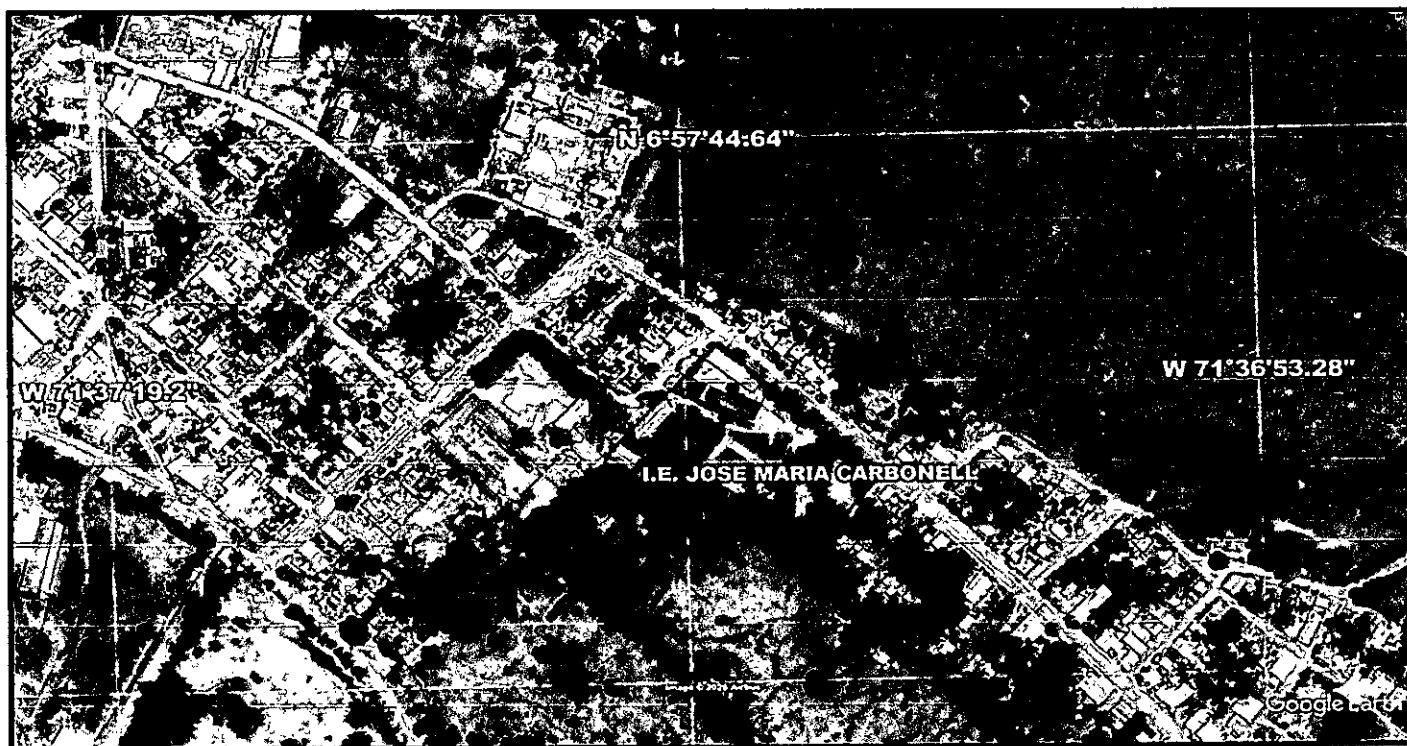




ESTUDIO
SUELOS Y GEOTÉCNICO

PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA"

CONTIENE: ESTUDIO DE SUELOS Y GEOTÉCNICO INSTITUCIÓN EDUCATIVA **JOSÉ MARÍA CARBONEL**

PRESENTADO A: DEPARTAMENTO DE ARAUCA

PRESENTADO POR: JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
ING. CIVIL ESP. GEOTECNIA AMBIENTAL

MARZO DE 2026

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
seincojedm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 2
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

LISTA DE CONTENIDO

1. ANTECEDENTES	8
2. GENERALIDADES.....	9
2.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	9
2.1. ALCANCE DE PROYECTO.....	9
3. OBJETIVO DEL ESTUDIO	11
3.1. OBJETIVO PRINCIPAL.....	11
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4. ESTUDIO GEOLÓGICO	12
4.1. METODOLOGÍA	12
4.2. TRABAJO DE CAMPO.....	12
4.3. TRABAJO DE OFICINA	12
4.4. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	12
4.4.1. Información geológica	13
4.4.2. Visitas de campo	13
4.4.3. Sondeos realizados	14
4.4.4. Procesamiento de la información.....	14
4.1. GEOLOGÍA REGIONAL.....	14
4.1.1. Geomorfología.....	14
4.1.2. Fisiografía	16
4.1.3. Estratigrafía	18
4.1.4. Geología estructural.....	20
4.2. AMENAZAS NATURALES.....	22
4.2.1. Amenaza por inundación	23
4.2.2. Amenaza por socavación de cauces.....	23
4.2.3. Amenaza por actividad sísmica.....	24
5. ESTUDIO GEOTÉCNICO	27
5.1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA.....	27
5.1.1. Metodología.....	27
5.1.2. Sondeos manuales	27



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 3
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

5.2.	ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO	29
5.2.1.	Ensayos de campo	29
5.2.2.	Ensayos de laboratorio	31
5.2.1.	Nivel de aguas freáticas	31
5.3.	CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS	32
5.3.1.	Estratigrafía	32
5.3.1.	Propiedades físicas	34
5.3.1.	Potencial de expansión de los suelos.	37
5.3.4.	Propiedades mecánicas	38
5.3.5.	Clasificación del suelo guía de trabajo seguro en excavaciones.....	41
5.4.	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL SUBSUELO.....	43
5.4.1.	Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT	43
5.4.2.	Parámetros a partir del ensayo de corte directo	45
5.4.3.	Módulo de elasticidad	45
5.5.	ASPECTOS SÍSMICOS Y CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DE LOS SUELOS	46
5.5.1.	Perfil de los suelos.....	46
5.5.2.	Clasificación de la amenaza sísmica	47
5.5.3.	Determinación de parámetros sísmicos	48
5.5.4.	Análisis de licuación de los suelos	48
5.6.	CAPACIDAD PORTANTE.....	50
5.6.1.	Generalidades	50
5.6.2.	Nivel y sistema de cimentación.....	50
5.6.3.	Cimentación superficial	52
5.6.4.	Cálculo de capacidad portante	52
5.7.	ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS DE LAS OBRAS PROYECTADAS.....	55
5.7.1.	Metodología para el cálculo de asentamientos.....	56
5.7.2.	Selección de la alternativa de cimentación más favorable.....	60
5.7.3.	Excavaciones para cimentación	62
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
6.1.	RECOMENDACIONES GENERALES DE CIMENTACIONES.....	65



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	<u>Estudio de Suelos</u> <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 4
---	--	--

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
8. ANEXOS.....	68
ANEXO A. REGISTRO FOTOGRÁFICO.....	69
ANEXO B. REGISTRO DE SONDEOS EXPLORATORIOS.....	75
ANEXO C. ENSAYOS DE LABORATORIO	79
ANEXO D. DOCUMENTACIÓN GEOTECNISTA	131



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	<u>Estudio de Suelos</u> <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 5
---	---	--

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Amenazas naturales predio I.E. José María Carbonell.....	26
Tabla 2. Localización de los sondeos exploratorios	28
Tabla 3. Ensayos de campo realizados.....	30
Tabla 4. Ensayos de laboratorio realizados.....	31
Tabla 5. Tipo de suelo encontrado en los sondeos.....	32
Tabla 6. Resultado de ensayos de laboratorio subsuelo de fundación.....	34
Tabla 7. Clasificación de suelo expansivos según NSR-10.....	38
Tabla 8. Clasificación potencial de expansión para los valores máximos encontrados en todos los sondeos ejecutados	38
Tabla 9. Criterios de clasificación según el número de golpes del ensayo de penetración estándar NSPT	40
Tabla 10. Número de golpes/pie Ncampo.....	41
Tabla 11. Tipos de suelos.....	42
Tabla 12. Cálculo de parámetros de resistencia a partir del ensayo de SPT	44
Tabla 13. Resumen parámetros de resistencia a partir del ensayo de SPT.....	44
Tabla 14. Parámetros de resistencia ensayos de corte directo	45
Tabla 15. Correlaciones empíricas para estimar el módulo de Young Es en diferentes tipos de suelo a partir del ensayo de SPT.....	45
Tabla 16. Módulo de Young estimado para los suelos encontrados	45
Tabla 17. Valores Típicos del Módulo de elasticidad (E)	46
Tabla 18. Promedio de SPT a lo largo de las exploraciones.....	46
Tabla 19. Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E...	46
Tabla 20. Parámetros sísmicos.....	48
Tabla 21. Capacidad portante admisible	53
Tabla 22. Asentamientos diferenciales máximos, NSR-10.....	55
Tabla 23. Asentamiento total admisible.....	56



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 6
---	--	---

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Localización específica del proyecto	9
Imagen 2. Localización y vías de acceso, Plancha 124 - Arauquita	13
Imagen 3. Mapa de suelos de la Plancha 124 -Arauquita	15
Imagen 4. Mapa de cuencas hidrográficas Departamento de Arauca	17
Imagen 5. Mapa geológico Plancha 124-Arauquita	18
Imagen 6. Rasgos morfotectónicos del Paleozoico.	21
Imagen 7. Zonas de erosión activa	24
Imagen 8. Zonificación de la amenaza sísmica en el departamento de Arauca y la Plancha 124.....	25
Imagen 9. Localización de los sondeos exploratorios	28
Imagen 10. Detalle perforación y ensayo SPT	30
Imagen 11. Mapa de amenaza sísmica de Colombia	47
Imagen 12. Modelo geométrico de la cimentación.....	57
Imagen 13. Perfil del suelo debajo de la cimentación.....	57
Imagen 14. Generación de la malla de cimentación	59
Imagen 15. Malla deformada de cimentación	59
Imagen 16. Deformación total a nivel de cimentación.....	60
Imagen 17. Esquema de cimentación recomendada	62
Imagen 18. Detalle de una excavación segura	63



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	<u>Estudio de Suelos</u> <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 7
---	--	--

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Perfiles de suelo encontrados en los sondeos	33
Gráfico 2. Estado de un suelo de acuerdo a la cantidad de agua presente	35
Gráfico 3. Rangos del índice de liquidez.....	36
Gráfico 4. Humedad natural vs profundidad.....	37
Gráfico 5. Curvas de número de golpes N en el ensayo de SPT	39
Gráfico 6. Esfuerzo máximo vs profundidad de desplante	54
Gráfico 7. Carga máxima vs profundidad de desplante	55



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSÉ MARÍA CARBONELL Y JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Estudio de Suelos <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 8
---	--	---

1. ANTECEDENTES

El presente estudio de suelos se desarrolla como parte integral de la fase de consultoría y diseño para el proyecto denominado "CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSÉ MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA".

Específicamente, este documento se enfoca en la intervención proyectada para la sede de la Institución Educativa José María Carbonell, la cual se encuentra geográficamente localizada en el Centro Poblado La Esmeralda, situada al sureste del área urbana del municipio de Saravena, sobre el costado izquierdo de la vía principal en el trayecto Saravena - Fortul. Esta iniciativa surge de la necesidad de modernizar y ampliar la infraestructura física educativa de la región, garantizando espacios seguros y funcionales para el desarrollo académico de la comunidad estudiantil.

Desde el punto de vista arquitectónico y espacial, la intervención en esta sede contempla la construcción de un nuevo bloque de aulas de un solo nivel y una batería sanitaria de uso mixto. El diseño planificado abarca cuatro (4) aulas destinadas a educación secundaria, integradas a un sistema estructural de muros, y complementado perimetralmente con una red de andenes y cañuelas para un adecuado manejo de las aguas de escorrentía superficial. Adicionalmente, la edificación estará provista de un sistema de cubierta liviana en zinc arquitectónico con una pendiente del 13%. La batería sanitaria estará compuesta por 3 unidades independientes para niños, niñas y discapacitados. La evaluación geotécnica toma como referencia planimétrica los diseños arquitectónicos elaborados en febrero de 2026.

Para asegurar la viabilidad técnica de estas obras y dar estricto cumplimiento a los requisitos de la normativa vigente (NSR-10), resulta indispensable caracterizar el perfil del subsuelo donde se emplazará la estructura. Por consiguiente, se programó y ejecutó una campaña de exploración de campo consistente en perforaciones a percusión (tres sondeos con profundidades de exploración de 6.0 metros). El propósito central de esta caracterización es identificar la estratigrafía del terreno, establecer la posición del nivel freático, y proveer los parámetros mecánicos de resistencia y deformabilidad necesarios para el diseño seguro, eficiente y económico del sistema de cimentación de la nueva infraestructura educativa.



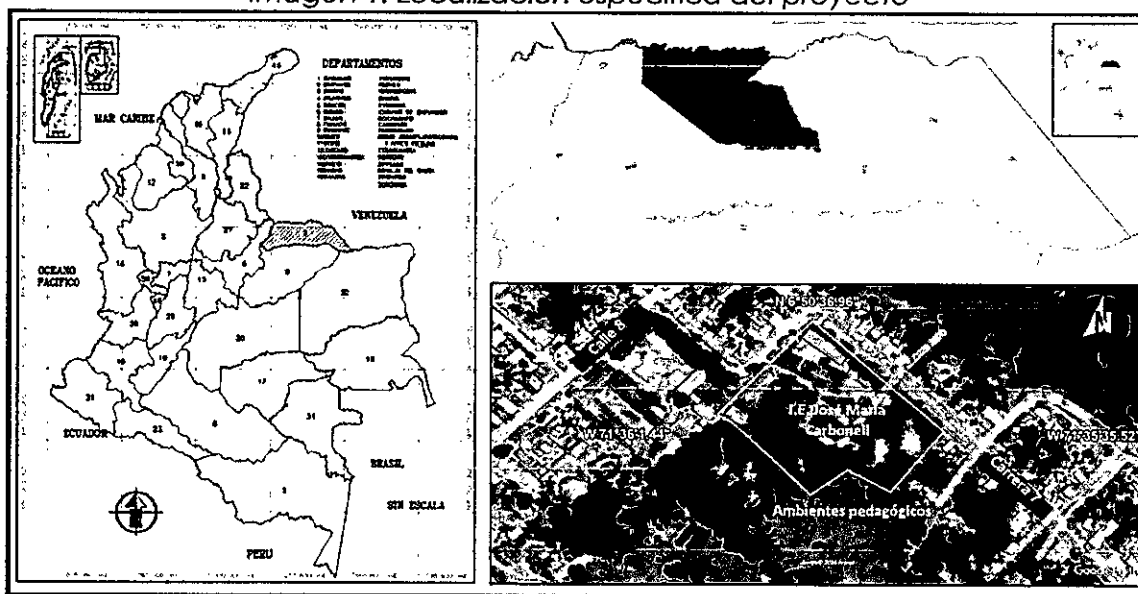
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 9
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSÉ MARÍA CARBONELL Y JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

2. GENERALIDADES

2.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se localiza en el barrio San José Obrero, del Centro Poblado de La Esmeralda, del Municipio de Arauquita, Departamento de Arauca, en las coordenadas 6°57'37.99"N - 71°37'5.27"O.

Imagen 1. Localización específica del proyecto



Fuente: Elaboración propia

2.1. ALCANCE DE PROYECTO

El alcance del presente documento comprende la elaboración del estudio de suelos y geotécnico requerido para el proyecto de construcción y adecuación de ambientes pedagógicos en la Institución Educativa José María Carbonell, ubicada en el centro poblado de La Esmeralda, jurisdicción del municipio de Arauquita, departamento de Arauca.

El estudio abarcará los componentes esenciales para la exploración y caracterización del subsuelo, con el fin de determinar los parámetros geotécnicos necesarios para el diseño seguro y eficiente de la cimentación de las nuevas estructuras proyectadas (bloque de 4 aulas de clase, y batería sanitaria).

Para garantizar la viabilidad y seguridad de la obra, este estudio abarca una caracterización integral del subsuelo, desglosada en las siguientes fases esenciales de ingeniería:



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	<u>Estudio de Suelos</u> <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 10
---	--	--

1. Exploración Directa: Ejecución de perforaciones mecánicas in-situ para determinar la configuración estratigráfica y la profundidad del nivel freático.
2. Caracterización de Laboratorio: Procesamiento de muestras para la obtención de índices de plasticidad, granulometrías y pesos unitarios.
3. Análisis Geomecánico: Evaluación analítica de la capacidad portante admisible (q_{adm}) y cálculo de deformabilidad (asentamientos).

El propósito fundamental de este documento es definir los parámetros de diseño de cimentación y establecer las recomendaciones constructivas necesarias para el nuevo Bloque de Aulas de un nivel (4 aulas de secundaria) y una batería sanitaria de uso mixto. Lo anterior tiene como objetivo garantizar que la infraestructura cumpla estrictamente con los requisitos normativos del Título H del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), asegurando la estabilidad geotécnica de la estructura y la seguridad de la comunidad educativa de la Institución José María Carbonell en el centro poblado de La Esmeralda.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	<u>Estudio de Suelos</u> <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 11
---	---	---

3. OBJETIVO DEL ESTUDIO

3.1. OBJETIVO PRINCIPAL

Realizar el estudio de suelos y análisis geotécnico para la construcción y adecuación de ambientes pedagógicos en la Institución Educativa José María Carbonell, Centro Poblado La Esmeralda del municipio de Arauquita, departamento de Arauca.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las características principales del área de estudio.
- Describir el estado geomorfológico, geológico, estratigráfico y sísmico presente en el área de influencia del proyecto.
- Caracterizar el estado actual en campo de los suelos.
- Determinar las características físicas del material del subsuelo.
- Determinar la capacidad de soporte del suelo de fundación.
- Generar recomendaciones de diseño y construcción de la cimentación.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Estudio de Suelos <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 12
---	--	--

4. ESTUDIO GEOLÓGICO

En el presente capítulo se describirá el estado geomorfológico, geológico, estratigráfico y sísmico presente en el área de influencia del proyecto, de acuerdo a los aspectos litoestratigráficos de las rocas presentes evaluadas por visitas de campo y recopilación de estudios anteriores, se definirán las unidades geológicas y sus miembros correspondientes al área de influencia del proyecto.

4.1. METODOLOGÍA

Para la elaboración de este estudio se tuvo en cuenta el estado del arte de los estudios de la zona a nivel local y regional, y lo contemplado la plancha 124 del servicio geológico colombiano y el esquema de ordenamiento territorial del municipio.

Para los aspectos de la Geología aplicada a la Ingeniería se tuvo en cuenta la cartografía y caracterización geológica, geotécnica y geomorfológica de detalle de las calles en estudio.

4.2. TRABAJO DE CAMPO

- Recopilación y búsqueda de estudios anteriores de fuentes geográficas como el IGAC y estudios locales y regionales de la zona como los realizados por servicio geológico colombiano y el esquema de ordenamiento territorial municipal.
- Visita de campo para lograr la identificación de las unidades geológicas y morfológicas presentes a lo largo del área de estudio.
- Levantamiento cartográfico de todos elementos geológicos.

4.3. TRABAJO DE OFICINA

- Análisis de la información tanto secundaria como la recolectada en los reconocimientos de campo, los cuales conforman los elementos temáticos básicos de la geología y geomorfología aplicadas a la Ingeniería.
- Elaboración del informe temático respectivo del área de influencia directa del estudio.
- Conclusiones y recomendaciones.

4.4. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

La obtención de datos geológicos en el presente estudio se desarrolló en cuatro fases:



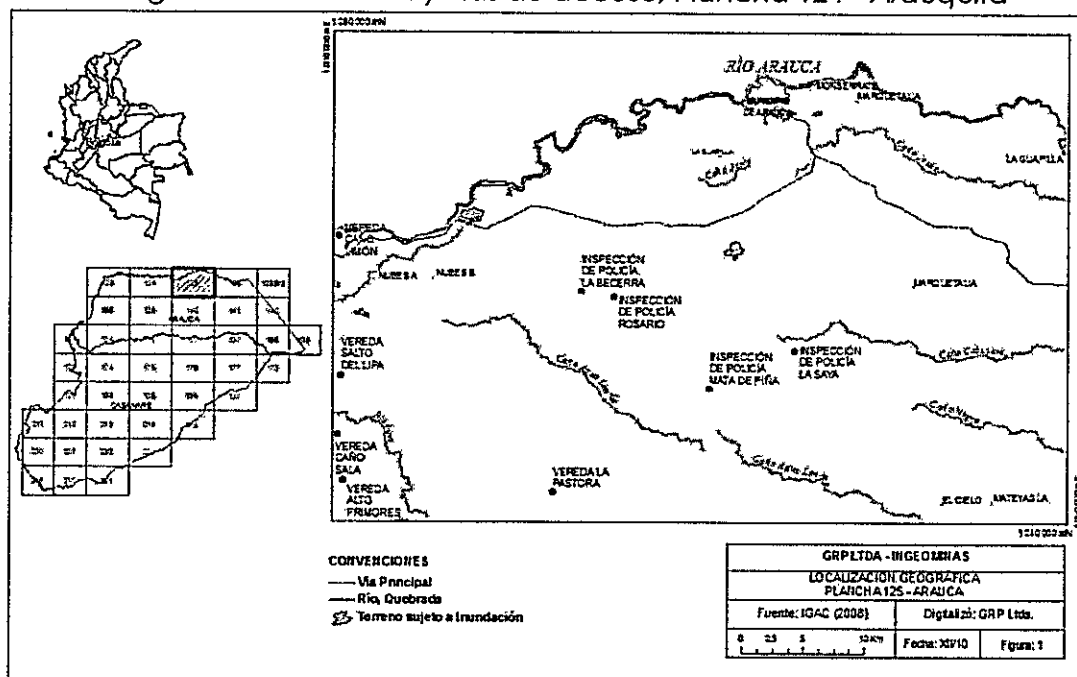
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos <u>I. E. José María Carbonell</u> Página 13
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

- Información Geológica.
- Obtención de la información primaria en las diferentes visitas realizadas en campo.
- Apiques y sondeos realizados en el sitio del proyecto.
- Procesamiento de información conseguida en campo y posterior redacción del informe final.

4.4.1. Información geológica

Se consultaron los siguientes documentos: Cartografía Geológica Escala 1:100.000 de la Plancha 124-Arauquita del Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS (2010). Mapa Geológico de Departamento de Arauca, ASONOP, 2014.

Imagen 2. Localización y vías de acceso, Plancha 124 - Arauquita



Fuente: Servicio Geológico Colombiano

4.4.2. Visitas de campo

El reconocimiento preliminar se inicia con un recorrido general de la zona de estudio, para familiarizarse con los paisajes, las coberturas y los usos de los suelos. El conocimiento previo de la zona adicionalmente permite realizar, modificar,



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Estudio de Suelos <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 14
---	--	--

trasladar y/o aumentar las áreas piloto o los transeptos, mejorar la estrategia y ajustar el cronograma de actividades, realizar algunas observaciones sobre los suelos, el clima, la geología, la vegetación, la geomorfología, el uso y el manejo de las tierras, conocer la infraestructura y registrar datos clave para la programación del trabajo de campo.

En la fase de campo se realizó una inspección del lote, registrando evidencias de procesos morfo dinámicas actuales y geo formas, asociando la información a lo registrado en los documentos previos.

4.4.3. Sondeos realizados

En la exploración se realizaron 3 sondeos repartidos a criterio del consultor según el área del predio objeto del proyecto, contemplando criterios como cambio de estratificación del suelo haciendo depuración y selección del muestreo, las muestras extraídas fueron analizados en laboratorio con el fin de determinar la litología y los parámetros geotécnicos de la zona.

4.4.4. Procesamiento de la Información

Los datos obtenidos en campo fueron correlacionados con la información secundaria existente con el fin de determinar unidades geológicas y geomorfológicas presentes en la zona y definir las características físicas más relevantes del terreno objeto de estudio.

4.5. GEOLOGÍA REGIONAL

El marco geológico regional se elaboró teniendo como fundamento el mapa geológico del EOT del Municipio de Arauquita y la plancha geológica 124 del Servicio Geológico Colombiano, correspondientes al municipio de Arauquita.

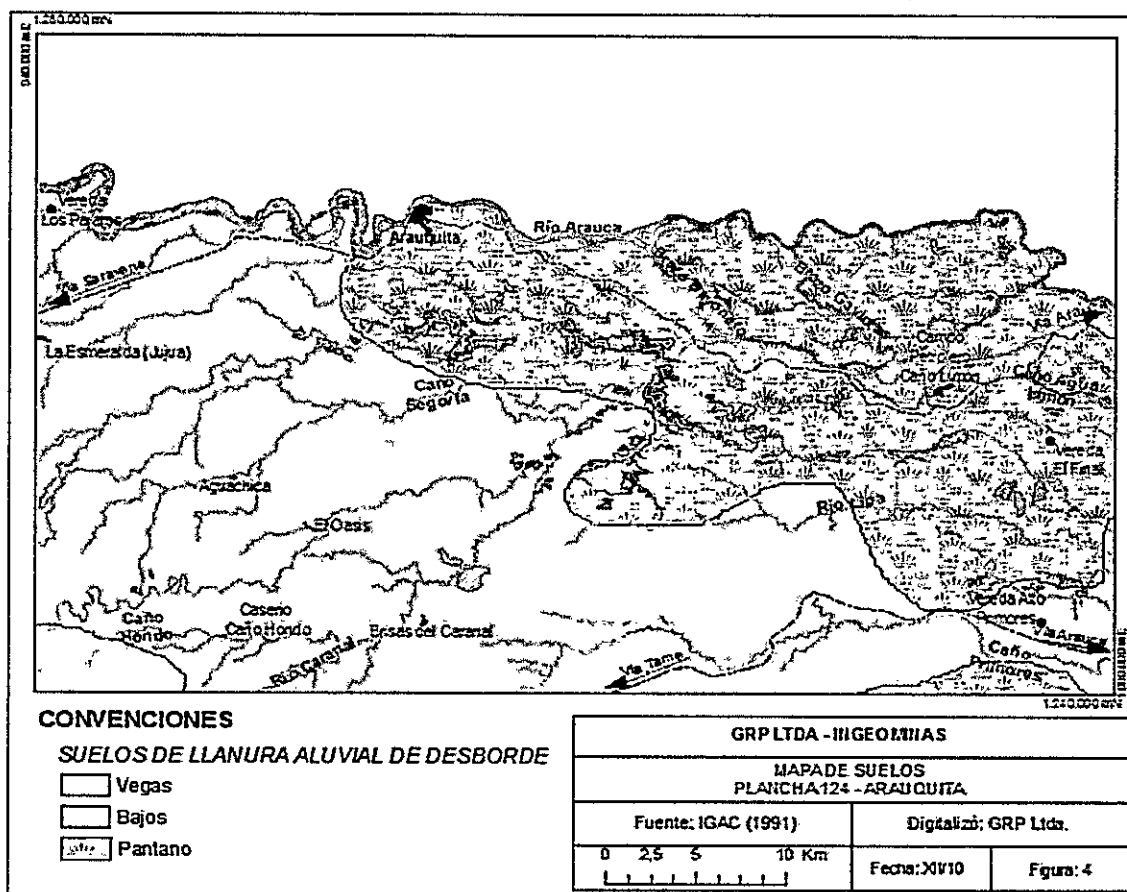
El Municipio de Arauquita se encuentra localizado a la margen derecha del Río Arauca en el sector norte y centro del departamento de Arauca representa uno de los paisajes más complejos en términos de su biodiversidad, de su conformación fisiográfica, de sus procesos culturales y de su dinámica de poblamiento.

4.5.1. Geomorfología

La zona de estudio se encuentra en el cuadrante G-1 de la Plancha 124 – Arauquita de la Cartografía Geológica del Servicio Geológico Colombiano.

La geomorfología en la zona de estudio se caracteriza por ser una llanura aluvial de desborde, la cual hace parte de la Orinoquia de los valles aluviales. La génesis de este paisaje tiene su origen en los procesos geomorfológicos de la Orinoquia mal drenada cuyo modelado corresponde a la dinámica del río Arauca que debido a su forma meándrica divagan a lo largo de la llanura formando numerosos caños, producto del continuo aporte de sedimentos.

Imagen 3. Mapa de suelos de la Plancha 124 -Arauquita



Fuente: Plancha 124 – Arauquita. Servicio Geológico Colombiano. 2010

Presenta un paisaje de relieve plano en los lados del cauce, que están constituido por sedimentos blandos de origen Fluvio deltaico del pleistoceno y Holoceno.

Partiendo de que el drenaje natural se entiende por la rapidez y grado con que el agua es removida, en relación con adiciones, especialmente por escurrimiento superficial o por movimientos de las aguas a través del suelo hacia los espacios subterráneos. El drenaje natural del Ponteadero está ubicado sobre zonas

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Estudio de Suelos <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 16
---	--	--

moderadas a imperfectamente drenadas las cuales se caracterizan por hacer parte del sistema del drenaje de la llanura aluvial de desborde, presenta pendientes menores al 3%. El agua es evacuada con alguna lentitud y los suelos permanecen húmedos por periodos cortos.

La cantidad y características de los sedimentos dependen principalmente de la geología; especialmente de la litología, estructura y meteorización. Algunos materiales como las rocas altamente fracturadas y poco meteorizadas permiten la formación de cauces de bloques de gran tamaño. Los ríos que se encuentran sobre materiales que son muy erosionables son más propensos a genera erosión. Para el caso de la zona de estudio los materiales han sido depositados recientemente y para el caso de esta cuenca los efectos de los sedimentos sobre la morfología fluvial, están controlados por la producción y erodabilidad de los materiales.

La mayoría de los suelos en esta parte de los Llanos Orientales se derivan de sedimentos limo – arcillosos recientes de origen aluvial, caracterizados por alto contenido de hierro y aluminio y la pérdida por lixiviación de minerales básicos esenciales debido al exceso de humedad durante la época de lluvias (IGAG, 1986). En consecuencia, los suelos presentan un alto grado de acidez con el desarrollo frecuente de lateritas debido a la alternancia entre el estancamiento de las aguas y la desecación del suelo (IGAG, 1999).

En la plancha 124 se desarrollan suelos de llanura aluvial de desborde los cuales corresponden a la categoría de suelos bajos ácidos compuestos por sedimentos finos, una gran parte de estos terrenos permanecen inundados la mayor parte del año, a excepción de un pequeño sector al sur occidente del área. Se distribuyen especialmente en la pobre (IGAC, 1999).

El uso principal del suelo rural es de ganadería extensiva, seguido de explotaciones agrícolas de plátano, cacao, arroz, y yuca en orden de importancia, que en su mayoría abastecen el consumo local.

4.5.2. Fisiografía

Geográficamente la región pertenece de acuerdo con la clasificación fisiográfica de Villota (1997) a la peneplanicie de la Orinoquía, la cual tiene rasgos geomorfológicos propios. La principal característica es una llanura formada por depósitos aluviales recientes de desborde, originada por la presencia de ríos meándricos, los cuales se caracterizan por la elevada carga de sedimentos que transportan en suspensión, los más comunes son finos y ocasionalmente gruesos hasta tamaño grava, los caudales de estos ríos fluctúan ampliamente entre periodos secos y lluviosos, desbordándose en invierno. Los sedimentos más comunes varían de arenas gruesas depositadas cerca al río, en diques laterales o de desborde a arenas finas depositadas en una franja transicional denominada

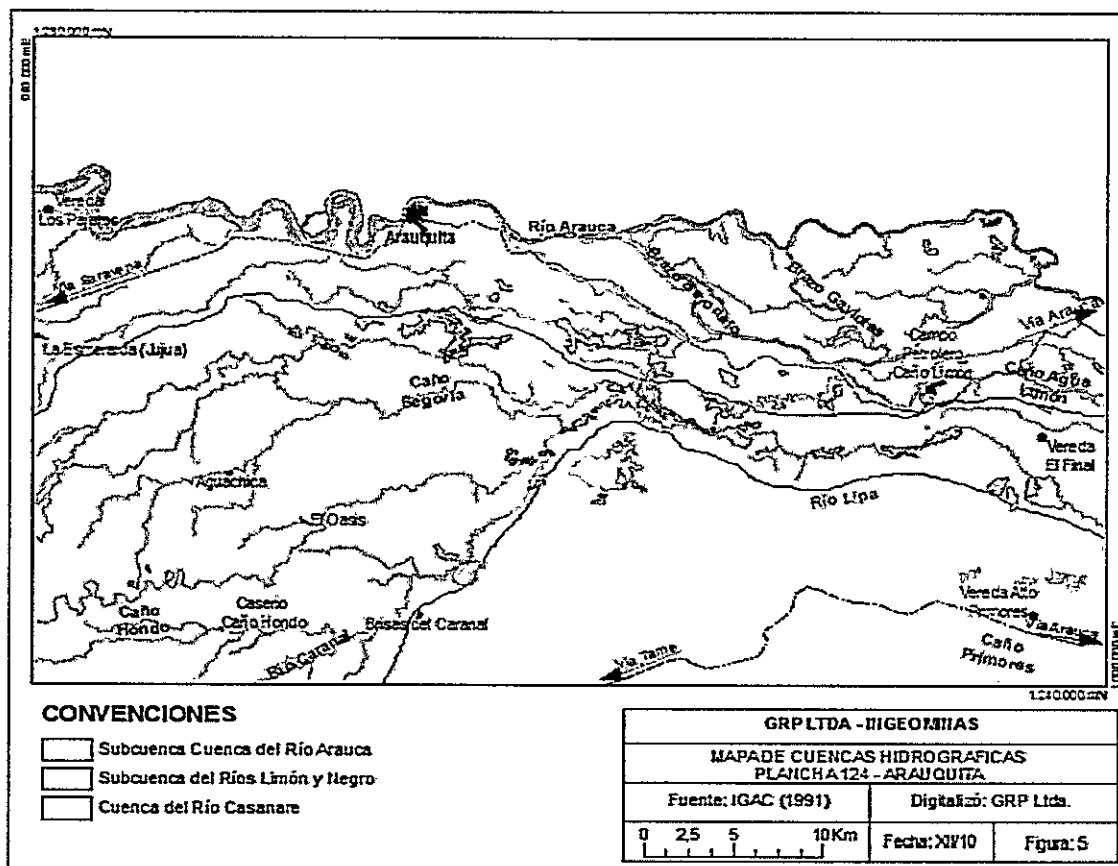


napa (IGAC, 1999). A mayor distancia del río, se depositan materiales finos (limos y arcillas), en una región amplia y cóncava de la llanura denominada basin (IGAC, 1999).

Dentro de la llanura de inundación cabe destacar una región hacia la parte central de la plancha donde dominan los pantanos permanentes o humedales, que constituyen un ecosistema sensible por el carácter singular de fauna y flora que albergan.

La formación orográfica más destacada es la Sierra Nevada del Cocuy, la cual tiene entre sus accidentes más notables los cerros de la Plaza, La Piedra, El Diamante, Los Altos, Nievécitas y Los osos y las cuchillas Altamira y el Salitre.

Imagen 4. Mapa de cuencas hidrográficas Departamento de Arauca



Fuente: Plancha 124 – Arauquita. Servicio Geológico Colombiano. 2010

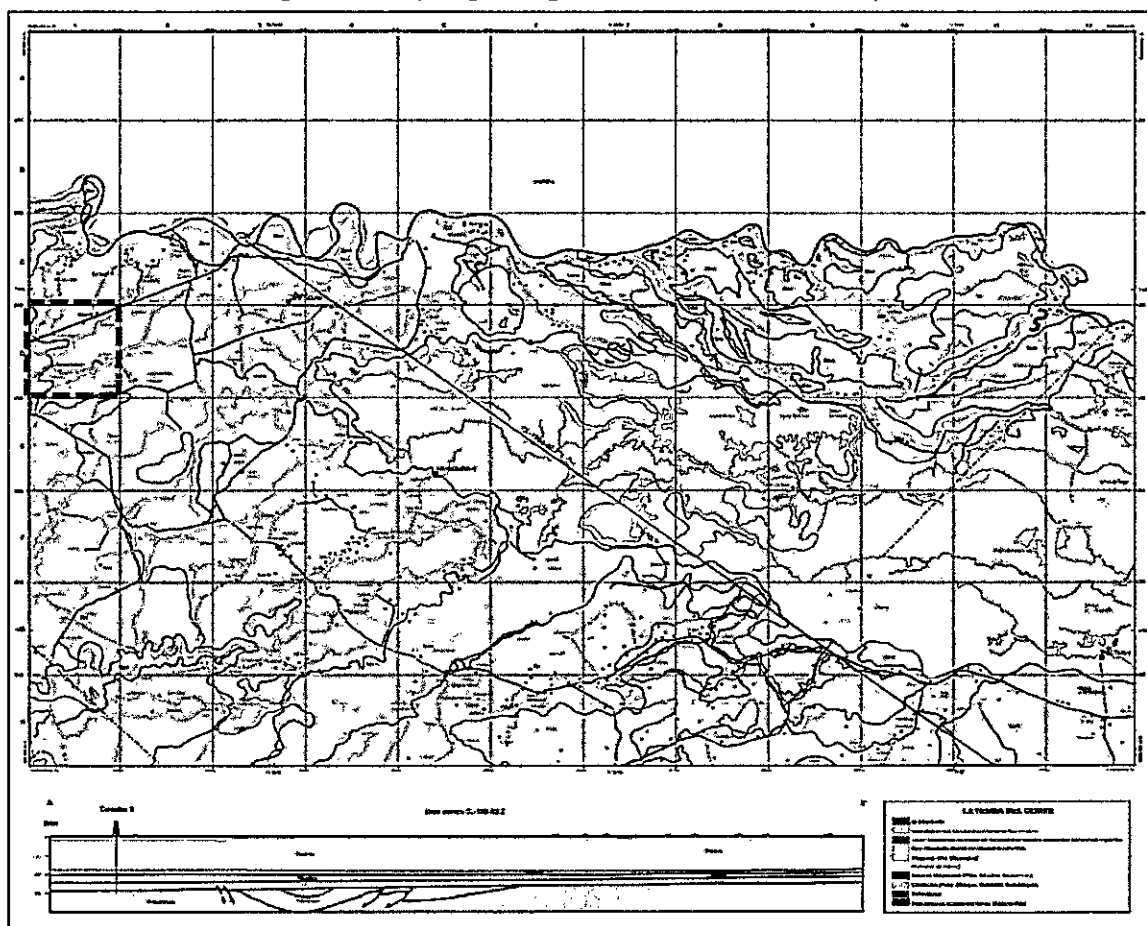
El área del piedemonte está conformada por conos, abanicos aluviales y terrazas de relieve plano a inclinado, cubierta de vegetación de sabana y bosque

ecuatorial; por último, la llanura aluvial que se extiende desde el piedemonte hasta los límites con Venezuela; el modelado es de terrazas y llanuras aluviales de desborde cubierta por vegetación de sabana inundable y por bosque de galería en las vegas de los ríos y caños del Sarare.

4.5.3. Estratigrafía

En el cuadrante D-1 (zona de estudio) afloran depósitos cuaternarios con morfología completamente plana, donde se distinguen los Depósitos Aluviales en Planicies Extensas (Qa).

Imagen 5. Mapa geológico Plancha 124-Arauquita



Fuente: Plancha 124 – Arauquita. Servicio Geológico Colombiano. 2010

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	<u>Estudio de Suelos</u> <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 19
---	---	---

Depósitos aluviales en planicies extensas (Qa): Los depósitos aluviales en planicies extensas son zonas en las cuales es posible apreciar una topografía no solamente plana, sino también de superficie lisa, fácilmente diferenciable en las aerofotografías, sin mayores rasgos superficiales aluviales, de depositación o cambios de permeabilidad. Las planicies aluviales contienen acumulaciones de materiales transportados por los ríos que nacen en la Cordillera Oriental y ocasionalmente muestran una morfología de bajos, diques laterales y antiguos cauces ya colmatados.

Se trata de una unidad morfológica que exhibe un relieve casi plano a ligeramente ondulado con ocasionales zonas bajas de sustratos arcillosos (encharcables), cubiertas generalmente de pastos y zonas más altas (bancos o diques), conformadas por arenas o lodos arenosos con cobertura de pastos y rastrojos bajos. Este relieve responde a geoformas ligeramente onduladas, donde las partes bajas o depresiones corresponden a basines y las partes altas a diques. Tal como se observa en las veredas Canciones y Puerto Nidia, en donde los basines están inundados y separados por altos.

Los depósitos aluviales en planicies extensas están conformados por sedimentos finos, en lo fundamental arenas muy finas, limos y arcillas que conforman el horizonte C, sobre las que se desarrolla un horizonte A de suelo orgánico inmaduro con espesores variables entre 0.2 y 0.5 m.

En los sectores altos, el horizonte C está compuesto por arenas de cuarzo (armazón de cuarzo > 90%), de granos subangulares, bien seleccionadas, con matriz de lodo entre el 10 y el 40%, con geometría interna laminada plano-paralela (Figura 19). El color es predominantemente gris claro (N7), abigarrado con colores pardo claros y pardos moderados (5YR5/6 – 5YR4/4), en algunos sectores, estas arenas desarrollan un horizonte A orgánico inmaduro con espesor menor a 0,5 m, de color pardo amarillo oscuro (10YR4/2) a gris oliva claro (5Y5/2).

Hacia el sector suroccidental de la plancha en el caserío La Paz (G-1), se desarrolla una morfología plana, en terrenos dominados por depósitos areno-limosos.

El origen de estos depósitos es de planicie aluvial, asociada lateralmente a un ambiente fluvial meándrico, el material se deriva de intensos procesos de denudación en la Cordillera Oriental y a los aportes por la acción de la dinámica fluvial en los depósitos del Piedemonte Llanero. Estos eventos generaron conos aluviales con depósitos de bloques y gravas, tal como se observa en los grandes abanicos de Yopal y Tame en su parte proximal (por fuera de esta plancha) y depósitos de arenas y limos en la parte distal que conforman esta llanura aluvial. Tal como se evidencia en las descripciones anteriores, se trata de depósitos que no



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Estudio de Suelos <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 20
---	--	--

se encuentran afectados directamente por ciclos de depositación y erosión de los cauces actuales del río Arauca y sus tributarios.

4.5.4. Geología estructural

La cuenca de los Llanos Orientales ha estado sometida por lo menos a dos episodios orogénicos desde el Paleozoico que dieron lugar a dos unidades estructurales, el primero de origen Hercínico, involucra las formaciones paleozoicas, donde se evidencia una tectónica de inversión y el segundo de origen Andino, envuelve las formaciones meso-cenozoicas, donde predomina la inversión parcial de las fallas normales (Ecopetrol & Beicip, 1995). Estos dos eventos o unidades estructurales afectan las provincias de Arauca y Casanare al norte, Meta al sur, Vichada al este y Piedemonte al oeste. El estilo de las provincias estructurales en los Llanos Orientales está definido por características de la *cobertera, la cual es paleozoica-mesocenozoica ó precámbrico-mesocenozoica.*

Unidad Paleozoica: Esta unidad fue definida por estudios magnetométricos, levantamientos sísmicos y perforación de pozos realizados en la cuenca. Las características y geometría de las estructuras permiten diferenciar tres provincias estructurales, la Occidental, la Oriental y Arauca.

La provincia Occidental localizada en la margen este de la actual cuenca de los Llanos Orientales, se exhibe una reactivación del fallamiento normal pre-existente y un posterior plegamiento y erosión de las formaciones paleozoicas durante la Orogenia Hercínica. Este evento orogénico configuro una discordancia angular entre las formaciones paleozoicas y mesozoicas. La reactivación durante el Paleógeno-Neógeno de estas estructuras pre-mesozoicas en algunos sectores de la cuenca, alcanzó horizontes estratigráficos del Oligoceno de la Formación Carbonera.

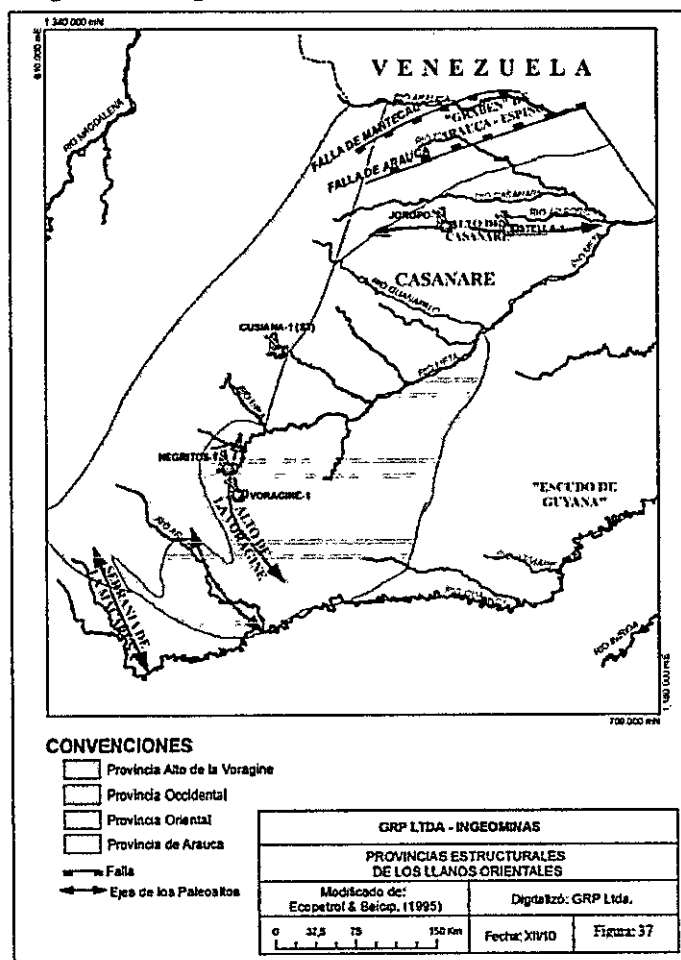
La provincia Oriental – Casanare – Vichada, se caracteriza por una notoria relación paraconcordante entre las unidades del Paleozoico y del Cretáceo-Paleogeno, que pone en evidencia la existencia de una plataforma relativamente estable desde Paleozoico en esta parte de la cuenca. Por otro lado, la secuencia sedimentaria está afectada por fallamiento normal de dirección N-S o SW-NE (Ecopetrol & Beicip, 1995) que involucra al basamento. Esta provincia se caracteriza por la presencia del graben de Arauca-Espino, estructura de dirección NE-SW, delimitada al norte por la zona de Falla de Mantecal-La Yuca.

Otra de las características estructurales del graben, es la relación angular entre la secuencia paleozoica y mesozoica, por la formación de pliegues originados por



fallas inversas en el Paleozoico. En general estas estructuras corresponden a fallas normales invertidas.

Imagen 6. Rasgos morfotectónicos del Paleozoico.



Fuente: Plancha 124 – Arauquita, Servicio Geológico Colombiano, 2010

En el sector suroeste de la cuenca, se presenta una anomalía gravimétrica positiva de rumbo N-S que corresponde al llamado *Alto de Vorágine*, constituido por rocas del Paleozoico, las cuales afloran o se encuentra cerca a la superficie (Graterol, 2009). El Alto de Vorágine se relaciona a un fallamiento normal pre- mesozoico causante de un pilar estructural o área emergida la cual controló la depositación de las unidades cretácicas. Por otro lado, es manifiesta la relación discordante entre el Paleozoico y el Cenozoico, dada por el intenso plegamiento y fallamiento de la secuencia paleozoica debido a eventos asociados a la orogenia Hercínica.

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 22
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSÉ MARÍA CARBONELL Y JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

Unidad Mesozoico-Cenozoica: En esta unidad no se separan provincias como en el Paleozoico, ya que es una estructura homoclinal con rumbo NE-SW, inclinada hacia el NW, con una variación entre uno y cinco grados de este a oeste. El rasgo estructural de mayor relevancia corresponde al fallamiento *normal*.

En la plataforma del Casanare se presenta un fallamiento de naturaleza normal que involucra el basamento cristalino y alcanza unidades superiores del Cretáceo y Paleógeno con dos tendencias principales, una N-S y otra SW-NE (Ecopetrol & Beicip, 1995). En general son de dos tipos sintéticas y antitéticas, pero con un claro dominio de las de tipo antitético. El fallamiento de tipo normal presente en la plataforma del Casanare, en especial el antitético, probablemente es respuesta a la flexura que sufre la cuenca hacia el occidente, debido a la carga tectónica ejercida por la Cordillera Oriental relacionada a cabalgamientos con vergencia este en el piedemonte oriental de la Cordillera Oriental. Este fallamiento se interpreta como fallas de *alivio*.

Como característica estructural principal de la plancha 124, tenemos en la parte noroccidental el graben de Arauca. El límite norte del graben está constituido por la zona de falla Mantecal-La Yuca con una dirección predominante NE-SW y una polaridad de rumbo dextral, con desplazamiento vertical de tipo inverso que obedece a una posterior reactivación del fallamiento normal que dio origen al graben (Ecopetrol & Beicip, 1995). *Esto se advierte en las líneas sísmicas REN-86-2095 y CL-CN-81-15.*

En el extremo noroeste de la plancha, la secuencia sedimentaria buza hacia el oeste, con un bajo grado de angularidad entre la secuencia paleozoica y meso – cenozoica y en general con un escaso fallamiento normal de tipo sintético que involucra el basamento y alcanza a afectar sedimentos del terciario (Figura 49, Anexo 3). En la línea sísmica CL-84 62.7, de dirección NW-SE, se observa la secuencia sedimentaria meso – cenozoica con un ligero adelgazamiento de las unidades hacia el este, y un escaso fallamiento normal hacia la parte inferior del Cretáceo. En contraste, la secuencia paleozoica muestra pliegues y fallas inversas relacionadas con un evento hercínico que exhumó las rocas paleozoicas y desarrolló una discordancia angular de carácter regional con las formaciones mesocenoicas.

4.6. AMENAZAS NATURALES

En toda el área que comprende esta plancha, se presentan tres fenómenos naturales que generan amenazas para la población y la infraestructura, como son las inundaciones, el socavamiento lateral de los ríos y los sismos. Las inundaciones



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Estudio de Suelos <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 23
---	--	--

constituyen un hecho bastante conocido por la población que año tras año en las temporadas lluviosas, es testigo de extensas zonas inundadas originadas por el desborde de los ríos durante varios meses. El carácter plano y la inmadurez del mismo paisaje, hacen sean pocas las zonas no inundables o encharcables en los meses de marzo a noviembre, fenómeno que solamente ha permitido establecer asentamientos humanos en sitios ligeramente más elevados que sus áreas circundantes.

4.6.1. Amenaza por inundación

Tratándose de un territorio exclusivamente llano, donde es difícil encontrar alturas de más de 5 m. sobre el nivel de la planicie aluvial inundable, son muy pocas las zonas que se puedan determinar como libres de amenaza por inundación. No es posible tampoco delimitar por métodos hidrológicos las zonas de amenaza por inundación con alguna periodicidad debido a que no se dispone de mapas con curvas de nivel apropiadas para el caso (de 1 a 2 m. de precisión en la vertical).

La convivencia anual con el fenómeno por parte de la población, hace que ella evite por sí misma ocupar sitios susceptibles a inundarse con mayor periodicidad, lo que la hace menos vulnerable. Por otra parte, el fenómeno social de desplazamiento de las comunidades por razones de orden público, facilita el proceso de ocupación de tierras por parte de personas no conocedoras de los niveles históricos de inundación, lo que trae como consecuencia su mayor vulnerabilidad ante el fenómeno.

4.6.2. Amenaza por socavación de cauces

Los cauces naturales que atraviesan la plancha son eminentemente de carácter meándrico y en consecuencia, es necesario tener en cuenta que es un proceso natural la migración de ellos sobre un eje principal. Este eje se determina sobre un plano de manera aproximada, uniendo las aristas externas de los meandros, para delimitar así la zona que corresponde al cauce natural o cauce mayor que es el de mayor amenaza y en consecuencia, adoptar una regulación para los retiros. Esta zona se debe considerar como de amenaza alta para este fenómeno y en consecuencia, debe ser una medida obligatoria para el ordenamiento de territorial en todas las cuencas de la plancha.

En la plancha 124-Arauquita, se identificaron amenazas relacionadas a la dinámica fluvial del río Arauca y el brazo Gaviotas. Los caseríos Pueblo Nuevo y Reineras se han visto afectados por la erosión de estos ríos. Se trata de zonas donde las curvas exteriores de los canales meándricos tanto del río Arauca como del brazo Gaviotas

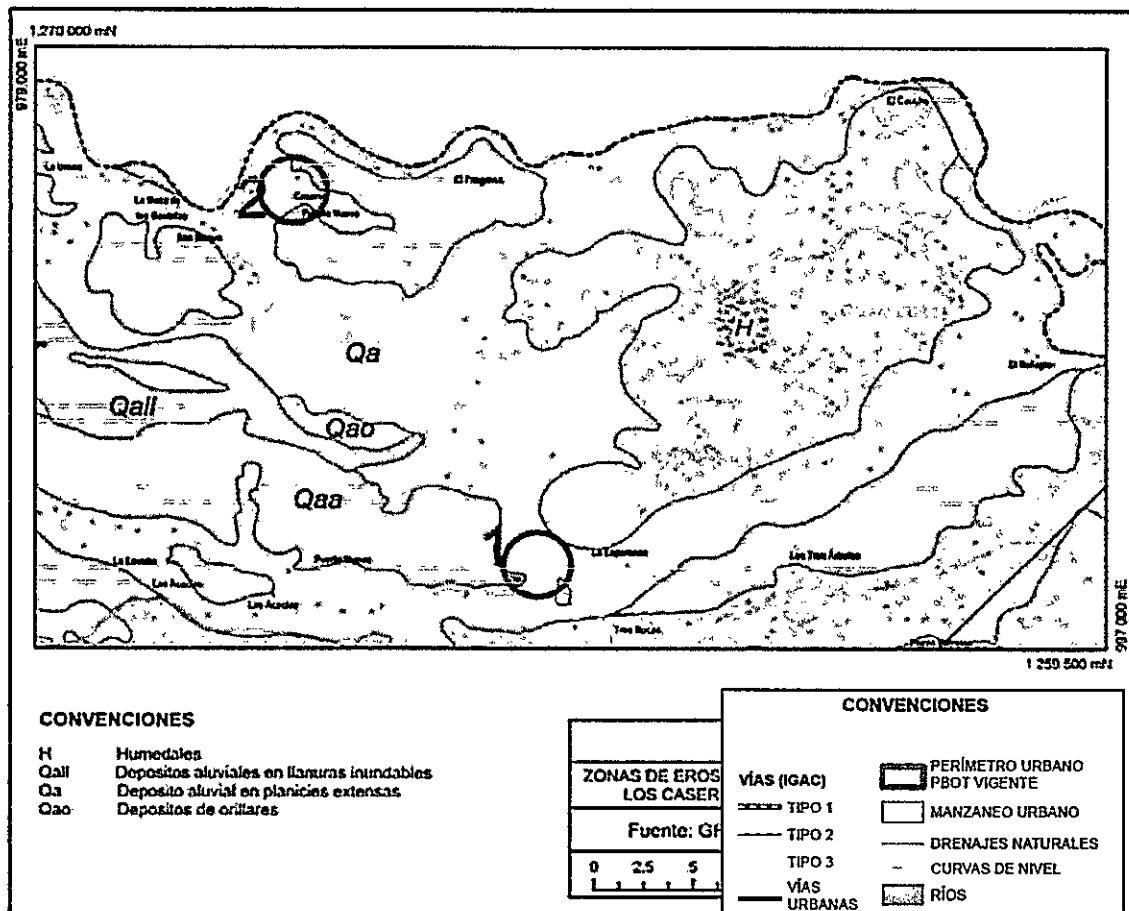


CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Página 24

Los daños del caserío Reineras son atribuidos al cambio progresivo de dirección del canal principal del Río Arauca hacia el Brazo Gaviotas lo que implica un aumento de caudal en el brazo Gaviotas y por tanto el aumento del potencial erosivo del mismo, lo que además implicaría a largo plazo un desplazamiento del límite Colombo-Venezolano, hacia territorio colombiano, pues el río Arauca se desplazaría a lo que son hoy los brazos Gaviotas y Bayonero.

Imagen 7. Zonas de erosión activa



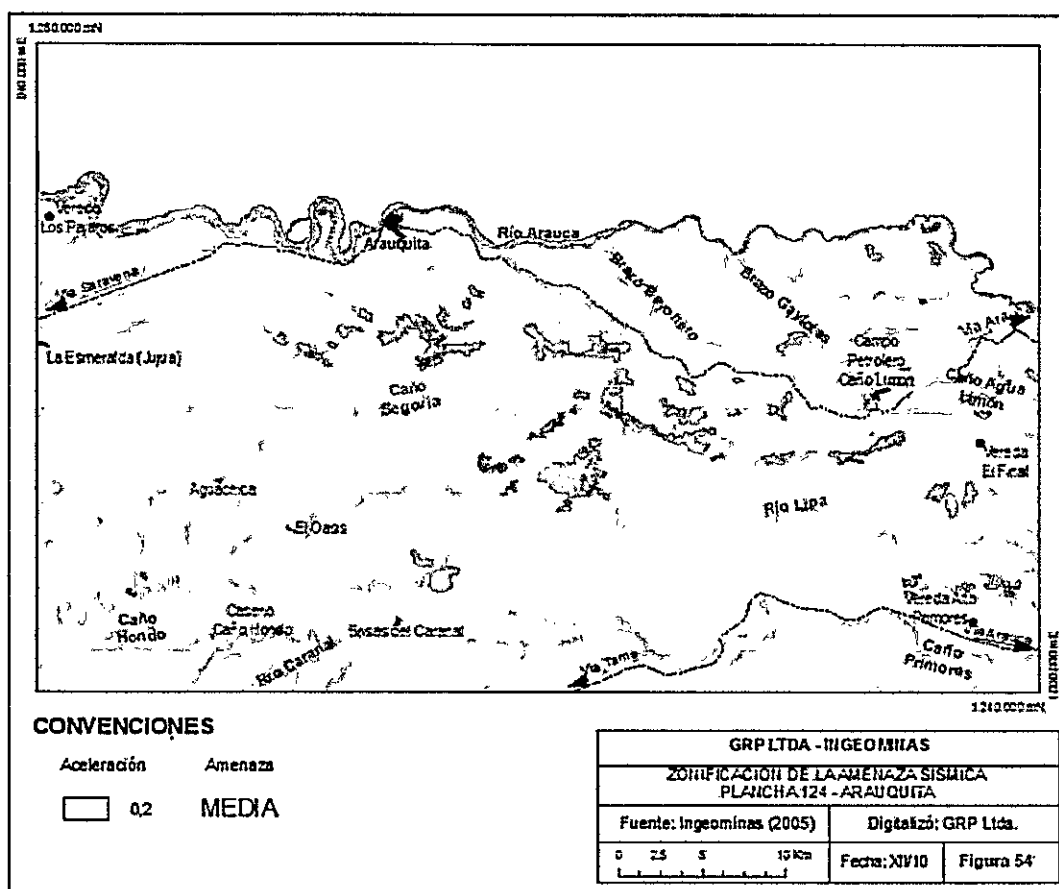
Fuente: Plancha 124 – Arauquita. Servicio Geológico Colombiano, 2010

4.6.3. Amenaza por actividad sísmica

La Amenaza Sísmica de cualquier zona en particular del territorio Nacional, está definida por la ley vigente de Sismo-resistencia, Ley 400 de 1997, NSR-10, la cual

adopta los parámetros del "Estudio General de Amenaza Sísmica en Colombia" (AIS et al 1996). En dicho estudio, toda el área perteneciente a la plancha 124 se considera como de Amenaza Sísmica Intermedia, en la zona de Aceleración Pico Efectiva de 0.20g. (Imagen 8). Este valor de aceleración es el mínimo que debe ser tenido en cuenta para los diseños sismorresistentes de todas las futuras construcciones en el área. Dichos valores son preliminares mientras no exista un estudio particular de microzonificación sísmica para al menos la cabecera municipal de Arauquita, pues dadas las características propias de los suelos, ellos reúnen las condiciones para ser licuables en el caso de presentarse un sismo superficial generado localmente.

Imagen 8. Zonificación de la amenaza sísmica en el departamento de Arauca y la Plancha 124



Fuente: Plancha 124 – Arauquita. Servicio Geológico Colombiano. 2010

La mayoría de las poblaciones del Departamento de Arauca son relativamente jóvenes y en consecuencia su historia sísmica, con excepción de Tame es muy



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	<u>Estudio de Suelos</u> <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 26
---	--	---

escasa y en consecuencia esto se convierte en un factor limitante para una evaluación más completa de su amenaza sísmica real. El recuento histórico más significativo para el área se encuentra en Ramírez (1975), donde cita un sismo ocurrido el 17 de febrero de 1807 a las 12 del día, que destruyó 27 casas de la población de Tame, además de la Iglesia, suceso que fue seguido por una fuerte tempestad que agravó considerablemente los daños directos causados.

Tabla 1. Amenazas naturales predio I.E. José María Carbonell

Amenaza	Grado de amenaza	Observación
Inundación	Baja	Asociado a escorrentías y ocurre dentro de los cauces activos, llanuras aluviales y bajos topográficos
Sísmica	Intermedio	Aa = 0.15

Fuente: Tomado de los planos del PBOT



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 27
---	--	--

5. ESTUDIO GEOTÉCNICO

5.1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

El programa de exploración geotécnica consistió en la ejecución de 3 sondeos con equipo a percusión, alcanzando los 6.40 m de profundidad máxima explorada y 18.00 m de profundidad total explorada. La cantidad de perforaciones y su profundidad se basa en criterios mínimos definidos en el numeral H.3 del Título H de la NSR-10 para unidades de construcción de categoría baja (construcciones de hasta tres niveles).

5.1.1. Metodología

a) Traslado al sitio: Con la información preliminar del levantamiento topográfico, el personal y equipo se trasladó a la Institución Educativa José María Carbonell, ubicada en el centro poblado La Esmeralda, sector rural del municipio de Arauquita.

b) Sondeo manuales.

c) Análisis de la estratigrafía presentada: A medida que se extraen las diferentes muestras de material, el Laboratorista se encarga de hacer la respectiva estratigrafía, analizando color textura y consistencia del material, al igual que la profundidad del nivel freático si existe.

f) Toma de muestras: De acuerdo con los parámetros anteriormente mencionados se recogieron muestras cada 1.00 m de profundidad para hacer los diferentes ensayos y se tiene el mayor cuidado durante el almacenamiento y transporte de las muestras que se deban realizar los ensayos de resistencia (corte directo y/o compresión inconfiada).

5.1.2. Sondeos manuales

Se realizan sondeos por el método de percusión, realizando ensayos de Penetración Estándar (SPT). Se realizaron 3 sondeos de 6.40 m de profundidad distribuidos en los sitios de construcción de las obras proyectadas.

El número y espaciamiento de las exploraciones en el subsuelo fueron determinados, conforme a las características propias del lugar y las posibles cargas transmitidas por la estructura al suelo.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 28
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

La profundidad de los sondeos y apiques se estimó a partir de las condiciones del terreno detectadas durante el proceso de perforación y siguiendo las indicaciones de la tabla H.3.2.-1 "Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción", Capítulo H Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10.

En la Tabla 2 se presenta la localización geográfica de los sondeos realizados, y en la imagen 9 se ilustra más detalladamente su ubicación.

Tabla 2. Localización de los sondeos exploratorios

Sondeo	Ubicación			Elevación	Prof.	N.F.
	Sector	Norte	Este			
S-01	Batería sanitaria	6°57'38.58"N	71°37'4.47"O	177	6.40	2.20
S-02	Bloque de aulas	6°57'37.95"N	71°37'4.54"O	177	6.40	2.30
S-03	Bloque de aulas	6°57'37.86"N	71°37'5.10"O	177	6.40	2.40

Fuente: Elaboración propia

Imagen 9. Localización de los sondeos exploratorios



Fuente: Google Earth. Fecha de imagen: 9/28/2023



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	<u>Estudio de Suelos</u> <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 29
---	--	---

5.2. ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO

5.2.1. Ensayos de campo

En el desarrollo de la exploración geotécnica se ejecutó un tipo de ensayo de campo: Penetración Estándar (SPT).

Componentes principales:

- Trípode metálico de 5.00 m para elevación y descenso de la pesa.
- Pesa para golpeo de 140 lb.
- Tubería de perforación tipo AW y accesorios.
- Llaves tipo americana No. 18 y 24.
- Barra de golpeo.
- Tubo guía de 70 cm.
- Cuchara partida de 2" de diámetro y 45.7 cm de longitud.
- Barreno helicoidal.
- Motobomba.

Procedimiento de ejecución:

Determinada la ubicación de los sondeos exploratorios se procedió a adelantar el montaje del trípode y accesorios adicionales como pesa normalizada, uniones, tubería, barra guía, tomamuestras de tubo partido para la realización de los ensayos de Penetración Estándar cada 1.00 metro de profundidad. Cuando se alcanza la profundidad deseada, se limpia el fondo de la perforación retirando los residuos y se registra la profundidad de limpieza, se conecta el toma muestra de tubo partido a la tubería de perforación y se baja suavemente dentro del hueco, se coloca el martillo en posición y se instala el yunque en la parte superior de la tubería de muestreo. Se marcan los tubos de perforación en tres incrementos sucesivos de 15 cm de manera que se pueda observar el avance del muestreador bajo el impacto del martillo para cada incremento, se hinca el tomamuestras a golpes del martillo de 140 lb y se cuenta el número de golpes aplicados en cada incremento de 15 cm.

El procedimiento de perforación debe proporcionar una cavidad limpia y estable antes de introducir el muestreador y asegurar que el ensayo se realiza en un suelo esencialmente inalterado.

Para el avance de la perforación se empleó el método de lavado con barrena de punta cortante, usando una bomba para inyectar agua a presión a través de una manguera conectada a la tubería de lavado.



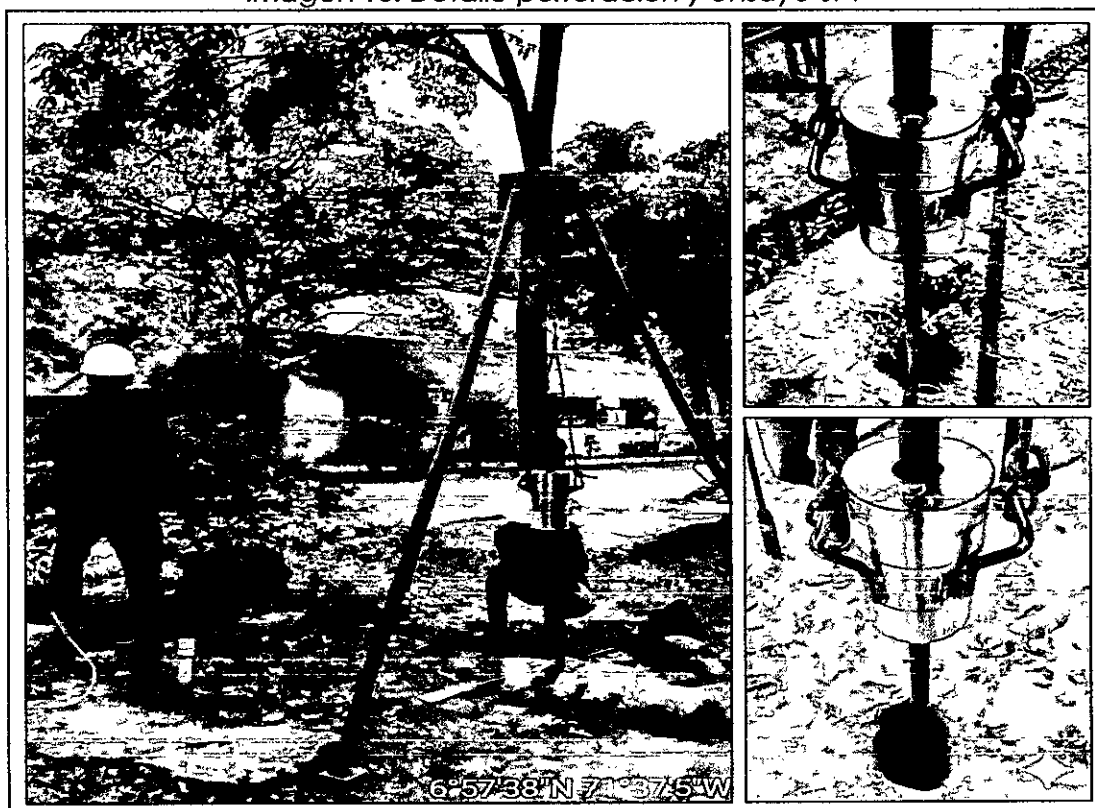
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos <u>I. E. José María Carbonell</u> Página 30
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

No se empleó tubería de revestimiento. En su lugar se empleó en algunos casos lodo de perforación para mantener la excavación abierta.

Cada vez que aparezca un cambio notorio de estrato, se suspende el agua de lavado, se extrae la tubería de lavado y se introduce el tomamuestra de cuchara partida.

Llegada la profundidad para realizar el ensayo SPT se introduce un barreno helicoidal para limpiar la perforación.

Imagen 10. Detalle perforación y ensayo SPT



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Ensayos de campo realizados

Ensayo	Cantidad	Norma
Penetración Estándar (SPT)	18	INV E-111-13

Fuente: Elaboración propia



5.2.2. Ensayos de laboratorio

Con el fin de establecer las propiedades geomecánicas de los materiales representativos del perfil del suelo, se llevó a cabo un programa de ensayos de laboratorio sobre muestras obtenidas en el trabajo de exploración. Estos ensayos se realizaron teniendo en cuenta los fines específicos de este estudio. Por medio de los ensayos de laboratorio pertinentes para cada caso, se establecieron características particulares de clasificación y se calcularon parámetros de resistencia.

De las exploraciones efectuadas se tomaron muestras para realizar los siguientes ensayos de laboratorio:

- Contenido de humedad.
- Granulometría.
- Límites de consistencia.
- Peso unitario
- Corte directo.

La exploración de campo y los ensayos de laboratorio se realizaron con el propósito de determinar las características y propiedades de los suelos que componen la zona de fundación de la obra mencionada.

La cantidad de ensayos ejecutados se relaciona en la Tabla 4.

Tabla 4. Ensayos de laboratorio realizados

Ensayo	Cantidad	Norma
Contenido de humedad	18	INV E-122-13
Granulometría	18	INV E-213-13
Peso unitario	18	INV E-105-13
Corte directo	3	INV E-154-13

Fuente: Elaboración propia

5.2.1. Nivel de aguas freáticas

La presencia de aguas freáticas se identificó a profundidades entre 2.20 y 2.40 m. (Ver Tabla 2. Localización de los sondeos exploratorios).



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 32
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

5.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS

Para la clasificación y caracterización de los materiales extraídos de las exploraciones hechas en la zona de estudio se ejecutaron una serie de ensayos de laboratorio.

Los resultados de los ensayos realizados en campo y laboratorio, permiten determinar ciertos parámetros de comportamiento físico y mecánico, que luego bajo un modelo de comportamiento determinado indicarán la respuesta del suelo a las sollicitaciones impuestas por las obras de infraestructura que se van a construir.

Los ensayos realizados se pueden clasificar en físicos y mecánicos, los primeros se emplean para clasificar el material y son ensayos cuyos resultados indican parámetros que definen ciertas propiedades como densidad, porosidad, entre otras. Estas propiedades permiten inferir la homogeneidad del depósito de suelos y en cierta medida su futuro comportamiento. Los ensayos mecánicos entregan parámetros numéricos que permiten conformar las ecuaciones de comportamiento de diferentes modelos constitutivos que modelan matemáticamente la respuesta del suelo.

5.3.1. Estratigrafía

El subsuelo de la zona está compuesto superficialmente y hasta los 6.40 m de profundidad por arenas limosas de granulometría fina, identificado por la clasificación SUCS como SM.

En la Tabla 5 se relaciona el valor en porcentaje de cada tipo de suelo respecto a la totalidad de muestras obtenidas de la zona del proyecto, encontrando así, que el 100% de los suelos son arenas con menor proporción de finos.

Tabla 5. Tipo de suelo encontrado en los sondeos

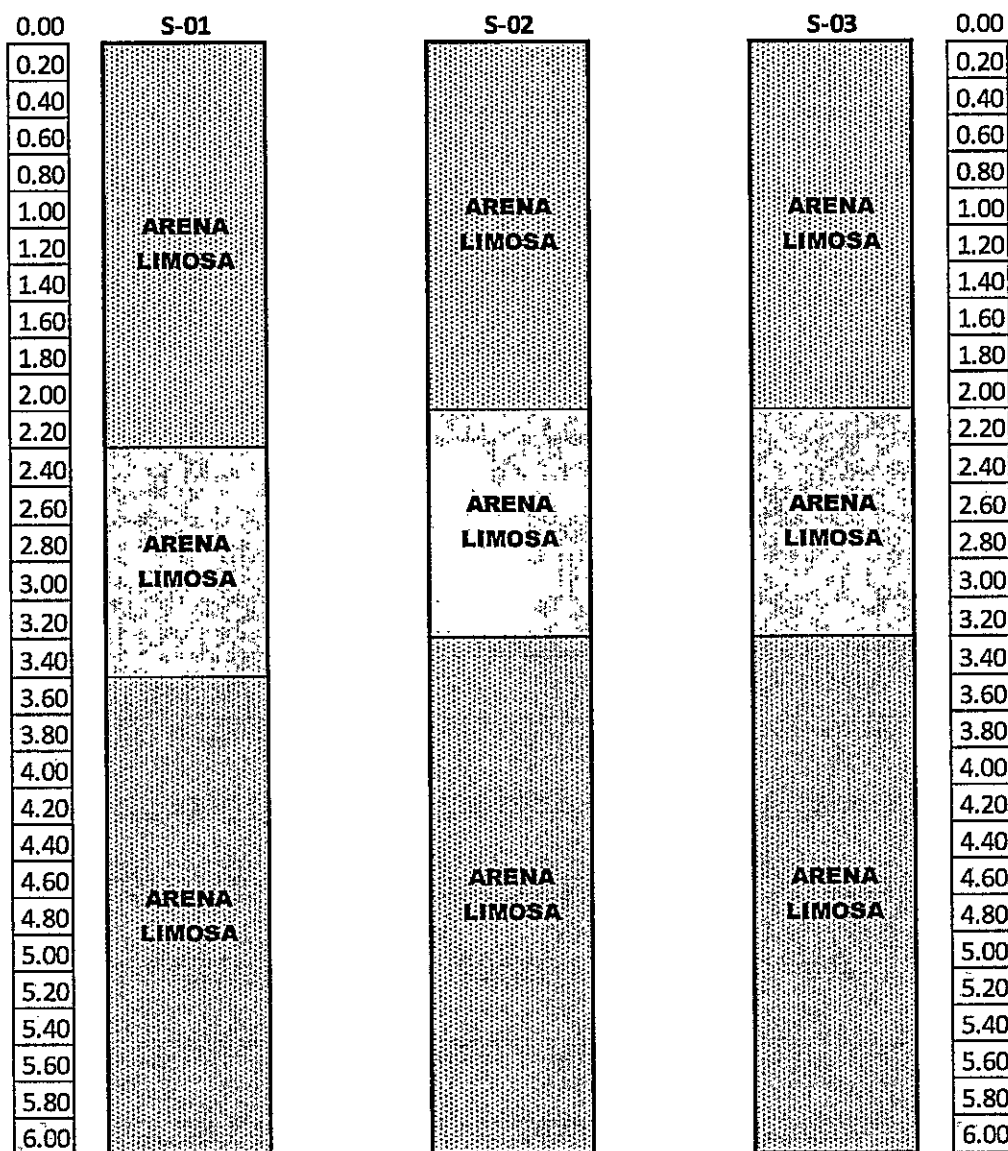
TIPO SUELO	USCS	CANTIDAD DE MUESTRAS EN LOS APIQUES	PORCENTAJE
Suelo Grueso	SM	18	100%
TOTAL		18	100.0%

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 1 se muestra el perfil estratigráfico característico encontrado en cada uno de los sondeos ejecutados.



Gráfico 1. Perfiles de suelo encontrados en los sondeos



Fuente: Elaboración propia

Basado en los perfiles estratigráficos de los sondeos S-01, S-02 y S-03, la estratigrafía del terreno es altamente uniforme y se describe de la siguiente manera:

- Capa Superficial: Se encuentra un estrato de material orgánico que abarca desde la superficie (0.00 m) hasta los 0.20 m de profundidad.



- Estrato 1 (Arena Limosa): Se extiende desde los 0.20 m hasta aproximadamente los 2.00 m - 2.20 m de profundidad; se clasifica como arena limosa de granulometría fina (SM / A-2-4) de color amarillo.
- Estrato 2 (Arena Limosa): Comienza tras el nivel freático, aproximadamente entre los 2.20 m - 2.40 m y llega hasta los 3.20 m - 3.40 m; consiste en arena limosa de granulometría fina (SM / A-2-4) de color amarillo con gris.
- Estrato 3 (Arena Limosa): Se localiza desde los 3.20 m - 3.40 m hasta el final de la exploración a los 6.40 m; está compuesto por arena limosa de granulometría fina (SM / A-2-4) de color gris.

Tabla 6. Resultado de ensayos de laboratorio subsuelo de fundación

SONDEO	NIVEL FREAT.	MUESTRA		CLASIFICACION			GRADACIÓN			% HUM.	Hum. Equilib %	%LL	%LP	%P	IL	Peso Unitario Ton/m3	Gravedad especifica Gs	PARÁMETROS DE RESISTENCIA	
		No.	PROF. (M)				% Gravas	% Arenas	% Finos									C (kg/cm2)	φ (°)
				U.S.C.	AASHTO	IG													
S-01	2.20	M1	1.00	SM	A-2-4	0	0.00	71.84	28.16	10.02	-	-	-	-	-	1.758	2.658	0.05	23.4
		M2	2.00	SM	A-2-4	0	0.00	75.44	24.56	12.47	-	-	-	-	-	1.846	2.657		
		M3	3.00	SM	A-2-4	0	0.00	77.59	22.41	20.78	-	-	-	-	-	1.848	2.657		
		M4	4.00	SM	A-2-4	0	0.00	81.02	18.98	19.02	-	-	-	-	-	1.872	2.656		
		M5	5.00	SM	A-2-4	0	0.00	80.33	19.67	19.26	-	-	-	-	-	1.885	2.656		
		M6	6.00	SM	A-2-4	0	0.00	79.94	20.06	20.35	-	-	-	-	-	1.895	2.656		
S-02	2.30	M1	1.00	SM	A-2-4	0	0.00	71.82	28.18	9.24	-	-	-	-	-	1.762	2.658		
		M2	2.00	SM	A-2-4	0	0.00	76.76	23.24	12.33	-	-	-	-	-	1.853	2.657		
		M3	3.00	SM	A-2-4	0	0.00	77.40	22.60	21.79	-	-	-	-	-	1.876	2.657		
		M4	4.00	SM	A-2-4	0	0.00	80.08	19.92	21.04	-	-	-	-	-	1.892	2.656		
		M5	5.00	SM	A-2-4	0	0.00	81.33	18.67	19.18	-	-	-	-	-	1.897	2.656	0.06	25.4
		M6	6.00	SM	A-2-4	0	0.00	81.59	18.41	19.88	-	-	-	-	-	1.902	2.656		
S-03	2.40	M1	1.00	SM	A-2-4	0	0.00	72.16	27.84	9.12	-	-	-	-	-	1.773	2.658		
		M2	2.00	SM	A-2-4	0	0.00	78.31	21.69	21.86	-	-	-	-	-	1.844	2.657	0.04	24.8
		M3	3.00	SM	A-2-4	0	0.00	77.51	22.49	21.24	-	-	-	-	-	1.857	2.657		
		M4	4.00	SM	A-2-4	0	0.00	80.40	19.60	20.07	-	-	-	-	-	1.871	2.656		
		M5	5.00	SM	A-2-4	0	0.00	81.11	18.89	19.51	-	-	-	-	-	1.895	2.656		
		M6	6.00	SM	A-2-4	0	0.00	81.67	18.33	20.42	-	-	-	-	-	1.911	2.655		
PROM	2.30			SM	A-2-4	0	0.00	78.13	21.87	17.64	-	-	-	-	-	1.858	2.657	0.05	24.5
MINIMO	2.20			SM	A-2-4	0	0.00	71.82	18.33	9.12	-	-	-	-	-	1.758	2.655	0.04	23.4
MAXIMO	2.40			SM	A-2-4	0	0.00	81.67	28.18	21.86	-	-	-	-	-	1.911	2.658	0.06	25.4

Fuente: Elaboración propia

5.3.1. Propiedades físicas

Las propiedades físicas permiten ubicar el suelo dentro de sistemas de clasificación comúnmente empleados en la práctica ingenieril, así como determinar ciertos



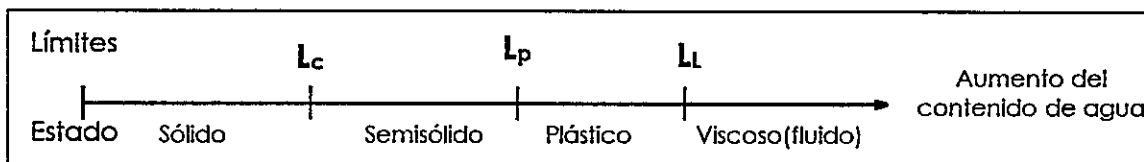
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 35
---	--	--

parámetros numéricos que permiten inferir el comportamiento geotécnico del material.

Para clasificar los materiales encontrados según el sistema USC, es necesario llevar a cabo ensayos de lavado sobre el tamiz No. 200 y límites de consistencia.

En los suelos finos, su comportamiento está asociado a la cantidad de agua presente en los vacíos del mismo, para tal fin y como valores empíricos se han aceptado ciertos valores frontera donde estos cambian de comportamiento al cambiar la cantidad de agua presente en la muestra. Estos valores frontera son conocidos como límites, y son muy utilizados para caracterizar los conjuntos de partículas de suelo, agua, aire y se basan en el concepto de que un suelo fino de acuerdo a su contenido de humedad puede presentar cuatro estados de consistencia como se muestra en el diagrama. El primer estado es seco, y a partir de este la humedad va aumentando hasta alcanzar el estado viscoso, como se muestra en el gráfico 2, así:

Gráfico 2. Estado de un suelo de acuerdo a la cantidad de agua presente



Fuente: Elaboración propia

Los contenidos de humedad y los puntos de transición de uno a otro estado se denominan: Límite de contracción L_c , Límite de plástico L_p y Límite de líquido L_l .

De los valores numéricos de estos límites se derivan algunas relaciones matemáticas denominadas Índices, entre los cuales se encuentran el Índice de Plasticidad, IP , y el Índice de Liquidez, IL .

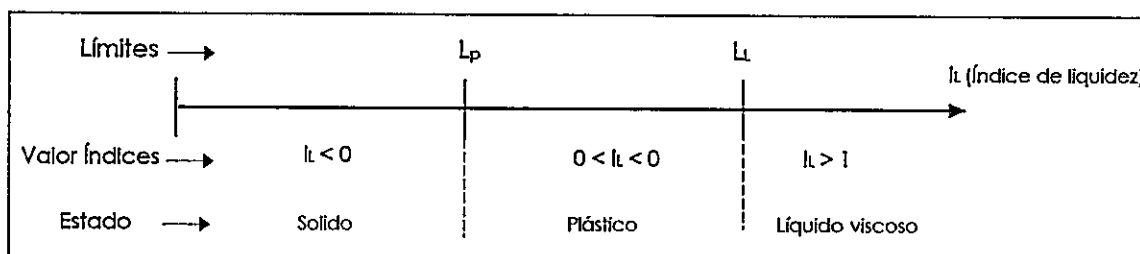
$$IL = \frac{W - LP}{IP};$$

IL : Índice de liquidez, W : Humedad natural, IP : Índice de Plasticidad.

En la expresión aparece el límite plástico del material y la humedad natural. De acuerdo al valor que alcance este índice se tiene un estado de comportamiento del material como se muestra en el gráfico 3, estados de un suelo de acuerdo a la cantidad de agua presente.



Gráfico 3. Rangos del índice de liquidez



Fuente: Elaboración propia

El índice de liquidez indica el potencial de consistencia de un suelo de acuerdo al valor de la humedad natural.

Según la fórmula anterior puede anotarse que para un suelo que tiene la humedad natural igual a su límite plástico el índice de liquidez es cero y para un contenido de humedad igual al límite líquido el índice es igual a 1. Con esto se puede concluir que:

- $IL < 0$, el suelo tendrá un comportamiento rígido
- $0 < IL < 1$, el suelo se comportará como un material plástico
- $IL > 1$, el suelo se convertirá en un líquido muy viscoso

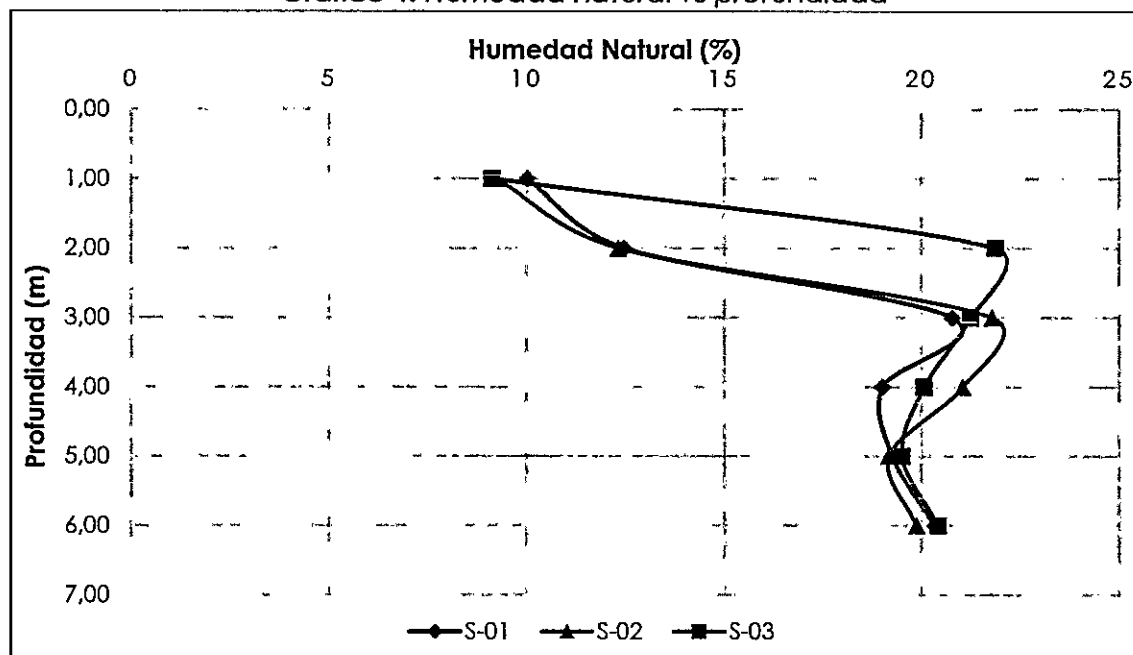
En desarrollo de este informe se ha buscado caracterizar los estratos del subsuelo con las siguientes propiedades físicas: humedad natural, peso unitario, peso específico de sólidos, límites de consistencia, porcentaje de partículas con tamaño menor a 0.075 mm, entre otros valores que se indican en los perfiles geotécnicos reportados. Los valores reportados en dichos perfiles obedecen a la caracterización física de los materiales recuperados en los sondeos, adicionalmente se presentan otros parámetros deducidos por medio de las expresiones matemáticas que vinculan las relaciones de fase y que provienen de la mecánica de suelos tradicional.

El gráfico 4 muestra los perfiles de los resultados encontrados en los ensayos de humedad natural realizados sobre cada una de las muestras evaluadas en función de su profundidad del sitio en el cual se ubican la construcción del proyecto. Los valores encontrados para los sondeos exploratorios se encuentran en un intervalo definido por los extremos 9.12% y 21.86%.

Este aumento de la humedad con la profundidad es un indicador clave de que el suelo pasa de una condición de humedad natural de campo a una condición de **saturación cercana al 100%** conforme se alcanza el nivel freático.



Gráfico 4. Humedad natural vs profundidad



Fuente: Elaboración propia

Basado en los resultados de laboratorio presentados en la tabla resumen, podemos determinar lo siguiente respecto a las características plásticas del suelo:

- No posee plasticidad.
- Comportamiento granular: Esto es totalmente coherente con la clasificación geotécnica obtenida: Arena Limosa (SM) según el sistema USCS y A-2-4 según AASHTO. Los suelos granulares (arenas y arenas limosas) se caracterizan por ser no plásticos o tener una plasticidad muy baja, ya que su comportamiento mecánico depende más de la fricción entre partículas que de la cohesión arcillosa.

5.3.1. Potencial de expansión de los suelos.

La determinación de las características expansivas del subsuelo se basa tradicionalmente en criterios de laboratorio que identifican valores elevados en el Límite Líquido (LL) y el Índice de Plasticidad (IP), los cuales indican la presencia de minerales arcillosos activos. No obstante, para el predio de la I.E. José María Carbonell, estos criterios no resultaron determinantes debido a que el subsuelo está conformado íntegramente por arenas limosas (SM) cuyos finos son de carácter no plástico.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 38
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

Al contrastar las propiedades índices de los materiales con los requisitos establecidos en la Tabla H.9.1-1 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), se concluye que el potencial de expansión es BAJO. Esta condición es altamente favorable para la estabilidad de la nueva infraestructura, ya que garantiza que las zapatas y placas de contrapiso no estarán sometidas a esfuerzos por cambios volumétricos (hinchamiento o contracción) ante las variaciones del contenido de humedad detectadas cerca del nivel freático.

Tabla 7. Clasificación de suelo expansivos según NSR-10

Potencial de expansión	Expansión Consolidómetro (%)	LL (%)	LC (%)	IP (%)	Partículas menores 1 μ (%)	Expansión libre en probeta (%)
Muy Alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 - 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 - 20.	39 - 50	8 - 18.	12 - 34.	12 - 37.	50 – 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Fuente: Título H de la NSR-10

Tabla 8. Clasificación potencial de expansión para los valores máximos encontrados en todos los sondeos ejecutados

Parámetros	Valores máximos obtenidos	Valores referencia
LL %	-	< 39
IP %	-	< 20
Potencial de expansión		BAJO

Fuente: Elaboración propia

Conforme a la tabla 8 y los valores allí presentados, el potencial de expansión de los suelos encontrados es BAJO. En términos prácticos para el proyecto de construcción, esto es una ventaja, ya que es un suelo no plástico, el cual no presenta cambios volumétricos significativos, respondiendo bien a la compactación mecánica para mejorar su capacidad portante.

5.3.4. Propiedades mecánicas.

Para modelar el comportamiento mecánico del suelo de cimentación se realizan ensayos mecánicos de laboratorio que permiten evaluar parámetros numéricos que serán la base de los modelos de análisis de estabilidad. Estos ensayos se clasifican en dos grupos, el primero de ellos, pretende definir el comportamiento resistente del suelo frente a diferentes niveles de esfuerzos, el segundo grupo indica el comportamiento deformacional del suelo también bajo diferentes niveles de carga.

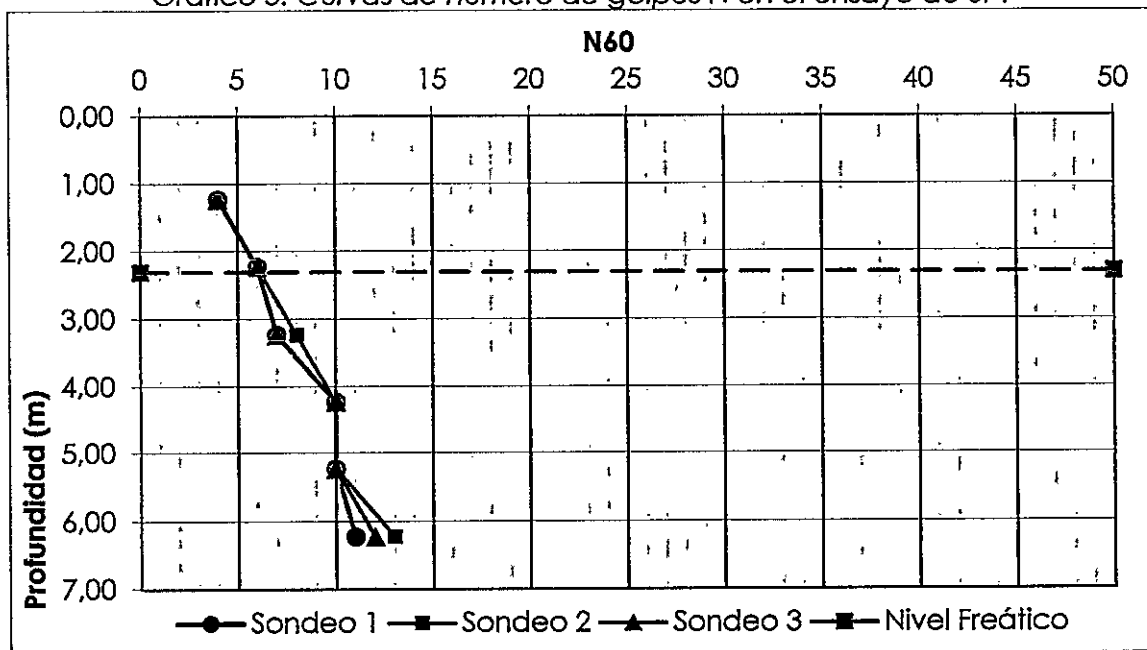


Para definir la resistencia del suelo se ha recurrido en el desarrollo del presente estudio al Criterio de resistencia de falla de Mohr-Coulomb, el cual considera el aumento de la resistencia cuando crece el esfuerzo de confinamiento del material, debido a fenómenos de fricción y dilatancia que presentan las partículas constituyentes del suelo. Este criterio exige la definición de dos parámetros para la elaboración del modelo: ángulo de resistencia al corte, ϕ , y cohesión, C . Estos parámetros se evaluaron a partir de los golpes de avance en el ensayo SPT, de los ensayos de compresión inconfiada sobre muestra inalteradas y corte directo sobre muestras remoldeadas.

A continuación, se presentan las características del ensayo SPT y la metodología propuesta por González (1998), para la determinación de los parámetros de resistencia

Ensayo normal de penetración, SPT. El muestreo de los suelos granulares con el toma muestras partido produce cambios intensos en su estructura original e imposibilita la correcta determinación de las propiedades mecánicas mediante pruebas de laboratorio. Para obviar esta dificultad se ha encontrado conveniente medir en forma sencilla el grado de compacidad del suelo en el sitio, al convertir el proceso de hincar el toma muestras en el terreno en un ensayo dinámico de penetración conocido como Ensayo Normal de Penetración, SPT.

Gráfico 5. Curvas de número de golpes N_{60} en el ensayo de SPT



Fuente: Elaboración propia

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 40
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

EL ensaya SPT es una prueba in-situ que se realiza en el fondo de una perforación; consiste en determinar el número N de golpes de un martillo con peso de 63 kg (140 lb) y 762 mm (30 pg.) de altura de caída, necesarios para hincar en el pie).

En el grafico 5 se muestran los perfiles encontrados para el número de golpes, N, en el ensayo normal de penetración, SPT, para los sondeos realizados. Dichos ensayos se ejecutaron a partir de 1.00 m de profundidad. En general los valores del número de golpes encontrados en cada sondeo aumentan levemente con la profundidad.

El ensayo de penetración estándar (SPT) realizado en los barrenos manuales, permitió determinar los parámetros de resistencia de los suelos, tales como el ángulo de fricción interna y resistencia al corte no drenado (Su). La consistencia y densidad relativa de los suelos puede ser calificada de acuerdo con lo indicado por Terzaghi y Peck. En la tabla 9 se muestran los criterios de clasificación según el número de golpes por pie del ensayo de penetración estándar (NSPT).

Tabla 9. Criterios de clasificación según el número de golpes del ensayo de penetración estándar NSPT

Consistencia arcillas	N	Densidad relativa arenas y limos	N
Muy Blanda	< 2	Muy Suelta	< 4
Blanda	2 – 4	Suelta	4 – 10
Media	4 – 8	Media	10 – 30
Firme	8 – 15	Densa	30 – 50
Muy Firme	15 – 30	Muy Densa	> 50
Dura	> 30		

En la tabla 10 se presenta el resumen del número de golpes/pie para cada depósito de suelo encontrado en los sondeos.

Según los resultados de los ensayos de SPT para El perfil se caracteriza por ser un suelo de SUELTO a MEDIANAMENTE COMPACTO. Los valores de N aumentan gradualmente con la profundidad:

- En los primeros metros (1.00 m - 2.00 m), se registran valores bajos de 4 a 6 golpes, lo que indica un suelo en estado suelto.
- A mayor profundidad (4.00 m - 6.00 m), la resistencia se incrementa, alcanzando valores de entre 10 y 13 golpes, reflejando una mayor compacidad del material granular.



Tabla 10. Número de golpes/pie Ncampo

Sondeo	Muestra	Profundidad Inicial (m.)	Profundidad Final (m.)	Profundidad Media (m.)	golpes/pie cuchara			N _{CAMPO}
					1	2	3	
S-01	1	1.00	1.45	1.23	2	2	2	4
	2	2.00	2.45	2.23	3	3	3	6
	3	3.00	3.45	3.23	3	3	4	7
	4	4.00	4.45	4.23	4	4	6	10
	5	5.00	5.45	5.23	4	5	5	10
	6	6.00	6.45	6.23	4	5	6	11
S-02	1	1.00	1.45	1.23	2	2	2	4
	2	2.00	2.45	2.23	2	3	3	6
	3	3.00	3.45	3.23	3	4	4	8
	4	4.00	4.45	4.23	4	4	6	10
	5	5.00	5.45	5.23	4	5	5	10
	6	6.00	6.45	6.23	5	6	7	13
S-03	1	1.00	1.45	1.23	2	2	2	4
	2	2.00	2.45	2.23	3	3	3	6
	3	3.00	3.45	3.23	3	3	4	7
	4	4.00	4.45	4.23	4	4	6	10
	5	5.00	5.45	5.23	4	5	5	10
	6	6.00	6.45	6.23	4	7	5	12

Fuente: Elaboración propia

5.3.5. Clasificación del suelo guía de trabajo seguro en excavaciones

La primera actividad a realizar para determinar si una excavación requiere un sistema de protección es conocer el tipo del suelo en el cual se está realizando la excavación. En la tabla 11 se describen los tipos de suelos según la Guía de Trabajo Seguro en Excavaciones 2014 del Ministerio del Trabajo.

De acuerdo con los criterios técnicos descritos en la guía, el terreno debe clasificarse como **Tipo C** por las siguientes razones:

- **Presencia de Agua:** La guía establece que se clasifica como Tipo C el "suelo sumergido o suelo donde el agua está drenada de forma lenta". Dado que el nivel freático en los sondeos S-01, S-02 y S-03 se encuentra entre los 2.20 m y 2.40 m de profundidad, cualquier excavación que alcance o supere esta cota estará en contacto directo con agua.
- **Naturaleza Granular:** El suelo predominante es una Arena Limosa (SM / A-2-4). La guía indica que el suelo Tipo C incluye "suelo granular incluyendo gravilla, arena margas".



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 42
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

- Consistencia y Estabilidad: Los valores de SPT (N) bajos (entre 4 y 13 golpes) indican que es un material de baja compacidad, lo que lo hace intrínsecamente menos estable que los suelos Tipo A o B.

Tabla 11. Tipos de suelos

Tipo A	Tipo B	Tipo C
Es un suelo cohesivo con una resistencia a la compresión no confinada de 144 KPa ó mayor. Tipo A, si: • El suelo está fisurado. • El suelo está sujeto a vibración de tráfico pesado, hincado de pilotes, efectos similares. • El suelo ha sido previamente perturbado. • Es suelo es parte de un talud, en un sistema de capas donde las capas llegan dentro de la excavación en una pendiente de 4 horizontal a 1 vertical (4H:1V) ó mayor. • El suelo está sujeto a otros factores que podrían requerirlo para ser clasificado como un material menos inestable.	Es un suelo cohesivo con una resistencia a la compresión no confinada mayor a 48 KPa pero menor de 144 KPa, ó: • Es un suelo granular sin cohesión incluyendo: grava angular (similar a roca partida), limo, margas limosas, margas arenosas y en algunos casos, margas arcillo limosas, y margas arcillo arenosas. • Suelos previamente perturbados, excepto aquellos que puedan ser clasificados como Tipo C. • Suelos que cumplan los requerimientos de resistencia a la compresión no confinada ó de cementación para el tipo A, pero está fisurado ó sometido a vibración. • Roca seca pero que no es estable. • Material que es parte de un talud, sistema de capas donde las capas entran a la excavación en una pendiente menos de 4H:1V, pero solamente si el material pueda ser clasificado como Tipo B.	Es suelo cohesivo con una resistencia a la compresión no confinada de 48 KPa ó menos, ó: • Suelo granular incluyendo gravilla, arena margas. • Suelo sumergido o suelo donde el agua está drenada de forma lenta. • Roca sumergida que no es estable. • Material en un talud, sistema de capas donde las capas entran en la excavación sobre un talud de 4H:1V ó mayor

Fuente: Guía de trabajo seguro en excavaciones 2014. Ministerio del Trabajo.

Al ser clasificado como Suelo Tipo C, se deben tomar las medidas de seguridad más estrictas para las excavaciones:

1. Protección de Taludes: Si se requiere hacer excavaciones abiertas, las paredes deberán ser protegidas con sistemas de entibado, apuntalamiento o, en su defecto, realizar taludes con pendientes mucho más tendidas para evitar derrumbes.
2. Manejo de Aguas: Debido a que el suelo es Tipo C por estar sumergido (nivel freático cercano), será indispensable implementar un sistema de bombeo o achique durante el proceso de construcción de las cimentaciones para mantener el fondo de la excavación seco y estable.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 43
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

5.4. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL SUBSUELO

5.4.1. Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT

Se presenta un método aproximado de evaluación de los parámetros efectivos de resistencia c' y ϕ' , mediante el empleo de los datos de SPT (N en golpes/pie). Aunque el método provee valores estimados, se obtienen resultados razonables útiles iniciales, especialmente para materiales granulares o intermedios, siendo menos aproximados para materiales cohesivos.

El procedimiento para obtener valores aproximados de valores efectivos de resistencia c' y ϕ' con SPT es el siguiente:

- Obtener el valor de N (golpes/pie) en campo, con la profundidad respectiva e identificar al tipo de suelo en el cual se hizo el ensayo.
- Colocar al ensayo la profundidad media entre las dos lecturas de golpes que se usen.
- Obtener o estimar el valor del peso unitario total de la muestra, preferentemente en el sitio. Esta se puede obtener de la muestra de la cuchara perdida, pero corrigiendo el área por la compresión que sufre la muestra al entrar al muestreador.
- Obtener lo más fiablemente posible la posición del nivel piezométrico.
- Calcular el valor de los esfuerzos totales (σ), la presión de poros (uw) y los esfuerzos efectivos ($\sigma' = \sigma - uw$) para toda la columna de ensayo. Hay que tener en cuenta que el material puede estar saturado y la presión de poros puede ser negativa hasta la altura de capilaridad.
- El valor de N_{45} para Colombia se corrige por confinamiento con la formulación de C_n de Seed & Driss (Marcuson), teniendo cuidado que $C_n \leq 2$.
- Se obtiene el valor de ϕ_{eq}' con la fórmula de Kishida.
- Se calcula el valor de $\tau = \sigma' \times \tan(\phi_{eq}')$.
- Se agrupan los valores de τ y σ' por tipos de materiales.
- Se hace la regresión τ vs σ' para cada tipo de material y se obtienen c' y $\tan\phi'$. Si en la regresión resulta $c' < 0$, se obliga a la regresión a pasar por cero.
- Se puede obtener el ϕ' mínimo de cada material haciendo $\phi' \text{ mínimo} = \phi_{eq}' \text{ mínimo}$.
- Se colocan los resultados en un diagrama $c' - \tan\phi'$ y si son materiales del mismo origen geológico, los puntos normalmente se alinean en forma aproximada.



En la Tabla 12 se presenta el cálculo de los parámetros de resistencia de los suelos a partir de los ensayos de SPT realizados en los sondeos exploratorios.

Tabla 12. Cálculo de parámetros de resistencia a partir del ensayo de SPT

La determinación de los parámetros de resistencia, se basa en las siguientes expresiones matemáticas:

$$\sigma = \sum_{i=0}^n \gamma_i Z_i$$

σ = Esfuerzo vertical normal
 γ_i = Peso unitario en el nivel
 Z_i = Profundidad del nivel
 N_{cor} = Número de golpes corregido
 N = Número de golpes en campo
 C_n = Factor de corrección

$$\mu = \gamma_w * Z_w$$

μ = Presión del agua intersticial
 γ_w = Peso unitario del agua
 Z_w = Profundidad

$$\sigma' = \sigma - \mu$$

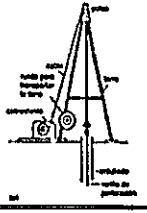
σ' = Esfuerzo vertical efectivo
 σ = Esfuerzo vertical normal
 μ = Presión del agua intersticial
 σ' = Esfuerzo cortante
 ϕ_{eq} = Ángulo de resistencia al corte
 σ' = Esfuerzo vertical efectivo

$$RS = \frac{\sigma'}{P_a}$$

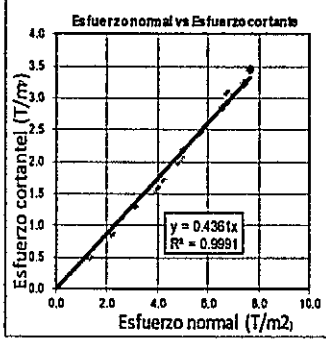
RS = Parámetro adimensional
 σ' = Esfuerzo vertical efectivo
 P_a = Presión atmosférica
 C_n = Factor de corrección
 K = Constante del modelo
 RS = Parámetro adimensional

$$N_{cor} = N * C_n$$

$\phi_{eq}' = 15 + (12.5 N_{cor})^{0.5}$
 $\tau = \tan(\phi_{eq}') \sigma'$
 $C_n = 1 - K \log RS$



Altura sobre nivel del mar: 177 m
Presión atmosférica: 10.13 T/m²

PARÁMETROS DE RESISTENCIA				Sondeo	Muestra	SPT				Prof.	Nivel piezom.	σ	μ	σ'	SPT corregido			ϕ_{eq}	σ'	τ
						N1	N2	N3	N	m	m	T/m²	T/m²	T/m²	RS	Cn	Ncor	T/m²	T/m²	T/m²
 PARÁMETROS DE RESISTENCIA Pendiente $m = 0.4361$ Ángulo de resistencia al corte $\phi = 23.6^\circ$ Cohesión $C = 0.00 \text{ kg/cm}^2$				S-01	1	2	2	2	4	1.23	2.20	2.15	0.00	2.15	0.21	1.95	4	22.07	2.15	0.87
				S-01	2	3	3	3	6	2.23		3.96	0.02	3.93	0.39	1.58	4	22.07	3.93	1.59
				S-01	3	3	3	4	7	3.23		5.80	1.03	4.78	0.47	1.46	5	22.91	4.78	2.02
				S-01	4	4	4	6	10	4.23		7.66	2.03	5.64	0.56	1.36	6	23.66	5.64	2.47
				S-01	5	4	5	5	10	5.23		9.54	3.03	6.52	0.64	1.27	6	23.66	6.52	2.86
				S-01	6	4	5	6	11	6.23		11.43	4.03	7.41	0.73	1.19	6	23.66	7.41	3.25
				S-02	1	2	2	2	4	1.23	2.30	2.16	0.00	2.16	0.21	1.95	4	22.07	2.16	0.88
				S-02	2	2	3	3	6	2.23		3.98	0.00	3.98	0.39	1.57	4	22.07	3.98	1.61
				S-02	3	3	4	4	8	3.23		5.86	0.93	4.94	0.49	1.44	5	22.91	4.94	2.09
				S-02	4	4	4	6	10	4.23		7.75	1.93	5.83	0.58	1.34	6	23.66	5.83	2.55
				S-02	5	4	5	5	10	5.23		9.65	2.93	6.72	0.66	1.25	6	23.66	6.72	2.95
				S-02	6	5	6	7	13	6.23		11.56	3.93	7.63	0.75	1.17	7	24.35	7.63	3.45
				S-03	1	2	2	2	4	1.23	2.40	1.29	0.00	1.29	0.13	2.00	4	22.07	1.29	0.52
				S-03	2	3	3	3	6	2.23		3.09	0.00	3.09	0.31	1.73	5	22.91	3.09	1.31
				S-03	3	3	3	4	7	3.23		4.95	0.83	4.13	0.41	1.55	5	22.91	4.13	1.74
				S-03	4	4	4	6	10	4.23		6.82	1.83	5.00	0.49	1.43	6	23.66	5.00	2.19
				S-03	5	4	5	5	10	5.23		8.71	2.83	5.88	0.58	1.33	6	23.66	5.88	2.58
				S-03	6	4	7	5	12	6.23		10.61	3.83	6.78	0.67	1.25	7	24.35	6.78	3.07

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 13 resume los parámetros de resistencia encontrados a partir del ensayo de SPT.

Tabla 13. Resumen parámetros de resistencia a partir del ensayo de SPT

Estrato	Prof. [m]	Φ [°]	Cu (kg/cm²)
Arena limosa (SM)	0.00 – 2.00	22.07°	-
Arena limosa (SM)	2.00 – 3.20	22.63°	-
Arena limosa (SM)	3.20 – 6.00	23.81°	-
Promedio		23.6°	

Fuente: Elaboración propia

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 45
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSÉ MARÍA CARBONELL Y JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

5.4.2. Parámetros a partir del ensayo de corte directo

Con el fin de definir los parámetros de resistencia al corte se realizaron ensayos de resistencia al corte directo drenado según norma INVIAS E-154-13 sobre muestras de suelos arenosos remoldeadas a humedad de saturación.

Tabla 14. Parámetros de resistencia ensayos de corte directo

Sondeo (Muestra)	Prof. [m]	Φ' [°]	C' (kg/cm ²)	USC
S-01 (M1)	0.00 – 2.00	23.4°	0.05	SM
S-03 (M2)	2.00 – 3.20	24.8°	0.04	SM
S-02 (M5)	3.20 – 6.40	25.4°	0.06	SM
	PROMEDIO	24.5°	0.05	

Fuente: Elaboración propia

5.4.3. Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad E_s se obtuvo a partir del número de golpes del ensayo de penetración estándar, tal como se presenta en la tabla 15.

Tabla 15. Correlaciones empíricas para estimar el módulo de Young E_s en diferentes tipos de suelo a partir del ensayo de SPT.

TIPO DE SUELO	CORRELACIÓN (E_s en kPa)	REFERENCIA
Gravas	$600(N+6)$ $N \leq 15$ $600(N+6)+2000$ $N > 15$	Bowles, 1996
Arenas saturadas	$250(N+15)$	Bowles, 1996
Arenas limosas	$1800+270N$ $N \leq 15$ $7740+135N$ $N > 15$	Ten et al, 1991
Arenas arcillosas	$320(N+15)$	Bowles, 1996
Limos	$300(N+6)$	Bowles, 1996
Arcillas	$E = 600N$	Bowles, 1996

Fuente: Varios autores

En la tabla 16 se presentan los valores de rigidez obtenidos para los materiales presentes en cada una de los sondeos.

Tabla 16. Módulo de Young estimado para los suelos encontrados

Perfil	Material	N60	E [MPa]
0.00 – 2.00	Arena limosa	4	2.88
2.00 – 3.20	Arena saturada	5	5.00
3.20 – 6.00	Arena saturada	6	5.25

Fuente: Elaboración propia



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 46
---	---	--

Los valores de módulo de elasticidad de los materiales del perfil de diseño corresponden a la correlación para arenas limosas.

Tabla 17. Valores Típicos del Módulo de elasticidad (E)

Tipo de Suelo	Módulo de Elasticidad (E) Mpa
Arcilla	
Muy blanda	2-15
Blanda	5-25
Medía	15-50
Dura	50-100
Arenosa	25-250
Limo	2-20
Arena	
Limosa	5-20
Suelta	10-25
Densa	50-81
Arena y Grava	
Suelta	50-150
Densa	100-200

Fuente: BOWLES. Op. cit., p 99

5.5. ASPECTOS SÍSMICOS Y CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DE LOS SUELOS

5.5.1. Perfil de los suelos

Para la clasificación del perfil del suelo se utilizó el promedio de los golpes SPT desde el primer metro de profundidad, obteniéndose:

Tabla 18. Promedio de SPT a lo largo de las exploraciones.

Perfil	$\bar{N}_{spt}$
Perfil de diseño	7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E

Tipo de perfil	$\bar{v}_s$	$\bar{N} \text{ o } \bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$
C	entre 360 y 760 m/s	mayor que 50	mayor que 100 kPa ($\approx 1 \text{ kgf/cm}^2$)
D	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 kgf/cm ²)
E	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa ($\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2$)

Fuente: Tabla A.2.4-2 NSR-10



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 47
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

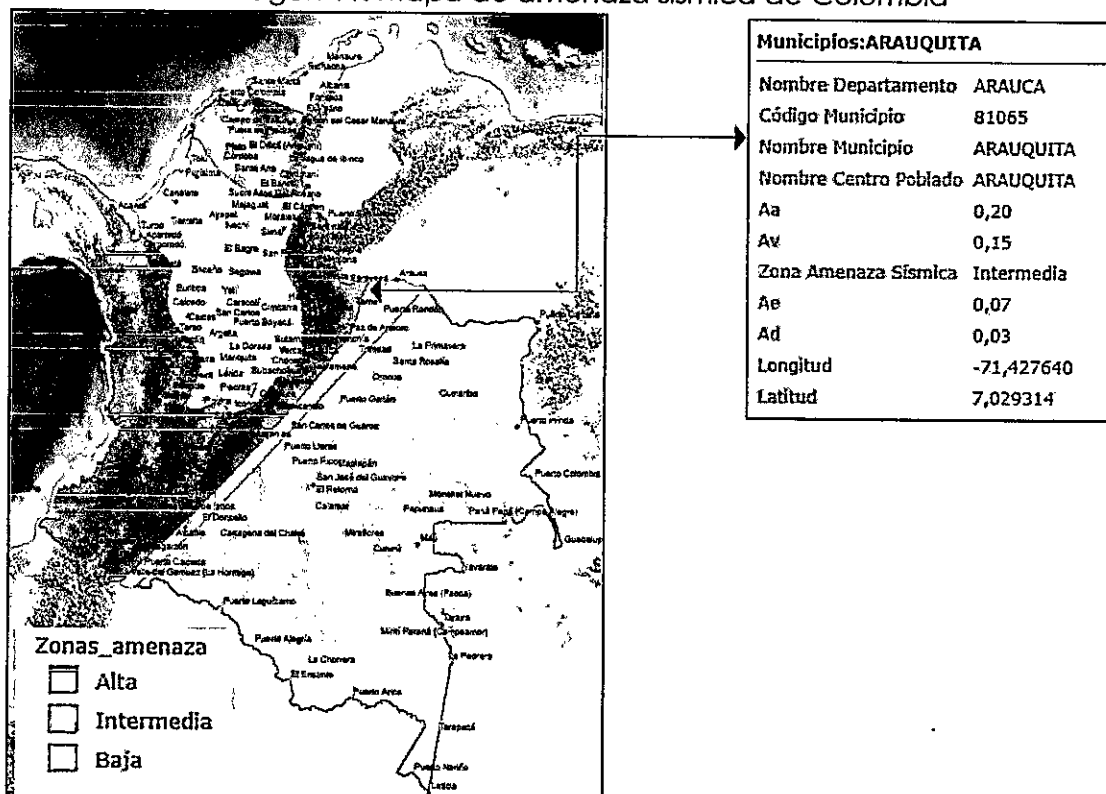
De acuerdo con las características predominantes de los perfiles, los suelos se sitúan en un Tipo E ($N < 15$).

Coefficiente de importancia: $I = 1.25$. De acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), en su Artículo A.2.5.1.2, las instituciones educativas (guarderías, escuelas, colegios y centros de enseñanza) se clasifican de manera estricta y obligatoria dentro del Grupo de Uso III. Esta categorización obedece legalmente a que este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas de la comunidad.

5.5.2. Clasificación de la amenaza sísmica

De acuerdo a la NSR (Normas Sismo Resistentes Colombianas 2010) título A, El municipio de Arauquita – Arauca, pertenece a una zona de amenaza sísmica Intermedia, en la imagen 11 se observa la ubicación del municipio de Arauquita en el mapa de amenaza sísmica de Colombia.

Imagen 11. Mapa de amenaza sísmica de Colombia



Fuente: Servicio Geológico Colombiano.



5.5.3. Determinación de parámetros sísmicos

De acuerdo a la NSR – 10, el tipo de clasificación del suelo y la zona de amenaza sísmica, se concluye que los parámetros sísmicos que caracterizan esta son:

Tabla 20. Parámetros sísmicos

Tipo de Suelo	E
Aa	0.20
Av	0.15
Fa	1.70
Fv	3.35
Ae	0.07
Ad	0.03

Donde:

Aa: Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño.

Av: Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño.

Fa: Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debido a los efectos de sitio, adimensional.

Fv: Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional.

Ae: Es la suma de los espesores de los k estratos de suelos cohesivos localizados dentro de los 30 m superiores del perfil.

Ad: Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para el umbral de daño.

5.5.4. Análisis de licuación de los suelos

Se habla de la **licuefacción de un suelo** o también llamada **licuación de suelos** cuando el terreno pierde su resistencia al corte y por tanto se comporta como un líquido debido a que se desarrollan presiones intersticiales de forma rápida (sin drenaje) como consecuencia de un sismo o terremoto.

Generalmente los suelos potencialmente más licuables son las arenas finas y poco densas y los limos y arenas mal gradados aunque también se han dado casos en arenas gruesas y gravas y en turbas o suelos altamente orgánicos.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 49
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

Condiciones para que ocurra la licuación en los suelos:

Además del tipo de terreno, para que se produzca este fenómeno, el nivel freático debe encontrarse cerca de la superficie, la compacidad de los materiales suele ser baja ($NSPT < 20$) y la intensidad del terremoto alta.

Concretamente, según González De Vallejo, 2002, se pueden establecer las siguientes circunstancias desencadenantes de este fenómeno:

- Sismos de magnitud igual o superior a 5.5, con aceleraciones superiores o iguales a 0.2g.
- A partir de los 15 m de profundidad no se han conocido fenómenos de licuefacción en suelos.
- El nivel freático, en la mayoría de los casos en los que se ha presentado la licuefacción se encontraba a poca profundidad, inferior a 3 m; por debajo de los 5 m de profundidad, la susceptibilidad a la licuefacción es muy baja.

De modo general, las propiedades que caracterizan a los suelos licuefactables (González de Vallejo, 2002) son las siguientes:

- Grado de saturación del 100%.
- Diámetro medio D_{50} entre 0.05 y 100 mm.
- Coeficiente de uniformidad $C_u = D_{60}/D_{10} < 15$.
- Contenido en finos inferior al 10%.
- Bajo grado de compactación, es decir $NSPT < 10$ para profundidades < 10 m y $NSPT < 20$ para profundidades > 10 m.

O según Wang, 1979, los suelos con las siguientes propiedades:

- Tamiz 0,005 mm $\leq 15\%$
- Límite líquido $LL \leq 35\%$
- Humedad natural $w \geq 0.9 LL$
- Índice líquido $IL \leq 0.75$

Como puede verse los suelos licuables suelen estar comprendidos entre las arenas y los limos.

Estimación de la susceptibilidad a la licuación de los suelos:

En los perfiles de suelo registrados, se encontraron depósitos de arenas limosas de granulometría fina a media de compacidad suelta a media con las siguientes propiedades:

- D_{50} entre 0.18 y 0.38 mm
- Pasa Tamiz 0.075 mm entre 9.52% y 28.18%



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	<u>Estudio de Suelos</u> <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 50
---	---	---

- Límite líquido LL no posee plasticidad
- Bajo grado de compactación NSPT < 10.

Aunque el suelo presenta características que, de forma aislada, lo harían **susceptible** a la licuación (presencia de agua, naturaleza granular y baja compactación), la licuación es un fenómeno detonado principalmente por eventos sísmicos de gran magnitud (igual o superior a 5.5 con aceleraciones $\geq 0.2g$).

Existe una **susceptibilidad potencial** debido a las características intrínsecas del suelo. Para determinar el riesgo real, es necesario realizar un **análisis de amenaza sísmica local** para el municipio de Arauquita que valide si las aceleraciones del terreno ante un posible sismo exceden los umbrales críticos descritos.

5.6. CAPACIDAD PORTANTE

En este capítulo se realiza una evaluación de las condiciones de soporte del suelo y el cálculo de la capacidad portante para las obras de este proyecto.

5.6.1. Generalidades

Se define capacidad admisible para una cimentación como: “el menor valor entre la capacidad calculada a partir de la resistencia ante falla, reducida por el factor de seguridad, y la que produzca asentamientos inferiores a los permitidos. Esta capacidad debe ser claramente establecida en los estudios geotécnicos. Después de conocer las propiedades físicas y mecánicas de los materiales que conforman la zona geotécnica encontrada mediante la exploración realizada se procede a determinar la capacidad de carga y el nivel de deformaciones que se pueden presentar debido a las cargas impuestas, se establece ahora el nivel de cimentación para entrar a valorar la capacidad portante. Para el sitio de estudio se determinarán las capacidades portantes del suelo a diferentes profundidades.

5.6.2. Nivel y sistema de cimentación

El nivel de la cimentación debe quedar a una profundidad tal que se garantice una resistencia adecuada del suelo y que presente deformaciones inmediatas y por consolidación tolerable para el tipo de proyecto y las cargas que se impondrán.

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR 10, en el numeral H4.6 – Profundidad de cimentación, establece para la profundidad de cimentación:



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos <u>I. E. José María Carbonell</u> Página 51
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

(a) La profundidad tal que se elimine toda posibilidad de erosión o meteorización acelerada del suelo, arrastre del mismo por tubificación causada por flujo de las aguas superficiales o subterráneas de cualquier origen.

(b) En los suelos arcillosos, la profundidad de las cimentaciones debe llevarse hasta un nivel tal que no haya influencia de los cambios de humedad inducidos por agentes externos.

(c) Es preciso diseñar las cimentaciones superficiales en forma tal que se eviten los efectos de las raíces principales de los árboles próximos a la edificación o alternativamente se deben dar recomendaciones en cuanto a arborización.

Basado en el análisis conjunto de la estratigrafía, los ensayos de laboratorio (SPT) y las características arquitectónicas de los bloques, la recomendación técnica para el nivel de desplante (nivel de cimentación) es la siguiente: **-1.20 m a -1.50 m respecto al nivel del terreno natural.**

Esta recomendación se sustenta en los siguientes puntos técnicos clave para las condiciones específicas del sitio:

1. **Evitar la zona de Material Orgánico:** El primer estrato encontrado es material orgánico superficial (hasta los 0.20 m), el cual es altamente compresible y no es apto para apoyar cimentaciones. Desplantar por debajo de los 1.00 m garantiza que se apoyes firmemente sobre el estrato de **Arena Limosa (SM / A-2-4)**.
2. **Distancia al Nivel Freático (NF):** El nivel freático se ha detectado entre los **2.20 m y 2.40 m**. Al fijar el nivel de cimentación en -1.20 m o -1.50 m, se mantiene una distancia de seguridad de aproximadamente **0.70 m a 1.20 m** respecto al agua. Esto es crucial porque:
 - Simplifica enormemente el proceso constructivo al evitar excavaciones profundas que requerirían sistemas de bombeo o agotamiento de aguas ("desagüe") para mantener el fondo seco.
 - Previene la saturación directa de la base de la zapata, lo que ayuda a mantener la capacidad portante estimada y evita problemas de humedad ascendente.
3. **Consistencia del Suelo (SPT):** En el rango de -1.00 m a -2.00 m, los valores de N se encuentran típicamente entre 4 y 6 golpes. Aunque es un suelo de consistencia suelta, esta profundidad permite realizar una **mejora de suelo** sencilla (sustitución de los primeros 30 cm por material granular compactado) antes de fundir las zapatas, lo que mejorará significativamente la capacidad de carga y controlará asentamientos diferenciales.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 52
---	--	--

5.6.3. Cimentación superficial

De acuerdo a la zona geotécnica encontrada y definida, se hace la evaluación de la capacidad de carga con las expresiones de cimentaciones de manera que se pueda establecer un perfil de capacidad de carga. Es necesario mencionar que para aplicar los valores de carga a áreas resultantes es indispensable comprobar que los materiales existentes son los reportados en el estudio realizado. La capacidad de soporte del suelo reportada en la exploración realizada se calculó ecuación presentada por Meyerhof; la cual dice que una cimentación es superficial si la profundidad D_f de la cimentación es menor o igual al ancho de la misma. Sin embargo, investigadores posteriores han sugerido que cimentaciones con D_f igual a 3 o 4 veces el ancho se definen como cimentaciones superficiales.

5.6.4. Cálculo de capacidad portante

En este literal se procederá a realizar los diferentes cálculos de capacidad portante que apliquen a este proyecto, adicionalmente se presentaran las metodologías y expresiones matemáticas que se emplearan para el desarrollo y obtención de dichos cálculos.

Siendo más conservadores, se escogió el parámetro ϕ determinado mediante correlación de la prueba de SPT ($\phi=23.6^\circ$), para determinar la capacidad de soporte del suelo de fundación, resultando un margen de seguridad superior al obtener valores menores que los calculados con el ensayo de corte de directo sobre muestras remoldeadas.

Ecuaciones de capacidad portante utilizadas en el análisis:

Ecuación general de capacidad portante para suelo con fricción y cohesión ($\phi \neq 0$, $c \neq 0$), TERZAGHI.

$$q_{ult} = c N_c s_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma s_\gamma$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad N_q = \frac{e^{(1.5\pi - \phi) \tan \phi}}{2 \cos^2 (45 + \phi / 2)} \quad N_\gamma = \frac{\tan \phi}{2} \left(\frac{K_{PT}}{\cos^2 \phi} - 1 \right)$$

Dónde:

c: cohesión del suelo o resistencia al corte no drenado (su).

B: ancho, menor dimensión del cimientto, para cimientto circular diámetro.

γ : peso unitario del suelo de fundación





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell

Página 53

$q = \gamma D$: esfuerzo efectivo a nivel del fondo de la cimentación. D =profundidad de desplante, γ peso unitario del suelo por encima de la profundidad de desplante.

N_c, N_q, N_γ : factores de capacidad de carga

sc, sy : factores de corrección de la forma del cimiento

$sc = 1 + 0.3 B/L$; cuando L =continuo $sc=1.0$

$sy = 1 - 0.2 B/L$; cuando L =continuo $sy=1.0$

$sc = 1.3 \quad sy = 0.6$ para cimientos circulares

Cálculos de capacidad de carga admisible de los suelos de fundación ("perfil de diseño"):

La capacidad de carga nominal del suelo fue evaluada utilizando análisis de esfuerzos totales y parámetros de resistencia obtenidos mediante correlaciones del ensayo de SPT, siendo estos resultados los más confiables, y considerando el máximo nivel freático esperado durante la vida útil de la estructura. Las capacidades portantes evaluadas para diferente profundidad de desplante, se presentan en la tabla 21 para el perfil geotécnico de diseño encontrado en el sitio del proyecto.

Tabla 21. Capacidad portante admisible

TABLA 21. Capacidad Portante Disminuida

SUELO NATURAL

Propiedades del suelo

Ángulo de resistencia al corte	$\phi = 23.80^\circ$	
	$\phi = 0.412 \text{ rad}$	N.F= 2.20 m
Cohesión	C = 0.00 T/m ²	$\gamma_{sat} = 1.99 \text{ T/m}^3$
Peso unitario de la sobrecarga	$\gamma_b = 1.764 \text{ T/m}^3$	$\gamma_w = 1.00 \text{ T/m}^3$
Peso unitario del suelo de fundación	$\gamma = 1.858 \text{ T/m}^3$	$\gamma' = 0.99 \text{ T/m}^3$

Inclinación de cargas

$$B = 0^\circ$$

$$0 \text{ rad}$$

Factores de Capacidad Portante

$N_c =$	18.800
$N_q =$	9.214
$N_\gamma =$	8.924

H estrato	H= 6 m
FS	3

Excentricidad

$$e = 0.00 \text{ m}$$

Cálculo de Capacidad Portante del Suelo para cimientos superficiales.

Df	B'	B/L	L	B'/L'	L'	Fcs	Fqs	Fys	Df/B	Fcd	Fqd	Fyd	Fcd	Fqd	Fyd	q	γ	$\sigma_u (\text{t/m}^2)$	$\sigma_a (\text{t/m}^2)$	$\sigma_n (\text{t/m}^2)$	$Q_{max} (T)$
1.20	1.00	--	--	--	--	1.000	1.000	1.000	1.20	1.350	1.275	1.00	1.00	1.00	1.00	2.117	1.8580	33.16	11.05	8.94	8.94
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.490	1.437	0.600	1.20	1.350	1.275	1.00	1.00	1.00	1.00	2.117	1.8580	40.71	13.57	11.45	11.45
	1.00	0.75	1.33	0.75	1.33	1.368	1.328	0.700	1.20	1.350	1.275	1.00	1.00	1.00	1.00	2.117	1.8580	38.82	12.94	10.82	10.82
	1.00	0.50	2.00	0.50	2.00	1.245	1.218	0.800	1.20	1.350	1.275	1.00	1.00	1.00	1.00	2.117	1.8580	36.94	12.31	10.20	10.20
	1.00	0.25	4.00	0.25	4.00	1.123	1.109	0.900	1.20	1.350	1.275	1.00	1.00	1.00	1.00	2.117	1.8580	35.05	11.68	9.57	9.57
1.50	1.00	--	--	--	--	1.000	1.000	1.000	1.50	1.393	1.309	1.00	1.00	1.00	1.00	2.646	1.5961	39.03	13.01	10.36	10.36
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.490	1.437	0.600	1.50	1.393	1.309	1.00	1.00	1.00	1.00	2.646	1.5961	50.12	16.71	14.06	14.06
	1.00	0.75	1.33	0.75	1.33	1.368	1.328	0.700	1.50	1.393	1.309	1.00	1.00	1.00	1.00	2.646	1.5961	47.35	15.78	13.14	13.14
	1.00	0.50	2.00	0.50	2.00	1.245	1.218	0.800	1.50	1.393	1.309	1.00	1.00	1.00	1.00	2.646	1.5961	44.57	14.86	12.21	12.21
	1.00	0.25	4.00	0.25	4.00	1.123	1.109	0.900	1.50	1.393	1.309	1.00	1.00	1.00	1.00	2.646	1.5961	41.80	13.93	11.29	11.29



Df	B	B/L	L	B'/L'	L'	Fcs	Fqs	Fys	Df/B	Fcd	Fqd	Fyd	Fci	Fqi	Fyl	q	γ	σu (t/m2)	σa(t/m2)	σn(t/m2)	Qmax(T)
2.00	1.00	--	--	--	--	1.000	1.000	1.000	2.00	1.443	1.348	1.00	1.00	1.00	1.00	3.528	1.1598	48.99	18.33	12.80	12.80
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.490	1.437	0.800	2.00	1.443	1.348	1.00	1.00	1.00	1.00	3.528	1.1598	66.06	22.02	18.49	18.49
	1.00	0.75	1.33	0.75	1.33	1.368	1.328	0.700	2.00	1.443	1.348	1.00	1.00	1.00	1.00	3.528	1.1598	81.79	20.80	17.07	22.76
	1.00	0.50	2.00	0.50	2.00	1.245	1.218	0.800	2.00	1.443	1.348	1.00	1.00	1.00	1.00	3.528	1.1598	57.52	19.17	15.65	31.29
	1.00	0.25	4.00	0.25	4.00	1.123	1.109	0.900	2.00	1.443	1.348	1.00	1.00	1.00	1.00	3.528	1.1598	53.25	17.75	14.22	56.89
3.00	1.00	--	--	--	--	1.000	1.000	1.000	3.00	1.500	1.392	1.00	1.00	1.00	1.00	4.669	0.9850	64.29	21.43	16.76	16.76
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.490	1.437	0.800	3.00	1.500	1.392	1.00	1.00	1.00	1.00	4.669	0.9850	88.70	23.57	24.90	24.90
	1.00	0.75	1.33	0.75	1.33	1.368	1.328	0.700	3.00	1.500	1.392	1.00	1.00	1.00	1.00	4.669	0.9850	82.60	27.53	22.86	30.49
	1.00	0.50	2.00	0.50	2.00	1.245	1.218	0.800	3.00	1.500	1.392	1.00	1.00	1.00	1.00	4.669	0.9850	76.50	25.50	20.83	41.66
	1.00	0.25	4.00	0.25	4.00	1.123	1.109	0.900	3.00	1.500	1.392	1.00	1.00	1.00	1.00	4.669	0.9850	70.40	23.47	18.80	75.19
f = Ángulo de resistencia al corte									Fcs		Factores de		Fci		Factores de corrección por		Qmax= Carga máxima				
C = Resistencia no drenada									Fqs		corrección por		Fqi		inclinación						
B = Ancho de cimentación									Fgs		forma		Fyl								
L = Largo de cimentación									Fcd		Factores de		Su =		Esfuerzo último						
Df = Profundidad de desplante									Fqd		corrección por		Sn =		Esfuerzo neto						
L' = Largo efectivo									Fgd		profundidad		Sns =		Esfuerzo neto de seguridad						

Fuente: Propia

Se puede observar que la capacidad portante para zapatas cuadradas (B/L=1), entre 1.20 y 1.50 m de profundidad es de 136 a 167 kPa (13.57 a 16.71 Ton/m²) en el estrato de arena limosa.

Se observa un incremento directo en la capacidad portante admisible (σ_a) conforme la relación de aspecto (B/L) disminuye (es decir, conforme la zapata se vuelve más rectangular/alargada).

Para zapatas cuadradas (B/L=1), la capacidad es la más conservadora, lo cual es ideal para el diseño de zapatas aisladas bajo columnas.

Gráfico 6. Esfuerzo máximo vs profundidad de desplante

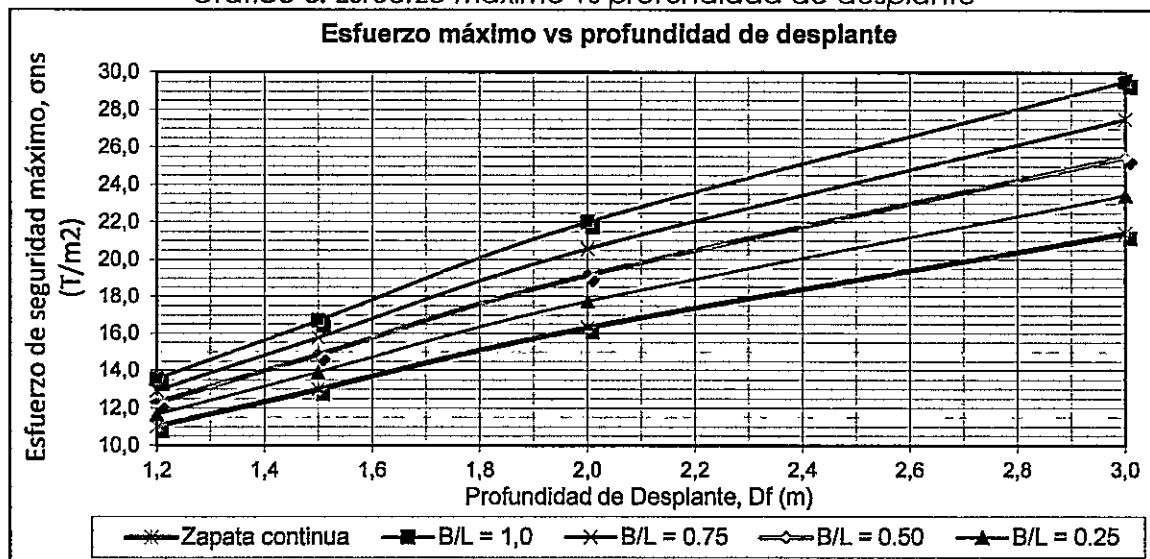
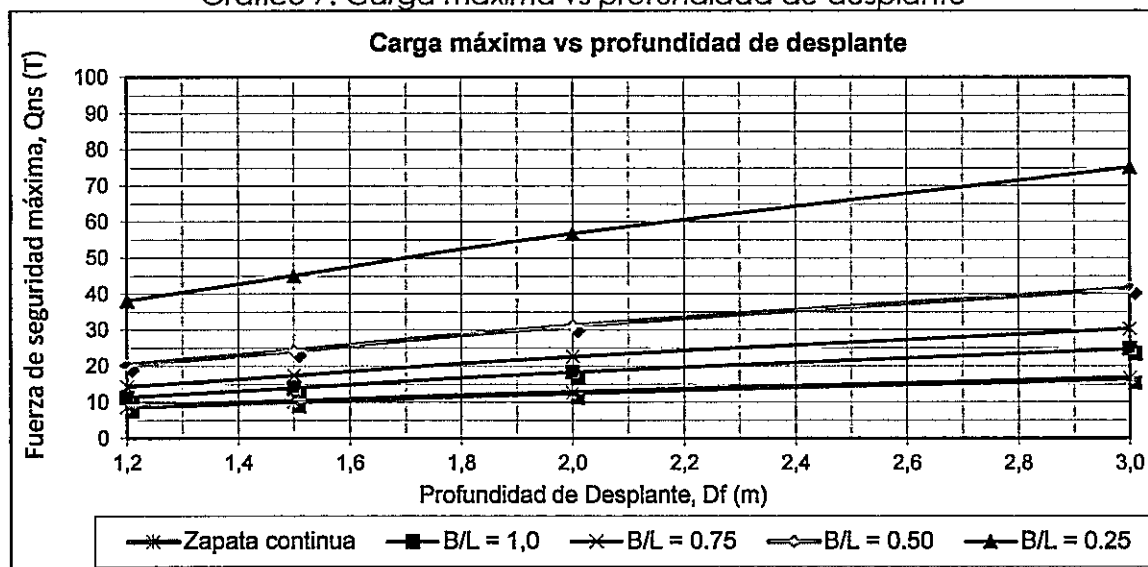


Gráfico 7. Carga máxima vs profundidad de desplante



Fuente: Elaboración propia.

5.7. ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS DE LAS OBRAS PROYECTADAS

La NSR-10 en el numeral H.4.9.2 presenta la siguiente consideración sobre el límite de los asentamientos totales:

- Para construcciones aisladas 30 cm, siempre y cuando no se afecten la funcionalidad de conducciones de servicios y accesos a la construcción.
- Para construcciones entre medianeros 15 cm, siempre y cuando no se afecten las construcciones e instalaciones vecinas.¹

El valor propuesto del asentamiento total por la norma colombiana es bastante alto, dado que lo que pretende es dar un tope máximo para casos especiales. Los asentamientos máximos permitidos serán verificados considerando los criterios dados en las tablas 22 y 23.

Tabla 22. Asentamientos diferenciales máximos, NSR-10

Tipo de Construcción	Asentamiento Diferencial máximo
(a) Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	L/1000
(b) Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	L/500

¹ MADS. NSR-10 Op. Cit., p. H-18.

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 56
---	--	---

Tipo de Construcción	Asentamiento Diferencial máximo
(c) Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	L/300
(d) Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores.	L/160

L= distancia entre apoyos o columnas

Si se limitan los asentamientos máximos totales, también se limita la ocurrencia de asentamientos diferenciales. Por este motivo en la práctica se recomienda ser más estricto en los asentamientos máximos tolerables para una estructura. Es común encontrar valores en el rango de 2.5 a 5.0 cms. Los valores más pequeños se emplean en suelos firmes o granulares, con asentamientos de tipo elástico. Los valores más altos se emplean para el caso de suelos finos de consistencia media a blanda y con posibilidades de sufrir asentamientos por consolidación a mediano y largo plazo.²

Tabla 23. Asentamiento total admisible³

Tipo de Estructura	Asentamiento total Admisible (mm)
Edificios de oficinas o residenciales	12 a 50 25 es el valor más común
Edificios Industriales, Fábricas	25 a 75
Puentes	50

5.7.1. Metodología para el cálculo de asentamientos

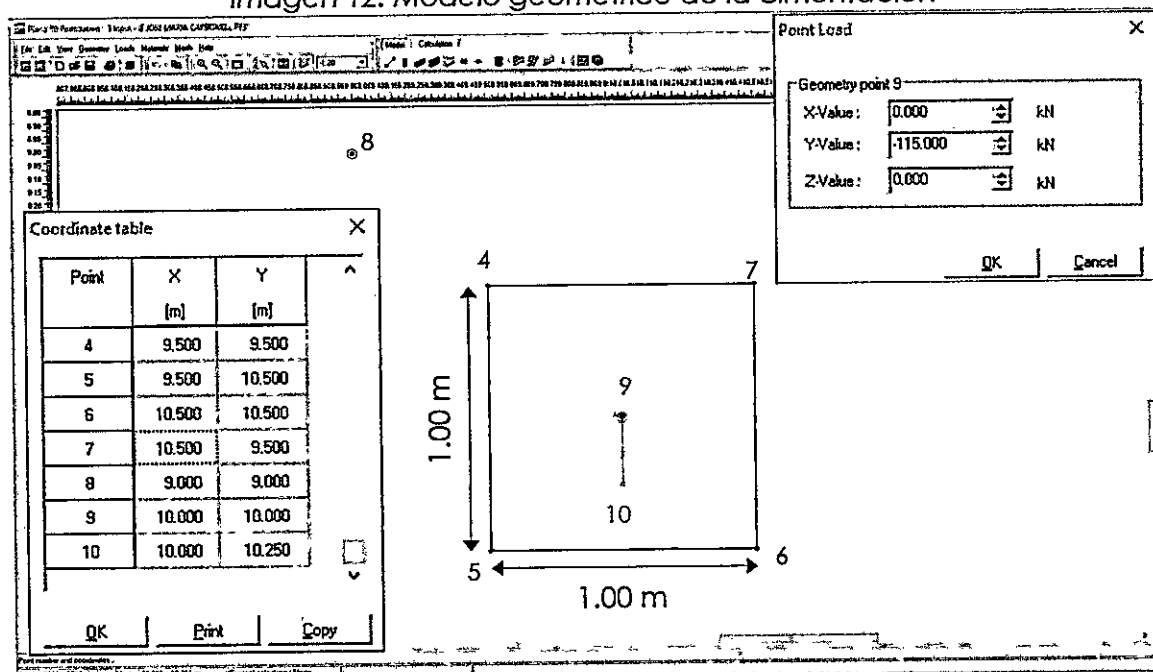
Se analizarán los asentamientos de la cimentación con ayuda del software Plaxis 3D Foundation. Este método esencialmente divide la masa de suelo en unidades discretas que se llaman elementos finitos. Estos elementos se interconectan en sus nodos y en bordes predefinidos. El método típicamente utilizado es el de la formulación de desplazamientos, el cual presenta los resultados en forma de esfuerzos y desplazamientos a los puntos nodales. La condición de falla obtenida es la de un fenómeno progresivo en donde no todos los elementos fallan simultáneamente.

² PINEDA, José Ricardo, Op. Cit., p 192.

³ CODUTO, Op. cit., p 29.

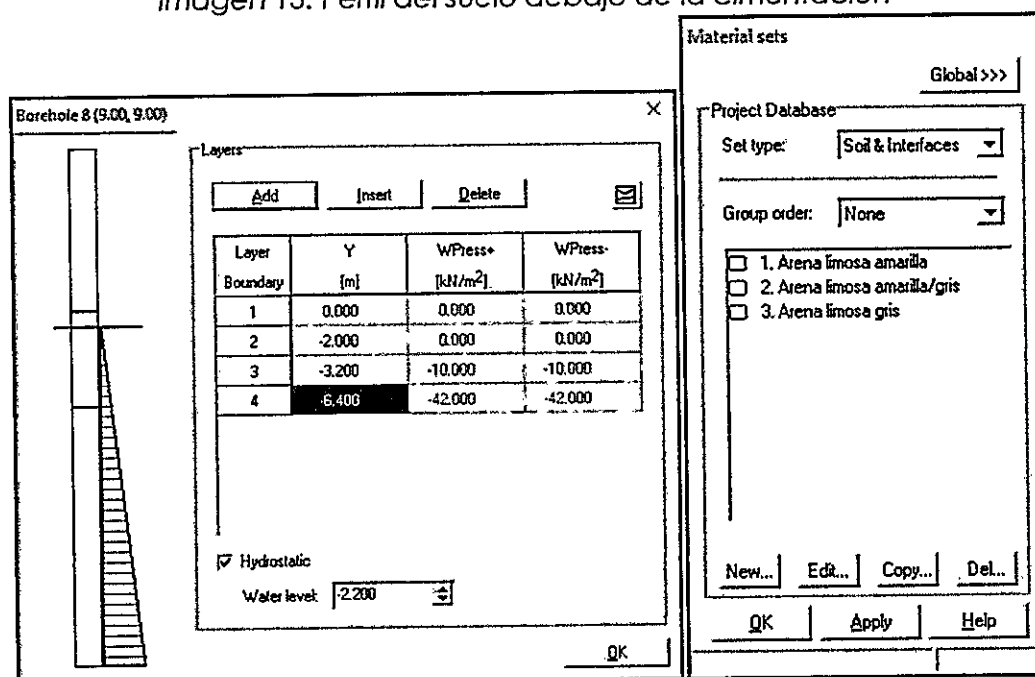


Imagen 12. Modelo geométrico de la cimentación



Fuente: Programa Plaxis 3D Foundation

Imagen 13. Perfil del suelo debajo de la cimentación





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell

Página 58

Mohr-Coulomb - 1. Arena limosa amarilla

General | Parameters | Interfaces

Material Set

Identification: 1. Arena limosa amarilla

Material model: Mohr-Coulomb

Material type: Drained

General properties

γ_{unsat} : 17.310 kN/m³

γ_{sat} : 19.670 kN/m³

Comments

Permeability

Advanced...

Next Ok Cancel Help

Mohr-Coulomb - 1. Arena limosa amarilla

General | Parameters | Interfaces

Stiffness

E_{ref} : 2880.000 kN/m²

ν (nu): 0.300

Strength

c_{ref} : 1.000 kN/m²

ϕ (phi): 23.400 °

ν (psi): 0.000

Alternatives

G_{ref} : 1107.692 kN/m²

E_{oed} : 3877.000 kN/m²

Advanced...

Next Ok Cancel Help

Mohr-Coulomb - 2. Arena limosa amarilla/gns

General | Parameters | Interfaces

Material Set

Identification: 2. Arena limosa amarilla/gr

Material model: Mohr-Coulomb

Material type: Drained

General properties

γ_{unsat} : 18.190 kN/m³

γ_{sat} : 19.390 kN/m³

Comments

Permeability

Advanced...

Next Ok Cancel Help

Mohr-Coulomb - 2. Arena limosa amarilla/gns

General | Parameters | Interfaces

Stiffness

E_{ref} : 5000.000 kN/m²

ν (nu): 0.300

Strength

c_{ref} : 1.000 kN/m²

ϕ (phi): 24.800 °

ν (psi): 0.000

Alternatives

G_{ref} : 1923.077 kN/m²

E_{oed} : 6731.000 kN/m²

Advanced...

Next Ok Cancel Help

Mohr-Coulomb - 3. Arena limosa gris

General | Parameters | Interfaces

Material Set

Identification: 3. Arena limosa gris

Material model: Mohr-Coulomb

Material type: Drained

General properties

γ_{unsat} : 18.550 kN/m³

γ_{sat} : 19.460 kN/m³

Comments

Permeability

Advanced...

Next Ok Cancel Help

Mohr-Coulomb - 3. Arena limosa gris

General | Parameters | Interfaces

Stiffness

E_{ref} : 5250.000 kN/m²

ν (nu): 0.300

Strength

c_{ref} : 1.000 kN/m²

ϕ (phi): 25.400 °

ν (psi): 0.000

Alternatives

G_{ref} : 2013.231 kN/m²

E_{oed} : 7067.000 kN/m²

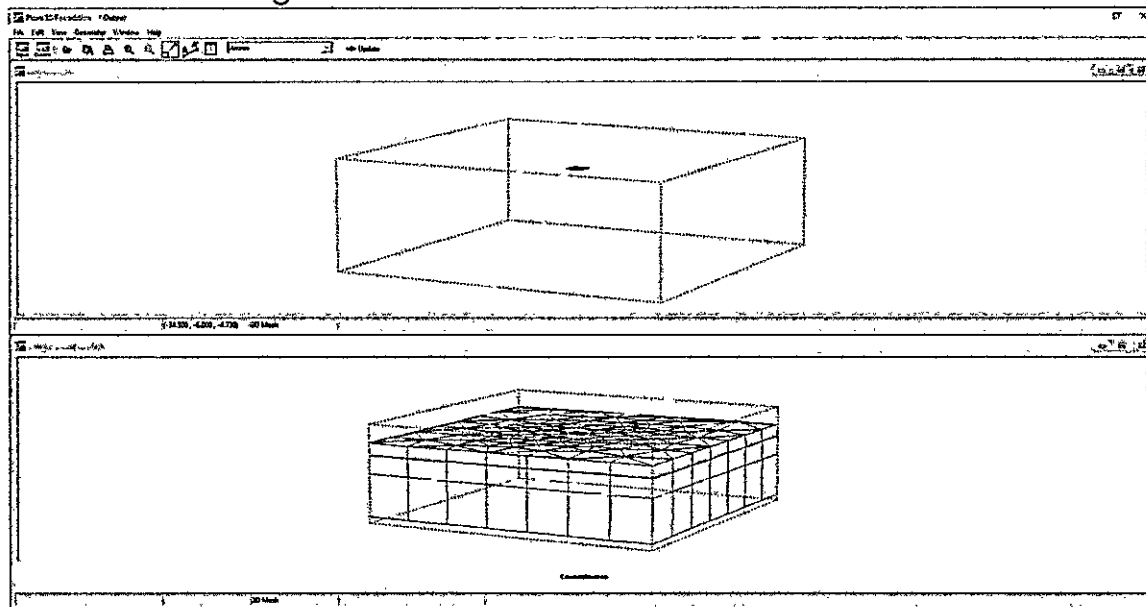
Advanced...

Next Ok Cancel Help

Fuente: Programa Plaxis 3D Foundation

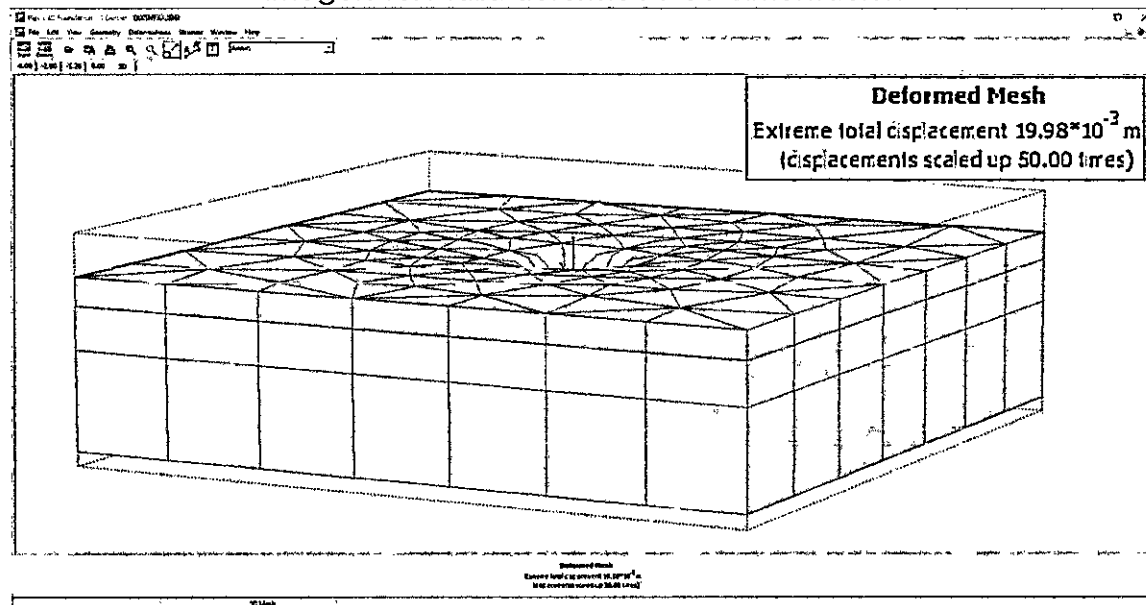


Imagen 14. Generación de la malla de cimentación



Fuente: Programa Plaxis 3D Foundation

Imagen 15. Malla deformada de cimentación



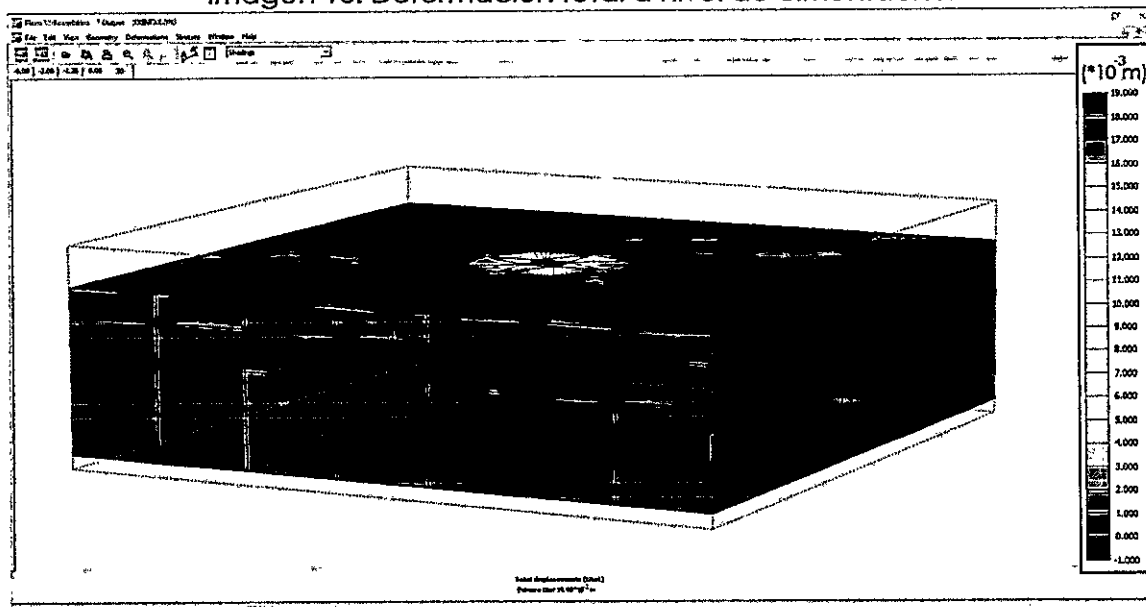
Fuente: Programa Plaxis 3D Foundation

Resultados

Carga : 115 kN (11.5 Ton)
 Asentamiento : $19.98 \times 10^{-3} \text{ m} = 20 \text{ mm}$ profundidad de cimentación nivel -1.20 m.



Imagen 16. Deformación total a nivel de cimentación



Fuente: Programa Plaxis 3D Foundation

Según los resultados, se tiene que los asentamientos esperados en el perfil de diseño considerado, son menores a los establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente (NSR-10), y los recomendados en la tabla 23 ($S_e = 25$ mm) por lo que se considera que el dimensionamiento de la cimentación es satisfactorio.

5.7.2. Selección de la alternativa de cimentación más favorable

Basado en el análisis de la estratigrafía, los parámetros geotécnicos (SPT, humedad, plasticidad, capacidad admisible) y la ubicación de las estructuras (bloques de aulas y batería sanitaria) en la I.E. José María Carbonell, el sistema de cimentación más favorable y técnicamente equilibrado es: **Zapatas Aisladas con Vigas de Amarre (Vigas de Cimentación)**.

Este sistema es el más recomendable por las siguientes razones técnicas, integrando toda la información que hemos analizado:

1. Justificación Técnica (Basada en los datos del suelo)

- **Condición del Suelo (Suelo Tipo C):** El suelo es una Arena Limosa (SM / A-2-4) de compactidad suelta a media (NSPT entre 4 y 13). Esta consistencia requiere un sistema que "amarre" la estructura para que funcione como una



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	<u>Estudio de Suelos</u> <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 61
---	--	---

unidad, evitando que las zapatas se muevan independientemente ante cargas sísmicas o asentamientos diferenciales.

- **Proximidad al Nivel Freático (NF):** Con el NF a 2.20 m - 2.40 m, desplantar a una profundidad de **1.20 m - 1.50 m** es ideal. Esto evita excavaciones profundas que intercepten el agua, lo cual complicaría la obra y aumentaría los costos de bombeo y estabilización de excavaciones.
- **Capacidad Portante:** A una profundidad de desplante (Df) de 1.20 m, el terreno ofrece una capacidad portante admisible (σ_a) de aproximadamente **13 ton/m²** (para zapatas cuadradas), valor más que suficiente para soportar las cargas de los bloques de aulas y la batería sanitaria.

2. Ventajas del Sistema Recomendado

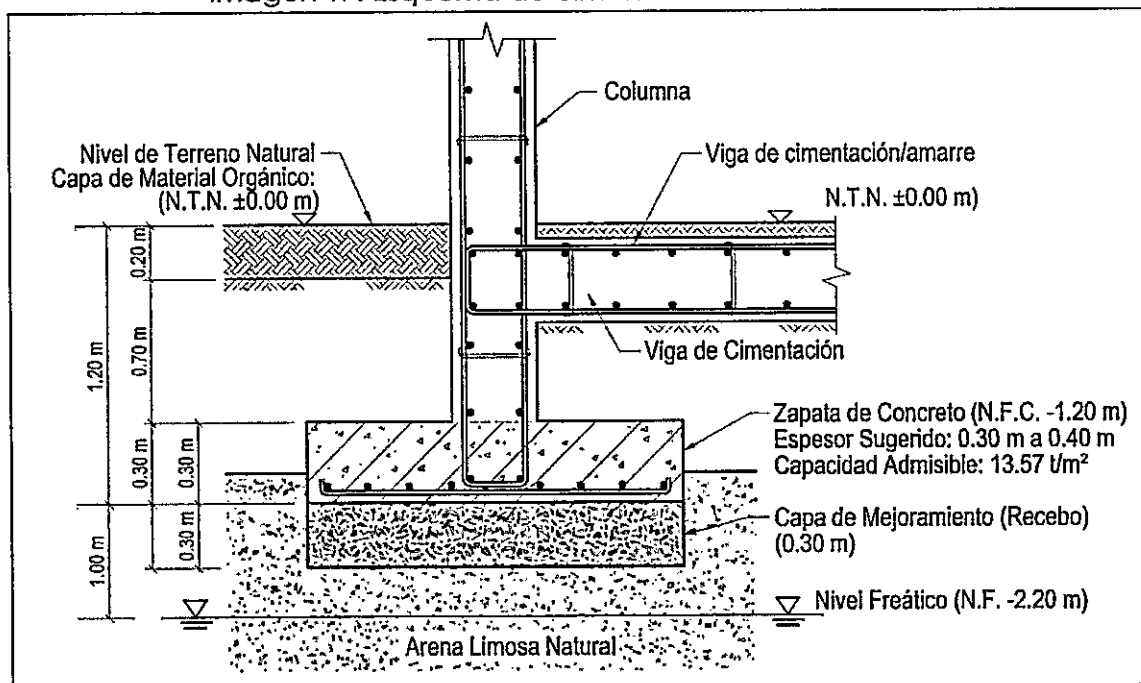
- **Rigidez Estructural:** Las vigas de amarre (que conectan las zapatas) son críticas en este tipo de terreno granular. Ante un posible sismo, estas vigas confinan el suelo de apoyo y absorben esfuerzos de tracción, mitigando significativamente el riesgo asociado a la susceptibilidad a la licuación que identificamos.
- **Eficiencia Constructiva:** Es una solución estándar, económica y fácil de ejecutar por el personal de obra. A diferencia de una losa de cimentación, no requiere excavaciones masivas que enfrentarían problemas de saturación por el NF.
- **Manejo de Humedad (Específico para Baterías Sanitarias):** La estructura de vigas permite elevar el nivel del piso terminado con mayor facilidad, aislando las zonas húmedas de las baterías sanitarias del contacto directo con el suelo, lo cual es vital para la durabilidad de los acabados.

Antes de fundir las zapatas, se recomienda realizar un **mejoramiento del suelo de apoyo**. Retira el material suelto del fondo de la excavación y rellena con una capa de 0.20 m - 0.30 m de recebo o material tipo subbase, compactado mecánicamente al 95% del Proctor Modificado.

Las Zapatas aisladas interconectadas por vigas de cimentación, desplantadas a 1.20 m, con un mejoramiento granular previo, es la solución que ofrece la mejor relación seguridad-costo-facilidad constructiva para el proyecto.



Imagen 17. Esquema de cimentación recomendada



Fuente: Elaboración propia

5.7.3. Excavaciones para cimentación

Al ser un suelo granular (**Arena Limosa SM**) con baja compacidad, las paredes de la excavación no se sostienen por sí solas y tienen un alto riesgo de derrumbe.

1. Protección de las Paredes de Excavación

- **Sistemas de Taludes:** Para un suelo Tipo C, la normativa de seguridad suele exigir una pendiente de **1.5H:1V** (por cada metro de profundidad, se debe retirar metro y medio hacia atrás).
- **Entibados o Apuntalamientos:** Si el espacio no permite hacer taludes anchos (por la cercanía a otras estructuras), es obligatorio usar sistemas de entibado (madera o metal) que soporten la presión lateral del suelo.
- **Cargas en el Borde:** Nunca permitir que el material excavado o maquinaria pesada se coloque en el borde de la excavación. Debe mantenerse a una distancia mínima de **1 metro** para evitar que el peso adicional colapse la pared.

2. Control de Agua y Humedad



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 63
---	--	--

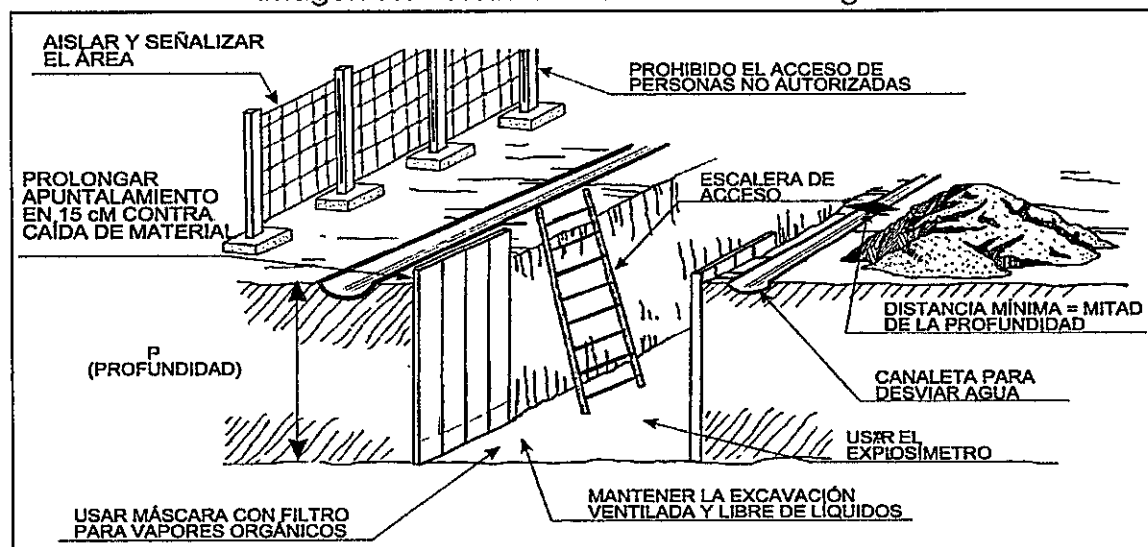
El nivel freático se detectó entre **2.20 m y 2.40 m**. Aunque la cimentación sea a **1.20 m**, la humedad en este tipo de suelo granular afecta drásticamente su estabilidad.

- **Agotamiento de Aguas:** Se debe contar con motobombas en el sitio. Si llueve o hay filtraciones, el agua acumulada en el fondo ablandará la arena limosa, aumentando el riesgo de que las paredes se deslicen.
- **Protección contra Lluvia:** Se deberá cubrir los bordes de las excavaciones con plásticos durante la noche o en días lluviosos para evitar que el agua erosione las caras de la excavación.

3. Accesos y Salidas Seguras

- **Escaleras:** Toda excavación de más de 1.20 m de profundidad debe tener una escalera de acceso que sobresalga al menos 1 metro del borde superior.
- **Distancia de Viaje:** Un trabajador no debe tener que caminar más de **7.5 metros** dentro de la zanja para llegar a una salida segura.

Imagen 18. Detalle de una excavación segura



Fuente: Guía de trabajo seguro en excavaciones 2014. Ministerio del Trabajo.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	<u>Estudio de Suelos</u> <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 64
---	--	---

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

Del análisis efectuado en el presente Informe Técnico, en base a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles estratigráficos obtenidos y al conocimiento de los suelos encontrados, se concluye:

- El Estudio Suelos con fines de cimentación para el proyecto "CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSÉ MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA", se llevó a cabo en la Institución Educativa José María Carbonell, Centro Poblado La Esmeralda, del Municipio de Arauquita.
- El alcance de este estudio es la exploración de suelos, geología y geotecnia para el diseño de la cimentación de las obras proyectadas.
- La Institución Educativa José María Carbonell, se encuentra implantado sobre depósitos cuaternarios con morfología completamente plana.
- En el área de estudio se identificó una unidad geológica correspondiente a Depósitos de Aluviales en Planicies Extensas (Qa).
- El Servicio Geológico Colombiano establece que el municipio de Arauquita se encuentra en zona de amenaza sísmica intermedia. Presenta un perfil de suelo Tipo E ($N < 15$). El coeficiente de Importancia I es de 1.25 perteneciente al grupo III (Edificaciones de Atención a la Comunidad).
- El lote objeto del estudio se encuentran en zonas moderadamente estables, zonas de relieve positivo con bajo riesgo de inundación.
- No se encontraron zonas con riesgos de fallas geológicas garantizando la no presencia de puntos críticos debido a este aspecto.
- Para caracterizar los suelos de cimentación se realizaron tres sondeos manuales con equipo a percusión hasta una profundidad de 6.40 m, extrayendo muestras para determinación de humedad, granulometría, límites de consistencia y parámetros de resistencia.
- Los suelos de la zona están compuestos por arenas limosas de granulometría fina a media con porcentajes de finos no plásticos entre 18.33% y 28.18%.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 65
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

- Durante la ejecución de los sondeos exploratorios el nivel freático se detectó a una profundidad de 2.20 a 2.40 m.
- Los resultados de los ensayos de penetración estándar (SPT) dieron valores de N_{SPT} entre 4 y 13 (compacidad suelta a media para las arenas encontradas).
- Según la Guía de Trabajo Seguro en Excavaciones 2014 del Ministerio del Trabajo, el suelo para excavaciones se clasifica como Tipo C al no presentar cohesión significativa, especialmente bajo condiciones de humedad.
- Los parámetros de resistencia de los suelos mediante correlaciones de los ensayos de SPT ejecutados en campo dieron valores del ángulo de fricción interna entre 22.07° y 23.81° , con un promedio de 23.6° .
- Con la finalidad de determinar los parámetros de resistencia de suelos encontrados se realizaron ensayos de corte directo drenado sobre muestras representativas de los estratos encontrados, remoldeadas a humedad de saturación, resultando valores de ángulo de fricción interna entre 23.4° y 25.4° .
- La capacidad portante admisible mínima a 1.520 m de profundidad obtenida para un cimiento cuadrado de relación B/L = 1.00 es de 13.57 Ton/m².
- Los asentamientos máximos esperados totales son menores a 25 mm y corresponden a asentamientos elásticos y por consolidación primaria.

6.2. RECOMENDACIONES GENERALES DE CIMENTACIONES

Al evaluar las condiciones geotécnicas encontradas y teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables para la cimentación, podemos definir que la capacidad admisible del suelo es adecuada para recibir la carga de trabajo para soportar las estructuras proyectadas teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda como alternativa técnica más favorable el uso de **zapatas aisladas en concreto reforzado**, interconectadas en ambos sentidos por **vigas de amarre (vigas de cimentación)**. Este sistema garantiza un comportamiento integral de la estructura y el control de asentamientos diferenciales en suelos granulares de compacidad suelta a media.
- Se establece una profundidad de desplante de **1.20 m** respecto al nivel del terreno natural. A esta profundidad, se garantiza el apoyo sobre el estrato de arena amarilla, evitando la capa de material orgánico superficial y



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	<u>Estudio de Suelos</u> <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 66
---	---	---

manteniendo una distancia de seguridad de **1.00 m** por encima del nivel freático.

- Se recomienda realizar una **sustitución del suelo** bajo las zapatas de al menos **30 cm a 40 cm de espesor** utilizando material granular compactado (recebo) al 95% del Proctor Modificado. Esto permite crear una plataforma rígida que uniformiza las presiones de contacto sobre la arena limosa natural.
- Se recomienda un concreto de mínimo **24.5 MPa (3500 PSI)** para todos los elementos de cimentación y vigas, asegurando durabilidad ante la agresividad del suelo húmedo.
- Asegurar un recubrimiento de acero de **7.5 cm** en todas las caras del concreto que estén en contacto directo con el terreno.
- Para las losas de las aulas, se recomienda apoyar el piso sobre una sustitución de material granular de **15 cm de espesor mínimo**. El espesor de estas losas será definido por el diseño estructural, pero debe contar con refuerzo de repartición para controlar fisuras por cambios de temperatura.
- Para el proyecto de la Institución Educativa Jose María Carbonell, dado que el suelo ha sido clasificado como una **Arena Limosa (SM) - Tipo C**, las excavaciones para cimentación deben ejecutarse bajo estrictos protocolos de seguridad y técnica geotécnica, por lo que se sugiere seguir las recomendaciones dadas en el numeral 5.7.3 "Excavaciones para cimentación".
- Las capacidades admisibles reportadas aplican solamente para las obras mencionadas o para aquellas que se encuentren dentro del plan de construcción.
- En todo caso las condiciones en campo deben ser verificadas por el geotecnista del proyecto durante la realización de la obra y ajustar los parámetros a los suelos encontrados diferentes a los reportados en este informe o en su defecto comunicarse con el laboratorio para realizar los ajustes respectivos.

FIRMA	
NOMBRE: JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT ESPECIALIDAD: GEOTECNIA AMBIENTAL M.P. No: 54202-72031 NTS	



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Estudio de Suelos <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 67
---	--	--

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOWLES J. E. Foundation analysis and design. McGraw-Hill, 1997.

Das D. Shallow foundations-Bearing capacity and settlement. Taylor & Francis Group, 2009.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas. Proyecto Tipo 21 – Instalación de celdas solares en zonas no interconectadas.

INVIAS. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, Artículo 220-07, agosto de 2007.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10), enero de 2010.

PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA. 2010

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. Plancha 124 – Arauquita. 2010.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Estudio de Suelos <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 68
--	--	--

ANEXOS



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	<u>Estudio de Suelos</u> <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 69
---	--	--

ANEXO A. REGISTRO FOTOGRÁFICO





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell

Página 70



Foto 1. Sondeo exploratorio S-01 – Ensayo SPT



Foto 2. Sondeo exploratorio S-01 – Detalle de exploración





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell

Página 71



Foto 3. Sondeo exploratorio S-01 – Recuperación de muestra

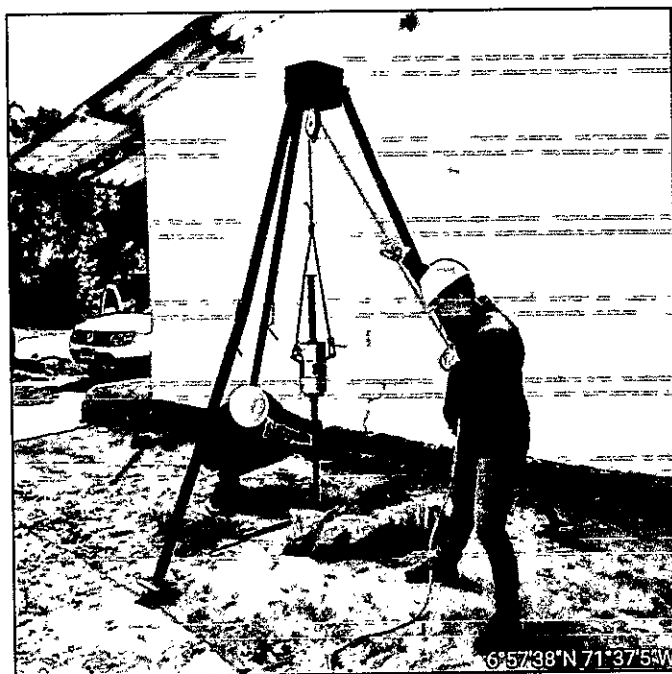


Foto 4. Sondeo exploratorio S-02 – Ensayo SPT





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell

Página 72

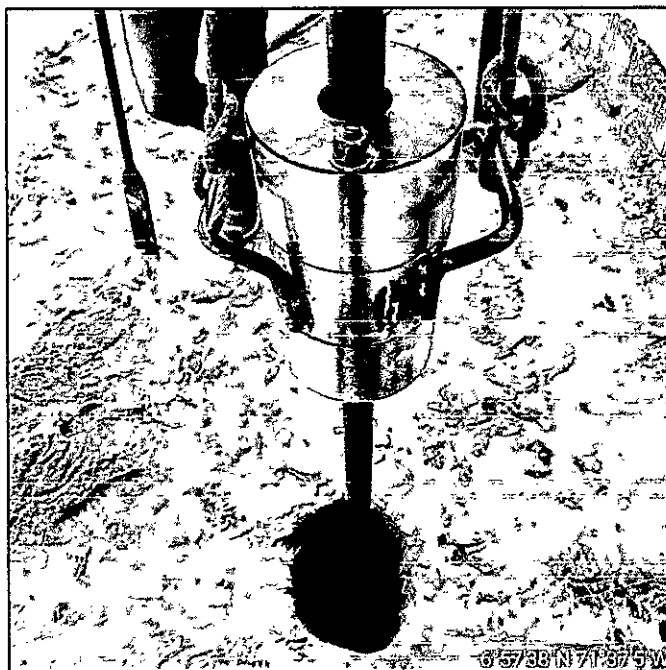


Foto 5. Sondeo exploratorio S-02 – Detalle de exploración

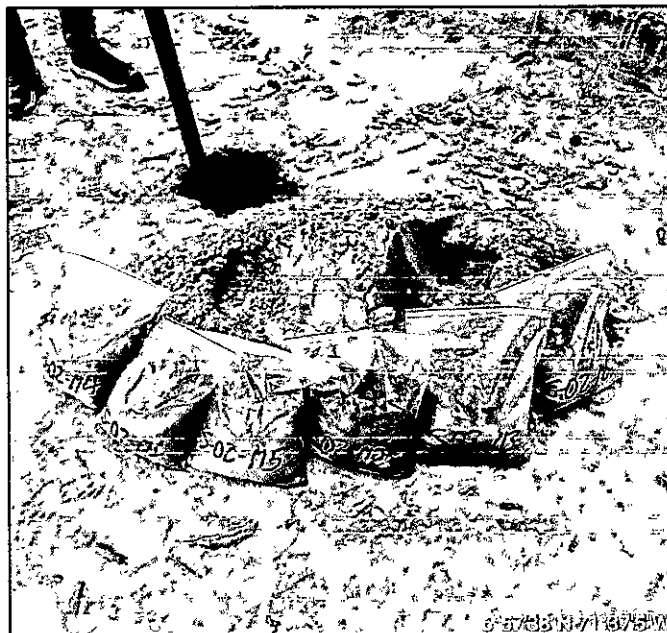


Foto 6. Sondeo exploratorio S-02 – Recuperación de muestra





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell

Página 73

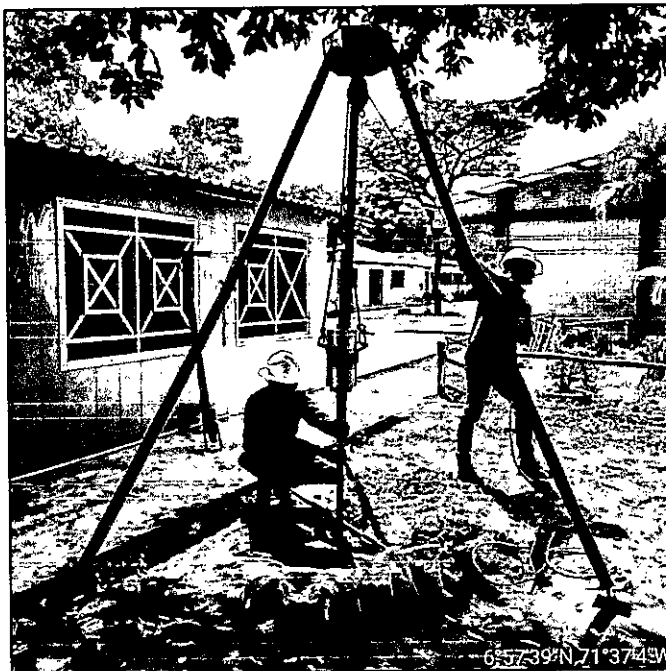


Foto 7. Sondeo exploratorio S-03 – Ensayo SPT

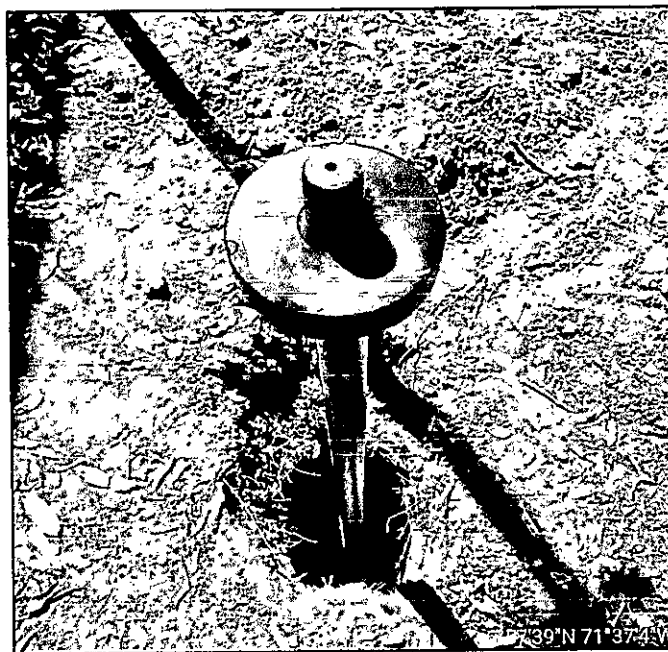


Foto 8. Sondeo exploratorio S-03 – Detalle de exploración





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell

Página 74



Foto 9. Sondeo exploratorio S-03 – Recuperación de muestra



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	<u>Estudio de Suelos</u> <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 75
--	--	--

ANEXO B. REGISTRO DE SONDEOS EXPLORATORIOS





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
**I. E. José María
Carbonell**

Página 76

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSE ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE: DEPARTAMENTO DE ARAUCA

CONTRATO:

TECNICA DE INVESTIGACIÓN : SONDEO CON SPT

UBICACIÓN : I.E. JOSÉ MARÍA CARBONELL

PERFORACIÓN

COTAS DE REFERENCIA : NIVEL DEL TERRENO GPS

PROFUNDIDAD FINAL : 6.40 m

6°57'38.58"N

S-01

FECHA : MARZO DE 2026

NIVEL FREÁTICO : 2.20 m

71°37'4.47"O

PROF. METROS	COTA	ESTRATO	SIMBOLO GRÁFICO	CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN DE SUELO	N SPT				Gráfico N vs Profundidad	MUESTREO		
				SUCS	AASHTO		N1	N2	N3	N		TIPO	No.	PROF.
0.00	177.00					MATERIAL ORGÁNICO								
0.20	176.80													
0.40														
0.60														
0.80														
1.00		1		SM	A-2-4	ARENA LIMOSA DE GRANULOMETRÍA FINA COLOR AMARILLA	2	2	2	4		MAB	1	1.00 m
1.20														
1.40														
1.60														
1.80														
2.00	174.90			SM	A-2-4		3	3	3	6		MAB	2	2.00 m
2.20	174.80	NF												
2.40														
2.60														
2.80														
3.00		2		SM	A-2-4	ARENA LIMOSA DE GRANULOMETRÍA FINA COLOR AMARILLA CON GRIS	3	3	4	7		MAB	3	3.00 m
3.20														
3.40	173.40													
3.60														
3.80														
4.00				SM	A-2-4		4	4	6	10		MAB	4	4.00 m
4.20														
4.40														
4.60														
4.80														
5.00		3		SM	A-2-4	ARENA LIMOSA DE GRANULOMETRÍA FINA COLOR GRIS	4	5	5	10		MAB	5	5.00 m
5.20														
5.40														
5.60														
5.80														
6.00				SM	A-2-4		4	5	6	11		MAB	6	6.00 m
6.20														
6.40	170.60					FIN DE LA EXPLORACIÓN								
6.60														
6.80														
7.00														

OBSERVACIONES:

MAB: Muestra altera en bolsa CBR: Muestra inalterada en molde MIT: Muestra inalterada en Tubo Shelby

REALIZÓ: SEINCO CONTROL INGENIERIA Y SERVICIOS SAS

REVISÓ:

ENDERSON JADIR CACUA RICO
Laboratorista

Ing. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Geotecnista - M.P. 54202-72031 NTS

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
seincojedm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell

Página 77

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE: DEPARTAMENTO DE ARAUCA

CONTRATO:

TECNICA DE INVESTIGACIÓN : SONDEO CON SPT

UBICACIÓN : I.E. JOSÉ MARÍA CARBONELL

PERFORACIÓN

COTAS DE REFERENCIA : NIVEL DEL TERRENO GPS

PROFUNDIDAD FINAL : 6.40 m

6°57'37.95"N

S-02

FECHA : MARZO DE 2026

NIVEL FREÁTICO : 2.30 m

71°37'4.54"O

PROF. METROS	COTA	ESTRATO	SIMBOLO GRÁFICO	CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN DE SUELO	N SPT				Gráfico N vs Profundidad	MUESTREO		
				SUCS	AASHTO		N1	N2	N3	N		TIPO	No.	PROF.
0.00	177.00					MATERIAL ORGÁNICO								
0.20	176.80													
0.40														
0.60														
0.80														
1.00		1		SM	A-2-4	ARENA LIMOSA DE GRANULOMETRÍA FINA COLOR AMARILLA	2	2	2	4		MAB	1	1.00 m
1.20														
1.40														
1.60														
1.80														
2.00	175.00			SM	A-2-4		2	3	3	6		MAB	2	2.00 m
2.20														
2.40	174.70	N.F.				ARENA LIMOSA DE GRANULOMETRÍA FINA COLOR AMARILLA CON GRIS								
2.60		2												
2.80														
3.00				SM	A-2-4		3	4	4	8		MAB	3	3.00 m
3.20	173.80													
3.40														
3.60														
3.80														
4.00				SM	A-2-4		4	4	6	10		MAB	4	4.00 m
4.20														
4.40														
4.60														
4.80		3				ARENA LIMOSA DE GRANULOMETRÍA FINA COLOR GRIS								
5.00				SM	A-2-4		4	5	5	10		MAB	5	5.00 m
5.20														
5.40														
5.60														
5.80														
6.00				SM	A-2-4		5	6	7	13		MAB	6	6.00 m
6.20														
6.40	170.60													
6.60														
6.80														
7.00														

OBSERVACIONES:

MAB: Muestra altera en bolsa CBR: Muestra Inalettada en molde MIT: Muestra Inalettada en Tubo Shelby

REALIZÓ: SEINCO CONTROL INGENIERIA Y SERVICIOS SAS

REVISÓ:

ENDERSON JADIR CACUA RICO
Laboratorista

Ing. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Geotecnista - M.P. 54202-72031 NTS





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
J. E. José María
Carbonell

Página 78

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSE ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE: DEPARTAMENTO DE ARAUCA

CONTRATO:

TECNICA DE INVESTIGACIÓN : SONDEO CON SPT
COTAS DE REFERENCIA : NIVEL DEL TERRENO GPS
FECHA : MARZO DE 2026

UBICACIÓN : I.E. JOSÉ MARÍA CARBONELL
PROFUNDIDAD FINAL : 6.40 m 6°57'37.86"N
NIVEL FREÁTICO : 2.40 m 71°37'5.10"O

PERFORACIÓN
S-03

PROF. METROS	COTA	ESTRATO	SIMBOLO GRÁFICO	CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN DE SUELO	N SPT				Gráfico N vs Profundidad	MUESTREO		
				SUCS	AASHTO		N1	N2	N3	N		TIPO	No.	PROF.
0.00	177.00					MATERIAL ORGÁNICO								
0.20	176.80													
0.40														
0.60														
0.80														
1.00		1		SM	A-2-4	ARENA LIMOSA DE GRANULOMETRÍA FINA COLOR AMARILLA	2	2	2	4		MAB	1	1.00 m
1.20														
1.40														
1.60														
1.80														
2.00	175.10			SM	A-2-4		3	3	3	6		MAB	2	2.00 m
2.20														
2.40	174.6	NF				ARENA LIMOSA DE GRANULOMETRÍA FINA COLOR AMARILLA CON GRIS								
2.60		2												
2.80														
3.00				SM	A-2-4		3	3	4	7		MAB	3	3.00 m
3.20	173.90													
3.40														
3.60														
3.80														
4.00				SM	A-2-4		4	4	6	10		MAB	4	4.00 m
4.20														
4.40														
4.60		3				ARENA LIMOSA DE GRANULOMETRÍA FINA COLOR GRIS								
4.80														
5.00				SM	A-2-4		4	5	5	10		MAB	5	5.00 m
5.20														
5.40														
5.60														
5.80														
6.00				SM	A-2-4		4	7	5	12		MAB	6	6.00 m
6.20														
6.40	170.60					FIN DE LA EXPLORACIÓN								
6.60														
6.80														
7.00														

OBSERVACIONES:

MAB: Muestra altera en bolsa CBR: Muestra Inaletaada en molde MIT: Muestra Inaletaada en Tubo Shelby

REALIZÓ: SEINCO CONTROL INGENIERIA Y SERVICIOS SAS

REVISÓ:

ENDERSON JADIR CACUA RICO
Laboratorista

Ing. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Geotecnista M.P. 54202 72031 NTS

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
seincojedm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	<u>Estudio de Suelos</u> <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 79
---	--	--

ANEXO C. ENSAYOS DE LABORATORIO



SONDEO: S-01

MUESTRA: M1

Peso Total 1 948.00 grs

Peso Total 2 681.00 grs

Pérdida por Lavado 267.00 grs

Descripción: ARENA LIMOSA

De granulometría fina

Color amarilla

LL: -

IP: -

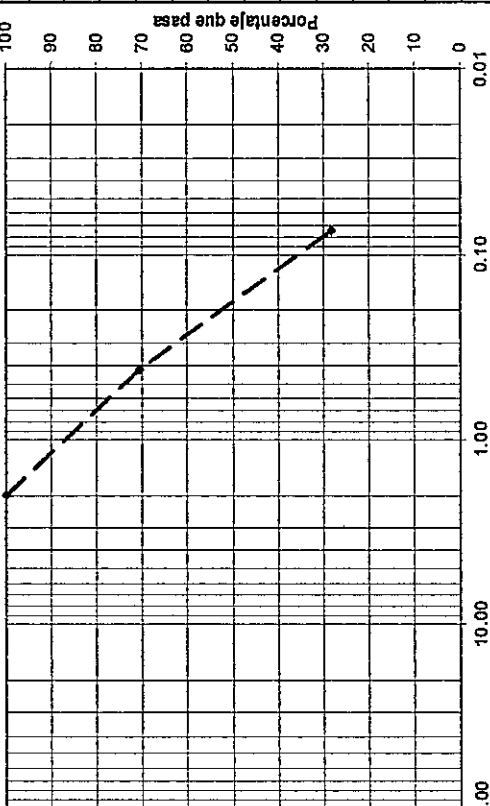
USC: SM

AASHTO: A-2-4

TAMIZ

Normal	Alterno	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Acum.	% Pasa	NORMA
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
60.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	
0.420 mm	No. 40	260.00	29.54	29.54	70.46	
0.075 mm	No. 200	401.00	42.30	71.84	28.16	
Fondo		267.00	28.16	100.00	0.00	
Suma=		948.00	100.0			
Cu=			GRAVAS		0.00 %	
Cc=			ARENAS		71.84 %	
			FINOS		28.16 %	

CURVA GRANULOMETRICA



GRAVAS

Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina

ARENAS

Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina

LIMO Y/O ARCILLA

Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL, JOSE ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRES BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE: DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REVISOR: ENDERSON JADIR CACUA RICO

CONTRATO No: ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

FECHA: MARZO DE 2028



ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SONDEO: S-01 Peso Total 1 957.00 grs
MUESTRA: M2 Peso Total 2 722.00 grs
 Pérdida por Lavado 235.00 grs

GRAVAS		ARENAS			LIMO Y/O ARCILLA
Gruosa	Fina	Gruosa	Media	Fina	

CURVA GRANULOMETRICA

The graph plots the percentage of material passing through various sieve sizes against the particle diameter in millimeters. The x-axis (Diámetro de la partícula en mm) is logarithmic, ranging from 100.00 to 0.01. The y-axis (Porcentaje que pasa) ranges from 0 to 100. A dashed line connects the following data points:

Sieve Size / Description	Weight Retained (g)	% Retention	% Passing
Normal	-	-	-
75.000 mm	0.00	0.00	100.00
50.000 mm	0.00	0.00	100.00
37.500 mm	0.00	0.00	100.00
25.000 mm	0.00	0.00	100.00
19.000 mm	0.00	0.00	100.00
12.500 mm	0.00	0.00	100.00
9.500 mm	0.00	0.00	100.00
4.750 mm	0.00	0.00	100.00
No. 10	0.00	0.00	100.00
No. 40	316.00	33.02	66.98
No. 200	406.00	42.42	57.58
Suma=	957.00	100.00	-

Ref: NTC 77-78

TAMIZ	Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum.	% Pasa	NORMA
Normal					
75.000 mm	3"	0.00	0.00	100.00	
50.000 mm	2"	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40	316.00	33.02	66.98	-
0.075 mm	No. 200	406.00	42.42	57.58	-
Fondo		235.00	24.56	75.44	-
Suma=		957.00	100.00	0.00 %	
Cu=			GRAVAS	ARENAS	FINOS
Cc=					

MATERIAL: ARENA LIMOSA

LABORATORISTA: ENDERSON JADIR CACUA RICO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE: DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REVISOR: ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

FECHA: MARZO DE 2026

Ref: NTC 77-78

PROVE-IT.

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSÉ MARIA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

3. ANALYSIS

DEPARTAMENTO DE ARAUCARIA

REVISED

ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

FEBCHA:

MARZO DE 2026

MATERIAL:

LABORATORISTA:

ARENA LIMOSA

ENDERSON, JADIR CACIA RICO

00000000

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
seincojedm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravenga-Aragua



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell
Página 82

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SONDEO: S-01
MUESTRA: M3

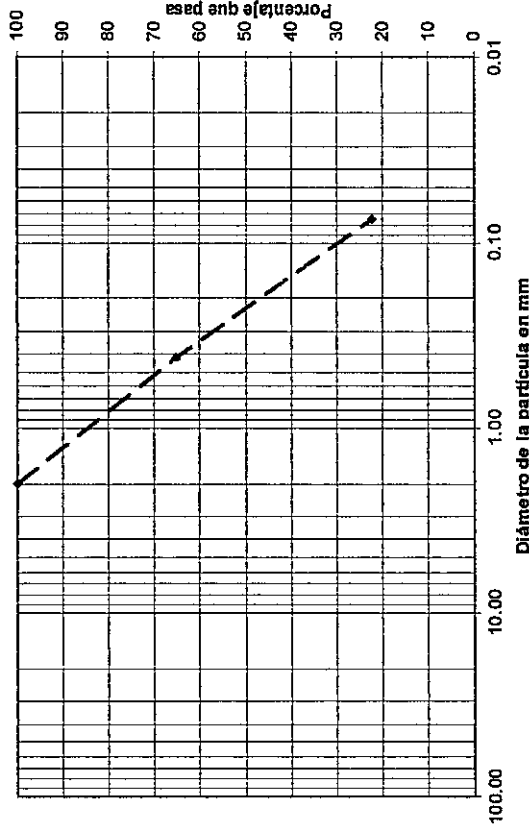
Peso Total 1 928.00 grs
Peso Total 2 720.00 grs
Pérdida por Lavado 208.00 grs

Descripción: ARENA LIMOSA
De granulometría fina
Color gris

Gravitas	Arenas			Limo y/o Arcilla	
	Gruesa	Fina	Medía	Fina	

LL: - USC: SM
IP: - AASHTO: A-2-4

CURVA GRANULOMETRICA



Ref NTC 77-78

TAMIZ	Normal	Alternativo	Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum.	% Pasa	NORMA
75.000 mm	3"		0.00	0.00	0.00	100.00	
50.000 mm	2"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4		0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10		0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40		322.00	34.70	34.70	65.30	-
0.075 mm	No. 200		398.00	42.89	77.59	22.41	-
Fondo			208.00	22.41	100.00	0.00	-
Suma=			928.00	100.0			
Cu=						GRAVAS	0.00 %
Cc=						ARENAS	77.59 %
						FINOS	22.41 %

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES
EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL, JOSE ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO
DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL:

ARENA LIMOSA

LABORATORISTA:

ENDERSON JADIR CAQUA RICO

SOLICITANTE

DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REVISO:

ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

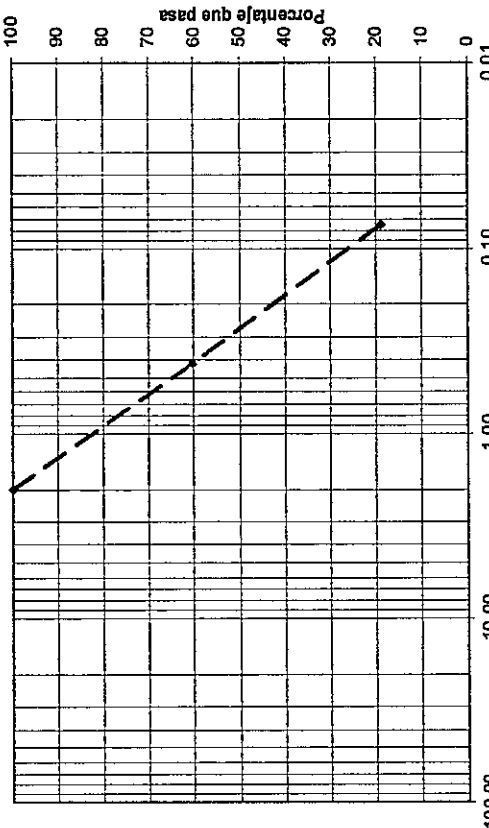
CONTRATO No:

FECHA:

MARZO DE 2026



 C.A. DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS DEPARTAMENTO DE ARAUCA	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES		Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 83
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA		

ENSAYO DE GRANULOMETRIA																																																																																																																																			
SONDEO:	S-01	Peso Total 1	938.00 grs	Descripción: ARENA LIMOSA																																																																																																																															
MUESTRA:	M4	Peso Total 2	760.00 grs	De granulometría fina																																																																																																																															
		Pérdida por Lavado	178.00 grs	Color gris																																																																																																																															
<table border="1"><tr><td>GRAVAS</td><td colspan="2">ARENAS</td><td>LIMO Y O ARCILLA</td></tr><tr><td>Gruesa</td><td>Fina</td><td>Gruesa</td><td>Media</td><td>Fina</td></tr></table>				GRAVAS	ARENAS		LIMO Y O ARCILLA	Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	LL: - - - - - USC: SM																																																																																																																						
GRAVAS	ARENAS		LIMO Y O ARCILLA																																																																																																																																
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina																																																																																																																															
				IP: - - - - - AASHTO: A-2-4																																																																																																																															
<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">TAMIZ</th><th rowspan="2">Peso Ret.</th><th rowspan="2">% Ret.</th><th rowspan="2">% Reten Acum.</th><th rowspan="2">% Pasa</th><th rowspan="2">NORMA</th></tr><tr><th>Normal</th><th>Alternio</th></tr></thead><tbody><tr><td>75.000 mm</td><td>3"</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td><td>-</td></tr><tr><td>50.000 mm</td><td>2"</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td><td>-</td></tr><tr><td>37.500 mm</td><td>1 1/2"</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td><td>-</td></tr><tr><td>25.000 mm</td><td>1"</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td><td>-</td></tr><tr><td>19.000 mm</td><td>3/4"</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td><td>-</td></tr><tr><td>12.500 mm</td><td>1/2"</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td><td>-</td></tr><tr><td>9.500 mm</td><td>3/8"</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td><td>-</td></tr><tr><td>4.750 mm</td><td>No. 4</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td><td>-</td></tr><tr><td>2.000 mm</td><td>No. 10</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td><td>-</td></tr><tr><td>0.420 mm</td><td>No. 40</td><td>372.00</td><td>39.66</td><td>39.66</td><td>60.34</td><td>-</td></tr><tr><td>0.075 mm</td><td>No. 200</td><td>388.00</td><td>41.36</td><td>81.02</td><td>18.98</td><td>-</td></tr><tr><td>Fondo</td><td></td><td>178.00</td><td>18.98</td><td>100.00</td><td>0.00</td><td>-</td></tr><tr><td colspan="2">Suma=</td><td>938.00</td><td>100.0</td><td colspan="3"></td><td></td></tr><tr><td colspan="2">Cu=</td><td colspan="2"></td><td>GRAVAS</td><td>0.00 %</td><td></td></tr><tr><td colspan="2">Cc=</td><td colspan="2"></td><td>ARENAS</td><td>81.02 %</td><td></td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td>FINOS</td><td>18.98 %</td><td></td></tr></tbody></table>										TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum.	% Pasa	NORMA	Normal	Alternio	75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-	2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	-	0.420 mm	No. 40	372.00	39.66	39.66	60.34	-	0.075 mm	No. 200	388.00	41.36	81.02	18.98	-	Fondo		178.00	18.98	100.00	0.00	-	Suma=		938.00	100.0					Cu=				GRAVAS	0.00 %		Cc=				ARENAS	81.02 %						FINOS	18.98 %	
TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum.	% Pasa	NORMA																																																																																																																													
Normal	Alternio																																																																																																																																		
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	-																																																																																																																													
50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-																																																																																																																													
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-																																																																																																																													
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-																																																																																																																													
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-																																																																																																																													
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-																																																																																																																													
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-																																																																																																																													
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-																																																																																																																													
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	-																																																																																																																													
0.420 mm	No. 40	372.00	39.66	39.66	60.34	-																																																																																																																													
0.075 mm	No. 200	388.00	41.36	81.02	18.98	-																																																																																																																													
Fondo		178.00	18.98	100.00	0.00	-																																																																																																																													
Suma=		938.00	100.0																																																																																																																																
Cu=				GRAVAS	0.00 %																																																																																																																														
Cc=				ARENAS	81.02 %																																																																																																																														
				FINOS	18.98 %																																																																																																																														
																																																																																																																																			
Ref: NTC 77-78																																																																																																																																			
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA																																																																																																																																			
MATERIAL: ARENA LIMOSA																																																																																																																																			
LABORATORISTA: ENDERSON JADIR CACUA RICO																																																																																																																																			
SOLICITANTE: DEPARTAMENTO DE ARAUCA																																																																																																																																			
REVISOR: ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS																																																																																																																																			
CONTRATO No: FECHA: MARZO DE 2028																																																																																																																																			



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
**J. E. José María
Carbonell**
Página 84

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

SONDEO: S-01
MUESTRA: M6

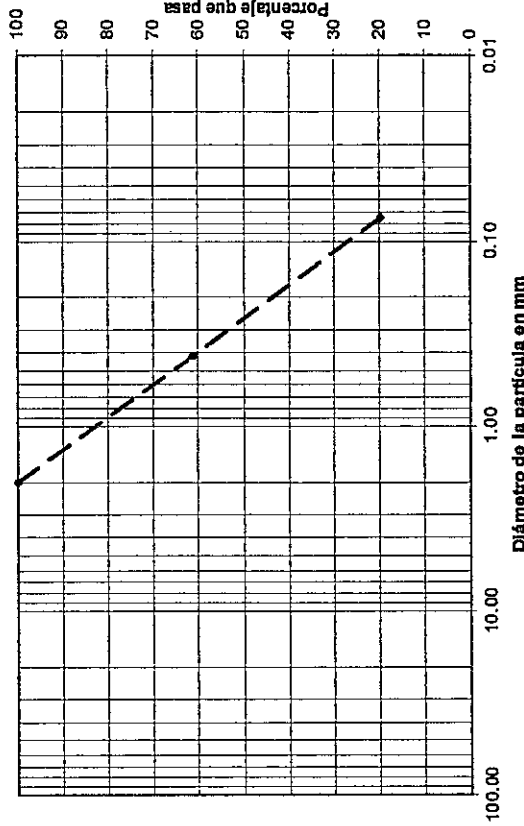
Peso Total 1 976.00 grs
Peso Total 2 784.00 grs
Pérdida por Lavado 192.00 grs

Descripción: ARENA LIMOSA
De granulometría fina
Color gris

GRAVAS			ARENAS			LIMO Y/O ARCILLA		
Gruesa	Fina		Gruesa	Media	Fina			

LL: - USC: SM
IP: - AASHTO: A-2-4

CURVA GRANULOMETRICA



Ref. NTC 77-78

TAMIZ	Normal	Alternativo	Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum.	% Pasa	NORMA
75.000 mm	3"		0.00	0.00	0.00	100.00	
50.000 mm	2"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4		0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10		0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40		379.00	38.83	38.83	61.17	-
0.075 mm	No. 200		405.00	41.50	80.33	19.67	-
Fondo			192.00	19.67	100.00	0.00	-
Suma=			976.00	100.0			
CU=							GRAVAS 0.00 %
CC=							ARENAS 80.33 %
							FINOS 19.67 %

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES
EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ Y ANDRÉS BELLO
DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL:

ARENA LIMOSA

LABORATORISTA:

ENDERSON JADIR CACUA RICO

SOLICITANTE

DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REVISO:

ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No:

FECHA: MARZO DE 2028



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
L. E. José María Carbonell
Página 85

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SONDEO: S-01
MUESTRA: M5

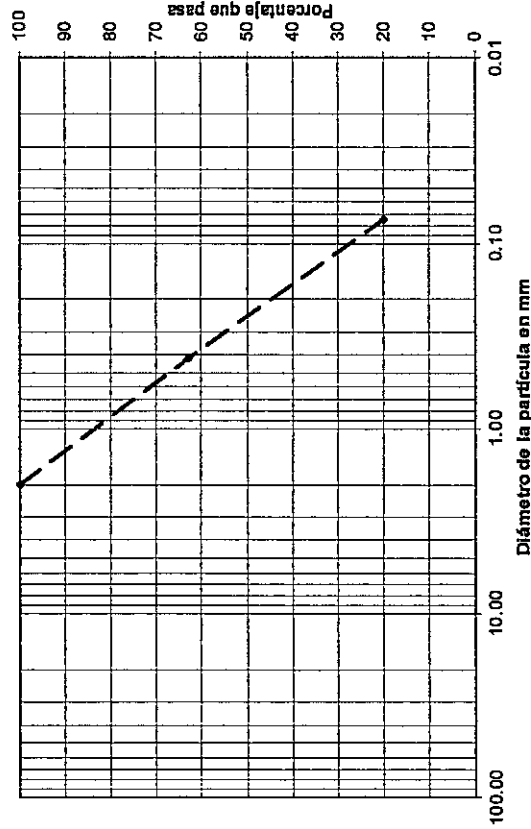
Peso Total 1 962.00 grs
Peso Total 2 769.00 grs
Pérdida por Lavado 193.00 grs

Descripción: ARENA LIMOSA
De granulometría fina
Color gris

GRAVAS			ARENAS			LIMO Y O ARGILLA		
Gruesa	Fina		Gruesa	Media	Fina			

LL: - USC: SM
IP: - AASHTO: A-2-4

CURVA GRANULOMETRICA



Ref NTC 77-78

TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum.	% Pasa	NORMA
Normal	Alternativo					
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40	358.00	37.21	37.21	62.79	-
0.075 mm	No. 200	411.00	42.72	79.94	20.06	-
Fondo		193.00	20.06	100.00	0.00	-
Suma=		962.00	100.0			
Cu=						0.00 %
Cc=						79.94 %
						20.06 %

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES
EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO
DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL:

ARENA LIMOSA

LABORATORISTA:

ENDERSON JADIR CACUA RICO

SOLICITANTE

DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REVISOR:

ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No:

FECHA:

MARZO DE 2028

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
seincojedm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
L.E. José María
Carbonell
Página 86

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

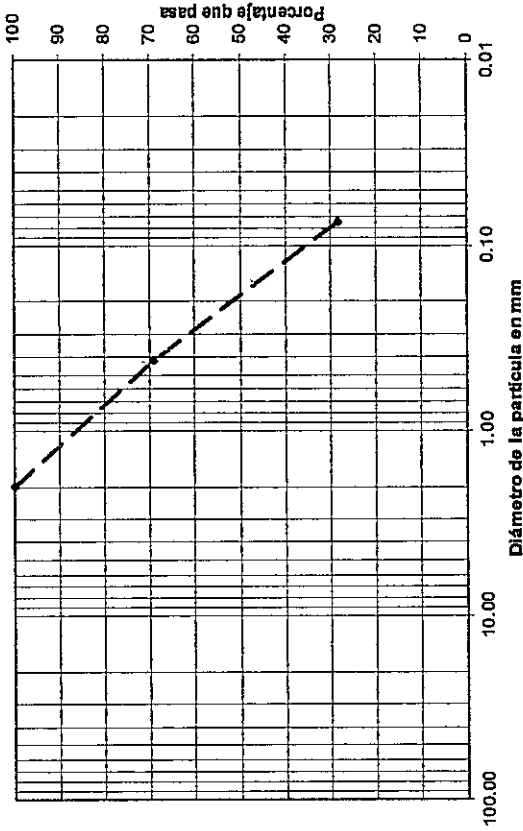
SONDEO: S-02 Peso Total 1 951.00 grs
MUESTRA: M1 Peso Total 2 683.00 grs
Pérdida por Lavado 268.00 grs

Descripción: ARENA LIMOSA
De granulometría fina
Color amarilla

GRAVAS			ARENAS			LIMO Y/O ARCILLA		
Gruesa	Fina		Gruesa	Media	Fina			

LL: - USC: SM
IP: - AASHTO: A-2-4

CURVA GRANULOMETRICA



Ref. NTC 77-78

TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum.	% Pasa	NORMA
Normal	Albano					
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
60.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40	293.00	30.81	30.81	69.19	-
0.075 mm	No. 200	390.00	41.01	71.82	28.18	-
Fondo		268.00	28.18	100.00	0.00	-
Suma=		951.00	100.0			
Cu=					GRAVAS	0.00 %
Cc=					ARENAS	71.82 %
					FINOS	28.18 %

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES
EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL, JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ Y ANDRÉS BELLO
DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL:

ARENA LIMOSA

LABORATORISTA:

ENDERSON JADIR CACUA RICO

SOLICITANTE:

DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REVISO:

ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT, MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No:

FECHA:

MARZO DE 2026

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo

seincoidm@gmail.com Cel. 3132635714

Saravena-Arauca



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

Estudio de Suelos
J. E. José María
Carbonell
Página 87

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

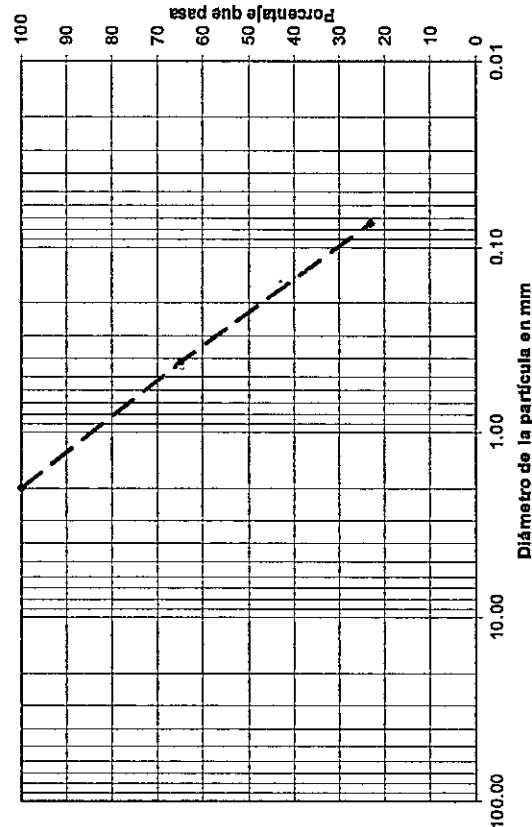
SONDEO: S-02
MUESTRA: M2

Peso Total 1	964.00 grs
Peso Total 2	740.00 grs
Pérdida por Lavado	224.00 grs

Descripción:	ARENA LIMOSA
De granulometría fina	
Color amarilla con gris	

GRAVAS		ARENAS		LIMO Y/O ARCILLA
Gruesa	Fina	Gruesa	Fina	

LL:	-	USC:	SM
IP:	-	AASHTO:	A-24



Ref: NTC 77-78

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL, JOSE ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL:

LABORATORISTA:

ENDERSON JADIR CACUA RICO

SOLICITANTE

REVISOR:

DEPARTAMENTO DE ARAUCA

ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRACT NO:

MARZO DE 2026

Carrera 18 # 27-21 Barilo Modelo
seincojedm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
m@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
**L. E. José María
Carbonell**
Página 88

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SONDEO:
MUESTRA:

S-02
M3

Peso Total 1
Peso Total 2
Pérdida por Lavado

894.00 grs
692.00 grs
202.00 grs

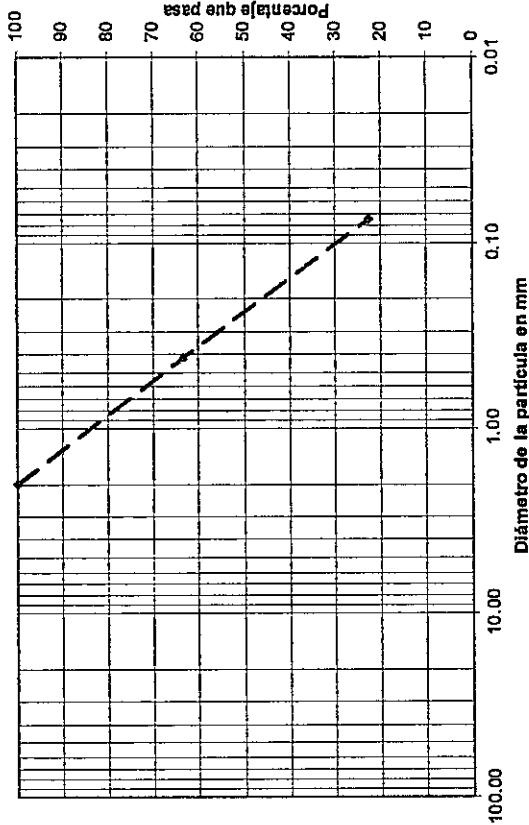
Descripción: ARENA LIMOSA
De granulometría fina
Color amarillento con gris

Gravitas	ARENAS			LIMO Y/O ARCILLA	
	Gruesa	Mediana	Fina		

LL: -
IP: -

USC: SM
AASHTO: A-2-4

CURVA GRANULOMETRICA



Ref. NTC 77-78

TAMIZ	Normal	Alternativo	Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum.	% Pasa	NORMA
75.000 mm	3"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
50.000 mm	2"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"		0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4		0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10		0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40		326.00	36.47	36.47	63.53	-
0.075 mm	No. 200		366.00	40.94	77.40	22.60	-
Fondo			202.00	22.60	100.00	0.00	-
Suma=			894.00	100.0			
Cu=							GRAVAS
Cc=							ARENAS
							FINOS

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES
EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ Y ANDRÉS BELLO
DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE:

DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL:

ARENA LIMOSA

LABORATORISTA:

ENDERSON JADIR CACUA RICO

REVISOR:

ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No:

FECHA: MARZO DE 2028



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
**L. E. José María
Carbonell**
Página 89

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SONDEO: S-02
MUESTRA: M4

Peso Total 1 969.00 grs
Peso Total 2 776.00 grs
Pérdida por Lavado 193.00 grs

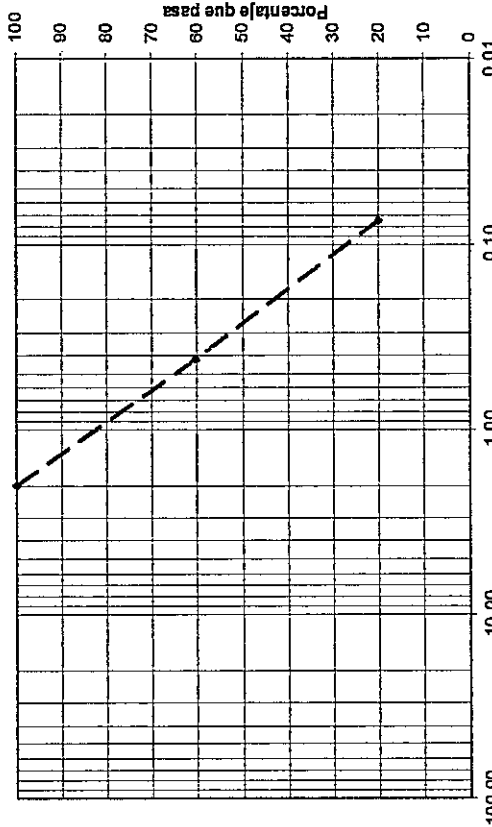
Descripción: ARENA LIMOSA
De granulometría fina
Color gris

GRAVAS			ARENAS			LIMO Y O ARGILLA		
Gruesa	Fina		Gruesa	Medía	Fina			

LL: -
IP: -

USC: SM
AASHTO: A-2-4

CURVA GRANULOMETRICA



TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum.	% Pasa	NORMA
Normal	Alternativo					
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40	384.00	39.63	39.63	60.37	-
0.075 mm	No. 200	392.00	40.45	80.08	19.92	-
Fondo		193.00	19.92	100.00	0.00	-
Suma=		969.00	100.0			
Cu=						GRAVAS 0.00 %
Cc=						ARENAS 80.08 %
						FINOS 19.92 %

Ref NTC 77-78

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE: DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL: ARENA LIMOSA

LABORATORISTA: ENDERSON JADIR CACUA RICO

REVISOR: ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No: MARZO DE 2028



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell
Página 90

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SONDEO: S-02

MUESTRA: M5

Peso Total 1

889.00 grs

Peso Total 2

723.00 grs

Pérdida por Lavado

166.00 grs

GRAVAS			ARENAS			LIMO Y/O ARCILLA		
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina				

Descripción: ARENA LIMOSA

De granulometría fina

Color gris

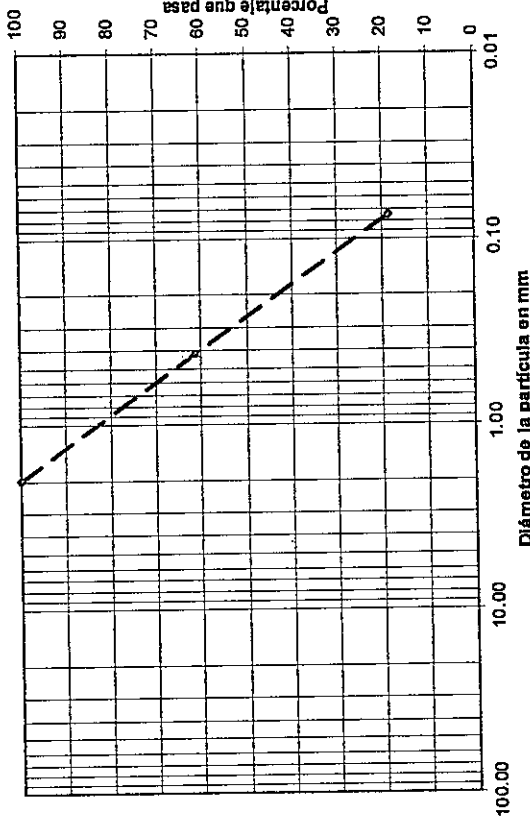
LL: -

IP: -

USC: SM

AASHTO: A-2-4

CURVA GRANULOMETRICA



TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum.	% Pasa	NORMA
Normal	Alterno					
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40	341.00	38.36	38.36	61.64	-
0.075 mm	No. 200	382.00	42.97	81.33	18.67	-
Fondo		156.00	18.67	100.00	0.00	-
Suma=		889.00	100.0			
Cu=						GRAVAS 0.00 %
Cc=						ARENAS 81.33 %
						FINOS 18.67 %

Ref. NTC 77-78

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES
EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL, JOSE ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRES BELLO
DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE

DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL:

ARENA LIMOSA

LABORATORISTA:

ENDERSON JADIR CACUA RICO

REVISOR:

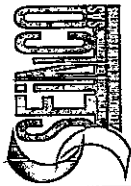
ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No:

FECHA:

MARZO DE 2028

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
seincojedm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell
Página 91

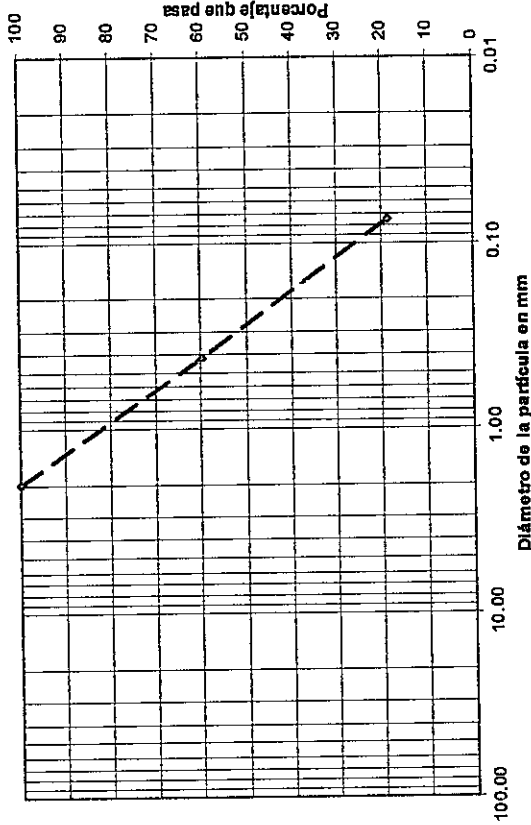
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

SONDEO: S-02
MUESTRA: M6

Peso Total 1 925.00 grs
Peso Total 2 754.00 grs
Pérdida por Lavado 171.00 grs

GRAVAS			ARENAS			LIMO Y/O ARCILLA		
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina				

CURVA GRANULOMETRICA



Ref. NTC 77-78

TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum.	% Pasa	NORMA
Normal	Alterno					
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40	373.00	40.32	40.32	59.68	-
0.075 mm	No. 200	381.00	41.19	81.51	18.49	-
Fondo		171.00	18.49	100.00	0.00	-
Suma=		925.00	100.0			
Cu=					GRAVAS	0.00 %
Cc=					ARENAS	81.51 %
					FINOS	18.49 %

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES
EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL, JOSE ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRES BELLO
DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE

DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL:

ARENA LIMOSA

LABORATORISTA:

ENDERSON JADIR CACUA RICO

REVISOR:

ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No:

FECHA:

MARZO DE 2026

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
seincojedm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell
Página 92

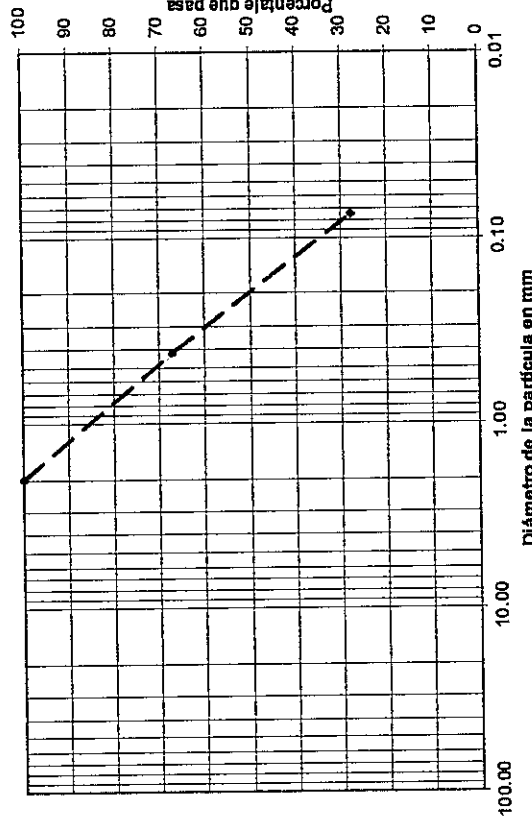
ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SONDEO: S-03
MUESTRA: M1

Peso Total 1 934.00 grs
Peso Total 2 674.00 grs
Pérdida por Lavado 260.00 grs

GRAVAS			ARENAS			LIMO Y O ARCILLA		
Gruesa	Fina		Gruesa	Media	Fina			

CURVA GRANULOMETRICA



Ref. NTC 77-78

Descripción: ARENA LIMOSA

De granulometría fina
Color amarilla

LL: - USC: SM
IP: - AASHTO: A-2-4

TAMIZ	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Acum.	% Pasa	NORMA
Normal					
75.000 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	
50.000 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	306.00	32.76	32.76	67.24	-
0.075 mm	368.00	39.40	72.16	27.84	-
Fondo	260.00	27.84	100.00	0.00	-
Suma=	934.00	100.0			
Cu=					GRAVAS 0.00 %
Cc=					ARENAS 72.16 %
					FINOS 27.84 %

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES
EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL, JOSE ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO
DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE

DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL:

ARENA LIMOSA

LABORATORISTA:

ENDERSON JADIR CACUA RICO

REVISOR:

ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No:

FECHA: MARZO DE 2026

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
seincocjedm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
**L. E. José María
Carbonell**
Página 93

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SONDEO: S-03
MUESTRA: M2

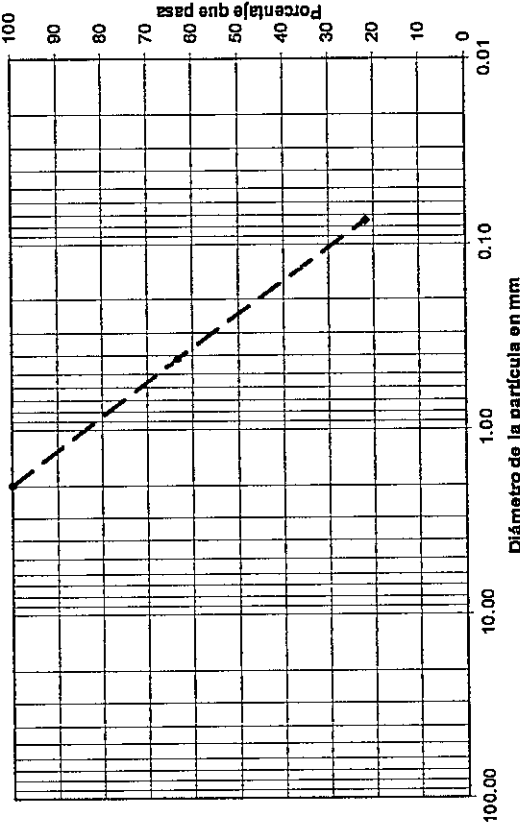
Peso Total 1 945.00 grs
Peso Total 2 740.00 grs
Pérdida por Lavado 205.00 grs

Descripción: ARENA LIMOSA
De granulometría fina
Color amarillento con gris

GRAVAS			ARENAS			LIMO Y O ARCILLA		
Gruesa	Fina		Gruesa	Medida	Fina			

LL: - USC: SM
IP: - AASHTO: A-2-4

CURVA GRANULOMETRICA



Ref. NTC 77-78

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES
EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL, JOSE ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO
DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL:

ARENA LIMOSA

LABORATORISTA:

ENDERSON JADIR CACUA RICO

SOLICITANTE

DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REV/ISO:

ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No:

FECHA: MARZO DE 2028

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
seincocjedm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SONDEO: S-03
MUESTRA: M3

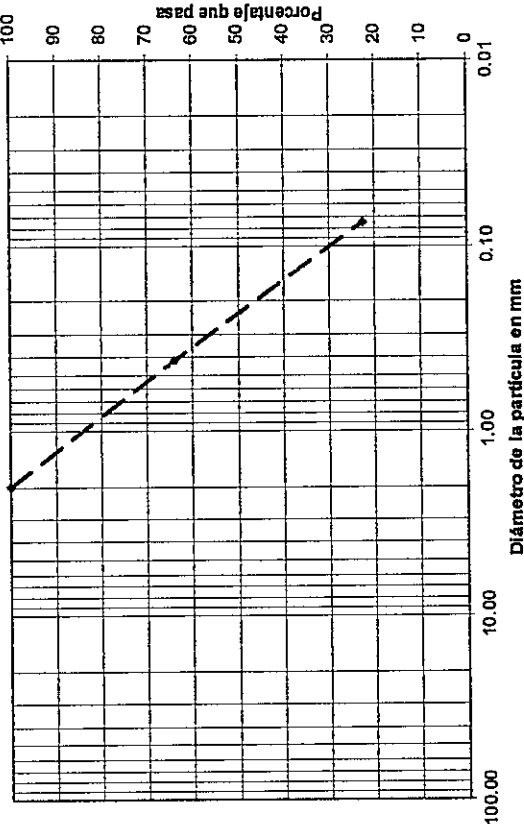
Peso Total 1	867.00 gms
Peso Total 2	672.00 gms
Pérdida por Lavado	195.00 gms

Descripción:	ARENA LIMOSA
De granulometría fina	
Color amarilla con gris	

	GRAVAS		ARENAS		LIMO Y/O ARCILLA
	Gruesa	Fina	Gruesa	Media Fina	

LL:	-	USC:	SM
IP:	-	AASHTO:	A-2-4

CURVA GRANULOMETRICA



	TAMIZ		Peso Ret.	% Ret. Acum	% Reten Acum	% Pasa	NORMA
	Normal	Alterno					
	75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
	50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
	37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
	25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
	19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
	12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
	9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
	4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-
	2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	-
	0.420 mm	No. 40	312.00	35.99	35.99	64.01	-
	0.075 mm	No. 200	360.00	41.52	77.51	22.49	-
	Fondo		195.00	22.49	100.00	0.00	-
	Suma=		867.00	100.0			
Cu=				GRAVAS		0.00	%
Cc=				ARENAS		77.51	%
				FINOS		22.49	%

Ref. NTC 77-78

PROYECTO:

NOTIFICADO:
CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSÉ MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL:

ARENA LIMOSA

LABORATORISTA:

ENDERSON JADIR CACUA RICO

SOLICITANTE

REVISO:

ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No:

1000

DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Carrera 18 # 27-21 Barilo Modelo
seincojedm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca

S
-21 Barrio Modelo
Cel. 3132635714
Saravenga-Arauca

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

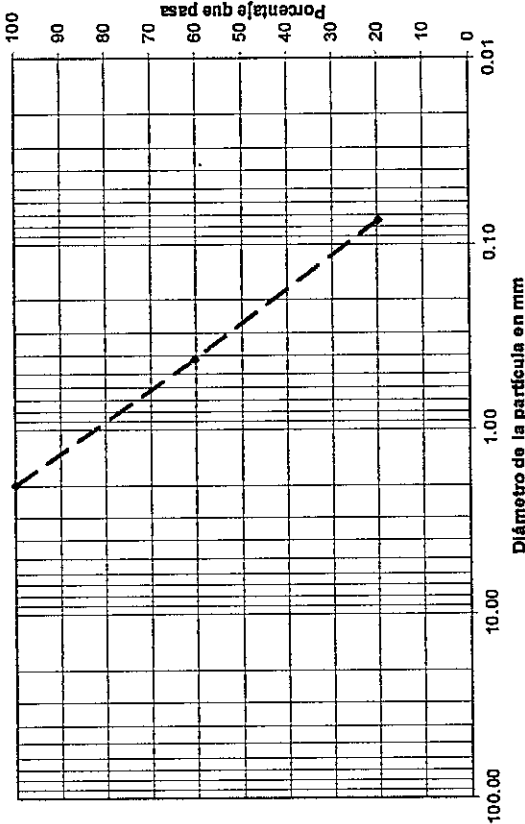
SONDEO: S-03
MUESTRA: M4

Peso Total 1	959.00 grs
Peso Total 2	771.00 grs
Pérdida por Lavado	188.00 grs

Descripción:	ARENA LIMOSA
De granulometría fina	
Color gris	

GRAVAS		ARENAS		LIMO Y/O ARCILLA
Gruesa	Fina	Gruesa	Media Fina	

LL:	-	USC:	SM
IP:	-	AASHTO:	A-2-4



	TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum.	% Pasa	NORMA
	Normal	Alterno					
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40	381.00	39.73	39.73	39.73	60.27	-
0.075 mm	No. 200	390.00	40.67	80.40	80.40	19.60	-
Fondo		188.00	19.60	100.00	100.00	0.00	-
Suma=		959.00	100.0				
Cu=			GRAVAS			0.00 %	
Cc=			ARENAS			80.40 %	
			FINOS			19.60 %	

Ref: NTC 77-78

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL:

LABORATORISTA:

ENDERSON JADIR CACUA RICO

SOLICITANTE

DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REVISO:

ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

MARZO DE 2026

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
seincojedm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
 Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

Estudio de Suelos
 I. E. José María Carbonell
 Página 96

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

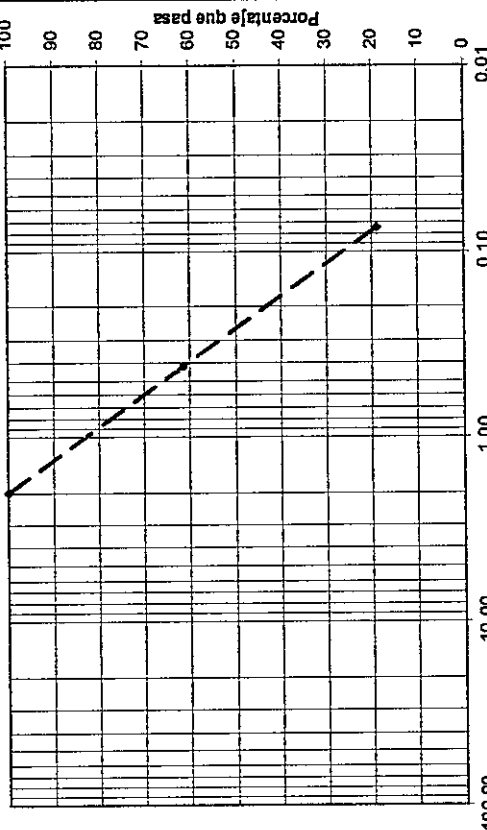
SONDEO: S-03
MUESTRA: M5

Descripción: ARENA LIMOSA
 De granulometría fina
 Color gris

LL: - **USC:** SM
IP: - **AASHTO:** A-2-4

GRAVAS		ARENAS		LIMO Y O ARCILLA	
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	

CURVA GRANULOMETRICA					
TAMIZ	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Acum.	% Pasa	NORMA
Normal					
75.000 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	
50.000 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	354.00	38.44	38.44	61.56	-
0.075 mm	393.00	42.67	81.11	18.89	-
Fondo	174.00	18.89	100.00	0.00	-
Suma=	921.00	100.0			
Cu=				GRAVAS	0.00 %
Cc=				ARENAS	81.11 %
				FINOS	18.89 %



Ref: NTC 77-78

PROYECTO:
 CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARIA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

MATERIAL: ARENA LIMOSA

LABORATORISTA: ENDERSON JADIR CACUA RICO

SOLICITANTE:
 DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REVISOR: ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No: MARZO DE 2026

SONDEO: S-03

MUESTRA: M6

Peso Total 1 840.00 grs

Peso Total 2 686.00 grs

Pérdida por Lavado 154.00 grs

Descripción: ARENA LIMOSA

De granulometría fina

Color gris

LL: -

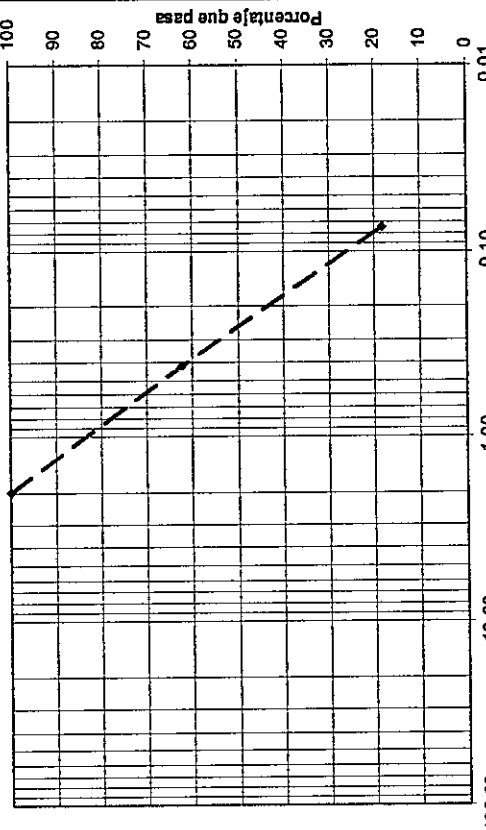
IP: -

USC: SM

AASHTO: A-2-4

GRAVAS		ARENAS			LIMO Y/O ARCILLA	
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina		

CURVA GRANULOMETRICA



TAMIZ	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Acum.	% Pasa	NORMA
Normal					
75.000 mm	3"	0.00	0.00	100.00	
50.000 mm	2"	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40	316.00	37.62	62.38	-
0.075 mm	No. 200	370.00	44.05	55.95	-
Fondo		154.00	18.33	81.67	-
Suma=		840.00	100.0		
Cu=				GRAVAS	0.00 %
Cc=				ARENAS	81.67 %
				FINOS	18.33 %

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSÉ MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL: ARENA LIMOSA

LABORATORISTA: ENDERSON JADIR CACUA RICO

SOLICITANTE: DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REVISOR: ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No: MARZO DE 2028

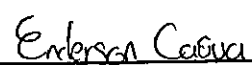
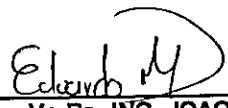
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES		Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA		Página 98

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-01
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	1.00 m	MUESTRA No.	1
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR AMARILLA				
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL				

Diametro de la muestra (cm)	4.65		
Altura de la muestra (cm)	6.13		
Volumen de la muestra (cm3)	104.10		
W suelo húmedo (gr)	183.01		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.758		
W tara (gr)	45.29		
W tara + suelo húmedo (gr)	228.30		
W tara + suelo seco (gr)	211.63		
Humedad natural del suelo (%)	10.02		
Densidad seca (gr/cm3)	1.598		

OBSERVACIONES

 ENDERSON JADIR CACUA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	--



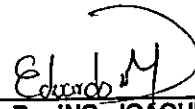
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES		Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 99
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA		

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-01
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	2.00 m	MUESTRA No.	2
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR AMARILLA / GRIS				
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL				

Díametro de la muestra (cm)	4.68		
Altura de la muestra (cm)	7.02		
Volumen de la muestra (cm3)	120.76		
W suelo húmedo (gr)	222.92		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.846		
W tara (gr)	44.42		
W tara + suelo húmedo (gr)	267.34		
W tara + suelo seco (gr)	242.62		
Humedad natural del suelo (%)	12.47		
Densidad seca (gr/cm3)	1.641		

OBSERVACIONES

 ENDERSON JADIR CACUA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	--



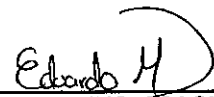
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 100
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-01
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	3.00 m	MUESTRA No.	3
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR AMARILLA / GRIS				
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL				

Diametro de la muestra (cm)	4.67		
Altura de la muestra (cm)	5.39		
Volumen de la muestra (cm3)	92.32		
W suelo húmedo (gr)	170.61		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.848		
W tara (gr)	44.84		
W tara + suelo húmedo (gr)	215.45		
W tara + suelo seco (gr)	186.10		
Humedad natural del suelo (%)	20.78		
Densidad seca (gr/cm3)	1.530		

OBSERVACIONES

 ENDERSON JADIR CACUA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUÍN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	--



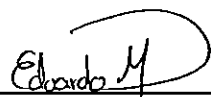
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES		Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 101
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA		

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA			
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA		SONDEO No.	S-01
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	4.00 m	MUESTRA No. 4
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR GRIS			
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL			

Diametro de la muestra (cm)	4.65		
Altura de la muestra (cm)	6.95		
Volumen de la muestra (cm3)	118.03		
W suelo húmedo (gr)	220.95		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.872		
W tara (gr)	64.23		
W tara + suelo húmedo (gr)	285.18		
W tara + suelo seco (gr)	249.87		
Humedad natural del suelo (%)	19.02		
Densidad seca (gr/cm3)	1.573		

OBSERVACIONES

 ENDERSON JADIR CACUA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	--

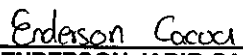
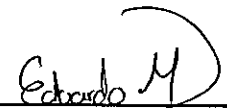
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES		Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 102
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA		

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA		
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA	SONDEO No.	S-01
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	5.00 m
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR GRIS		
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL		

Diametro de la muestra (cm)	4.68		
Altura de la muestra (cm)	7.15		
Volumen de la muestra (cm3)	123.00		
W suelo húmedo (gr)	231.86		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.885		
W tara (gr)	73.58		
W tara + suelo húmedo (gr)	305.44		
W tara + suelo seco (gr)	268.00		
Humedad natural del suelo (%)	19.26		
Densidad seca (gr/cm3)	1.581		

OBSERVACIONES

 ENDERSON JADIR CACUA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUÍN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	--

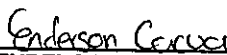
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 103
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-01
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	6.00 m	MUESTRA No.	6
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR GRIS				
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL				

Diametro de la muestra (cm)	4.66		
Altura de la muestra (cm)	5.63		
Volumen de la muestra (cm3)	96.02		
W suelo húmedo (gr)	181.96		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.895		
W tara (gr)	74.51		
W tara + suelo húmedo (gr)	256.47		
W tara + suelo seco (gr)	225.70		
Humedad natural del suelo (%)	20.35		
Densidad seca (gr/cm3)	1.575		

OBSERVACIONES

 ENDERSON JADIR CACUA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	--



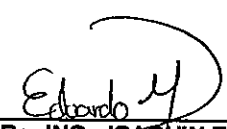
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES		Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 104
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA		

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA			
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA	SONDEO No.	S-02	
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	1.00 m	MUESTRA No. 1
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR AMARILLA			
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL			

Díametro de la muestra (cm)	4.68		
Altura de la muestra (cm)	5.32		
Volumen de la muestra (cm3)	91.52		
W suelo húmedo (gr)	161.26		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.762		
W tara (gr)	39.86		
W tara + suelo húmedo (gr)	201.12		
W tara + suelo seco (gr)	187.48		
Humedad natural del suelo (%)	9.24		
Densidad seca (gr/cm3)	1.613		

OBSERVACIONES

 ENDERSON JADIR CAGUA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	--

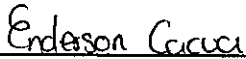
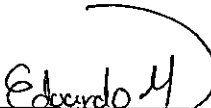
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES		Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 105
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA		

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-02
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	2.00 m	MUESTRA No.	2
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR AMARILLA / GRIS				
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL				

Díametro de la muestra (cm)	4.67		
Altura de la muestra (cm)	6.54		
Volumen de la muestra (cm3)	112.02		
W suelo húmedo (gr)	207.57		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.853		
W tara (gr)	40.16		
W tara + suelo húmedo (gr)	247.73		
W tara + suelo seco (gr)	224.95		
Humedad natural del suelo (%)	12.33		
Densidad seca (gr/cm3)	1.650		

OBSERVACIONES

 ENDERSON JADIR CACUA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUÍN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	--



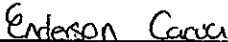
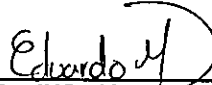
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES		Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 106
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA		

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-02
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	3.00 m	MUESTRA No.	3
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR AMARILLA / GRIS				
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL				

Diametro de la muestra (cm)	4.68		
Altura de la muestra (cm)	5.89		
Volumen de la muestra (cm3)	101.32		
W suelo húmedo (gr)	190.08		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.876		
W tara (gr)	62.16		
W tara + suelo húmedo (gr)	252.24		
W tara + suelo seco (gr)	218.23		
Humedad natural del suelo (%)	21.79		
Densidad seca (gr/cm3)	1.540		

OBSERVACIONES

 ENDERSON JADIR CACIA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	--



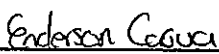
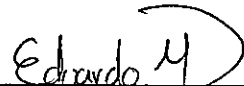
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES		Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 107
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA		

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-02
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	4.00 m	MUESTRA No.	4
DESCRIPCIÓN	ARENA LIMOSA COLOR GRIS				
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL				

Diametro de la muestra (cm)	4.66		
Altura de la muestra (cm)	6.48		
Volumen de la muestra (cm3)	110.52		
W suelo húmedo (gr)	209.10		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.892		
W tara (gr)	65.02		
W tara + suelo húmedo (gr)	274.12		
W tara + suelo seco (gr)	237.77		
Humedad natural del suelo (%)	21.04		
Densidad seca (gr/cm3)	1.563		

OBSERVACIONES

 ENDERSON JADIR CACUA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	--



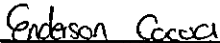
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES		Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 108
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA		

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA			
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA	SONDEO No.	S-02	
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	5.00 m	MUESTRA No. 5
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR GRIS			
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL			

Díametro de la muestra (cm)	4.68		
Altura de la muestra (cm)	6.71		
Volumen de la muestra (cm3)	115.43		
W suelo húmedo (gr)	218.97		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.897		
W tara (gr)	42.18		
W tara + suelo húmedo (gr)	261.15		
W tara + suelo seco (gr)	225.91		
Humedad natural del suelo (%)	19.18		
Densidad seca (gr/cm3)	1.592		

OBSERVACIONES

 ENDERSON JADIR CACUA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	--



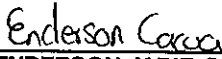
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Página 109

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-02
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	6.00 m	MUESTRA No.	6
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR GRIS				
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL				

Diametro de la muestra (cm)	4.65		
Altura de la muestra (cm)	7.13		
Volumen de la muestra (cm3)	121.08		
W suelo húmedo (gr)	230.29		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.902		
W tara (gr)	66.02		
W tara + suelo húmedo (gr)	296.31		
W tara + suelo seco (gr)	258.12		
Humedad natural del suelo (%)	19.88		
Densidad seca (gr/cm3)	1.587		

OBSERVACIONES

 ENDERSON JADIR CACUA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUÍN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	--



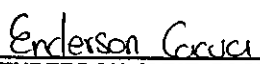
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES		Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 110
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA		

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-03
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	1.00 m	MUESTRA No.	1
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR AMARILLA				
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL				

Diametro de la muestra (cm)	4.66		
Altura de la muestra (cm)	5.69		
Volumen de la muestra (cm3)	97.05		
W suelo húmedo (gr)	172.07		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.773		
W tara (gr)	44.76		
W tara + suelo húmedo (gr)	216.83		
W tara + suelo seco (gr)	202.45		
Humedad natural del suelo (%)	9.12		
Densidad seca (gr/cm3)	1.625		

OBSERVACIONES

 ENDERSON JADIR CACUA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUÍN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	--



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES		Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 111
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA		

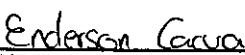
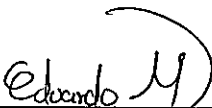
PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-03
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	2.00 m	MUESTRA No.	2
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR AMARILLA / GRIS				
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL				

Díametro de la muestra (cm)	4.68		
Altura de la muestra (cm)	6.37		
Volumen de la muestra (cm3)	109.58		
W suelo húmedo (gr)	202.07		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.844		
W tara (gr)	63.18		
W tara + suelo húmedo (gr)	265.25		
W tara + suelo seco (gr)	229.00		
Humedad natural del suelo (%)	21.86		
Densidad seca (gr/cm3)	1.513		

OBSERVACIONES

--

 ENDERSON JADIR CACUA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	--



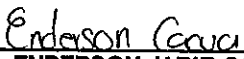
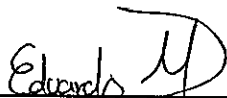
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES		Estudio de Suelos J. E. José María Carbonell
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA		Página 112

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-03
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	3.00 m	MUESTRA No.	3
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR AMARILLA / GRIS				
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL				

Diametro de la muestra (cm)	4.67		
Altura de la muestra (cm)	6.18		
Volumen de la muestra (cm3)	105.86		
W suelo húmedo (gr)	196.58		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.857		
W tara (gr)	63.25		
W tara + suelo húmedo (gr)	259.83		
W tara + suelo seco (gr)	225.39		
Humedad natural del suelo (%)	21.24		
Densidad seca (gr/cm3)	1.532		

OBSERVACIONES

 ENDERSON JADIR CACUA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	--



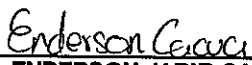
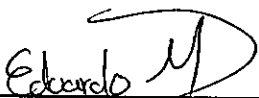
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES		Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 113
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA		

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA			
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA		SONDEO No.	S-03
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	4.00 m	MUESTRA No. 4
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR GRIS			
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL			

Diametro de la muestra (cm)	4.66		
Altura de la muestra (cm)	5.84		
Volumen de la muestra (cm3)	99.60		
W suelo húmedo (gr)	186.35		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.871		
W tara (gr)	72.49		
W tara + suelo húmedo (gr)	258.84		
W tara + suelo seco (gr)	227.69		
Humedad natural del suelo (%)	20.07		
Densidad seca (gr/cm3)	1.558		

OBSERVACIONES

 ENDERSON JADIR CACUA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	--

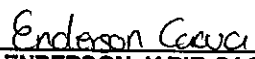
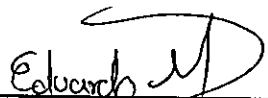
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos <u>L. E. José María Carbonell</u> Página 114
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-03
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	5.00 m	MUESTRA No.	5
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR GRIS				
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL				

Díametro de la muestra (cm)	4.65		
Altura de la muestra (cm)	6.83		
Volumen de la muestra (cm3)	115.99		
W suelo húmedo (gr)	219.80		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.895		
W tara (gr)	73.62		
W tara + suelo húmedo (gr)	293.42		
W tara + suelo seco (gr)	257.54		
Humedad natural del suelo (%)	19.51		
Densidad seca (gr/cm3)	1.586		

OBSERVACIONES

 ENDERSON JADIR CACUA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	---

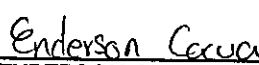
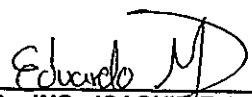
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES		Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 115
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA		

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL, JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ Y ANDRÉS BELLO DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEPARTAMENTO DE ARAUCA			
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA		SONDEO No.	S-03
FECHA	MARZO DE 2026	PROFUNDIDAD	6.00 m	MUESTRA No. 6
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR GRIS			
SECTOR:	INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL			

Diametro de la muestra (cm)	4.66		
Altura de la muestra (cm)	5.52		
Volumen de la muestra (cm3)	94.15		
W suelo húmedo (gr)	179.92		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.911		
W tara (gr)	41.54		
W tara + suelo húmedo (gr)	221.46		
W tara + suelo seco (gr)	190.95		
Humedad natural del suelo (%)	20.42		
Densidad seca (gr/cm3)	1.587		

OBSERVACIONES

 ENDERSON JADIR CACUA RICO LABORATORISTA	 Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M. MP. 5420272031 NTS
--	--



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
J. E. José María
Carbonell

Página 116

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA CARBONEL				
SONDEO No. :	S-01				
MUESTRA No. :	1 (Arena limosa, color amarilla)				
PROFUNDIDAD :	1.00 metro				
Ao (cm ²):	17.40	Peso humedo(W1):	42.39	CONSTANTE ANILLO(Kg/div) :	0.081
CARGA NORMAL (Kg):	8	Peso seco(W2):	35.73	Sn (Kg/cm ²) :	0.46
		Peso tara(W3):	7.01		
		Humedad (%):	23.19		

CARGA (Lbs)	DEFORMACIÓN H (0,001 mm)	DEFORMACIÓN V (0,001 mm)	CARGA (Kg)	t = Q/A (Kg/cm ²)	TANF = t / sn
0	0	500	0.00	0.00	0.0000
7	10	475	0.57	0.03	0.0709
10	20	473	0.81	0.05	0.1013
13	30	470	1.05	0.06	0.1316
16	40	469	1.30	0.07	0.1620
19	50	467	1.54	0.09	0.1924
22	60	464	1.78	0.10	0.2228
26	80	462	2.11	0.12	0.2633
29	100	462	2.35	0.14	0.2936
32	120	462	2.59	0.15	0.3240
35	140	459	2.84	0.16	0.3544
38	160	456	3.08	0.18	0.3848
41	180	454	3.32	0.19	0.4151
44	200	453	3.56	0.20	0.4455
48	250	450	3.89	0.22	0.4860
51	300	448	4.13	0.24	0.5164
53	350	445	4.29	0.25	0.5366
55	400	443	4.46	0.26	0.5569
56	450	440	4.54	0.26	0.5670
51	550	439	4.13	0.24	0.5164
46	600	436	3.73	0.21	0.4658

Ederson Caca
ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Edurelo M
Ing. JOAQUIN EDUAR DELGADO MONTAGUT
Geotecnista - M.P. 54202-72031 NTS





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos

I. E. José María
Carbonell

Página 117

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA CARBONEL				
SONDEO No. :	S-01				
MUESTRA No. :	1 (Arena limosa, color amarilla)				
PROFUNDIDAD :	1.00 metro				
Ao (cm ²):	17.40	Peso humedo(W1):	68.45	CONSTANTE ANILLO(Kg/div) :	0.081
CARGA NORMAL (Kg):	14	Peso seco(W2):	56.95	Sn (Kg/cm ²) :	0.80
		Peso tara(W3):	6.94		
		Humedad (%):	23.00		

CARGA (Lbs)	DEFORMACIÓN H (0,001 mm)	DEFORMACIÓN V (0,001 mm)	CARGA (Kg)	$t = Q/A$ (Kg/cm ²)	TAN F = t / s_n
0	0	500	0.00	0.00	0.0000
14	10	456	1.13	0.07	0.0810
18	20	454	1.46	0.08	0.1041
22	30	451	1.78	0.10	0.1273
26	40	448	2.11	0.12	0.1504
30	50	446	2.43	0.14	0.1736
34	60	443	2.75	0.16	0.1967
39	80	442	3.16	0.18	0.2256
43	100	440	3.48	0.20	0.2488
47	120	440	3.81	0.22	0.2719
51	140	440	4.13	0.24	0.2951
55	160	438	4.46	0.26	0.3182
59	180	435	4.78	0.27	0.3414
63	200	433	5.10	0.29	0.3645
69	250	430	5.59	0.32	0.3992
73	300	429	5.91	0.34	0.4224
76	350	427	6.16	0.35	0.4397
79	400	426	6.40	0.37	0.4571
80	450	423	6.48	0.37	0.4629
75	550	420	6.08	0.35	0.4339
72	600	419	5.83	0.34	0.4166

Ederson Cacia
ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Edoardo
Ing. JOAQUIN EDUAR DELGADO MONTAGUT
Geotecnista - M.P. 54202-72031 NTS





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
**L. E. José María
Carbonell**

Página 118

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA CARBONEL				
SONDEO No. :	S-01				
MUESTRA No. :	1 (Arena limosa, color amarilla)				
PROFUNDIDAD :	1.00 metro				
Ao (cm ²):	17.40	Peso humedo(W1):	54.29	CONSTANTE ANILLO(Kg/div) :	0.081
CARGA NORMAL (Kg):	20	Peso seco(W2):	45.40		
		Peso tara(W3):	7.19	Sn (Kg/cm ²) :	1.15
		Humedad (%):	23.27		

CARGA (Lbs)	DEFORMACIÓN H (0,001 mm)	DEFORMACIÓN V (0,001 mm)	CARGA (Kg)	$t = Q/A$ (Kg/cm ²)	$TAN F =$ t / s_n
0	0	500	0.00	0.00	0.0000
17	10	435	1.38	0.08	0.0689
23	20	434	1.86	0.11	0.0932
29	30	432	2.35	0.14	0.1175
34	40	429	2.75	0.16	0.1377
39	50	428	3.16	0.18	0.1580
44	60	426	3.56	0.20	0.1782
52	80	425	4.21	0.24	0.2106
59	100	423	4.78	0.27	0.2390
66	120	420	5.35	0.31	0.2673
73	140	419	5.91	0.34	0.2957
79	160	419	6.40	0.37	0.3200
84	180	419	6.80	0.39	0.3402
91	200	418	7.37	0.42	0.3686
100	250	416	8.10	0.47	0.4050
108	300	415	8.75	0.50	0.4374
115	350	413	9.32	0.54	0.4658
118	400	410	9.56	0.55	0.4779
120	450	409	9.72	0.56	0.4860
114	550	407	9.23	0.53	0.4617
110	600	406	8.91	0.51	0.4455

Ederson Cacia
ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Eduardo M
Ing. JOAQUIN EDUAR DELGADO MONTAGUT
Geotecnista - M.P. 54202-72031 NTS

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
seincojedm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

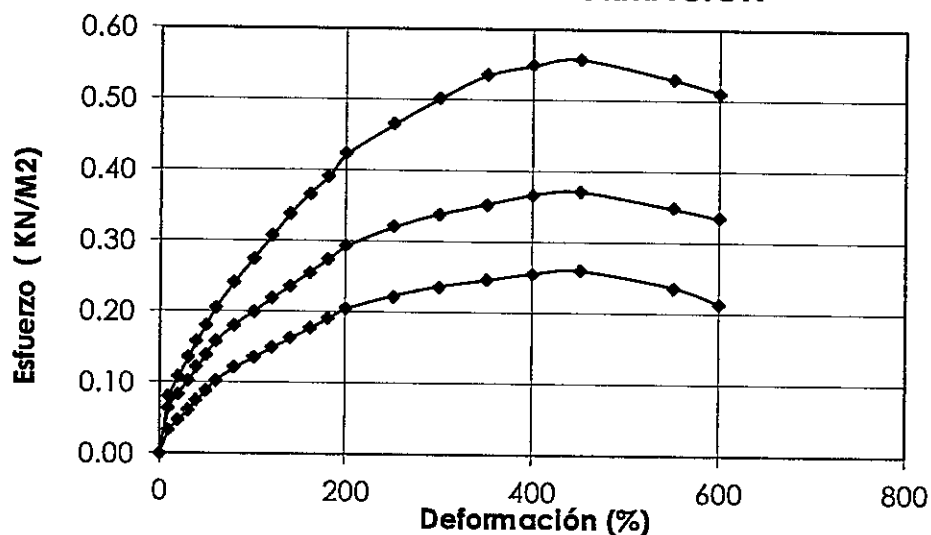
Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell

Página 119

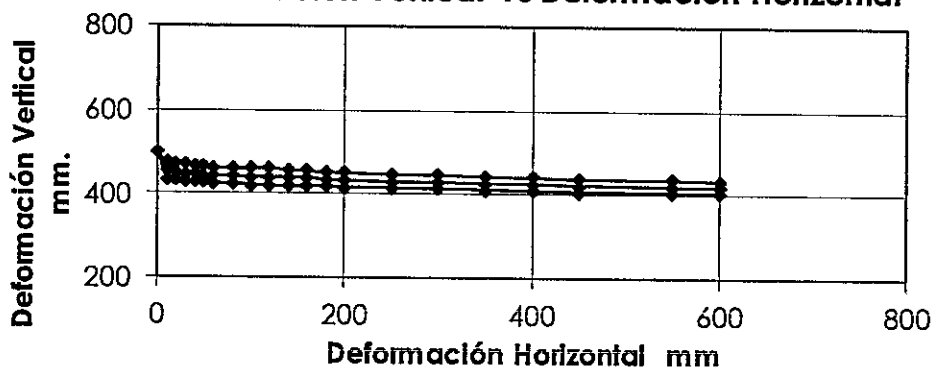
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA CARBONEL
SONDEO No. :	S-01
MUESTRA No. :	1 (Arena limosa, color amarilla)
PROFUNDIDAD :	1.00 metro

ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN



Deformación Vertical Vs Deformación Horizontal



Ederson Caca
ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Eduardo M
Ing. JOAQUIN EDUAR DELGADO MONTAGUT
Geotecnista - M.P. 54202-72031 NTS





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

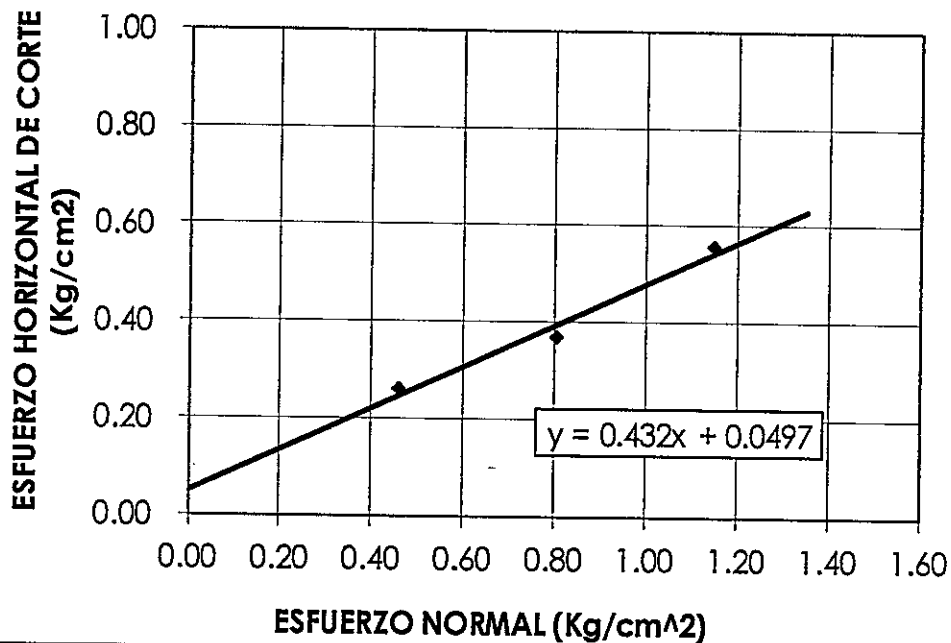
Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell

Página 120

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA CARBONELL
SONDEO No. :	S-01
MUESTRA No. :	1 (Arena limosa, color amarilla)
PROFUNDIDAD :	1.00 metro

ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN



Cohesión (C) :	0.05 Kg/cm²
Angulo de fricción (f):	23.4°
Peso Unitario Húmedo (g):	Kg/cm³
Condición del ensayo	Humedad natural
Peso Unitario Seco (g):	Kg/cm³
Humedad de Saturación	23.15%

Ederson Caceres
ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Edgardo M
Ing. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Geotecnista - M.P. 54202-72031 NTS





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell

Página 121

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA CARBONEL				
SONDEO No. :	S-03				
MUESTRA No. :	2 (Arena limosa, color amarilla/gris)				
PROFUNDIDAD :	2.00 metros				
Ao (cm ²):	17.40	Peso humedo(W1):	46.28	CONSTANTE	0.081
CARGA NORMAL (Kg):	8	Peso seco(W2):	39.21	ANILLO(Kg/div) :	
		Peso tara(W3):	7.11	Sn (Kg/cm ²) :	0.46
		Humedad (%):	22.02		

CARGA (Lbs)	DEFORMACIÓN H (0,001 mm)	DEFORMACIÓN V (0,001 mm)	CARGA (Kg)	t = Q/A (Kg/cm ²)	TANF = t / sn
0	0	500	0.00	0.00	0.0000
10	10	490	0.81	0.05	0.1013
13	20	488	1.05	0.06	0.1316
16	30	485	1.30	0.07	0.1620
19	40	484	1.54	0.09	0.1924
22	50	481	1.78	0.10	0.2228
25	60	480	2.03	0.12	0.2531
29	80	478	2.35	0.14	0.2936
33	100	475	2.67	0.15	0.3341
37	120	474	3.00	0.17	0.3746
40	140	472	3.24	0.19	0.4050
43	160	470	3.48	0.20	0.4354
46	180	470	3.73	0.21	0.4658
49	200	470	3.97	0.23	0.4961
53	250	467	4.29	0.25	0.5366
56	300	466	4.54	0.26	0.5670
58	350	464	4.70	0.27	0.5873
59	400	463	4.78	0.27	0.5974
59	450	461	4.78	0.27	0.5974
55	550	458	4.46	0.26	0.5569
51	600	457	4.13	0.24	0.5164

Ederson Jacir
ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Eduardo M
Ing. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Geotecnista - M.P. 54202-72031 NTS





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
**J. E. José María
Carbonell**

Página 122

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA CARBONELL				
SONDEO No. :	S-03				
MUESTRA No. :	2 (Arena limosa, color amarilla/gris)				
PROFUNDIDAD :	2.00 metros				
Ao (cm ²):	17.40	Peso humedo(W1):	59.27	CONSTANTE	0.081
CARGA NORMAL (Kg):	14	Peso seco(W2):	49.49	ANILLO(Kg/div) :	
		Peso tara(W3):	6.95	Sn (Kg/cm ²) :	0.80
		Humedad (%):	22.99		

CARGA (Lbs)	DEFORMACIÓN H. (0,001 mm)	DEFORMACIÓN V (0,001 mm)	CARGA (Kg)	t = Q/A (Kg/cm ²)	TAN F = t / sn
0	0	500	0.00	0.00	0.0000
16	10	471	1.30	0.07	0.0926
20	20	469	1.62	0.09	0.1157
24	30	470	1.94	0.11	0.1389
28	40	468	2.27	0.13	0.1620
31	50	467	2.51	0.14	0.1794
35	60	465	2.84	0.16	0.2025
41	80	464	3.32	0.19	0.2372
46	100	461	3.73	0.21	0.2661
51	120	460	4.13	0.24	0.2951
56	140	460	4.54	0.26	0.3240
60	160	458	4.86	0.28	0.3471
64	180	457	5.18	0.30	0.3703
67	200	455	5.43	0.31	0.3876
72	250	454	5.83	0.34	0.4166
76	300	454	6.16	0.35	0.4397
79	350	452	6.40	0.37	0.4571
81	400	451	6.56	0.38	0.4686
82	450	451	6.64	0.38	0.4744
77	550	449	6.24	0.36	0.4455
74	600	448	5.99	0.34	0.4281

Ederson Javier Cacia Rico
ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Joaquín Eduardo Delgado Montagut
Ing. JOAQUIN EDUAR DELGADO MONTAGUT
Geotecnista - M.P. 54202-72031 NTS

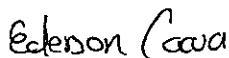


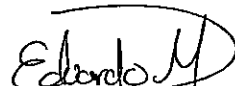
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 123
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA CARBONEL				
SONDEO No. :	S-03				
MUESTRA No. :	2 (Arena limosa, color amarilla/gris)				
PROFUNDIDAD :	2.00 metros				
Ao (cm ²):	17.40	Peso humedo(W1):	68.10	CONSTANTE	0.081
CARGA NORMAL (Kg):	22	Peso seco(W2):	56.85	ANILLO(Kg/div) :	
		Peso tara(W3):	7.19	Sn (Kg/cm ²) :	1.26
		Humedad (%):	22.65		

CARGA (Lbs)	DEFORMACIÓN H (0,001 mm)	DEFORMACIÓN V (0,001 mm)	CARGA (Kg)	$t = Q/A$ (Kg/cm ²)	TAN F = t / s_n
0	0	500	0.00	0.00	0.0000
20	10	453	1.62	0.09	0.0736
26	20	451	2.11	0.12	0.0957
31	30	448	2.51	0.14	0.1141
36	40	447	2.92	0.17	0.1325
42	50	445	3.40	0.20	0.1546
48	60	442	3.89	0.22	0.1767
58	80	441	4.70	0.27	0.2135
67	100	439	5.43	0.31	0.2467
77	120	437	6.24	0.36	0.2835
86	140	436	6.97	0.40	0.3166
94	160	433	7.61	0.44	0.3461
101	180	432	8.18	0.47	0.3719
106	200	430	8.59	0.49	0.3903
115	250	427	9.32	0.54	0.4234
123	300	426	9.96	0.57	0.4529
129	350	424	10.45	0.60	0.4750
135	400	421	10.94	0.63	0.4970
138	450	420	11.18	0.64	0.5081
133	550	418	10.77	0.62	0.4897
129	600	417	10.45	0.60	0.4750


ENDERSON JADIR CACUA RICO
 LABORATORISTA


Ing. JOAQUIN EDUAR DELGADO MONTAGUT
 Geotecnista - M.P. 54202-72031 NTS





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

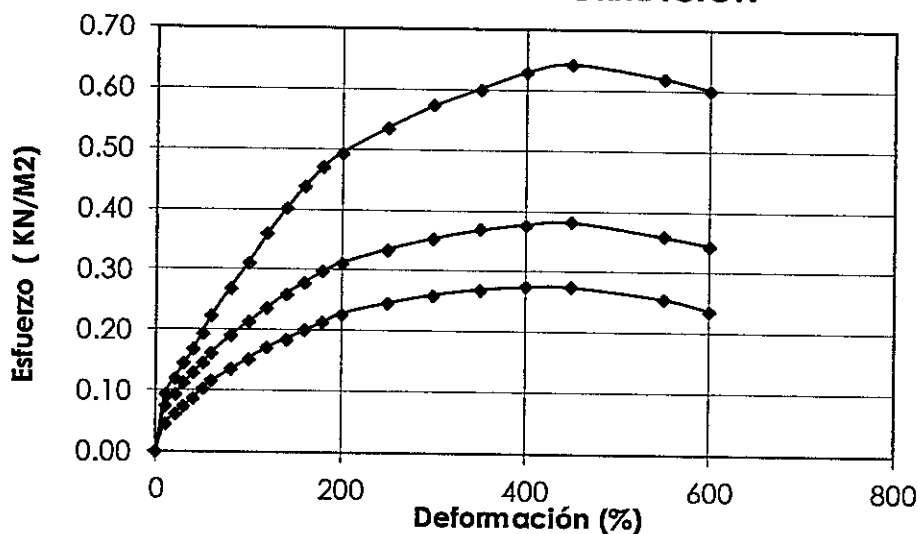
Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell

Página 124

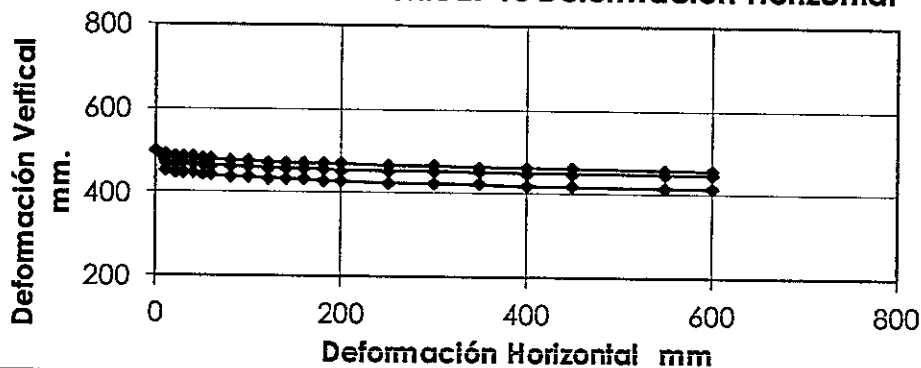
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA CARBONEL
SONDEO No. :	S-03
MUESTRA No. :	2 (Arena limosa, color amarilla/gris)
PROFUNDIDAD :	2.00 metros

ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN



Deformación Vertical Vs Deformación Horizontal



Ederson Cagua
ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Edgardo M
Ing. JOAQUIN EDUAR DELGADO MONTAGUT
Geotecnista - M.P. 54202-72031 NTS





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSÉ MARÍA
CARBONELL Y JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

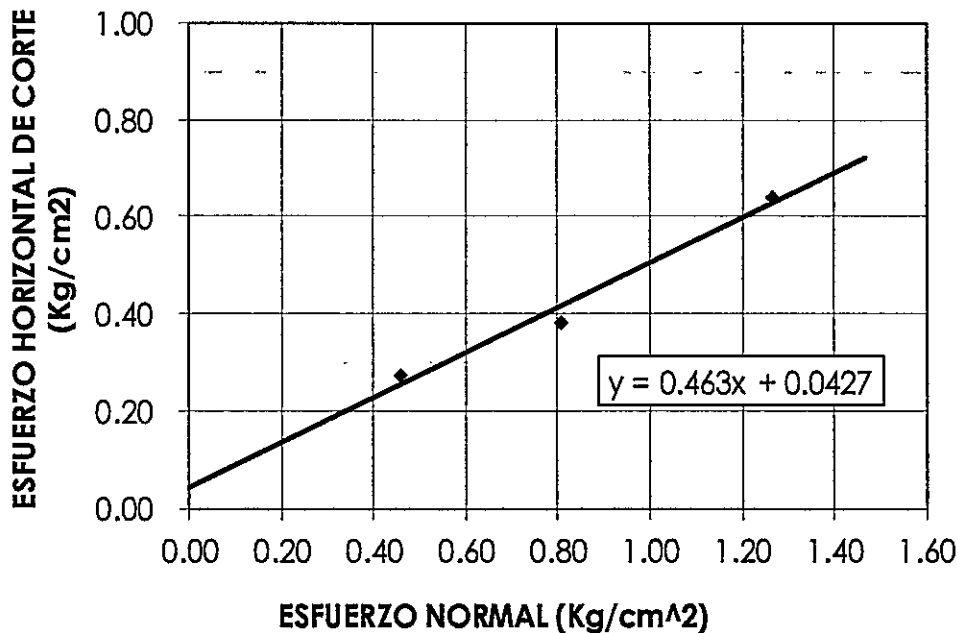
Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell

Página 125

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA CARBONEL
SONDEO No. :	S-03
MUESTRA No. :	2 (Arena limosa, color amarilla/gris)
PROFUNDIDAD :	2.00 metros

ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN



Cohesión (C) :	0.04 Kg/cm ²
Angulo de fricción (f):	24.8°
Peso Unitario Húmedo (g):	Kg/cm ³
Condición del ensayo	Humedad natural
Peso Unitario Seco (g):	Kg/cm ³
Humedad de Saturación	22.56%

Ederson Caca
ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Edgardo M
Ing. JOAQUIN EDUAR DELGADO MONTAGUT
Geotecnista - M.P. 54202-72031 NTS

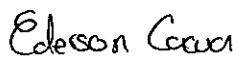


	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 126
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSÉ MARÍA CARBONELL Y JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA CARBONELL				
SONDEO No. :	S-02				
MUESTRA No. :	5 (Arena limosa, color gris)				
PROFUNDIDAD :	5.00 metros				
Ao (cm ²):	17.40	Peso humedo(W1):	49.21	CONSTANTE ANILLO(Kg/div) :	0.081
CARGA NORMAL (Kg):	8	Peso seco(W2):	41.86	Sn (Kg/cm ²) :	0.46
		Peso tara(W3):	7.18		
		Humedad (%):	21.19		

CARGA (Lbs)	DEFORMACIÓN H (0,001 mm)	DEFORMACIÓN V (0,001 mm)	CARGA (Kg)	t = Q/A (Kg/cm ²)	TAN F = t / sn
0	0	500	0.00	0.00	0.0000
9	10	476	0.73	0.04	0.0911
13	20	474	1.05	0.06	0.1316
17	30	471	1.38	0.08	0.1721
21	40	450	1.70	0.10	0.2126
25	50	448	2.03	0.12	0.2531
29	60	445	2.35	0.14	0.2936
34	80	444	2.75	0.16	0.3443
38	100	442	3.08	0.18	0.3848
42	120	441	3.40	0.20	0.4253
46	140	438	3.73	0.21	0.4658
48	160	436	3.89	0.22	0.4860
51	180	435	4.13	0.24	0.5164
53	200	433	4.29	0.25	0.5366
57	250	430	4.62	0.27	0.5771
59	300	428	4.78	0.27	0.5974
61	350	427	4.94	0.28	0.6176
62	400	424	5.02	0.29	0.6278
63	450	422	5.10	0.29	0.6379
58	550	419	4.70	0.27	0.5873
54	600	417	4.37	0.25	0.5468


ENDERSON JADIR CACUA RICO
 LABORATORISTA


Ing. JOAQUIN EDUAR-DELGADO MONTAGUT
 Geotecnista - M.P. 54202-72031 NTS





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
**I. E. José María
Carbonell**

Página 127

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA CARBONEL				
SONDEO No. :	S-02				
MUESTRA No. :	5 (Arena limosa, color gris)				
PROFUNDIDAD :	5.00 metros				
Ao (cm ²):	17.40	Peso húmedo(W1):	58.14	CONSTANTE ANILLO(Kg/div) :	0.081
CARGA NORMAL (Kg):	14	Peso seco(W2):	49.04		
		Peso tara(W3):	7.05		
		Humedad (%):	21.67	Sn (Kg/cm ²) :	0.80

CARGA (Lbs)	DEFORMACIÓN H (0,001 mm)	DEFORMACIÓN V (0,001 mm)	CARGA (Kg)	t = Q/A (Kg/cm ²)	TAN F = t / sn
0	0	500	0.00	0.00	0.0000
15	10	454	1.22	0.07	0.0868
21	20	452	1.70	0.10	0.1215
25	30	449	2.03	0.12	0.1446
29	40	448	2.35	0.14	0.1678
33	50	446	2.67	0.15	0.1909
37	60	443	3.00	0.17	0.2141
43	80	441	3.48	0.20	0.2488
48	100	440	3.89	0.22	0.2777
53	120	437	4.29	0.25	0.3066
58	140	435	4.70	0.27	0.3356
63	160	434	5.10	0.29	0.3645
68	180	431	5.51	0.32	0.3934
72	200	431	5.83	0.34	0.4166
78	250	431	6.32	0.36	0.4513
82	300	429	6.64	0.38	0.4744
85	350	426	6.89	0.40	0.4918
86	400	425	6.97	0.40	0.4976
87	450	423	7.05	0.41	0.5034
84	500	422	6.80	0.39	0.4860
78	600	419	6.32	0.36	0.4513

Ederson Cacia
ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Edoardo
Ing. JOAQUIN EDUAR DELGADO MONTAGUT
Geotecnista - M.P. 54202-72031 NTS





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell

Página 128

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA CARBONEL				
SONDEO No. :	S-02				
MUESTRA No. :	5 (Arena limosa, color gris)				
PROFUNDIDAD :	5.00 metros				
Ao (cm ²):	17.40	Peso humedo(W1):	68.21	CONSTANTE ANILLO(Kg/div) :	0.081
CARGA NORMAL (Kg):	22	Peso seco(W2):	57.24		
		Peso tara(W3):	7.11	Sn (Kg/cm ²) :	1.26
		Humedad (%):	21.88		

CARGA (Lbs)	DEFORMACIÓN H (0,001 mm)	DEFORMACIÓN V (0,001 mm)	CARGA (Kg)	$t = Q/A$ (Kg/cm ²)	TANF = t / s_n
0	0	500	0.00	0.00	0.0000
18	10	433	1.46	0.08	0.0663
26	20	431	2.11	0.12	0.0957
33	30	428	2.67	0.15	0.1215
39	40	427	3.16	0.18	0.1436
45	50	425	3.65	0.21	0.1657
52	60	422	4.21	0.24	0.1915
62	80	421	5.02	0.29	0.2283
71	100	420	5.75	0.33	0.2614
80	120	418	6.48	0.37	0.2945
89	140	416	7.21	0.41	0.3277
97	160	413	7.86	0.45	0.3571
104	180	412	8.42	0.48	0.3829
110	200	410	8.91	0.51	0.4050
122	250	407	9.88	0.57	0.4492
130	300	406	10.53	0.61	0.4786
138	350	406	11.18	0.64	0.5081
142	400	406	11.50	0.66	0.5228
144	450	404	11.66	0.67	0.5302
140	500	403	11.34	0.65	0.5155
135	600	401	10.94	0.63	0.4970

Ederson Caceres
ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Eduardo Montagut
Ing. JOAQUIN EDUAR DELGADO MONTAGUT
Geotecnista - M.P. 54202-72031 NTS





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSÉ MARÍA
CARBONELL Y JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos

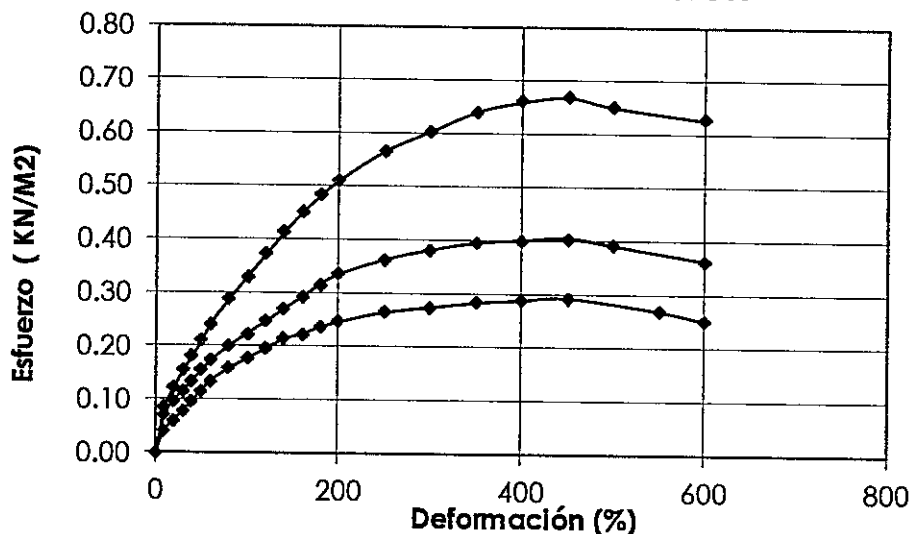
I. E. José María
Carbonell

Página 129

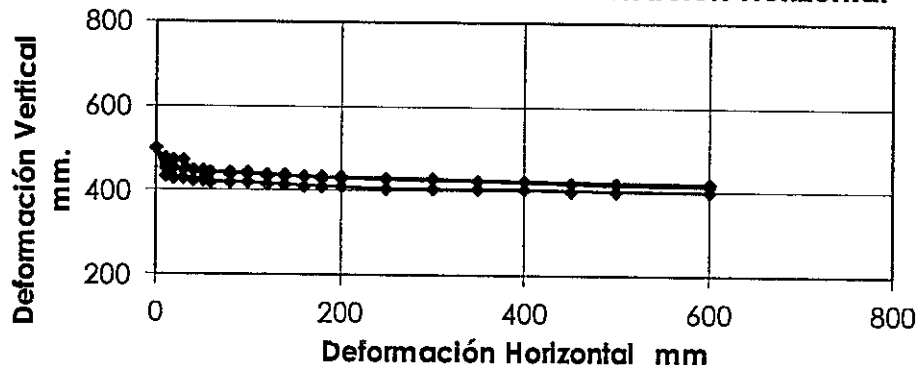
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA CARBONEL
SONDEO No. :	S-02
MUESTRA No. :	5 (Arena limosa, color gris)
PROFUNDIDAD :	5.00 metros

ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN



Deformacion Vertical Vs Deformacion Horizontal



Ederson Caceri
ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Edgar D
Ing. JOAQUIN EDUAR DELGADO MONTAGUT
Geotecnista - M.P. 54202-72031 NTS





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

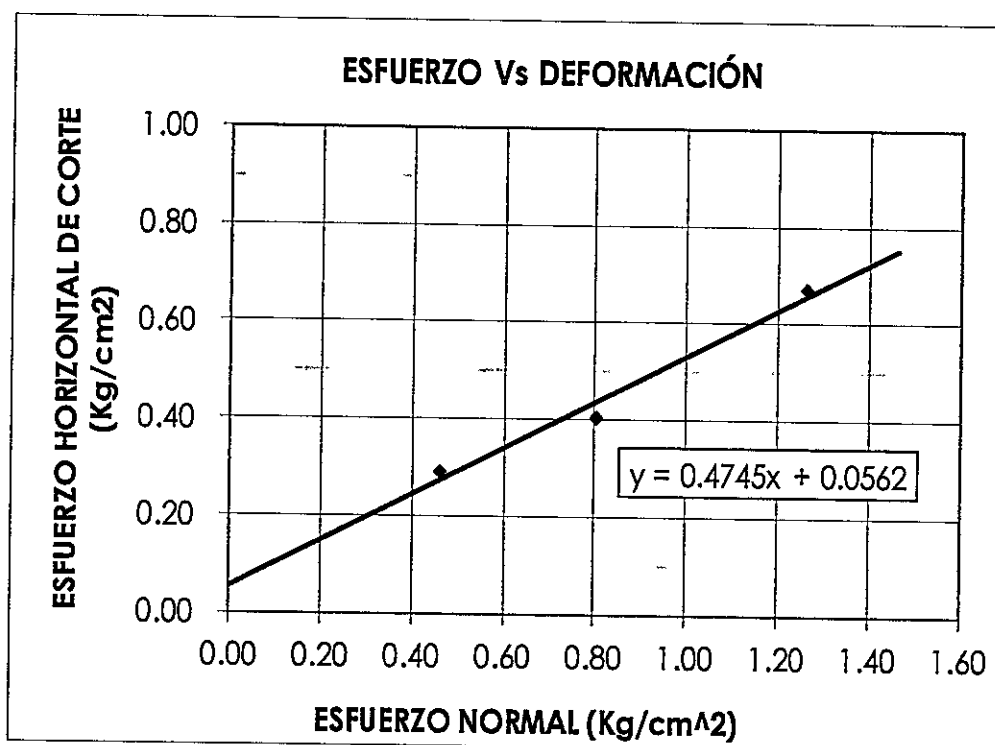
CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSÉ MARÍA
CARBONELL Y JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
I. E. José María
Carbonell

Página 130

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA CARBONELL
SONDEO No. :	S-02
MUESTRA No. :	5 (Arena limosa, color gris)
PROFUNDIDAD :	5.00 metros



Cohesión (C) :	0.06 Kg/cm ²
Angulo de fricción (f):	25.4°
Peso Unitario Húmedo (g):	Kg/cm ³
Condición del ensayo	Humedad natural
Peso Unitario Seco (g):	Kg/cm ³
Humedad de Saturación	21.58%

Ederson Cacia
ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Edardo y
Ing. JOAQUIN EDUAR DELGADO MONTAGUT
Geotecnista - M.P. 54202-72031 NTS

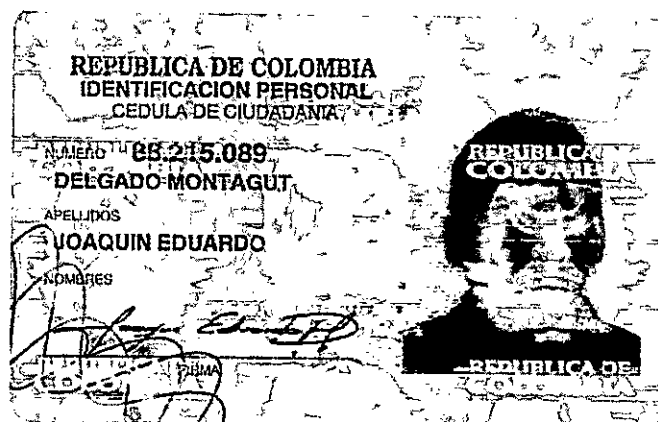


	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 131
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

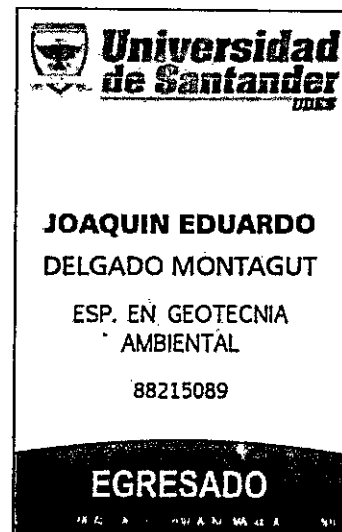
ANEXO D. DOCUMENTACIÓN GEOTECNISTA



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 132
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	



A-2500100-00125777-M-0088215089-20081107 0005483581A 1 6980006837





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos
**I. E. José María
Carbonell**

Página 133



República de Colombia
Ministerio de Educación Nacional
y en su nombre

La Universidad Francisco de Paula Santander

Personería Jurídica No 20 Septiembre 19 de 1962 de la Gobernación del Departamento Norte de Santander

Confiere el Título de

Ingeniero Civil

A

Joaquín Eduardo Delgado Montagut

C.C. No. **88.215.089** expedida en **Cúcuta, N. de S.**

Quien cumplió satisfactoriamente con los requisitos académicos exigidos.

En testimonio de ello otorga el presente

DIPLOMA

Expedido en la ciudad de Cúcuta, a **30 de Enero** de 19**98**

EL RECTOR

EL DECANO DE LA FACULTAD

LIBRO No. **20** ACTA No. **244** FOLIO **031**
Registro 918322





JOAQUÍN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos

**I. E. José María
Carbonell**

Página 134



República de Colombia
Ministerio de Educación Nacional

La Universidad de Santander UDES

Aprobada por el Ministerio de Educación Nacional de conformidad con la
Personería Jurídica No. 510 del 12 de marzo de 1996 y la Resolución No. 6216 del 22 de diciembre de 2003

Concedido en cuenta que:

Joaquín Eduardo Delgado Montagut

C. t. No. 88215089 Expedida en: Cúcuta
Curso y aprobó los estudios y cumplió con las exigencias legales y reglamentarias,
le confiere el título de:

Especialista en Geotecnia Ambiental

En constancia de lo anterior se firma y sella este Diploma,
en la ciudad de Bucaramanga, el día 13 del mes de febrero del año 2013

[Firma]
Rector
[Firma]
Vicerrector Académico
[Firma]
Decano de la Facultad de Ingeniería





JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES
PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA
CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Estudio de Suelos

I. E. José María
Carbonell

Página 135



REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

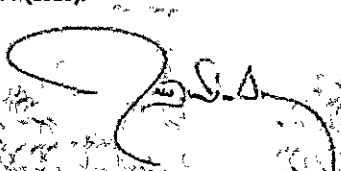
Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2026-4383191

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT, identificado(a) con CÉDULA DE CIUDADANÍA 88215089, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERÍA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 54202-72031 desde el 14 de Mayo de 1998, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1216.
2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**.
4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veintiseis (26) días del mes de Marzo del año dos mil veintiseis (2026).


Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firma del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos cíviles de selección de contratistas, la falta de firma del titular no invalida el Certificado.
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web <https://tramites.copnia.gov.co/Copia/Microsite/CertificadoOfGoodStanding/CertificadoOfGoodStanding.htm> indicando el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA - COPNIA
Calle 78 N° 9 - 57 - Teléfono: 322 0191 - Bogotá D.C.
e-mail: contactenos@copnia.gov.co
www.copnia.gov.co



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos <u>I. E. José María</u> <u>Carbonell</u> Página 136
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

CARTA DE RESPONSABILIDAD

Yo JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT, identificado con cédula de ciudadanía No. 88.215.089 expedida en la Ciudad de Cúcuta – N.S., en mi condición de INGENIERO CIVIL – ESP. EN GEOTECNIA, portador de Matrícula Profesional No. 54202-72031 NTS, declaro que realicé el informe ESTUDIO DE SUELOS EN PREDIO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL para el proyecto cuyo objeto es **"CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**, así mismo declaro que asumo la responsabilidad del perjuicio que por causa de él pueda deducirse.

En consecuencia, asumo toda la responsabilidad referente al ESTUDIO GEOTÉCNICO, y exonero al DEPARTAMENTO DE ARAUCA de cualquier responsabilidad, civil, penal o administrativa, por cualquier falta u omisión del presente diseño.

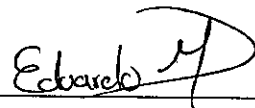
Acepto y reconozco que la revisión efectuada por el DEPARTAMENTO DE ARAUCA no constituye una aprobación al estudio y/o diseño, sino una verificación del cumplimiento de las normas aplicables.

Se expide a los veintisiete (27) días del mes de marzo de 2026.

Atentamente,

Nombre: JOAQUÍN EDUARDO DELGADO MONTAGUT

Firma:



Profesión: INGENIERO CIVIL

No. C.C.:

88.215.089 de Cúcuta

Título de post-grado ESP. GEOTECNIA AMBIENTAL

Matrícula

Profesional No.: 54202-72031 NTS



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Estudio de Suelos I. E. José María Carbonell Página 137
	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA	

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT, identificado con cédula de ciudadanía No. 88.215.089 expedida en la Ciudad de Cúcuta – N.S., en mi condición de INGENIERO CIVIL – ESP. EN GEOTECNIA, portador de Matrícula Profesional No. 54202-72031 NTS, certifico que realicé el informe ESTUDIO DE SUELOS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSE MARÍA CARBONELL para el proyecto cuyo objeto es **"CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTES PEDAGÓGICOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS JOSE MARÍA CARBONELL Y JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**.

Por lo anterior, manifiesto ceder plenamente los derechos al DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

La duración de los derechos cedidos será por término indefinido a partir de la fecha de la firma de la presente carta de cesión de derechos.

Para los fines pertinentes, anexo:

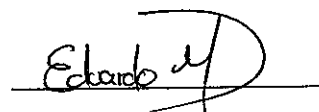
- Copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional
- Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios (profesionales)
- Copia de la cédula de ciudadanía.

Se expide a los veintisiete (27) días del mes de marzo de 2026.

Atentamente,

Nombre: JOAQUÍN EDUARDO DELGADO MONTAGUT

Firma:



Profesión: INGENIERO CIVIL

No. C.C.:

88.215.089 de Cúcuta

Título de post-grado ESP. GEOTECNIA AMBIENTAL

Matrícula

Profesional No.: 54202-72031 NTS

