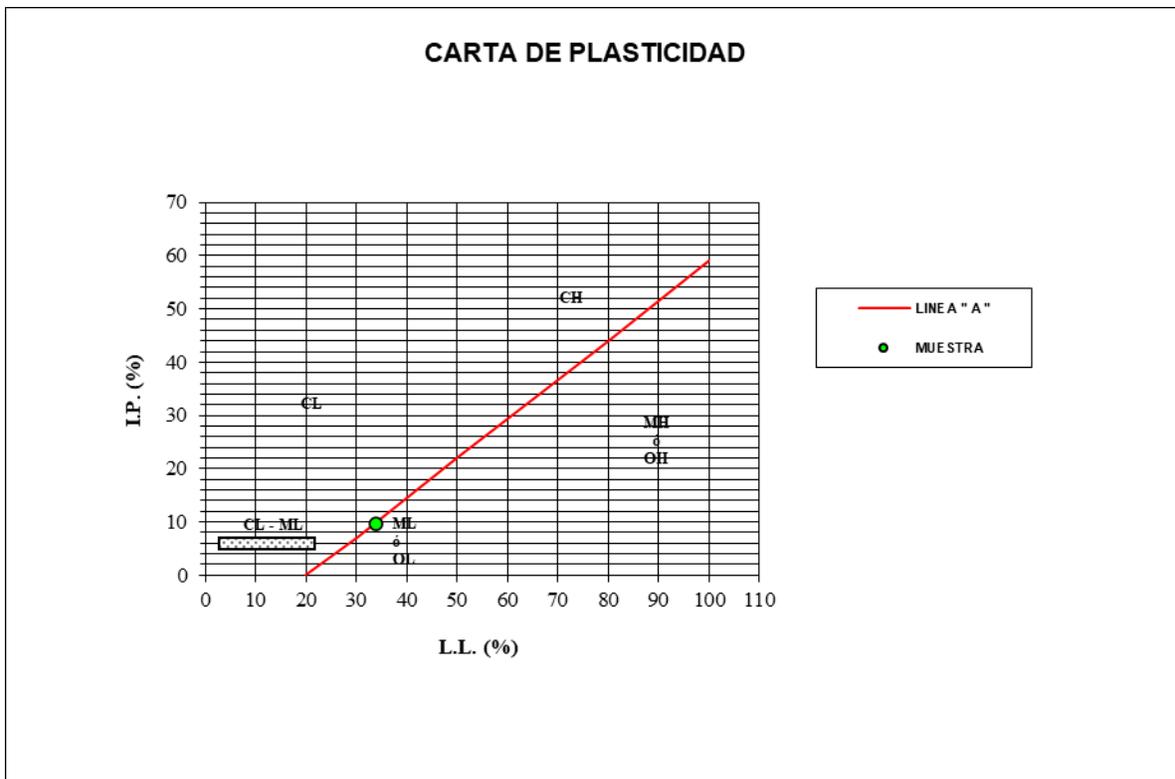


Anexo 30. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P4-M10

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P4-M10							FECHA:17/9/2020	
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL-17	9,75	20,87	18,36	2,51	8,61	29,15	29,15
27	LL-413	9,72	19,51	17,35	2,16	7,63	28,31	28,57
29	LL-11	9,66	19,27	17,19	2,08	7,53	27,62	28,12

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	PLASTICO (%&)
611	6,04	12,75	16,61	-3,86	10,57	-36,52
27C	6,26	13,90	12,62	1,28	6,36	20,13
666	5,99	13,18	12,00	1,18	6,01	19,63

RESULTADOS (%)	
LL =	28,6
LP =	1,1
IP =	27,5

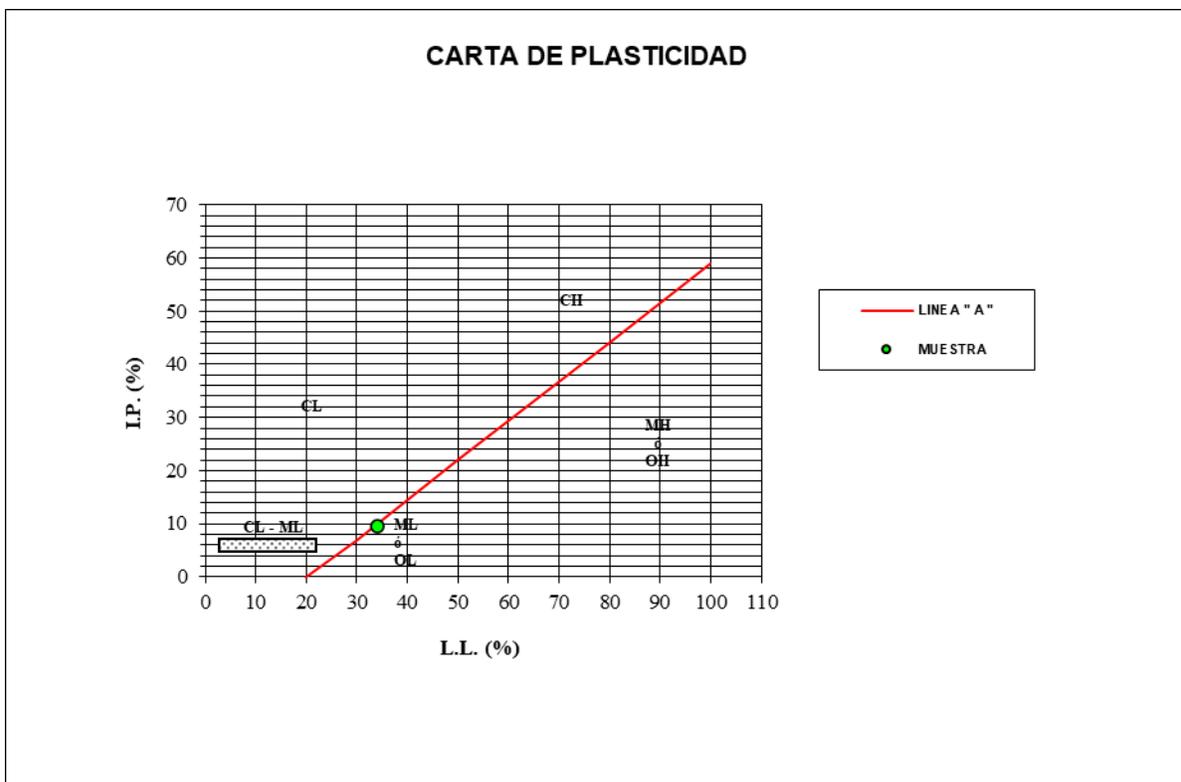


Anexo 31. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P4-M12A

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P4-M12A							FECHA:17/9/2020	
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL-519	12,37	21,72	18,99	2,73	6,62	41,24	41,24
28	LL-14	11,24	20,54	17,83	2,71	6,59	41,12	41,69
30	LL-3	9,66	19,27	17,19	2,08	7,53	27,62	28,23

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	PLASTICO (%&)
99	5,98	10,74	9,67	1,07	3,69	29,00
442	5,93	9,87	9,02	0,85	3,09	27,51
91	6,04	9,95	9,14	0,81	3,10	26,13

RESULTADOS (%)	
LL =	37,1
LP =	27,5
IP =	9,5

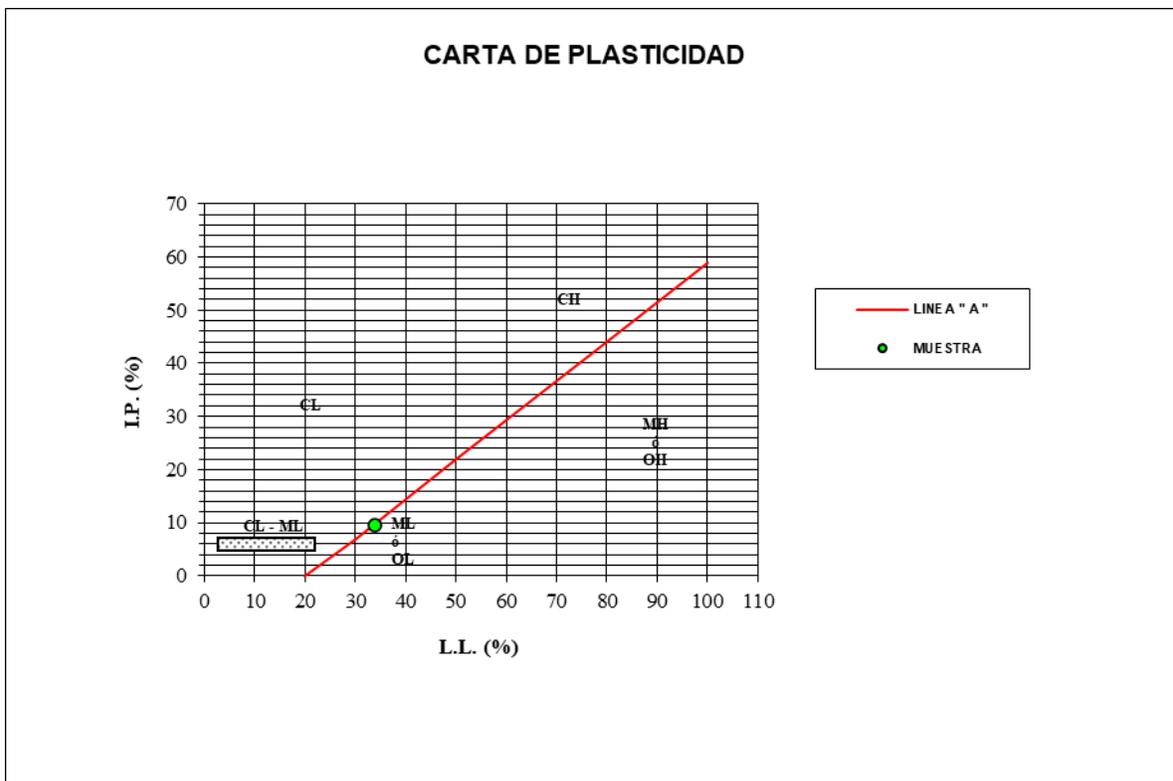


Anexo 32. Ensayo de Consistencia Guarenas 83 P5-M11

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P5-M11							FECHA:17/9/2020	
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL-624	11,25	19,95	17,69	2,26	6,44	35,09	35,09
27	LL-510	10,80	19,19	17,08	2,11	6,28	33,60	33,91
29	LL-15	10,73	18,38	16,47	1,91	5,74	33,28	33,87

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	PLASTICO (%&)
558	6,02	9,83	9,12	0,71	3,10	22,90
475	5,92	10,33	9,53	0,80	3,61	22,16
510B	5,95	10,61	9,72	0,89	3,77	23,61

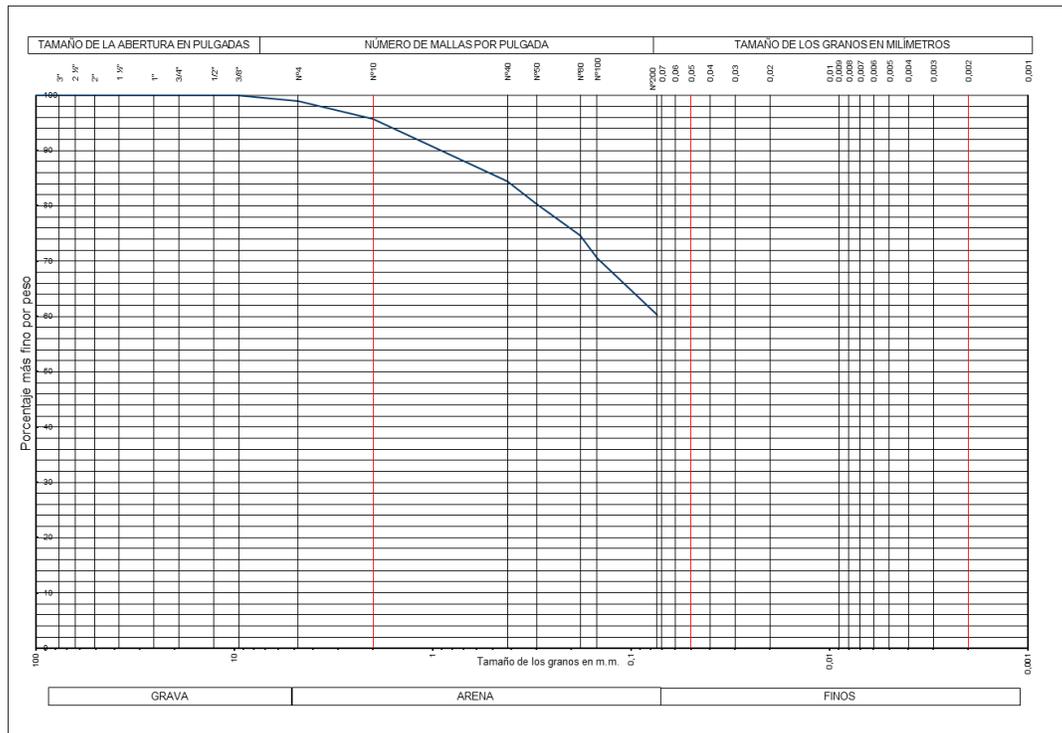
RESULTADOS (%)	
LL =	34,3
LP =	22,9
IP =	11,4



Anexo 33. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P1-M0xM1

	Obra:	GUATIRE 58				
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis				
	Perforación:	P1-M0xM1	Cliente:	MINHIV		
	Realizado por:	Glaycer Martinez		Tutor:	Feliciano De Santis	
ENSAYO DE GRANULOMETRIA						
ASTM D-422-02						
Peso total de muestra (g):	341,48	Resultados	Grava:	1,11573152	Finos:	60,3227129
Peso muestra lavada (g):	135,49		Arena:	38,5615556	Total:	100

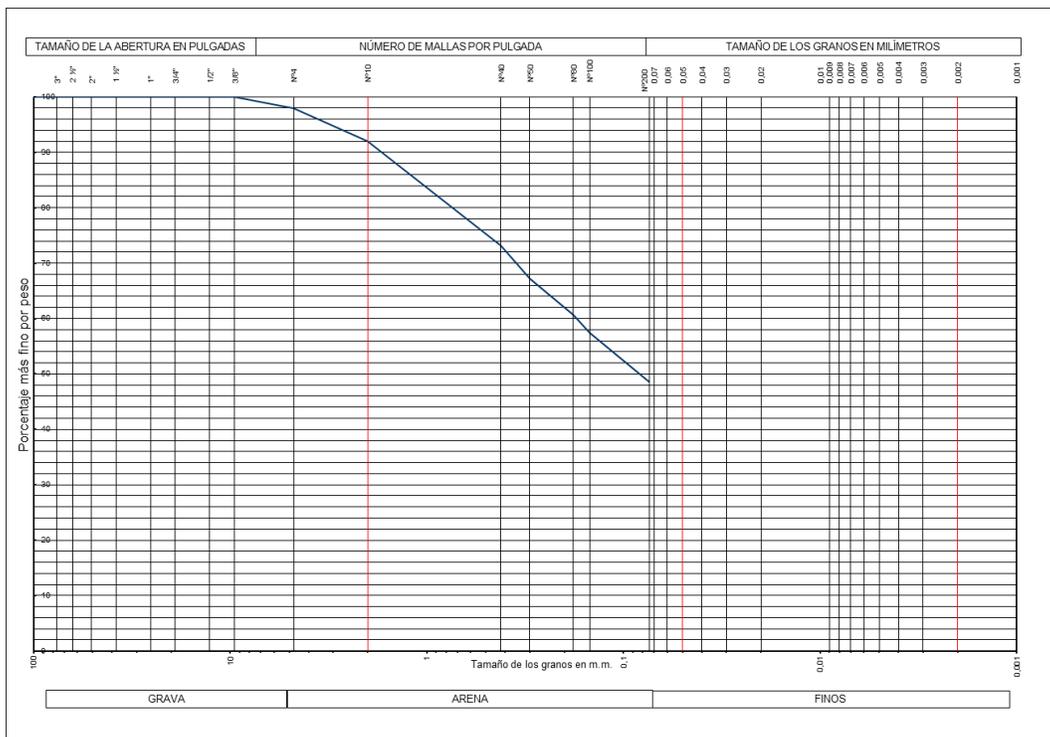
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	3,81	1,115731522	1,115731522	98,88426848
Nº 10	10,81	3,165631955	4,281363477	95,71863652
Nº 40	38,54	11,2861661	15,56752958	84,43247042
Nº 50	13,9	4,070516575	19,63804615	80,36195385
Nº 80	19,75	5,783647651	25,4216938	74,5783062
Nº 100	13,88	4,064659717	29,48635352	70,51364648
Nº 200	34,8	10,19093358	39,6772871	60,3227129
PASA 200	205,99	60,3227129	100	



Anexo 34. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P1-M2xM3

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guareñas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis					
	Perforación:	P1-M2xM3	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	536,11	Resultados	Grava:	1,99399377	Finos:	48,5851784	
Peso muestra lavada (g):	275,66		Arena:	49,4208278	Toral:	100	

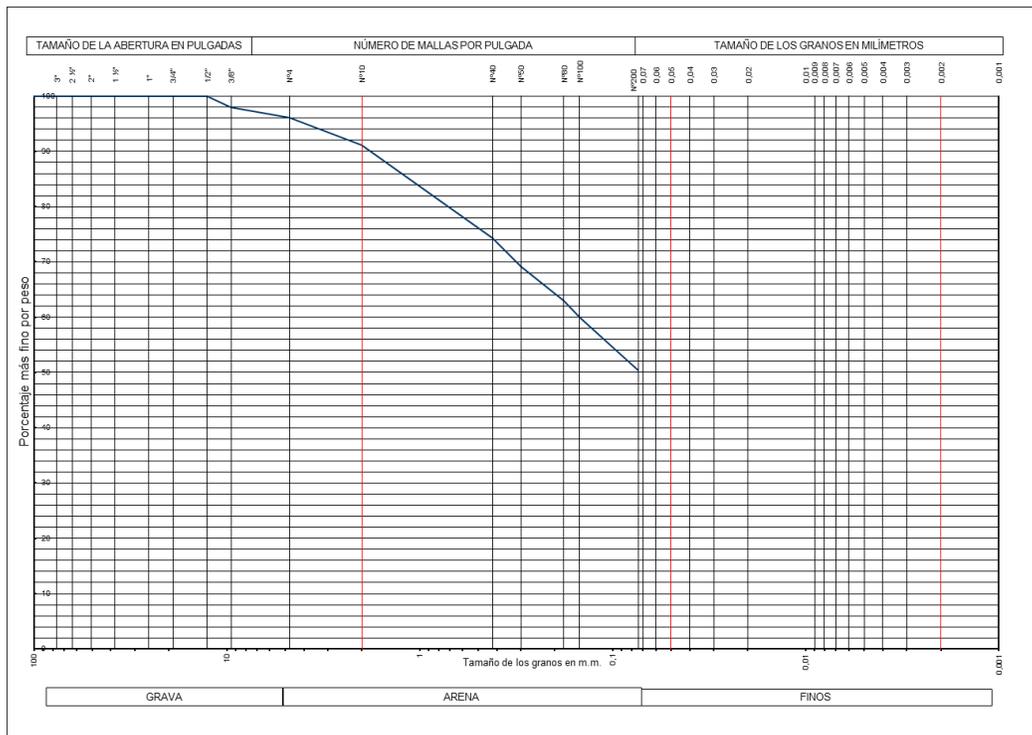
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	10,69	1,99399377	1,99399377	98,00600623
Nº 10	32,37	6,037939975	8,031933745	91,96806626
Nº 40	101,25	18,8860495	26,91798325	73,08201675
Nº 50	31,35	5,847680513	32,76566376	67,23433624
Nº 80	35,29	6,582604316	39,34826808	60,65173192
Nº 100	17,33	3,23254556	42,58081364	57,41918636
Nº 200	47,36	8,834007946	51,41482159	48,58517841
PASA 200	260,45	48,58144784	99,99626942	



Anexo 35. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P1-M4

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019		
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis				
	Perforación:	P1-M4	Cliente:	MINHIV		
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis		
ENSAYO DE GRANULOMETRIA						
ASTM D-422-02						
Peso total de muestra (g):	252,50	Resultados	Grava:	3,85742574	Finos:	50,4831683
Peso muestra lavada (g):	125,03		Arena:	45,6594059	Total:	100

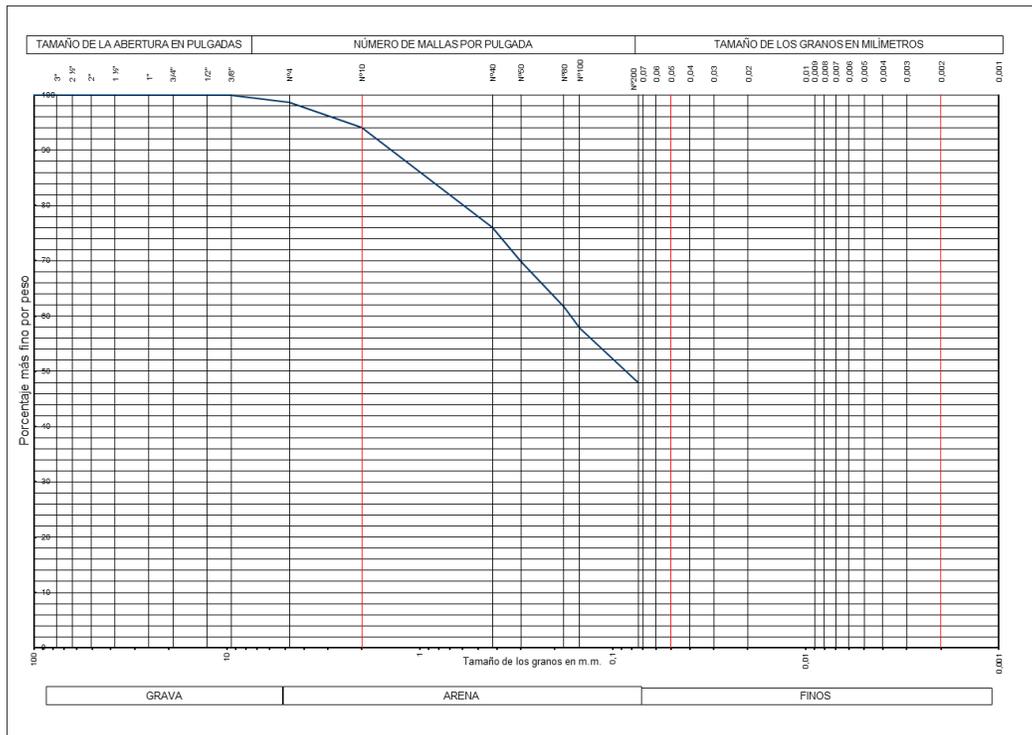
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "	5,31	2,102970297	2,102970297	97,8970297
Nº 4	4,43	1,754455446	3,857425743	96,14257426
Nº 10	12,58	4,982178218	8,83960396	91,16039604
Nº 40	42,4	16,79207921	25,63168317	74,36831683
Nº 50	13,18	5,21980198	30,85148515	69,14851485
Nº 80	15,83	6,269306931	37,12079208	62,87920792
Nº 100	7,53	2,982178218	40,1029703	59,8970297
Nº 200	23,77	9,413861386	49,51683168	50,48316832
PASA 200	127,47	50,48316832	100	



Anexo 36. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P1-M5

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis					
	Perforación:	P1-M5	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez		Tutor:	Feliciano De Santis		
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	224,32	Resultados	Grava:	1,30616976	Finos:	47,9404422	
Peso muestra lavada (g):	116,78		Arena:	50,753388	Total:	100	

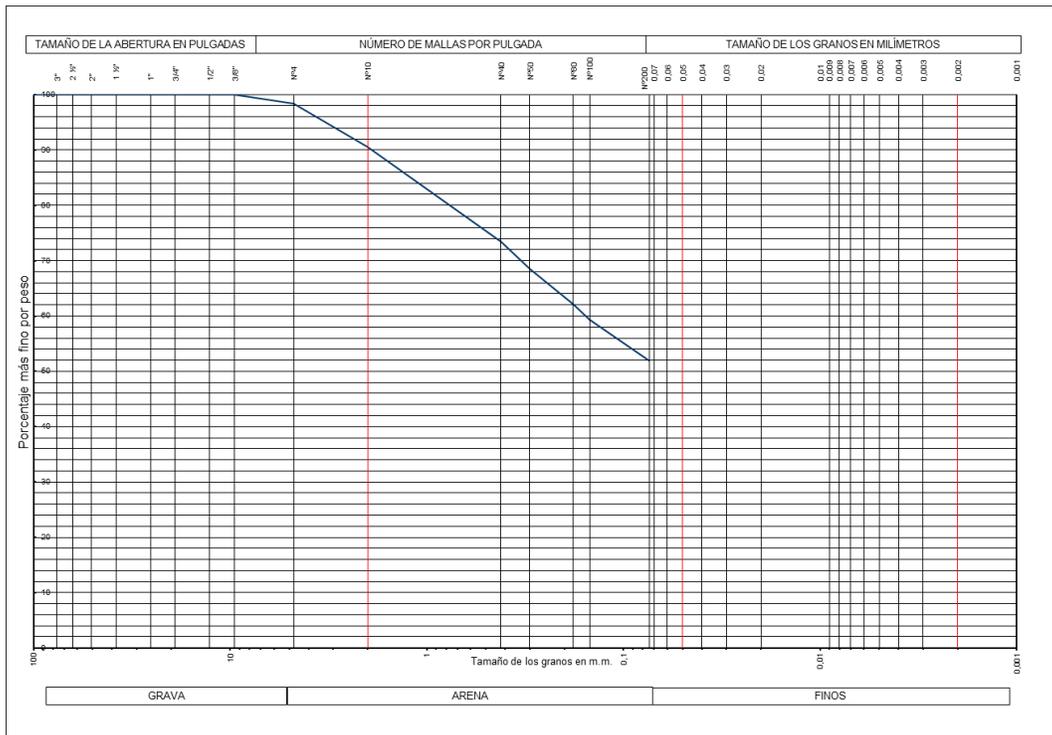
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	2,93	1,306169757	1,306169757	98,69383024
Nº 10	10,34	4,609486448	5,915656205	94,08434379
Nº 40	40,55	18,07685449	23,9925107	76,0074893
Nº 50	13,62	6,07168331	30,06419401	69,93580599
Nº 80	18,44	8,220399429	38,28459344	61,71540656
Nº 100	8,89	3,963088445	42,24768188	57,75231812
Nº 200	22,01	9,811875892	52,05955777	47,94044223
PASA 200	107,54	47,94044223	100	



Anexo 37. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P1-M6

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019		
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis				
	Perforación:	P1-M6	Cliente:	MINHIV		
	Realizado por:	Glaycer Martinez		Tutor:	Feliciano De Santis	
ENSAYO DE GRANULOMETRIA						
ASTM D-422-02						
Peso total de muestra (g):	253,98	Resultados	Grava:	1,30616976	Finos:	51,9725963
Peso muestra lavada (g):	121,98		Arena:	50,753388	Toral:	100

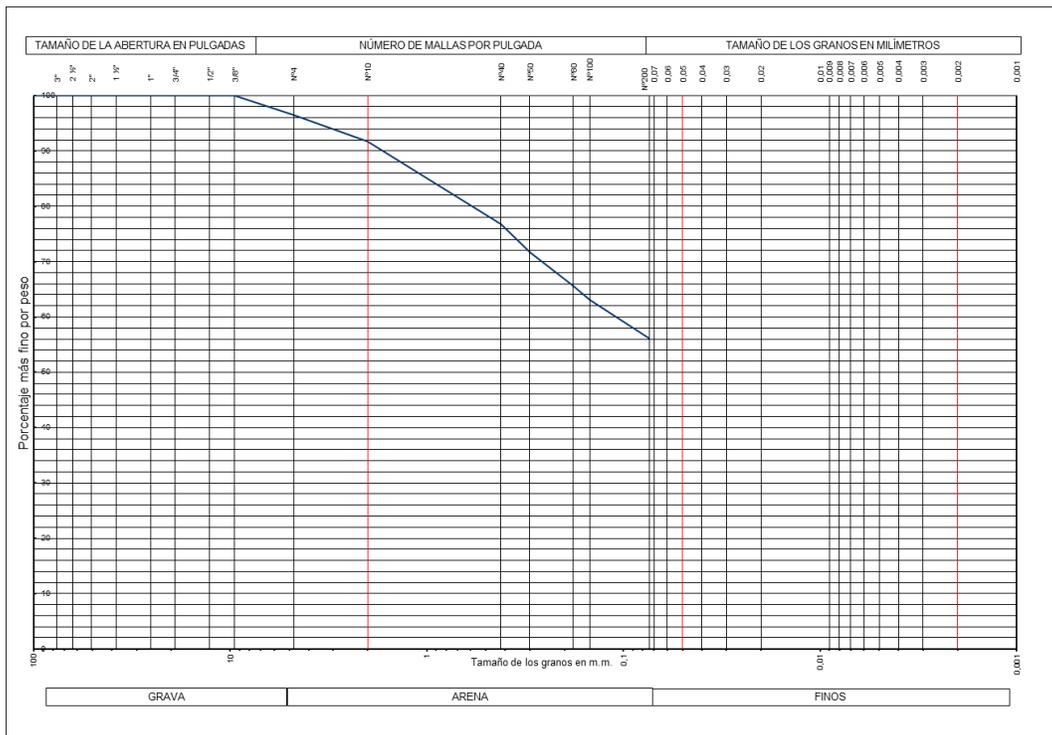
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	4,17	1,641861564	1,641861564	98,35813844
Nº 10	19,78	7,788014804	9,429876368	90,57012363
Nº 40	43,58	17,1588314	26,58870777	73,41129223
Nº 50	12,46	4,905898102	31,49460587	68,50539413
Nº 80	16,28	6,40995354	37,90455941	62,09544059
Nº 100	7,08	2,787621073	40,69218049	59,30781951
Nº 200	18,63	7,335223246	48,02740373	51,97259627
PASA 200	132	51,97259627	100	



Anexo 38. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P1-M8

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis					
	Perforación:	P1-M8	Cliente:	MNHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez		Tutor:	Feliciano De Santis		
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	253,98	Resultados	Grava:	3,433923	Finos:	56,1205184	
Peso muestra lavada (g):	121,98		Arena:	40,4455586	Total:	100	

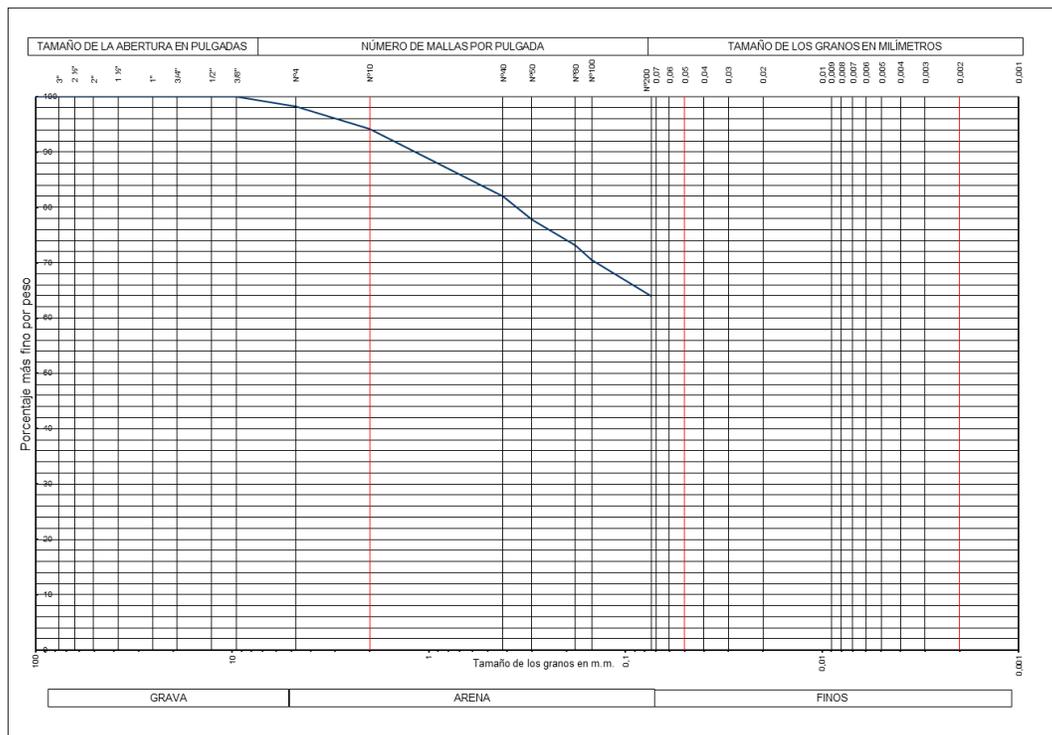
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	7,26	3,433922997	3,433922997	96,566077
Nº 10	10,37	4,904928578	8,338851575	91,66114842
Nº 40	31,43	14,86614322	23,2049948	76,7950052
Nº 50	10,81	5,113045123	28,31803992	71,68196008
Nº 80	12,75	6,030649891	34,34868981	65,65131019
Nº 100	5,47	2,587267051	36,93595686	63,06404314
Nº 200	14,68	6,943524737	43,8794816	56,1205184
PASA 200	118,65	56,1205184	100	



Anexo 39. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P1-M11

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis					
	Perforación:	P1-M11	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martínez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	316,86	Resultados	Grava:	1,67897494	Finos:	63,97147	
Peso muestra lavada (g):	114,16		Arena:	34,349555	Total:	100	

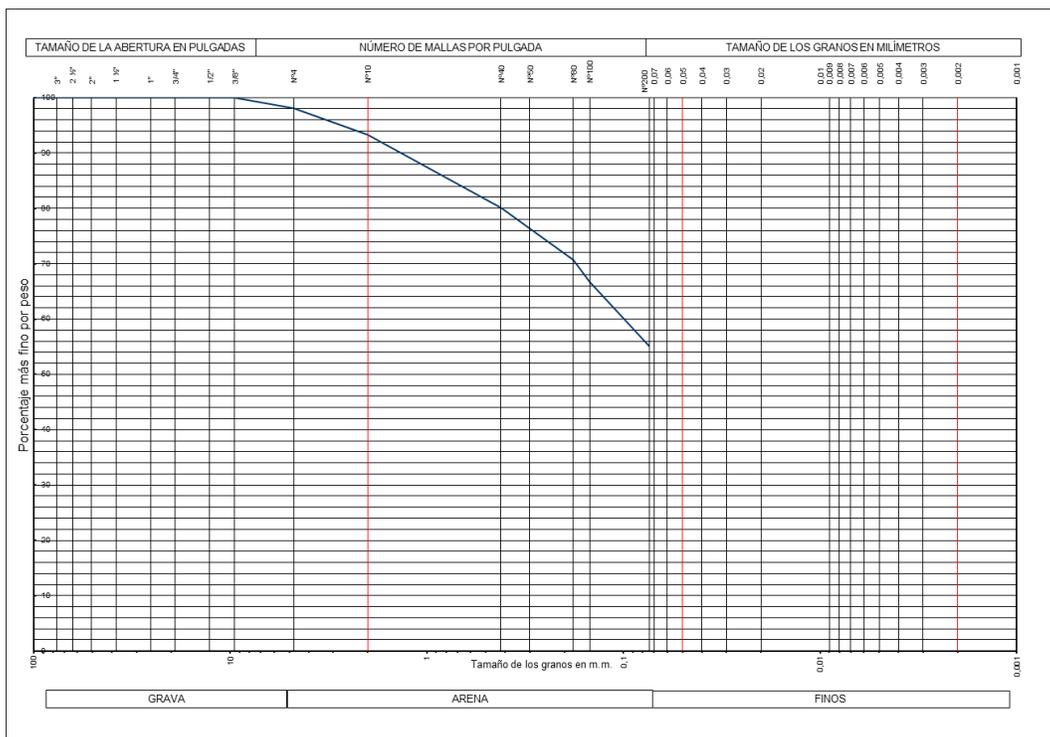
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	5,32	1,678974942	1,678974942	98,32102506
Nº 10	12,93	4,08066654	5,759641482	94,24035852
Nº 40	38,94	12,28933914	18,04898062	81,95101938
Nº 50	13,04	4,115382188	22,16436281	77,83563719
Nº 80	14,86	4,689768352	26,85413116	73,14586884
Nº 100	8,1	2,556334028	29,41046519	70,58953481
Nº 200	20,97	6,61806476	36,02852995	63,97147005
PASA 200	202,7	63,97147005	100	



Anexo 40. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P2-M2

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis					
	Perforación:	P2-M2	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	268,15	Resultados	Grava:	1,8310647	Finos:	55,0848406	
Peso muestra lavada (g):	120,44		Arena:	43,0840947	Toral:	100	

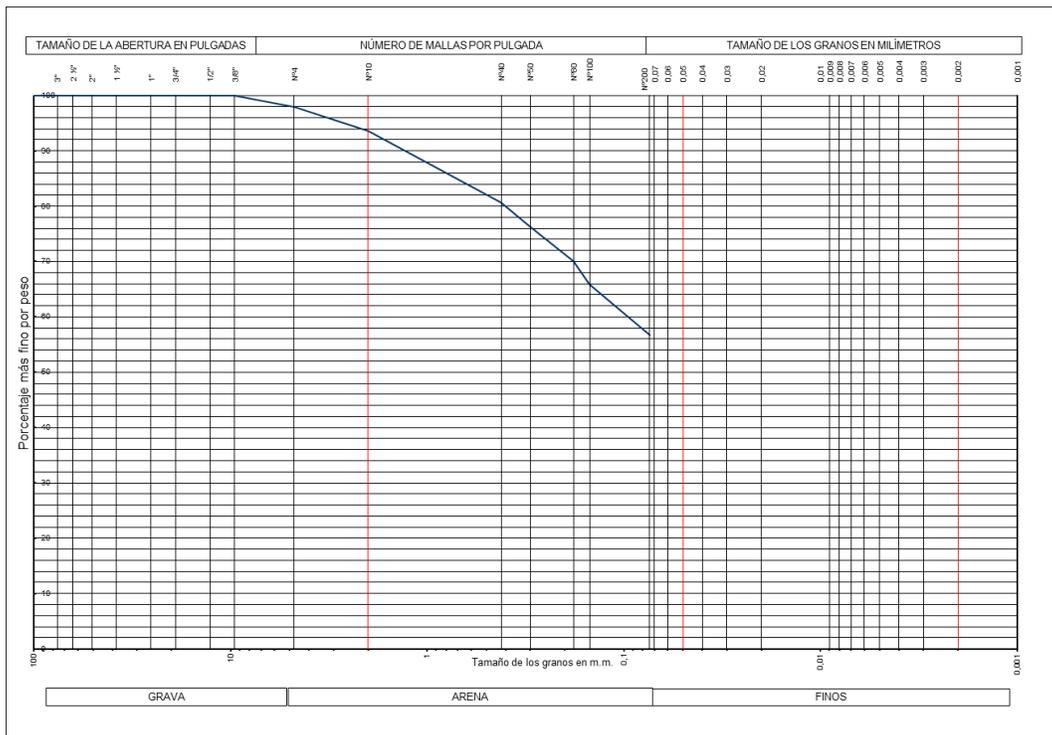
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	4,91	1,831064703	1,831064703	98,1689353
Nº 10	12,82	4,780906209	6,611970912	93,38802909
Nº 40	35,41	13,20529554	19,81726646	80,18273354
Nº 50	10,47	3,904531046	23,7217975	76,2782025
Nº 80	14,91	5,560320716	29,28211822	70,71788178
Nº 100	10,63	3,964199142	33,24631736	66,75368264
Nº 200	31,29	11,66884207	44,91515943	55,08484057
PASA 200	147,71	55,08484057	100	



Anexo 41. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P2-M6

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019		
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis				
	Perforación:	P2-M6	Cliente:	MINHIV		
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis		
ENSAYO DE GRANULOMETRIA						
ASTM D-422-02						
Peso total de muestra (g):	324,38	Resultados	Grava:	2,0963068	Finos:	56,6434429
Peso muestra lavada (g):	140,64		Arena:	41,2602503	Total:	100

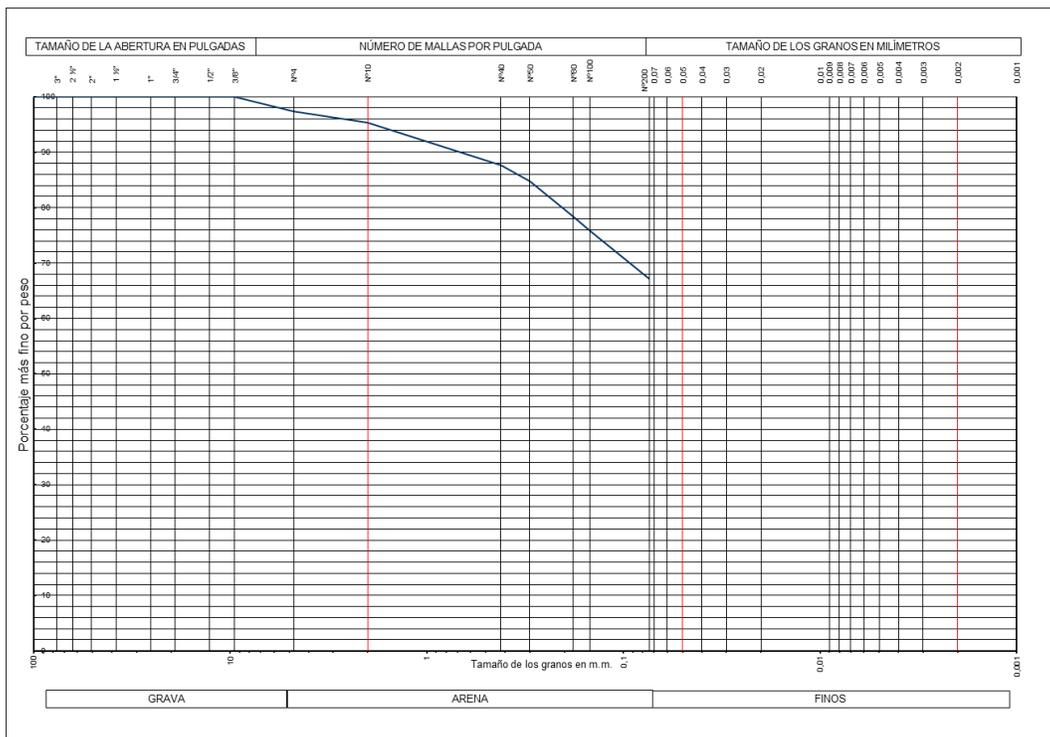
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	6,8	2,096306801	2,096306801	97,9036932
Nº 10	13,96	4,30359455	6,39990135	93,60009865
Nº 40	41,94	12,92928047	19,32918182	80,67081818
Nº 50	13,9	4,285097725	23,61427955	76,38572045
Nº 80	20,45	6,304334423	29,91861397	70,08138603
Nº 100	13,65	4,208027622	34,12664159	65,87335841
Nº 200	29,94	9,229915531	43,35655712	56,64344288
PASA 200	183,74	56,64344288	100	



Anexo 42. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P2-M10

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis					
	Perforación:	P2-M10	Cliete:	MINHIV			
	Realizado por:	Glacyer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	170,65	Resultados	Grava:	2,68385585	Finos:	67,1549956	
Peso muestra lavada (g):	56,05		Arena:	30,1611485	Toral:	100	

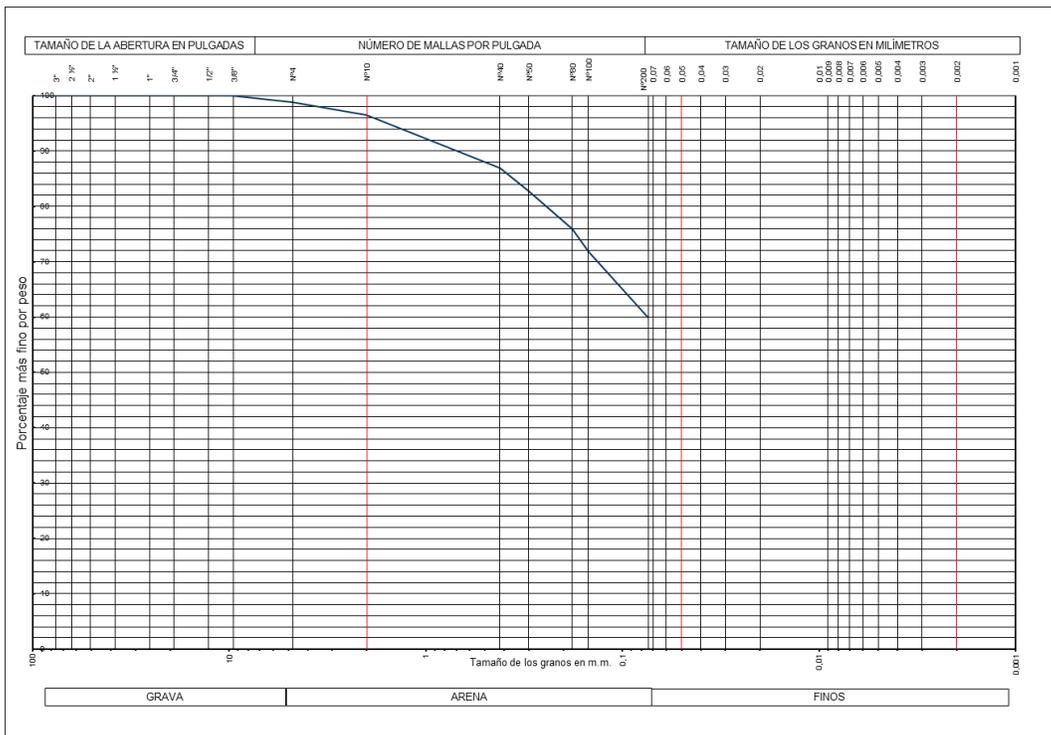
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	4,58	2,683855845	2,683855845	97,31614415
Nº 10	3,28	1,922062701	4,605918547	95,39408145
Nº 40	13,31	7,799589804	12,40550835	87,59449165
Nº 50	4,78	2,801054791	15,20656314	84,79343686
Nº 80	10,9	6,387342514	21,59390565	78,40609435
Nº 100	4,26	2,496337533	24,09024319	75,90975681
Nº 200	14,94	8,754761207	32,84500439	67,15499561
PASA 200	114,6	67,15499561	100	



Anexo 43. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P3-M3

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis					
	Perforación:	P3-M3	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	199,74	Resultados	Grava:	1,15149695	Finos:	59,8578152	
Peso muestra lavada (g):	80,18		Arena:	38,9906879	Toral:	100	

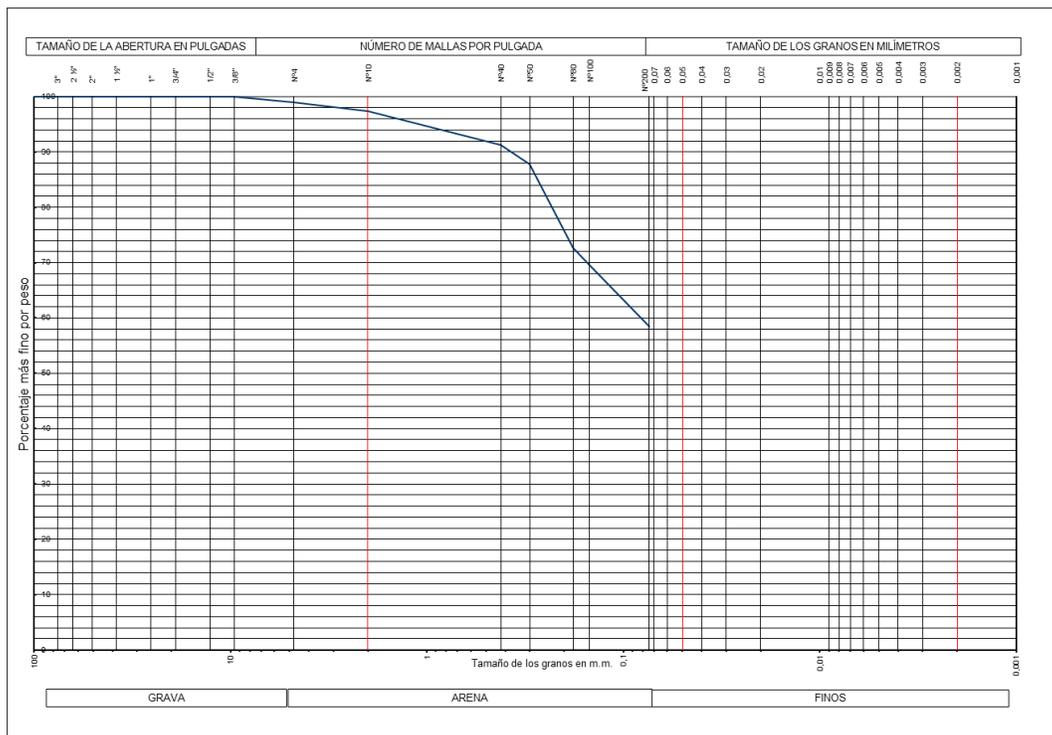
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	2,3	1,151496946	1,151496946	98,84850305
Nº 10	4,75	2,378091519	3,529588465	96,47041153
Nº 40	19,03	9,527385601	13,05697407	86,94302593
Nº 50	8,51	4,2605387	17,31751277	82,68248723
Nº 80	13,63	6,823871032	24,1413838	75,8586162
Nº 100	8,17	4,090317413	28,23170121	71,76829879
Nº 200	23,79	11,91048363	40,14218484	59,85781516
PASA 200	119,56	59,85781516	100	



Anexo 44. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P3-M4

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis					
	Perforación:	P3-M4	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glacier Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	189,55	Resultados	Grava:	0,98654709	Finos:	58,4489581	
Peso muestra lavada (g):	78,76		Arena:	40,5644949	Total:	100	

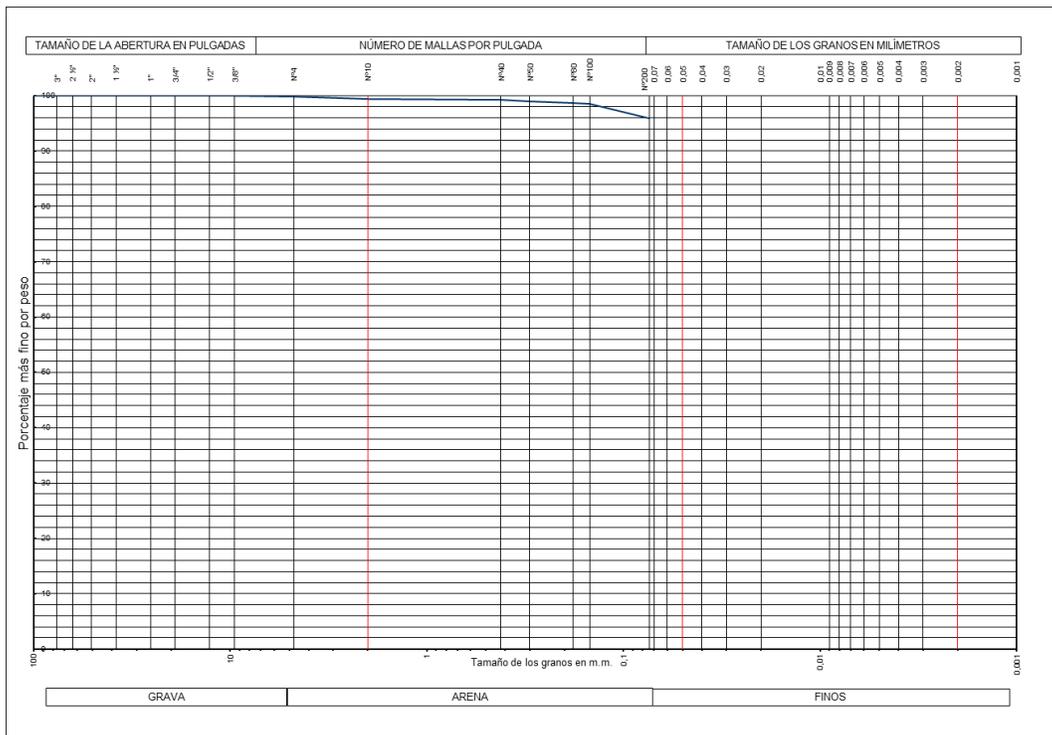
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	1,87	0,986547085	0,986547085	99,01345291
Nº 10	3,16	1,667106304	2,65365339	97,34634661
Nº 40	11,38	6,003692957	8,657346347	91,34265365
Nº 50	6,78	3,57689264	12,23423899	87,76576101
Nº 80	28,58	15,07781588	27,31205487	72,68794513
Nº 100	5,68	2,996570826	30,30862569	69,69137431
Nº 200	21,31	11,24241625	41,55104194	58,44895806
PASA 200	110,79	58,44895806	100	



Anexo 45. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P3-M6

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guareñas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis					
	Perforación:	P3-M6	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glایcer Martínez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	207,51	Resultados	Grava:	0,0963809	Finos:	95,9568214	
Peso muestra lavada (g):	8,39		Arena:	3,94679774	Toral:	100	

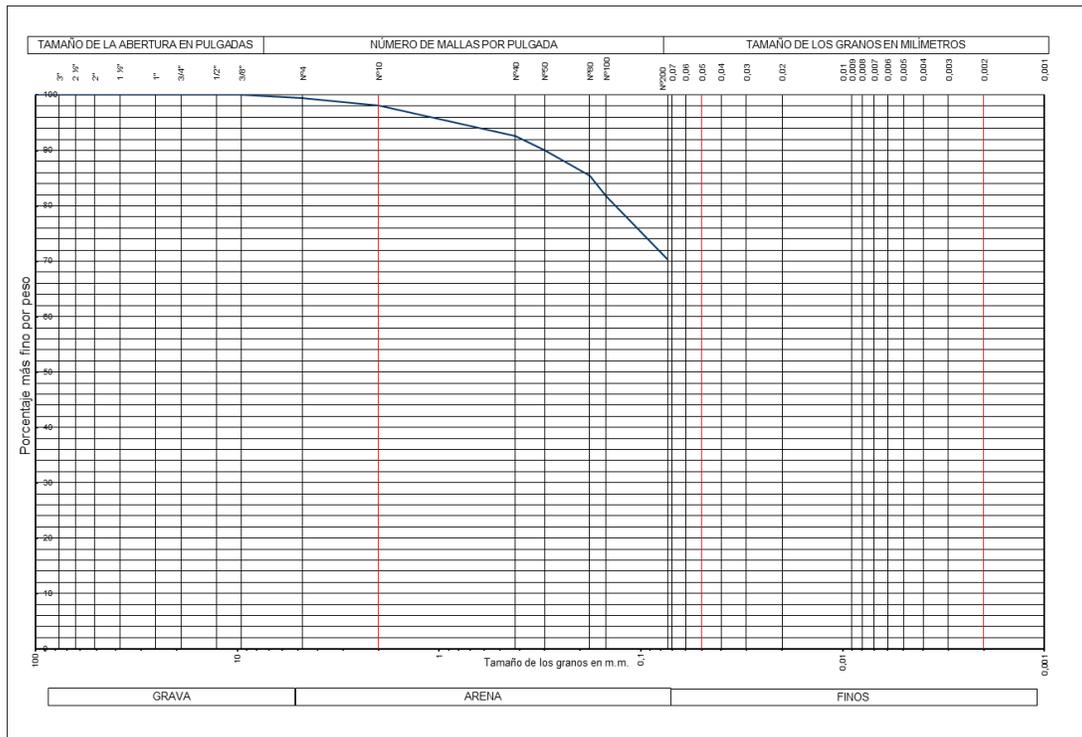
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	0,2	0,096380897	0,096380897	99,9036191
Nº 10	1,01	0,486723531	0,583104429	99,41689557
Nº 40	0,28	0,134933256	0,718037685	99,28196232
Nº 50	0,72	0,34697123	1,065008915	98,93499108
Nº 80	0,45	0,216857019	1,281865934	98,71813407
Nº 100	0,29	0,139752301	1,421618235	98,57838176
Nº 200	5,44	2,621560407	4,043178642	95,95682136
PASA 200	199,12	95,95682136	100	



Anexo 46. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P4-M1

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guareñas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis					
	Perforación:	P4-M1	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martínez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	226,18	Resultados	Grava:	0,57476346	Finos:	70,3554691	
Peso muestra lavada (g):	67,05		Arena:	29,0697674	Total:	100	

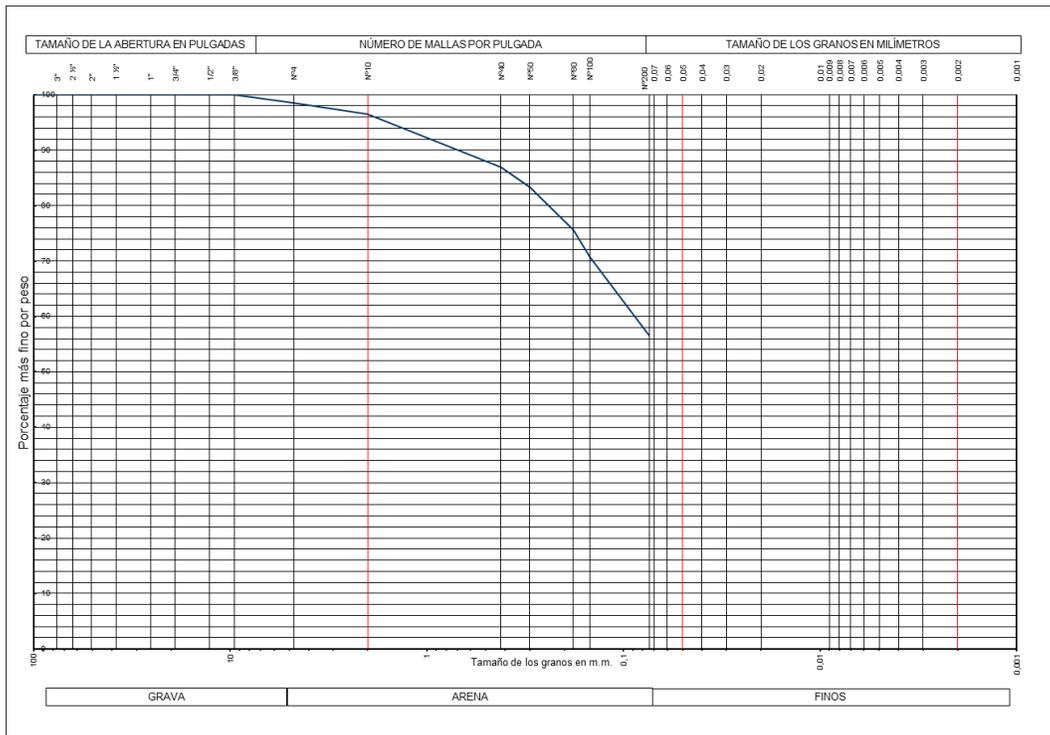
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	1,3	0,574763463	0,574763463	99,42523654
Nº 10	2,82	1,246794588	1,821558051	98,17844195
Nº 40	12,53	5,539835529	7,36139358	92,63860642
Nº 50	5,7	2,520116721	9,881510302	90,1184897
Nº 80	10,48	4,633477761	14,51498806	85,48501194
Nº 100	8,56	3,784596339	18,2995844	81,7004156
Nº 200	25,66	11,3449465	29,6445309	70,3554691
PASA 200	159,13	70,3554691	100	



Anexo 47. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P4-M2

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019		
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guareñas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis				
	Perforación:	P4-M2	Cliente:	MINHIV		
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis		
ENSAYO DE GRANULOMETRIA						
ASTM D-422-02						
Peso total de muestra (g):	220,07	Resultados	Grava:	1,41318671	Finos:	56,5365566
Peso muestra lavada (g):	95,65		Arena:	42,0502567	Toral:	100

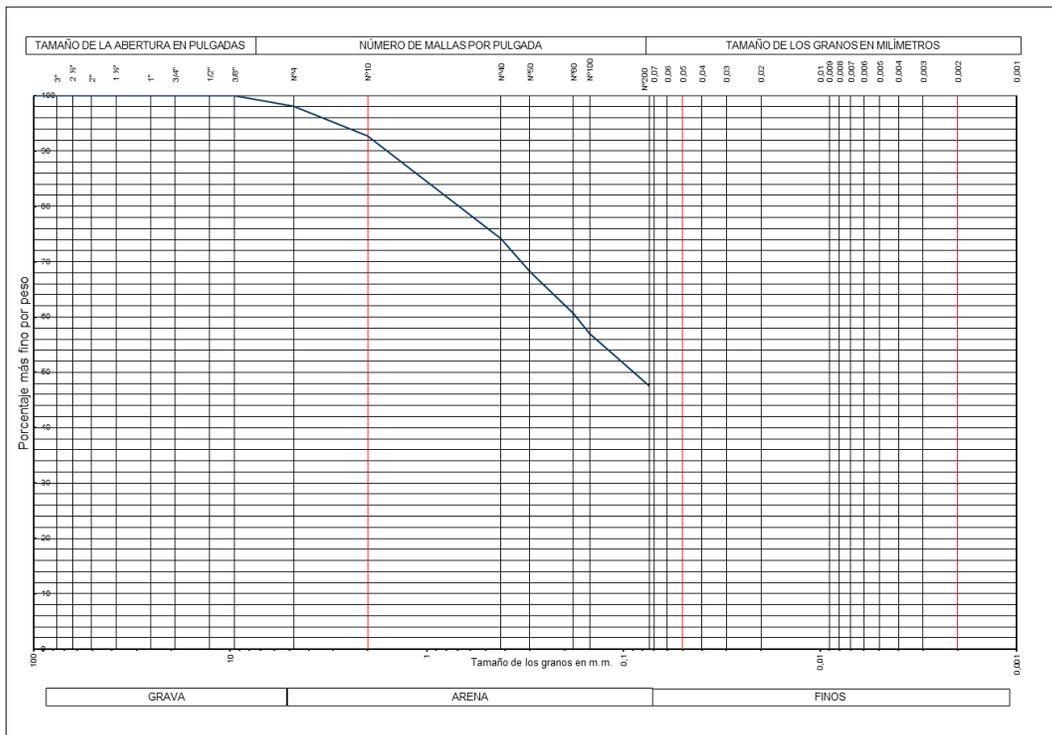
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	3,11	1,413186713	1,413186713	98,58681329
Nº 10	4,55	2,06752397	3,480710683	96,51928932
Nº 40	21,05	9,565138365	13,04584905	86,95415095
Nº 50	7,9	3,589766892	16,63561594	83,36438406
Nº 80	17,09	7,76571091	24,40132685	75,59867315
Nº 100	10,41	4,730313082	29,13163993	70,86836007
Nº 200	31,54	14,33180352	43,46344345	56,53655655
PASA 200	124,42	56,53655655	100	



Anexo 48. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P4-M3

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis					
	Perforación:	P4-M3	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glycer Martinez		Tutor:	Feliciano De Santis		
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	258,71	Resultados	Grava:	1,9056086	Finos:	47,5397163	
Peso muestra lavada (g):	135,72		Arena:	50,5546751	Toral:	100	

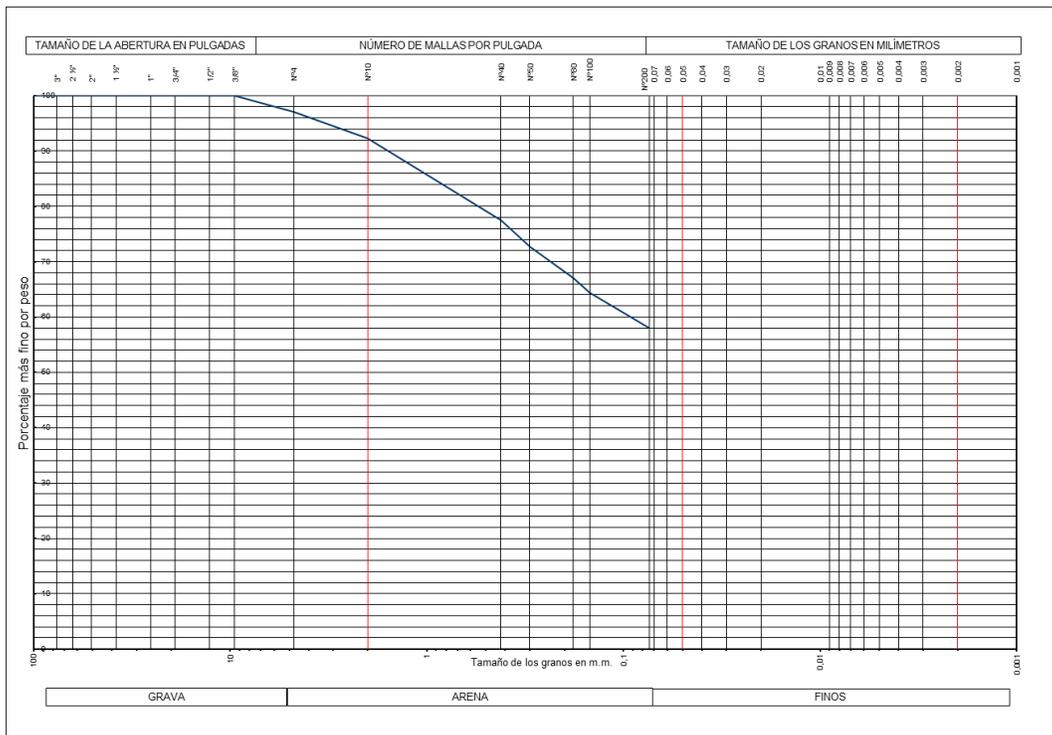
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	4,93	1,905608596	1,905608596	98,0943914
Nº 10	13,86	5,357349928	7,262958525	92,73704148
Nº 40	48,22	18,63863013	25,90158865	74,09841135
Nº 50	15,3	5,913957713	31,81554636	68,18445364
Nº 80	19,44	7,514205095	39,32975146	60,67024854
Nº 100	9,29	3,590893278	42,92064474	57,07935526
Nº 200	24,68	9,539638978	52,46028372	47,53971628
PASA 200	122,99	47,53971628	100	



Anexo 49. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P4-M5 y 6

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis					
	Perforación:	P4-M5 y 6	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	347,87	Resultados	Grava:	2,8688878	Finos:	58,0906661	
Peso muestra lavada (g):	145,79		Arena:	39,0404461	Toral:	100	

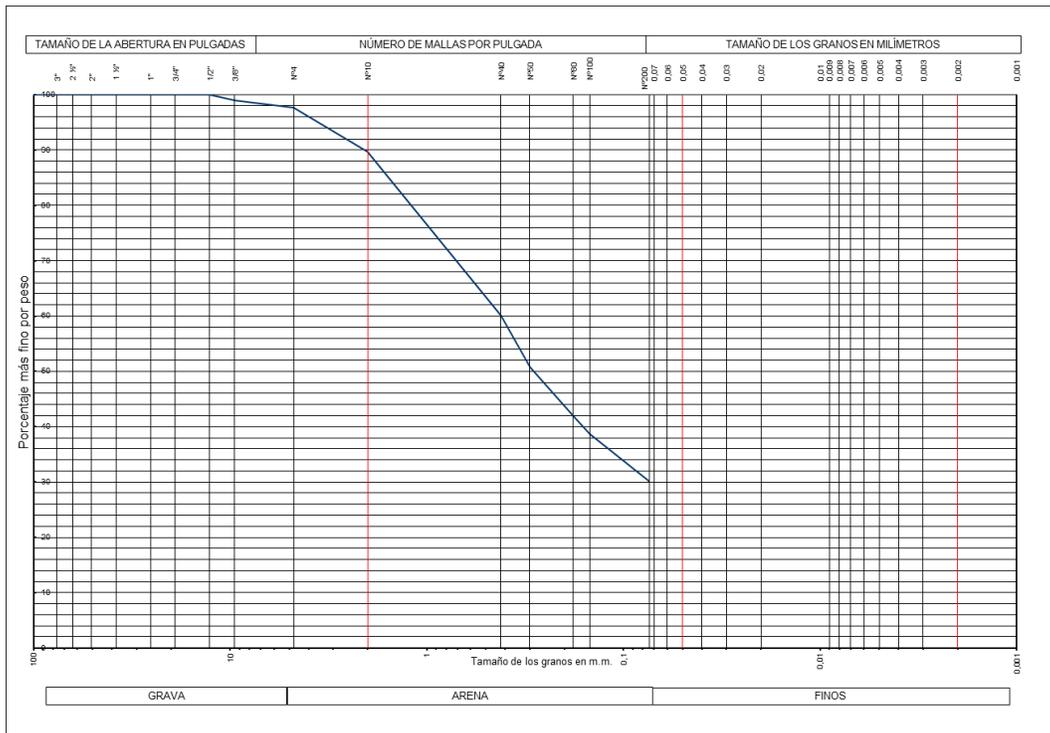
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	9,98	2,868887803	2,868887803	97,1311122
Nº 10	16,97	4,87825912	7,747146923	92,25285308
Nº 40	51,49	14,80150631	22,54865323	77,45134677
Nº 50	16,65	4,786270733	27,33492397	72,66507603
Nº 80	19,73	5,671658953	33,00658292	66,99341708
Nº 100	9	2,587173369	35,59375629	64,40624371
Nº 200	21,97	6,315577658	41,90933395	58,09066605
PASA 200	202,08	58,09066605	100	



Anexo 50. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P5-M2

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis					
	Perforación:	P5-M2	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	272,84	Resultados	Grava:	2,38967893	Finos:	30,1532033	
Peso muestra lavada (g):	190,57		Arena:	67,4571177	Toral:	100	

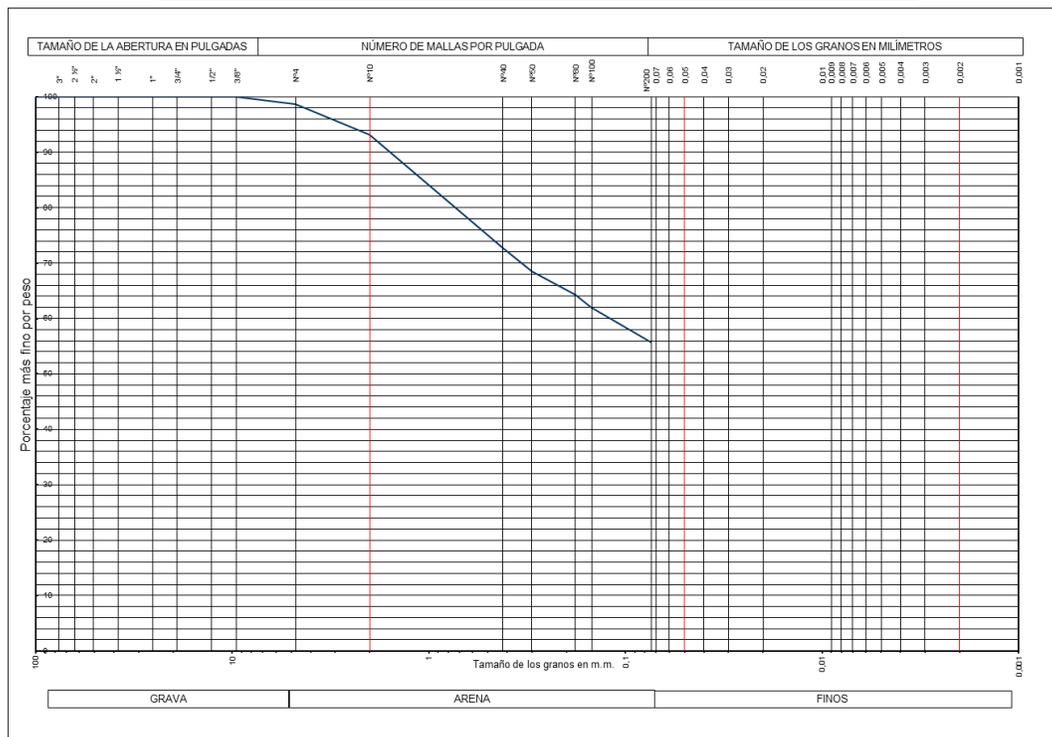
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "	2,75	1,007916728	1,007916728	98,99208327
Nº 4	3,77	1,381762205	2,389678933	97,61032107
Nº 10	21,74	7,968039877	10,35771881	89,64228119
Nº 40	80,65	29,55944876	39,91716757	60,08283243
Nº 50	25,34	9,287494502	49,20466207	50,79533793
Nº 80	24,26	8,891658115	58,09632019	41,90367981
Nº 100	8,73	3,199677467	61,29599765	38,70400235
Nº 200	23,33	8,550799003	69,84679666	30,15320334
PASA 200	82,27	30,15320334	100	



Anexo 51. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P5-M3

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis					
	Perforación:	P5-M3	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez		Tutor:	Feliciano De Santis		
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	310,96	Resultados	Grava:	2,38967893	Finos:	55,6631078	
Peso muestra lavada (g):	137,87		Arena:	67,4571177	Total:	100	

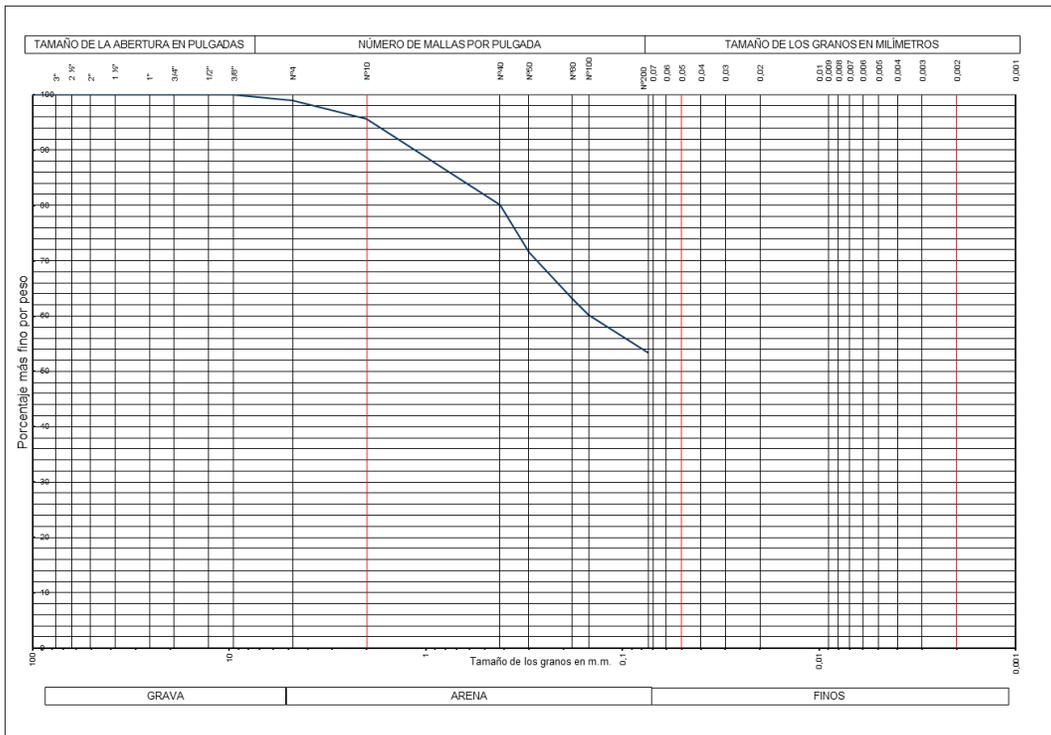
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	4,25	1,366735271	1,366735271	98,63326473
Nº 10	17,05	5,483020324	6,849755596	93,1502444
Nº 40	63,59	20,44957551	27,2993311	72,7006689
Nº 50	13,26	4,264214047	31,56354515	68,43645485
Nº 80	13,04	4,193465397	35,75701055	64,24298945
Nº 100	7	2,251093388	38,00810394	61,99189606
Nº 200	19,68	6,328788269	44,3368922	55,6631078
PASA 200	173,09	55,6631078	100	



Anexo 52. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P5-M5

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019		
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis				
	Perforación:	P5-M5	Cliete:	MINHIV		
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis		
ENSAYO DE GRANULOMETRIA						
ASTM D-422-02						
Peso total de muestra (g):	310,96	Resultados	Grava:	1,04175561	Finos:	53,3259329
Peso muestra lavada (g):	137,87		Arena:	45,6323115	Toral:	100

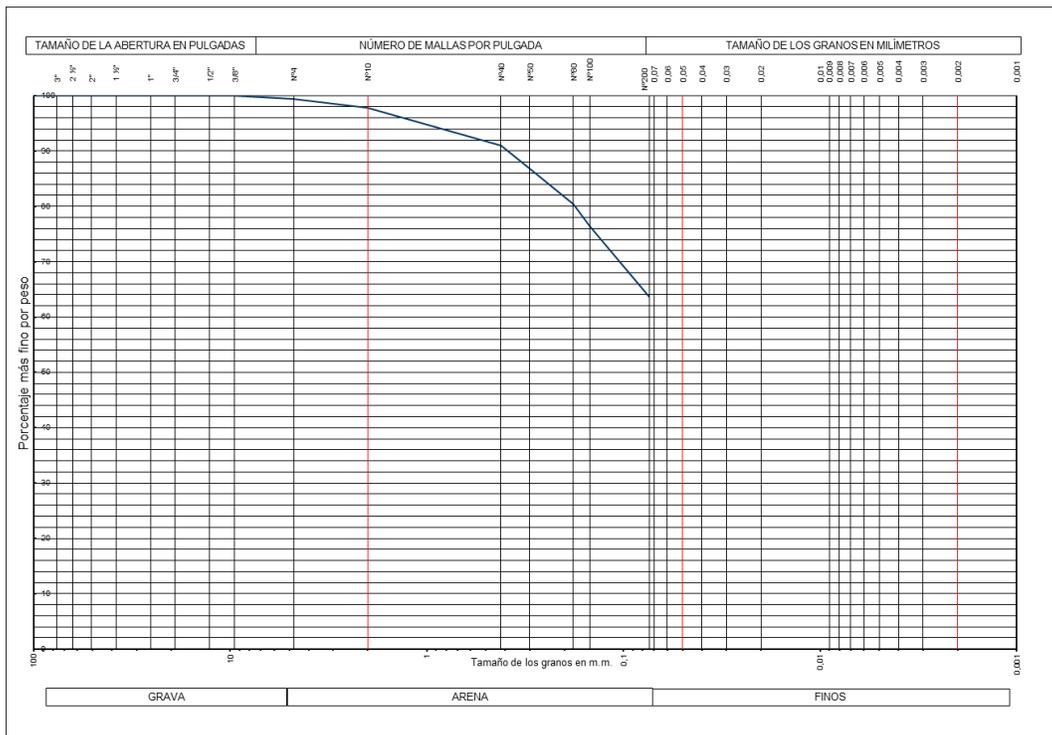
Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	1,22	1,041755614	1,041755614	98,95824439
Nº 10	3,91	3,338741354	4,380496969	95,61950303
Nº 40	18,16	15,50678849	19,88728546	80,11271454
Nº 50	10,02	8,556058407	28,44334386	71,55665614
Nº 80	9,92	8,470668602	36,91401247	63,08598753
Nº 100	3,38	2,886175391	39,80018786	60,19981214
Nº 200	8,05	6,873879259	46,67406712	53,32593288
PASA 200	62,45	53,32593288	100	



Anexo 53. Ensayo de Granulometría Guatire 58 P5-M6,7 y 8

	Obra:	GUATIRE 58		FECHA: 15/08/2019			
	Ubicación:	Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al CC Oasis					
	Perforación:	P5-M6 7 y 8	Cliente:	MINHIV			
	Realizado por:	Glaycer Martinez	Tutor:	Feliciano De Santis			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA							
ASTM D-422-02							
Peso total de muestra (g):	239,49	Resultados	Grava:	0,53446908	Finos:	63,7145601	
Peso muestra lavada (g):	86,90		Arena:	35,7509708	Total:	100	

Tamiz	Peso Retenido (g)	% Ret Tamiz	% Retenido Acumulado	% Pasa
4 "				
3 "				
2 1/2 "				
2 "				
1 1/2 "				
1 "				
3/4 "				
1/2 "				
3/8 "				
Nº 4	1,28	0,53446908	0,53446908	99,46553092
Nº 10	3,88	1,620109399	2,154578479	97,84542152
Nº 40	16,54	6,906342645	9,060921124	90,93907888
Nº 50	9,88	4,125433212	13,18635434	86,81364566
Nº 80	15,53	6,484613136	19,67096747	80,32903253
Nº 100	9,33	3,895778529	23,566746	76,433254
Nº 200	30,46	12,71869389	36,28543989	63,71456011
PASA 200	152,59	63,71456011	100	



Anexo 55. Ensayo de Humedad Natural Guatire 58. ASTM D-2216-98

FECHA: 13/8/2019

PERFORACIÓN: P-1												
Muestra	Profundidad (m)		Envase Nº	Peso (g)					W (%)	PLANILLA		
	de	a		Tara	Tara + Suelo	Tara + Suelo Seco	Agua	Suelo Seco		M	X	Y
P1-M0	0,00	0,45	157	27,97	57,67	56,29	1,38	28,32	4,9	P1-M0	2,44	-4,5
P1-M1	0,55	1,00	85A	29,35	62,57	61,28	1,29	31,93	4,0	P1-M1	2,02	-10
P1-M2	1,33	2,00	42	26,70	58,03	55,81	2,22	29,11	7,6	P1-M2	3,81	-20
P1-M3	2,55	3,00	117	27,26	64,84	62,34	2,50	35,08	7,1	P1-M3	3,56	-30
P1-M4	3,55	4,00	162	27,47	70,55	67,50	3,05	40,03	7,6	P1-M4	3,81	-40
P1-M5	4,55	5,00	112	26,96	58,15	56,05	2,10	29,09	7,2	P1-M5	3,61	-50
P1-M6	5,55	6,00	73	19,36	58,16	55,88	2,28	36,52	6,2	P1-M6	3,12	-60
P1-M7	6,55	7,00	150	29,56	51,42	49,53	1,89	19,97	9,5	P1-M7	4,73	-70
P1-M8	7,55	8,00	108	22,51	60,09	56,75	3,34	34,24	9,8	P1-M8	4,88	-80
P1-M9	8,55	9,00	115	27,40	63,85	62,40	1,45	35,00	4,1	P1-M9	2,02	-90
P1-M10	9,55	10,00	116	19,93	55,98	51,05	4,93	31,12	15,8	P1-M10	7,92	-100
P1-M11	10,55	11,00	161	26,91	89,69	83,30	6,39	56,39	11,3	P1-M11	5,67	-110

PERFORACIÓN: P-2												
Muestra	Profundidad (m)		Envase Nº	Peso (g)					W (%)	PLANILLA		
	de	a		Tara	Tara + Suelo	Tara + Suelo Seco	Agua	Suelo Seco		M	X	Y
P2-M0	0,00	0,45	180	27,89	63,30	62,03	1,27	34,14	3,7	P2-M0	1,86	-4,5
P2-M1	0,55	1,00	154	22,70	62,84	60,96	1,88	38,26	4,9	P2-M1	2,46	-10
P2-M2	1,55	2,00	98	26,84	67,32	65,53	1,79	38,69	4,6	P2-M2	2,31	-20
P2-M3	2,55	3,00	12	20,04	50,89	49,30	1,59	29,26	5,4	P2-M3	2,72	-30
P2-M4	3,55	4,00	103	26,41	61,96	59,64	2,32	33,23	7,0	P2-M4	3,49	-40
P2-M5	4,55	5,00	151	21,16	71,43	67,90	3,53	46,74	7,6	P2-M5	3,78	-50
P2-M6	5,55	6,00	142	19,87	56,36	53,71	2,65	33,84	7,8	P2-M6	3,92	-60
P2-M7	6,55	7,00	97	26,87	59,06	57,96	1,10	31,09	3,5	P2-M7	1,77	-70
P2-M8	7,55	8,00	111	26,23	77,89	70,69	7,20	44,46	16,2	P2-M8	8,10	-80
P2-M9	8,55	9,00	176	28,42	64,99	60,48	4,51	32,06	14,1	P2-M9	7,03	-90
P2-M10	9,55	10,00	106	26,88	69,98	67,17	2,81	40,29	7,0	P2-M10	3,49	-100

PERFORACIÓN: P-3												
Muestra	Profundidad (m)		Envase Nº	Peso (g)					W (%)	PLANILLA		
	de	a		Tara	Tara + Suelo	Tara + Suelo Seco	Agua	Suelo Seco		M	X	Y
P3-M0	0,00	0,45	51	19,23	50,33	49,07	1,26	29,84	4,2	P3-M0	2,11	-4,5
P3-M1	0,55	1,00	107	19,84	48,91	47,82	1,09	27,98	3,9	P3-M1	1,95	-10
P3-M2	1,55	2,00	104	25,76	46,12	44,97	1,15	19,21	6,0	P3-M2	2,99	-20
P3-M3	2,55	3,00	181	20,96	53,45	51,76	1,69	30,80	5,5	P3-M3	2,74	-30
P3-M4	3,55	4,00	3R	19,36	55,38	54,17	1,21	34,81	3,5	P3-M4	1,74	-40
P3-M5	4,53	4,83	85	26,71	63,46	61,75	1,71	35,04	4,9	P3-M5	2,44	-48,3

PERFORACIÓN: P-4												
Muestra	Profundidad (m)		Envase Nº	Peso (g)					W (%)	PLANILLA		
	de	a		Tara	Tara + Suelo	Tara + Suelo Seco	Agua	Suelo Seco		M	X	Y
P4-M0	0,00	0,45	5	26,38	78,31	76,01	2,30	49,63	4,6	P4-M0	2,32	-4,5
P4-M1	0,55	1,00	120	27,21	49,12	48,05	1,07	20,84	5,1	P4-M1	2,57	-10
P4-M2	1,55	2,00	90	27,83	53,66	52,94	0,72	25,11	2,9	P4-M2	1,43	-20
P4-M3	2,55	3,00	102	28,40	71,71	67,52	4,19	39,12	10,7	P4-M3	5,36	-30
P4-M4	3,55	4,00	123	20,02	63,73	59,95	3,78	39,93	9,5	P4-M4	4,73	-40
P4-M5	4,55	5,00	153	20,81	71,50	65,81	5,69	45,00	12,6	P4-M5	6,32	-50
P4-M6	5,55	6,00	122	26,25	61,05	55,76	5,29	29,51	17,9	P4-M6	8,96	-60

PERFORACIÓN: P-5												
Muestra	Profundidad (m)		Envase Nº	Peso (g)					W (%)	PLANILLA		
	de	a		Tara	Tara + Suelo	Tara + Suelo Seco	Agua	Suelo Seco		M	X	Y
P5-M0	0,00	0,45	128	26,59	55,18	54,50	0,68	27,91	2,4	P5-M0	1,22	-4,5
P5-M1	0,55	1,00	133	20,04	46,99	46,46	0,53	26,42	2,0	P5-M1	1,00	-10
P5-M2	1,55	2,00	105	29,28	62,23	61,83	0,40	32,55	1,2	P5-M2	0,61	-20
P5-M3	2,55	3,00	93	19,32	53,59	51,52	2,07	32,20	6,4	P5-M3	3,21	-30
P5-M4	3,55	4,00	110	27,23	86,32	82,52	3,80	55,29	6,9	P5-M4	3,44	-40
P5-M5	4,55	5,00	118	26,43	70,02	64,97	5,05	38,54	13,1	P5-M5	6,55	-50
P5-M6	5,55	6,00	160	27,97	61,68	60,29	1,39	32,32	4,3	P5-M6	2,15	-60
P5-M7	6,55	7,00	156	26,44	62,35	60,19	2,16	33,75	6,4	P5-M7	3,20	-70
P5-M8	7,55	8,00	125	27,27	77,88	74,22	3,66	46,95	7,8	P5-M8	3,90	-80
P5-M9	8,55	9,00	145	26,68	66,32	60,25	6,07	33,57	18,1	P5-M9	9,04	-90

PERFORACIÓN: P-6												
Muestra	Profundidad (m)		Envase Nº	Peso (g)					W (%)	PLANILLA		
	de	a		Tara	Tara + Suelo	Tara + Suelo Seco	Agua	Suelo Seco		M	X	Y
P6-M0	0,00	0,45	152	20,80	50,65	49,84	0,81	29,04	2,8	P6-M0	1,39	-4,5
P6-M1	0,50	1,00	158	20,20	63,64	60,86	2,78	40,66	6,8	P6-M1	3,42	-10

PERFORACION: P-7												
Muestra	Profundidad (m)		Envase Nº	Peso (g)					W (%)	PLANILLA		
	de	a		Tara	Tara + Suelo	Tara + Suelo Seco	Agua	Suelo Seco		M	X	Y
P7-M0	0,00	0,45	95	20,22	68,44	67,84	0,60	47,62	1,3	P7-M0	0,63	-4,5
P7-M1	0,55	0,90	137	28,47	78,26	76,66	1,60	48,19	3,3	P7-M1	1,66	-9

Anexo 56. Ensayo de Peso Unitario Guatire 58

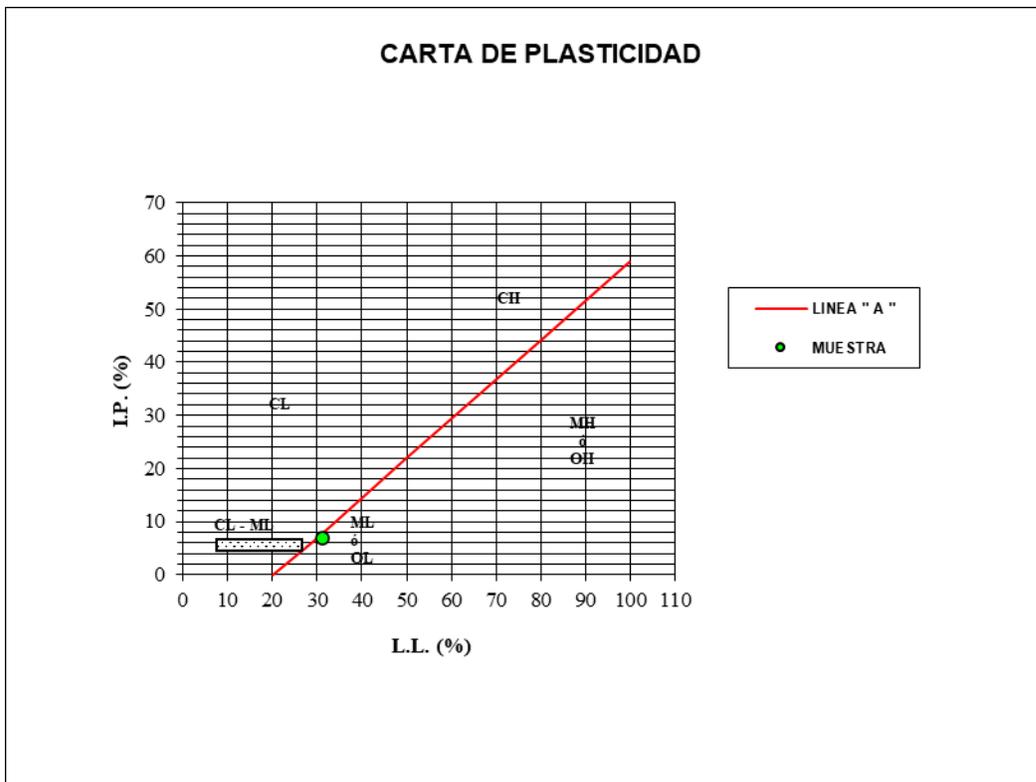
DETERMINACION DEL PESO UNITARIO									
(METODO DE LA PARAFINA)								FECHA: 20/08/2019	
Perf.	Muestra	Peso Muestra	Peso Muestra	Volumen	Peso en el	Vol. Muestra	Volumen	Peso Unit	Peso Unit
		en aire (g)	+ Parafina (g)	Parafina(cm3)	agua (g)	+ Parafina (cm3)	Muestra (cm3)	Hum (Ton/m3)	Seco (Ton/m3)
P-1	M-5	72,00	79,90	8,68	36,80	43,10	34,42	2,09	1,81
P-1	M-6	89,90	99,30	10,33	45,90	53,40	43,07	2,09	1,80
P-1	M-7	111,70	119,20	8,24	56,00	63,20	54,96	2,03	1,72
P-1	M10	129,30	139,80	11,54	65,00	74,80	63,26	2,04	1,73
P-2	M-8	105,30	115,10	10,77	50,50	64,60	53,83	1,96	1,71
P-2	M-9	80,00	87,50	8,24	38,80	48,70	40,46	1,98	1,75
P-4	M-6	73,90	81,30	8,13	34,30	47,00	38,87	1,90	1,62

Anexo 57. Ensayo de Consistencia Guatire 58 P1-M2 y M3

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P1-M2y3						FECHA:23/08/2019		
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL2	9,86	25,01	21,39	3,62	11,53	31,40	31,40
27	LL-4	9,70	24,44	20,99	3,45	11,29	30,56	30,84
30	LL-13A	9,51	23,49	20,23	3,26	10,72	30,41	31,08

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	LIMITE PLASTICO (%&)
56B	8,16	15,93	14,14	1,29	5,98	21,57
40B	7,62	16,17	14,44	1,73	6,82	25,37
38A	7,43	15,01	13,47	1,54	6,04	25,50

RESULTADOS (%)	
LL =	31,1
LP =	24,1
IP =	7,0

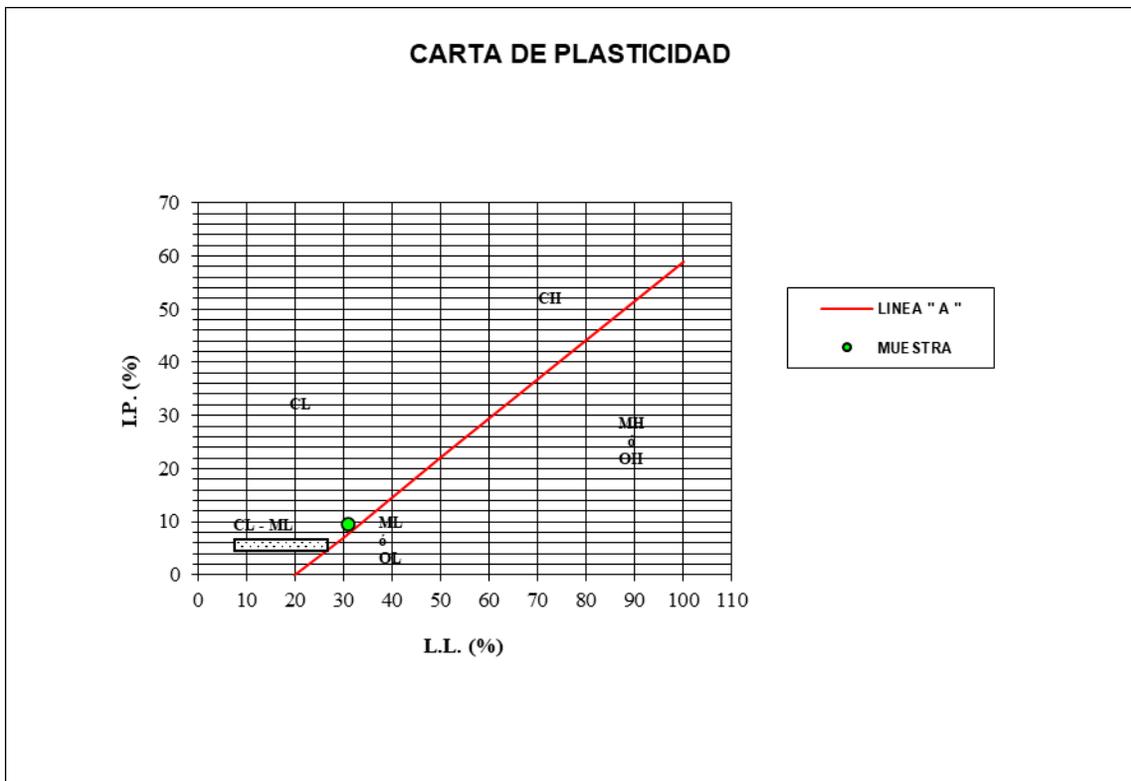


Anexo 58. Ensayo de Consistencia Guatire 58 P1-M4

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P1-M4						FECHA:23/08/2019		
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL18	11,70	24,75	21,62	3,13	9,92	31,55	31,55
28	LL-14	11,24	23,57	20,66	2,91	9,42	30,89	31,31
30	LL-3	11,20	22,51	19,92	2,59	8,72	29,70	30,36

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	LIMITE PLASTICO (%&)
500	11,76	17,38	16,44	0,94	4,68	20,09
53A	10,30	14,69	13,89	0,80	3,59	22,28
54A	11,92	17,42	16,42	1,00	4,50	22,22

RESULTADOS (%)	
LL =	31,1
LP =	21,5
IP =	9,5

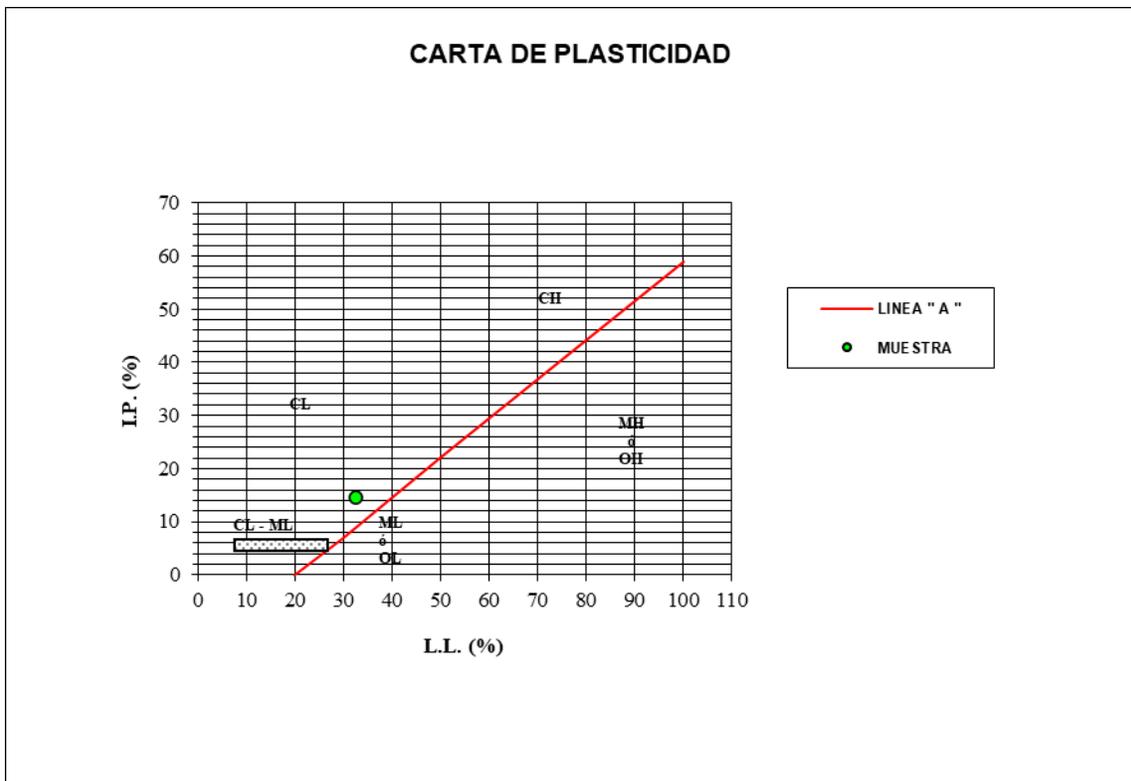


Anexo 59. Ensayo de Consistencia Guatire 58 P1-M5

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P1-M5						FECHA:23/08/2019		
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL20	10,27	22,55	19,50	3,05	9,23	33,04	33,04
27	LL-10	10,24	21,90	19,07	2,83	8,83	32,05	32,35
29	LL-408	9,98	20,66	18,08	2,58	8,10	31,85	32,42

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	LIMITE PLASTICO (%&)
32B	7,49	13,08	12,21	0,87	4,72	18,43
53B	7,91	14,64	13,63	1,01	5,72	17,66
52B	7,70	16,27	14,95	1,32	7,25	18,21

RESULTADOS (%)	
LL =	32,6
LP =	18,1
IP =	14,5

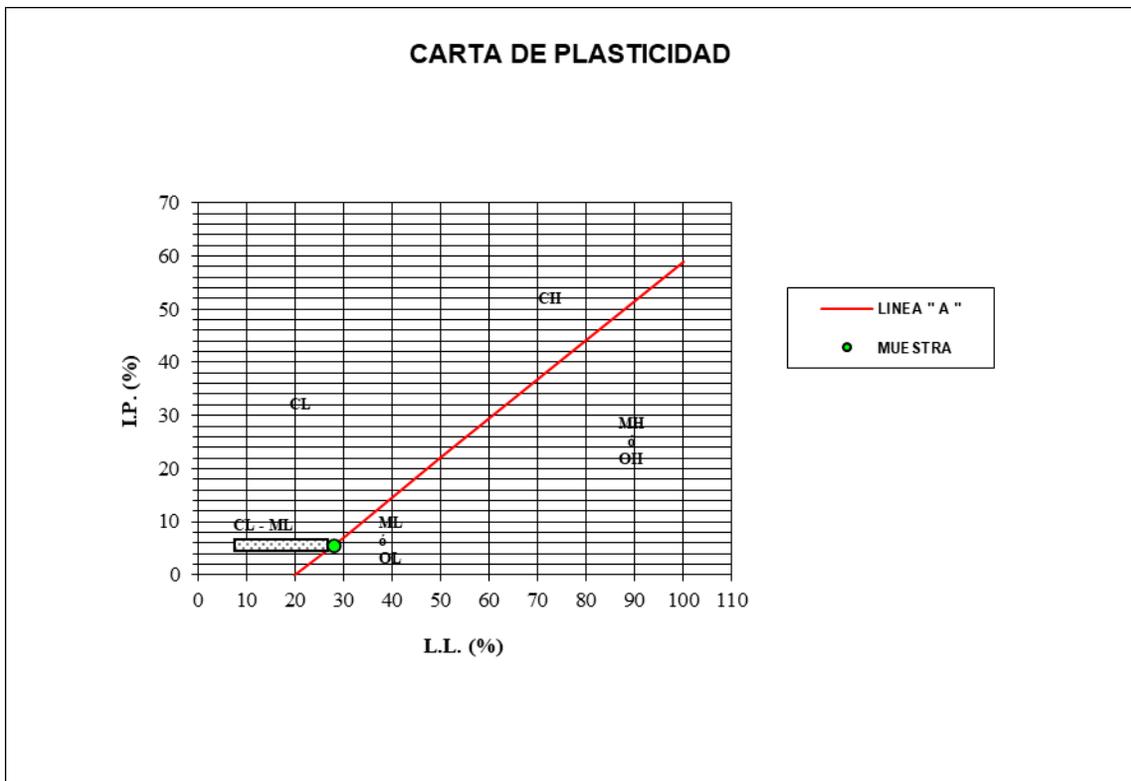


Anexo 60. Ensayo de Consistencia Guatire 58 P1-M7

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P1-M7						FECHA:23/08/2019		
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL654	9,97	22,86	19,98	2,88	10,01	28,77	28,77
27	LL677	9,65	22,55	19,74	2,81	10,09	27,85	28,11
30	LL755	9,16	21,84	19,15	2,69	9,99	26,93	27,52

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	LIMITE PLASTICO (%&)
58	12,16	20,26	18,95	1,31	6,79	19,29
513	13,01	20,91	19,16	1,75	6,15	28,46
505	12,46	20,88	19,46	1,42	7,00	20,29

RESULTADOS (%)	
LL =	28,1
LP =	22,7
IP =	5,5

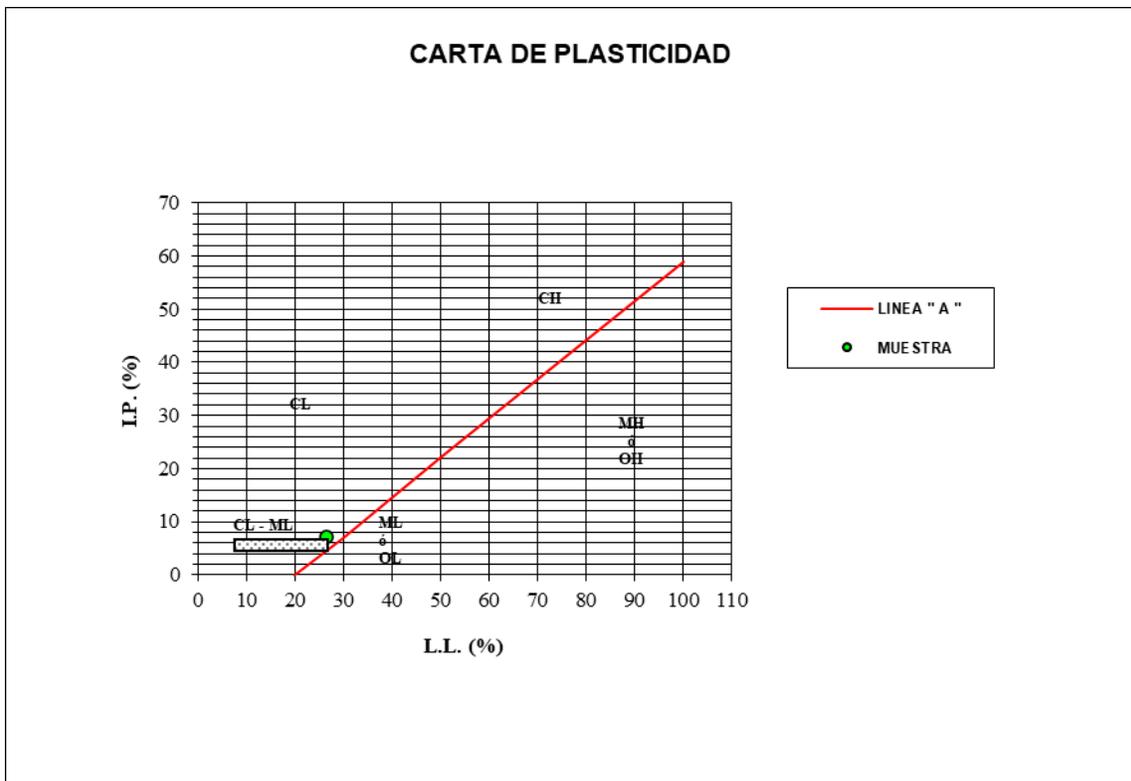


Anexo 61. Ensayo de Consistencia Guatire 58 P1-M9

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P1-M9						FECHA:23/08/2019		
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL-664	9,73	21,57	19,06	2,51	9,33	26,90	26,90
27	LL-11	9,66	20,24	18,07	2,17	8,41	25,80	26,04
29	LL-413	9,59	18,75	16,87	1,88	7,28	25,82	26,29

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	LIMITE PLASTICO (%&)
70	8,12	17,70	16,20	1,50	8,08	18,56
79	9,97	17,69	16,38	1,31	6,41	20,44
31B	8,27	16,48	15,18	1,30	6,91	18,81

RESULTADOS (%)	
LL =	26,4
LP =	19,3
IP =	7,1

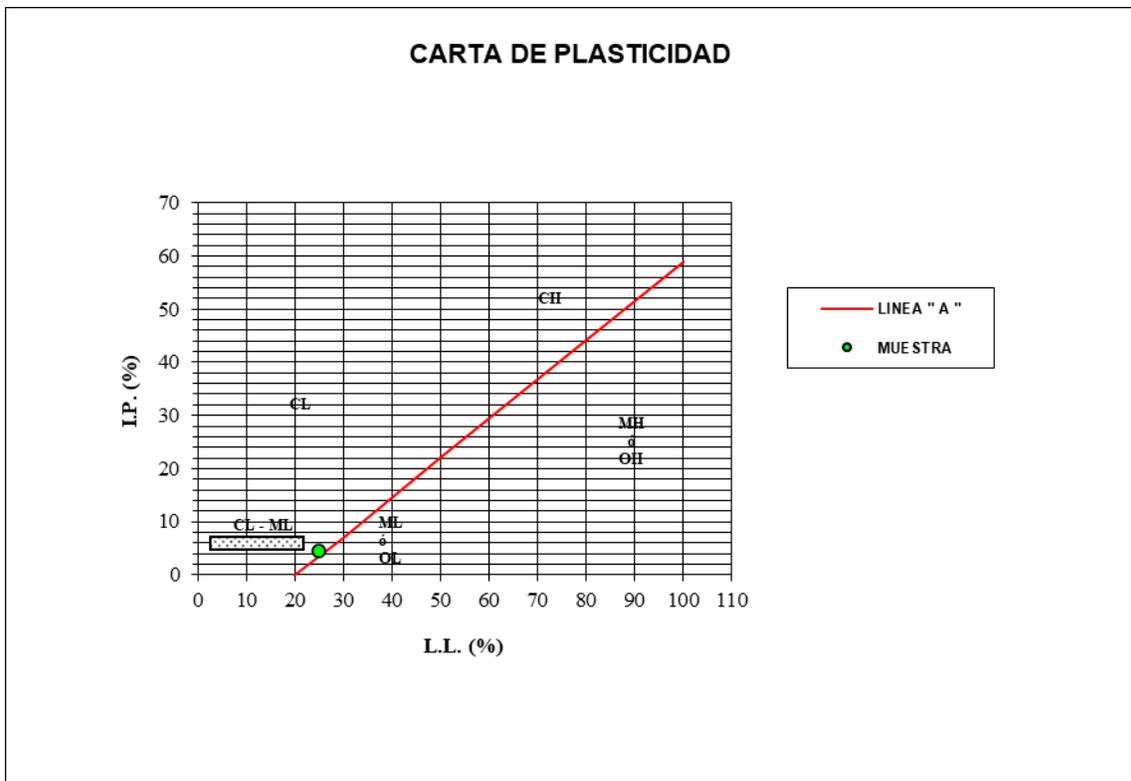


Anexo 62. Ensayo de Consistencia Guatire 58 P3-M3

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P3-M3						FECHA:23/08/2019		
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL-588	12,34	22,72	20,63	2,09	8,29	25,21	25,21
28	LL-429	12,06	20,62	18,94	1,68	6,88	24,42	24,75
30	LL-5	11,18	20,65	18,79	1,86	7,61	24,44	24,98

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	LIMITE PLASTICO (%&)
51A	9,49	14,57	13,84	0,73	4,35	16,78
508	9,63	16,67	15,66	1,01	6,03	16,75
31C	8,12	12,97	11,91	1,06	3,79	27,97

RESULTADOS (%)	
LL =	25,0
LP =	20,5
IP =	4,5

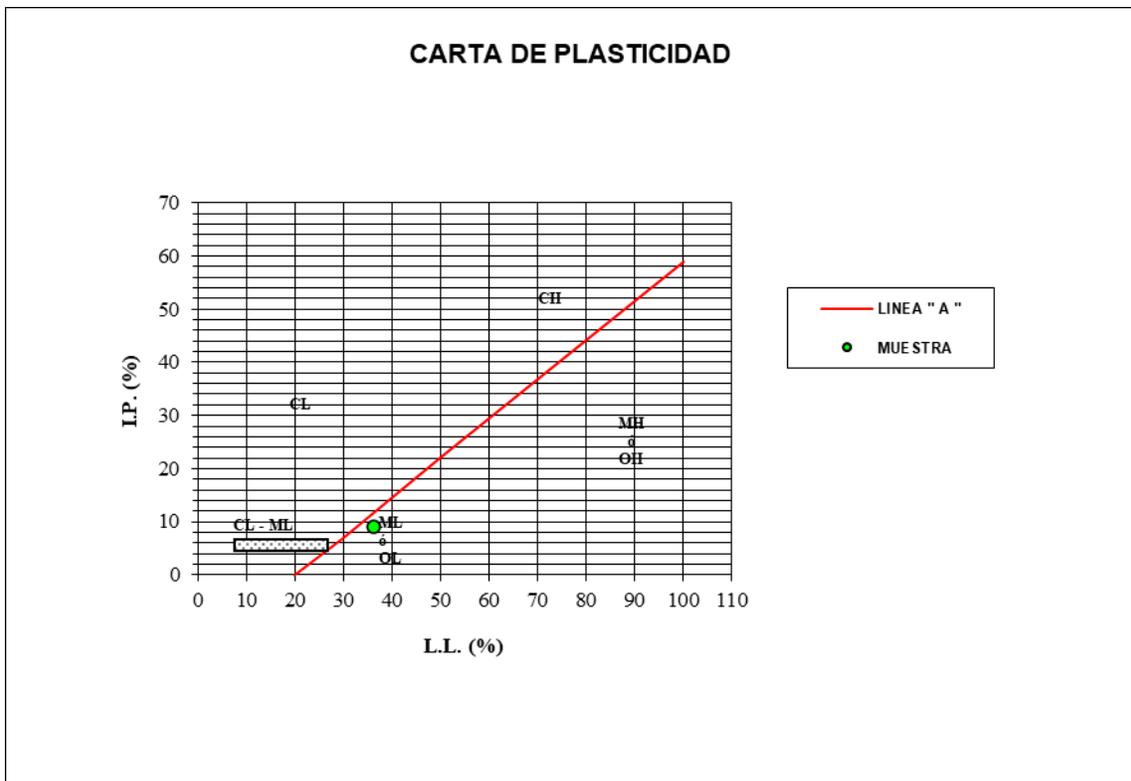


Anexo 63. Ensayo de Consistencia Guatire 58 P3-M6

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P3-M6						FECHA:23/08/2019		
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL-624	11,25	21,30	18,57	2,73	7,32	37,30	37,30
27	LL-510	10,81	21,26	18,51	2,75	7,70	35,71	36,05
30	LL-17	9,74	20,88	18,01	2,87	8,27	34,70	35,47

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	LIMITE PLASTICO (%&)
LP-802	5,90	9,21	8,50	0,71	2,60	27,31
LP-554	5,90	8,95	8,29	0,66	2,39	27,62
LP-683	5,98	8,57	8,03	0,54	2,05	26,34

RESULTADOS (%)	
LL =	36,3
LP =	27,1
IP =	9,2

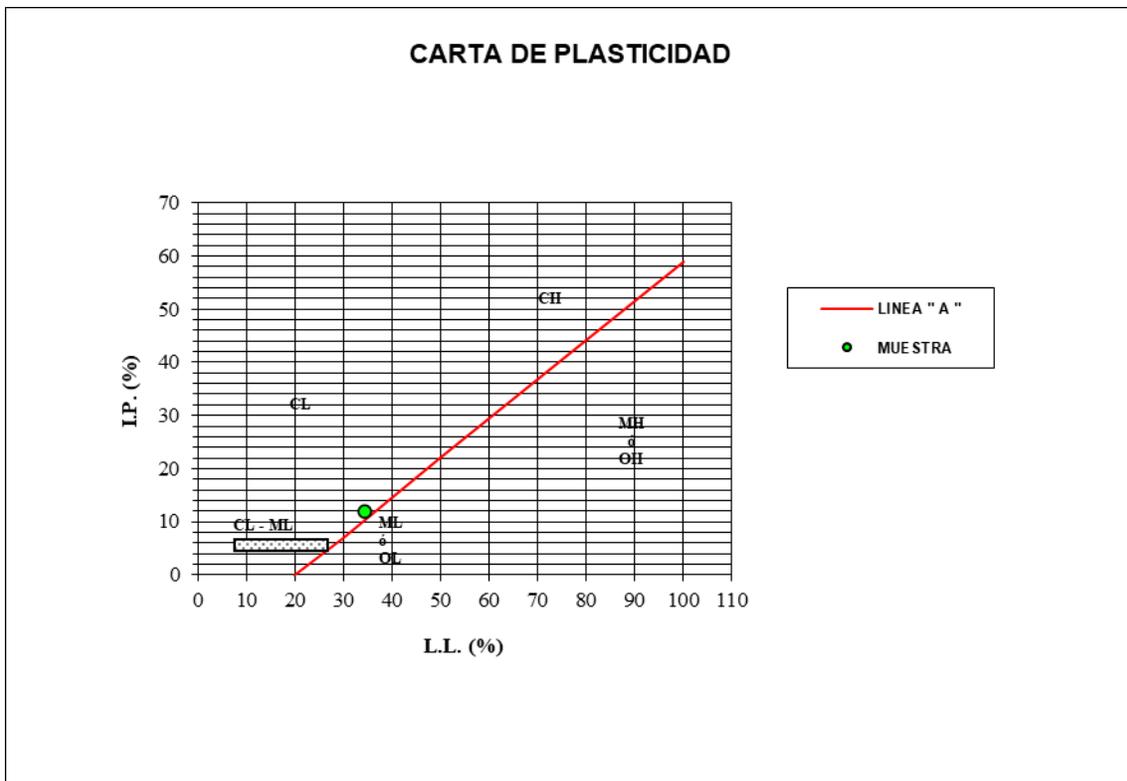


Anexo 64. Ensayo de Consistencia Guatire 58 P4-M2

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P4-M2						FECHA:23/08/2019		
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL-12	9,76	19,42	16,92	2,50	7,16	34,92	34,92
28	LL-1	9,72	19,13	16,73	2,40	7,01	34,24	34,71
30	LL-7	9,69	18,45	16,27	2,18	6,58	33,13	33,86

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	LIMITE PLASTICO (%&)
LP-558	6,02	10,78	9,89	0,89	3,87	23,00
LP-640	5,91	9,95	9,37	0,58	3,46	16,76
LP-644	5,91	10,14	9,21	0,93	3,30	28,18

RESULTADOS (%)	
LL =	34,5
LP =	22,6
IP =	11,8

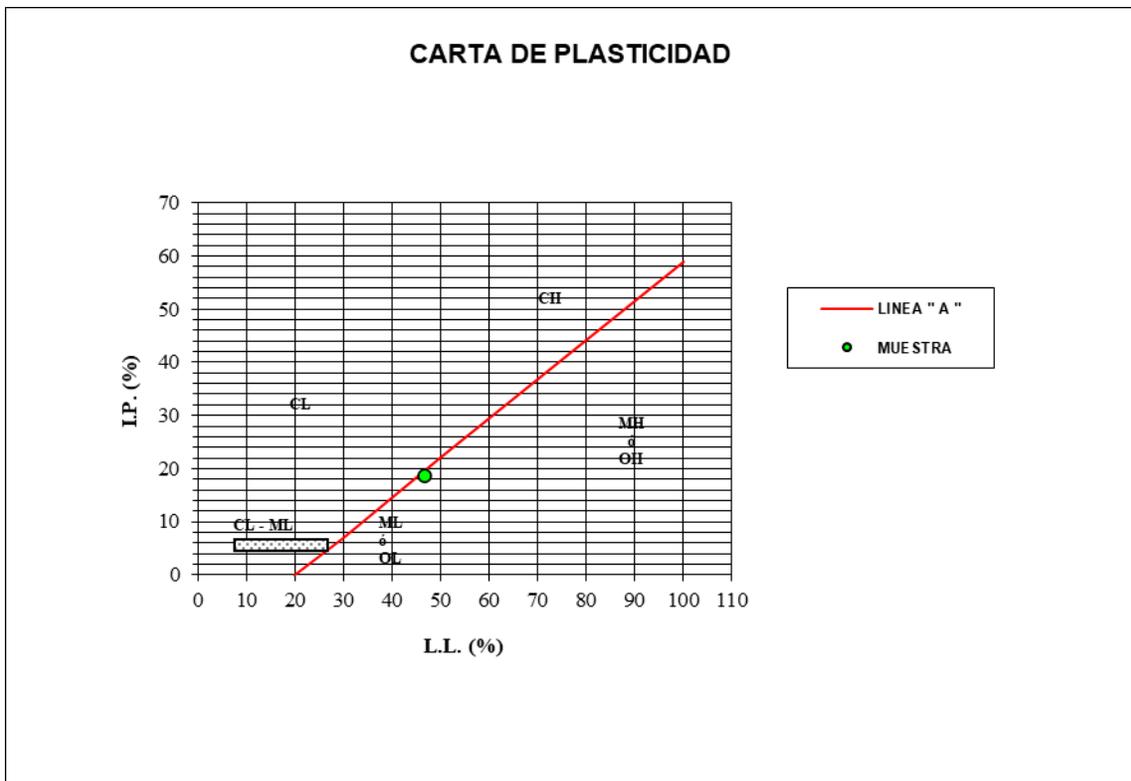


Anexo 65. Ensayo de Consistencia Guatire 58 P5-M5

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P4-M2						FECHA:23/08/2019		
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL-15A	10,71	21,63	18,15	3,48	7,44	46,77	46,77
28	LL-452	10,69	20,35	17,30	3,05	6,61	46,14	46,77
30	LL-666	10,06	20,23	17,04	3,19	6,98	45,70	46,71

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	LIMITE PLASTICO (%&)
69	12,43	17,70	16,65	1,05	4,22	24,88
30B	12,81	17,66	16,56	1,10	3,75	29,33
506	12,06	18,26	16,83	1,43	4,77	29,98

RESULTADOS (%)	
LL =	46,8
LP =	28,1
IP =	18,7

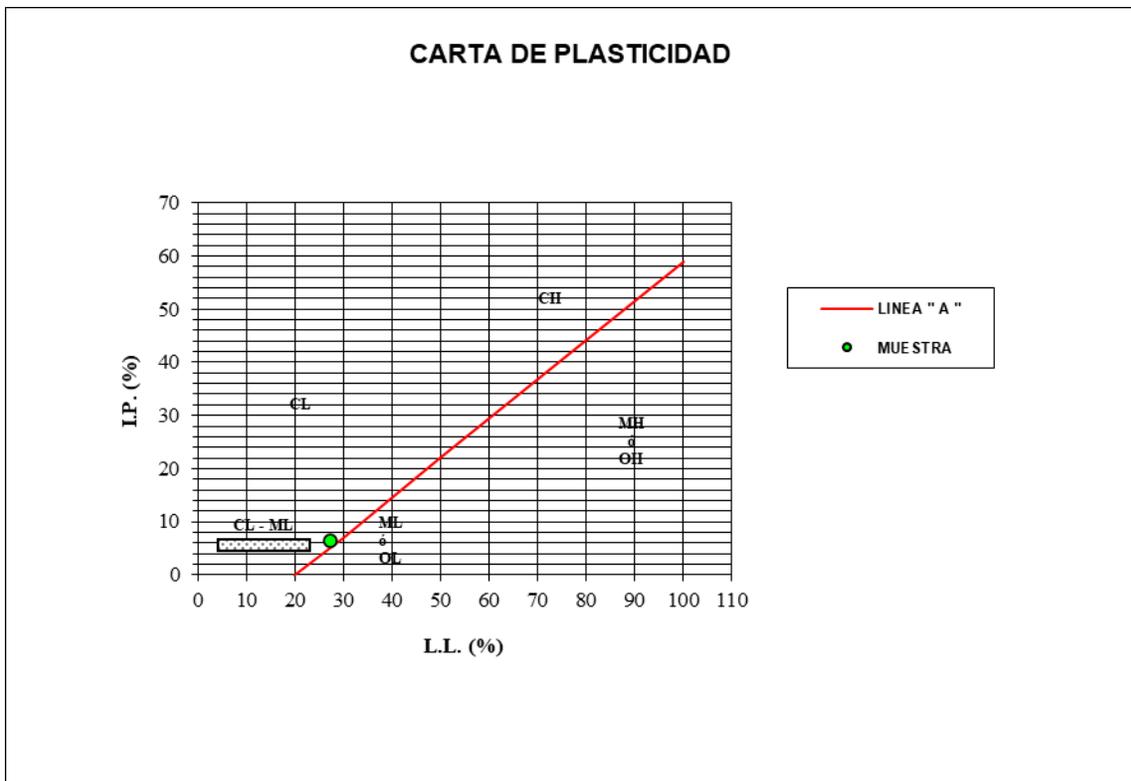


Anexo 66. Ensayo de Consistencia Guatire 58 P5-M6,7,8

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318-95								
PERFORACIÓN P4-M2							FECHA:23/08/2019	
PESO EN GRAMOS								
GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	HUMEDAD (%)	LIMITE LIMITE (%)
25	LL-519	12,38	26,34	23,28	3,06	10,90	28,07	28,07
27	LL-15	11,07	25,20	22,18	3,02	11,11	27,18	27,43
30	LL-16	10,04	24,42	21,49	2,93	11,45	25,59	26,16

PESO EN GRAMOS						
TARA Nº	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	LIMITE PLASTICO (%&)
LP-510	5,95	10,37	9,60	0,77	3,65	21,10
LP-555	6,00	9,59	8,97	0,62	2,97	20,88
LP-705	5,88	9,52	8,91	0,61	3,03	20,13

RESULTADOS (%)	
LL =	27,2
LP =	20,7
IP =	6,5



Anexo 67. Ensayo de Hidrometría Guatire 58 P5-M5

ENSAYO DE HIDROMETRO				
Obra: GUATIRE 58	Fecha: 21/8/2019	Realizado por: Glaycer Martinez	Muestra N°: P5-M5	Capsula N°: 157
Corrección por menisco Cm (cm)= 1	K= 0,01295431	Cilindro N°: 1	Hidrometro N°: 152H	Cantidad: 100 ml
Agenda defloculante: Polofosato de Sodio		Corrección por agenda defloculante y punto cero: $C_d= 18 \text{ gr/lit}$		

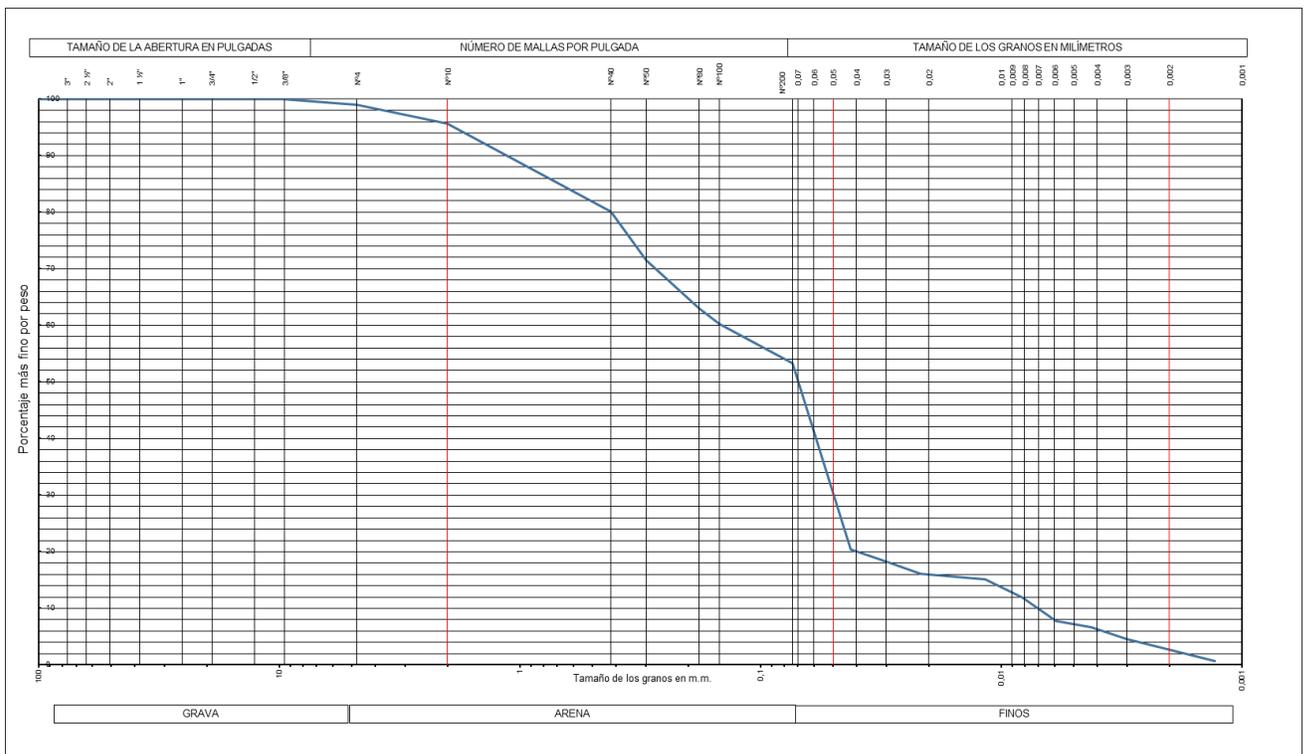
Tiempo	Tiempo Transcurrido (min)	Temperatura (°C)	Lectura Hidrometro (R)	Lectura Corregida (R') (R +)	Profundidad Efectiva (L) cm	Diametro Particulas (D) mm	Ct	R'-Cd±Ct	Porcentaje mas finos. Parcial	Total
43698,375	1	26,3	34	35	10,6	0,04217617	2,12	19,12	38,1530712	20,3454811
43698,3764	2	26,3	32	33	10,9	0,03024214	2,12	17,12	34,1621641	18,2172927
43698,3778	4	26,3	30	31	11,2	0,0216767	2,12	15,12	30,1712571	16,0891043
43698,3854	14	26,4	29	30	11,4	0,01168968	2,16	14,16	28,2556217	15,0675739
43698,3958	30	26,5	26	27	11,9	0,00815882	2,2	11,2	22,3490793	11,917855
43698,4167	60	26,6	22	23	12,5	0,00591281	2,24	7,24	14,4470834	7,70404201
43698,4583	120	26,7	21	22	12,7	0,0042143	2,28	6,28	12,5314481	6,68251158
43698,5417	240	26,8	19	20	13	0,00301495	2,32	4,32	8,62035917	4,59688695
43699,375	1440	25	16	17	14,5	0,00129992	1,7	0,7	1,39681746	0,74486594

Peso gr.	Capsula+ Suelo Seco= 77,97
	Cápsula= 27,97
	Suelo Seco $W_o= 50$

DATOS	$G_s= 2,66$	$PASA 200 (W_1)= 62,45$
	$a= 0,997726756080927$	$PESO TOTAL (T)= 117,11$

Tamices (% Pasante)										
1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	#4	#10	#40	#50	#80	#100	#200
0	0	0	0	1,22	3,91	18,16	10,02	9,92	3,38	8,05
100	100	100	100	99%	96%	80%	72%	63%	60%	53%

Hidrometro (milímetros)								
0	0,04217617	0,03024214	0,0216767	0,01168968	0,00815882	0,00591281	0,0042143	0,00301495
	20 %	18 %	16 %	15 %	12 %	8 %	7 %	5 %



Anexo 68. Ensayo de Azul de Metileno Guatire 58 P5-M5

AZUL DE METHYLENO			
OBRA: Guatire 58	UBICACION: Av. Intercomunal Guarenas - Guatire, Edo. Miranda, frente al Centro Comercial Oasis		
FECHA: 21/08/2019	MUESTRA N°: P5-M5	REACCION H2O2: +	HUMEDAD NATURAL: 13,33%
TAMAÑO MAXIMO DE LOS GRANOS DE LA MUESTRA: pasa #40		Referido al tamiz indicando la abertura mínima por la que pasa el 95% del suelo	
PESO DEL SUELO HUMEDO (M): 10,35 gr		No mayor de 15 gr. Si todo pasa el tamiz #200	
PESO DEL SUELO SECO: gr			

REACCION PARA DOSIS GRUESA DE 5 c.c Y DOSIS FINA DE 2 c.c. :												
Marcar (+) = Positivo; (-) = Negativo												
5 c.c -	10 c.c	15 c.c	20 c.c	25 c.c	30 c.c	35 c.c	40 c.c	45 c.c	50 c.c	55 c.c	60 c.c	65 c.c
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70 c.c	75 c.c	1 min	77 c.c	79 c.c	1 min	81 c.c	1 min	2 min	3 min	83 c.c	1 min	2 min
-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-
85 c.c	1 min	2 min	3 min	87 c.c	1 min	2 min.	3 min	4 min				
+	+	+	-	+	+	+	+	+				

Fraccion Arcillosa (<0,002mm)= 0,74% Coloides	P= V/M= 8,40579710144928 gr/100gr	Mo= P/319,86= 0,02627961 moles
Valor Azul : V= 87 c.c	Resultado= 87 c.c	In= P/%C= 11,3591852722287
A=1,3* 10 ⁽⁻²⁰⁾ * N = 205,664253 m2/gr. SUPERFICIE ESPCFICA DE LOS COLOIDES		N= 6,02 * Mo * 10 ²³ = 1,58203271902472E+22 moleculas

TABLA COMPARATIVA		
MONTMORILLONITA Ca++	300	m2/gr
MONTMORILLONITA Na++	800	m2/gr
VERMICULITA	200-300	m2/gr
ILITA	40-60	m2/gr
CAOLINITA	05-20	m2/gr