

 Alcaldía Municipal de San Agustín	PLANEACIÓN ESTRATÉGICA	Código: FOR-PE-110-09
		Fecha: aprobación: SEPTIEMBRE 2015
	COMUNICACIONES OFICIALES	Versión: 02
		Página 2 de 11

ESTUDIO DE SUELOS



**MSPC OFA 076 – 25
ESTUDIO DE SUELOS
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
CONSTRUCCIÓN CUBIERTA, GRADERÍA,
CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E
ILUMINACIÓN EN LA VEREDA ALTO LAS
CHINAS
MUNICIPIO DE SAN AGUSTIN – HUILA.
OCTUBRE DE 2025**

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 2 de 112

CONTROL DE MODIFICACIONES

Versión	Fecha	Numeral Modificado	Descripción de la Modificación	Elaboró	Revisó	Aprobó
1	13/10/2025			Angie Larena García Laboratorista de suelos	Coordinadora Calidad Isabella Arevalo Thola	Ing. Geotecnista Oscar Fernando Arévalo

332
328
409

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 3 de 112

TABLA DE CONTENIDO

1.0 INTRODUCCIÓN.....	7
1.1 ALCANCE.....	8
1.2 CONSIDERACIONES DE OBRA.....	8
1.3 COMPLEJIDAD DEL PROYECTO.....	8
2.0 PLAN EXPLORATORIO.....	11
2.1 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	11
2.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	12
2.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
2.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	13
2.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	14
2.4. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS.....	16
2.4.1. ANTECEDENTES.....	16
2.4.2. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS – NSR-10.....	17
2.5. METODOLOGÍA.....	28
2.6. TRABAJOS IN SITU.....	34
3.0 MARCO GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.....	36
4.0 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	39
4.1 DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO.....	39
4.2 RESUMEN ESTRATIGRAFÍA.....	41
4.2.1 ESTRATIGRAFÍA SISTEMA REVISADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELO (RSCS).....	43
4.3. CUADRO DE RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO.....	54
4.3.1. LÍMITE DE CONSISTENCIA Y CLASIFICACIÓN UNIFICADA DEL SUELO.....	54
4.3.2. RESUMEN Y PROMEDIO DE ENSAYO DE SPT PARA LOS SONDEOS EFECTUADOS IN SITU.....	55
4.3.3. CÁLCULO DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN EQUIVALENTE CON EL N _{corregido} SPT.....	60
4.3.4. SUELOS DISPERSIVOS.....	61
4.3.5. SUELOS COLAPSABLES.....	61
4.3.6. POTENCIAL CONTRACTO EXPANSIVO.....	63
4.3.7. PARÁMETROS DE DISEÑO GEOTÉCNICO.....	67
4.4. NIVEL FREÁTICO.....	70
4.4.1. LICUEFACCIÓN DE LOS SUELOS.....	70

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 4 de 112

5.0. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.....	74
5.1 CIMENTACIONES.....	74
5.1.1. <i>TEORÍA GENERAL DE LA CAPACIDAD PORTANTE</i>	75
5.3 MANEJO DE AGUAS SUPERFILES Y SUBTERRANEAS.....	95
5.4. MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE Y RELLENOS ESTRUCTURALES CON AGREGADOS GRANULARES DE PRESTAMO.....	97
5.5. RECOMENDACIONES GENERALES PARA EXCAVACIONES.....	100
6.0 CONTROL DE EROSIÓN DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO	101
6.1. OTRAS RECOMENDACIONES.....	102
7.0 ENSAYOS DE LABORATORIO Y REGISTRO FOTOGRAFICO	107
6.0 BIBLIOGRAFIA	112

CONTENIDO DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Descripción del proyecto	9
Ilustración 2. Localización de San Agustín en el Dpto. del Huila.....	11
Ilustración 3. Condiciones actuales del sitio en estudio.....	15
Ilustración 4. Historia sísmica del municipio de San Agustín, Huila.....	16
Ilustración 5. Vs (m/s) vs Nspt – según diferentes autores.....	18
Ilustración 6. Valores del coeficiente de importancia, I – según NSR-10.....	21
Ilustración 7. Clasificación y criterios del perfil del suelo – según NSR-10.....	22
Ilustración 8. Valores del coeficiente Fa y Fv – según NSR-10.....	23
Ilustración 9. Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño como fracción de g.....	26
Ilustración 10. Espectro de aceleraciones horizontales del umbral de daño fracción de g.....	26
Ilustración 11. Zona de amenaza sísmica del municipio de San Agustín.....	28
Ilustración 12. Localización del lote en el plano del Municipio de San Agustín.....	29
Ilustración 13. Implantación del proyecto y localización de los sondeos.....	35
Ilustración 14. Mapa geológico de la región.....	38
Ilustración 15. Parámetros de resistencia al corte Su	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 16. Perfil estratigráfico deducido.....	55
Ilustración 17. Normalización del ensayo SPT – Esfuerzos totales y efectivos Sondeo 1.....	57
Ilustración 18. Normalización del ensayo SPT – Esfuerzos totales y efectivos Sondeo 2.....	58
Ilustración 19. Normalización del ensayo SPT – Esfuerzos totales y efectivos Sondeo 3.....	59
Ilustración 21. Parámetros de resistencia típicos de los suelos.....	69
Ilustración 22. Parámetros de resistencia a la licuación.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 23. Relación cimentación vs suelo con sismo (modelación programa GEO 5).....	89
Ilustración 24. Asentamiento elástico máximo esperado (modelación programa GEO 5).....	90
Ilustración 25. Corrección de ensayo de penetración estándar al 45 y 60 % de la energía.....	92
Ilustración 26. Factor de Influencia Iz para Zapatas Cuadradas.....	93
Ilustración 27. Factor de Influencia Iz para Zapatas Rectangulares.....	93
Ilustración 28. Factor de Influencia Iz para Cimientos Corridos.....	93
Ilustración 29 Verificación de la cimentación tipo zapata. (modelación programa GEO 5).....	94
Ilustración 30. Tipología de un sistema de drenaje.....	97
Ilustración 31. Plan de inspección de ensayos – Mejoramiento Norma INV-230-22.....	99
Ilustración 32. Sección tipo para la instalación de tubería.....	101
Ilustración 33. Esquema protección de edificaciones colindantes.....	102
Ilustración 34. Criterios de aceptación para Mampostería estructural.....	106

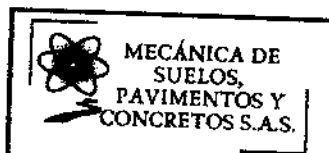
 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 6 de 112

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las unidades de construcción según NSR-10.....	10
Tabla 2. Geografía física del municipio.....	12
Tabla 3. Resumen y definición del perfil del suelo.....	19
Tabla 4. Valores del coeficiente F_a , Coeficiente F_a de períodos cortos del espectro.....	24
Tabla 5. Valores del coeficiente F_v , zona de períodos intermedios del espectro.....	24
Tabla 6. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción.....	30
Tabla 7. Profundidad de perforación.....	35
Tabla 8. Cantidad de ensayos ejecutados.....	39
Tabla 9. Comportamiento del suelo – según carta AASHO – USCS.....	39
Tabla 10. Transformaciones del ángulo de fricción efectivo según la energía transferida.....	46
Tabla 11. Propuestas para el factor de corrección por confinamiento.....	50
Tabla 12. Clasificación del suelo por índice de grupo.....	53
Tabla 13. Clasificación del límite de contracción.....	64
Tabla 14. Calificación del potencial de expansión de las muestras.....	65
Tabla 15. relación entre el Índice de Compresibilidad y el Límite Líquido.....	66
Tabla 16. Correlaciones propuestas por HOLTZ Y GIBBS.....	66
Tabla 17. Correlaciones propuestas por ALTMAYER.....	66
Tabla 18. Parámetros del suelo. Clasificación de suelos expansivos con base IP y LL criterio Snethen.....	66
Tabla 19. Parámetros de suelos Cohesivos – Arcillas.....	69
Tabla 20. Parámetros de suelos Cohesivos – Arenas.....	70
Tabla 21. Parámetros de diseño de estructuras de contención.....	88
Tabla 22. Propiedades de los suelos para el diseño.....	89

LISTADO DE GRAFICAS

- Grafica No. 1. Comportamiento del subsuelo vs profundidad.
Grafica No. 2. Colapsabilidad del suelo
Grafica No. 3. Clasificación de suelos expansivos con base a IP criterio Snethen



INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL

Código: CE-F-007

Versión: 01

Fecha: 01-09-2023

Página: 7 de 112

1.0 INTRODUCCIÓN

El presente estudio de suelos tiene como finalidad conocer las características físicas y mecánicas del subsuelo que servirán para el diseño óptimo de la cimentación, para la ejecución de obras civiles del proyecto de construcción cubierta, gradería, cerramiento contra impacto e iluminación, vereda Alto Las Chinas municipio de San Agustín, departamento del Huila.

Para el proyecto en mención, la Alcaldía municipal de San Agustín en cabeza el alcalde Sr. Heber Nel Muñoz Yasno, con el ánimo de dar cumplimiento con la normatividad colombiana para este fin, ven la necesidad de realizar un estudio de suelos según parámetros y lineamientos de la Norma Sismorresistente NSR-10 y Norma Técnica Colombiana NTC, para determinar las características físicas, plásticas y mecánicas, y así asegurar la estabilidad de las construcciones.

Por lo tanto, esta Empresa MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS SAS, presenta a continuación los trabajos de campo y laboratorio, consistente en la ejecución de tres (3) sondeos a una profundidad máxima de -6,50m, análisis, ensayos y toma de muestras In Situ cumpliendo con los estándares de calidad de las normas vigentes para Colombia y el análisis riguroso de los suelos de cimentación, para las estructuras a construir, donde se determina la estratigrafía, clasificación, índice de liquidez y compresión, capacidad portante admisible y ensayos complementarios, herramientas claves para la toma de decisiones en el diseño de sus estructuras por parte de los profesionales responsables del proyecto.

Este documento contiene, la localización y descripción general del proyecto, la condición geológica en el área del estudio, la caracterización geotécnica del sitio del estudio, hecha en los resultados obtenidos en campo y en el laboratorio, contiene también los análisis geotécnicos correspondientes a la determinación de la profundidad y tipo de cimentación, evaluación de la capacidad portante y cálculos de asentamientos. Finalmente se presentan algunas recomendaciones de tipo ambiental y de obras civiles que se deben tener en cuenta para diseños óptimos y posteriores construcciones del proyecto.

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 8 de 112

1.1 ALCANCE

Los alcances del presente informe se enmarcan dentro de las posibilidades de técnicas implícitas en la incertidumbre geológica propia del lugar de fundación. Se recomiendan profundidades de cimentación y condiciones geométricas particulares de diferentes condiciones de carga impuesta por las condiciones de operación del proyecto. Las recomendaciones son emitidas a partir del análisis geotécnico detallado, basado en los resultados encontrados para cada uno de los sondeos realizados por el cliente junto a las pruebas de laboratorio llevadas a cabo.

Descripción PERFIL ESTRATIGRAFICA: Basadas en la información y exploración realizada, se definirá el perfil del suelo y su resistencia al corte. En el momento de la ejecución del proyecto cualquier cambio en el perfil estratigráfico encontrado durante la construcción, en relación con los reportes suministrados, debe ser informado al autor del presente informe para realizar las evaluaciones pertinentes.

El producto final es la generación de un informe que contendrá el paso a paso de los anteriormente descrito, esquemas y detalles de los sistemas propuestos y observaciones o recomendaciones generales a tener en cuenta.

1.2 CONSIDERACIONES DE OBRA.

Cualquier consideración de obra o decisión que afecte las recomendaciones aquí descritas o que, por encontrarse condiciones diferentes a las descritas en el estudio de suelos, la construcción deba alejarse de las conclusiones aquí reportadas, debe estar sujeta a discusión y aprobación de los especialistas de las áreas de geotecnia y estructuras.

1.3 COMPLEJIDAD DEL PROYECTO

Según lo establecido por el título H de la Norma Sismoresistente NSR-10 el proyecto materia de este estudio está categorizado como "CATEGORIA BAJA", según la tabla 3.1-1 teniendo en cuenta el número total de niveles y por datos suministrados por el cliente de cargas máximas aplicadas a la estructura vinculando tanto la carga viva como las cargas muertas. El proyecto NO presenta fracciones con alturas y niveles de excavación distintas, además sus zonas colindantes están definidas por zonas planas lo que no es perentorio la

335
334
432

	MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL		Código: CE-F-007
				Versión: 01
				Fecha: 01-09-2023
				Página: 9 de 112

construcción de muros y por lo que es indispensable considerar que el proyecto está localizado en ZONA DE BAJO RIESGO.



Ilustración 1. Descripción del proyecto

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007 Versión: 01 Fecha: 01-09-2023 Página: 10 de 112
--	---	--

Categoría del proyecto

La clasificación de la unidad de construcción según el artículo H.3.1 de la NSR-10.

(a) Una edificación en altura,

(b) Grupo de construcciones adosadas, cuya longitud máxima en planta no exceda los 40 m,

(c) Cada zona separada por juntas de construcción,

(d) Construcciones adosadas de categoría baja, hasta una longitud máxima en planta de 80 m

(e) Cada fracción del proyecto con alturas, cargas o niveles de excavación diferentes.

Para los casos donde el proyecto exceda las longitudes anotadas, se deberá fragmentar en varias unidades de construcción, por longitudes o fracción de las longitudes.

H.3.1.1 — CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN POR CATEGORÍAS — Las unidades de construcción se clasifican en Baja, Media, Alta y Especial, según el número total de niveles y las cargas máximas de servicio. Para las cargas máximas se aplicará la combinación de carga muerta más carga viva debida al uso y ocupación de la edificación y para la definición del número de niveles se incluirán todos los pisos del proyecto, sótanos, terrazas y pisos técnicos. Para la clasificación de edificaciones se asignará la categoría más desfavorable que resulte en la tabla H.3.1-1.

Tabla 1. Clasificación de las unidades de construcción según NSR-10

H-3.1.1 Clasificación de las unidades de construcción por categorías:

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4.000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4.001 y 8.000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8.000 kN

De acuerdo con la Tabla H.3.1-1. Clasificación de las unidades de construcción por categorías de la NSR-10, la categoría de las unidades de construcción es BAJA puesto q que no se exceden tres niveles ni se tendrán cargas superiores a 800 KN.

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 11 de 112

2.0 PLAN EXPLORATORIO

2.1 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto construcción cubierta, gradería, cerramiento contra impacto e iluminación (COORDENADAS 1°51'16.1"N 76°16'49.3"W) vereda Alto Las Chinas municipio de San Agustín, Departamento del Huila.

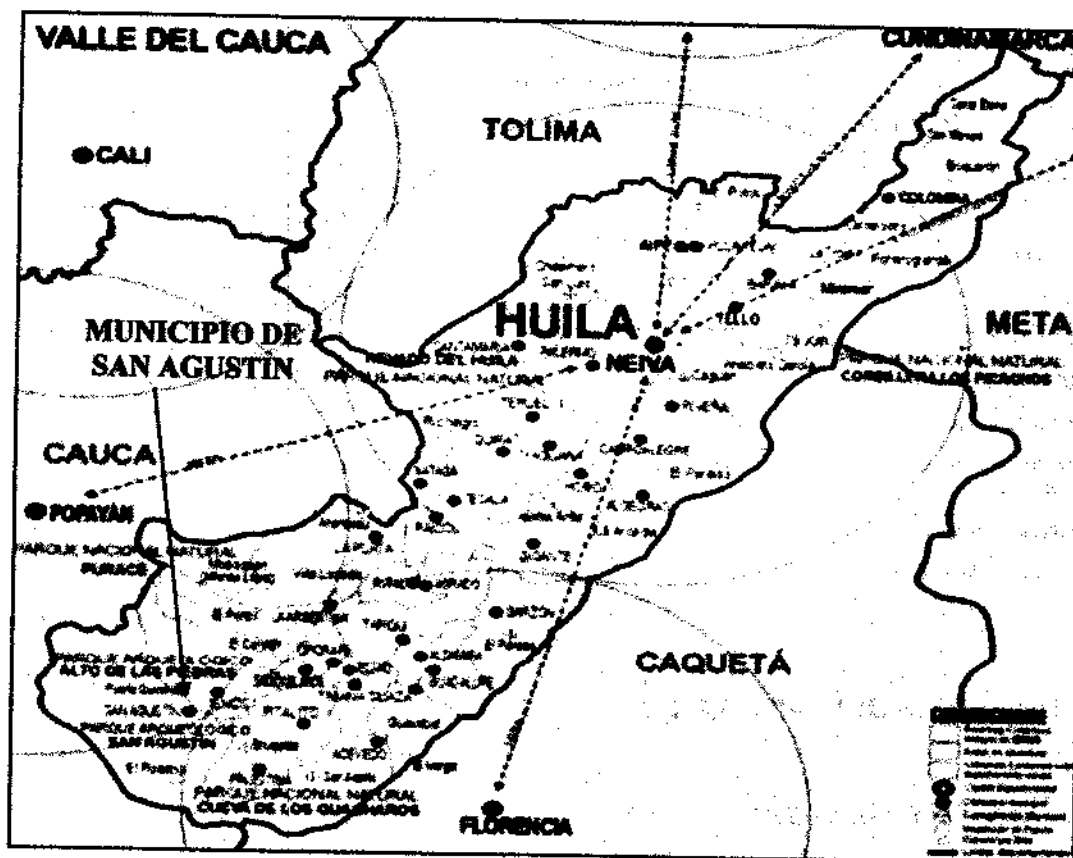


Ilustración 2. Localización de San Agustín en el Dpto. del Huila

Fuente: Google Maps – www.sanagustin-huila.gov.co

En las poblaciones de San Agustín ubicadas en el extremo suroccidental del departamento, se han encontrado la mayor cantidad de vestigios arqueológicos. Para llegar a estos interesantes lugares, se debe salir de Pitalito y dirigirse al occidente hasta la población de San Agustín, donde se encuentra el parque arqueológico. Por esta misma vía, a 5 Kilómetros antes de San Agustín en el Km. 28 hay un desvío a mano derecha que conduce al municipio de

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 12 de 112

Isnos donde se encuentra el Alto de los Ídolos Segundo centro arqueológico en importancia de la región. El Parque Arqueológico de San Agustín, es el centro ceremonial más importante del circuito arqueológico del sur colombiano. Los difuntos tenían para los agustinianos un carácter sagrado. Dichas creencias fueron el punto de partida para la construcción de una gran cantidad de urnas funerarias y tumbas, con el deseo de que el muerto tuviera un magnífico lugar de reposo.

Tabla 2. Geografía física del municipio.

LIMITES DEL MUNICIPIO	
NORTE	MUNICIPIO DE ISNOS
SUR	DEPARTAMENTO DEL CAUCA
ORIENTE	MUNICIPIO DE PITALITO
OCCIDENTE	DEPARTAMENTO DEL CAUCA
EXTENSION TOTAL	1.386,86 Km2
EXTENSION AREA URBANA	156 Km2
EXTENSION AREA RURAL	138.689 Km2
Altitud de la cabecera municipal (metro sobre el nivel del mar)	1.730 msnm
Temperatura media	18°C C
Distancia de referencia	Dista de Neiva 264 Kilómetros.

Fuente: www.sanagustin-huila.gov.co

2.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio de suelos para proyecto de construcción cubierta, gradería, cerramiento contra impacto e iluminación, vereda Alto Las Chinas municipio de San Agustín, departamento del Huila. Es muy importante tener en cuenta que el POT define los delineamientos generales de planificación para la ciudad, y el Plan Parcial los particulariza según las necesidades del sector en que se está actuando, ya que se busca una buena planificación en detalle, que no se puede lograr con el POT, para obtener un espacio urbano construido y habitado. Las decisiones de planificación de este proyecto deberán estar avaladas por herramientas que permitan conocer el comportamiento de los precios del suelo, la

337
338
456

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 13 de 112

dinámica del sector inmobiliario, los procesos industriales, sociales y políticos que en su momento incidan en la realización del Plan.

El ámbito netamente ingenieril y de proyección presupuestal el presente estudio sirve como herramienta preliminar para contemplar movimientos de tierra, diseño de vías, diseños de obras de drenaje y contención si así se requiere y el diseño de la estructura de viviendas de categoría baja según las metodologías aceptadas internacionalmente, definidas en la Norma Sismo Resistente de 2010, Instituto Nacional de Vías – INVIAS – y Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14.

Para tal efecto se debe efectuar la caracterización geotécnica del suelo, determinar los diferentes tipos de suelos y elaborar las recomendaciones constructivas para la ejecución de actividades de cimentación y diseño.

2.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Reconocer las condiciones geológicas y geomorfológicas del sitio de implantación de la estructura.
- Obtener muestras de los diferentes estratos que conforman el perfil del subsuelo del proyecto.
- Identificar y clasificar los diferentes tipos de suelos que conforman el subsuelo del proyecto.
- Desarrollar los análisis de capacidad, deformabilidad y estabilidad, acorde a la caracterización de los materiales y a los procesos constructivos planteados.
- Realizar los análisis de estabilidad y carga lateral de las estructuras de acompañamiento y recomendaciones para el diseño estructural.
- Cálculos de asentamiento esperados para el análisis de la cimentación según las cargas transmitidas al subsuelo.
- Realizar las recomendaciones constructivas relacionadas con la ejecución de actividades de cimentación y diseño.

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 14 de 112

2.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de construcción del proyecto de construcción cubierta, gradería, cerramiento contra impacto e iluminación, vereda Alto Las Chinas municipio de San Agustín, departamento del Huila, contempla obras civiles y arquitectónicas.

El sistema estructural está integrado por diversas alternativas de cimentación como:

- Cimentación corrida pórtico en viga TEE invertida
- Sistema estructural integrado por un pórtico con zapatas aisladas en concreto reforzado clase C –D de (280 y 210kg/cm²)
- Losa o placa de cimentación en concreto reforzado clase C –D de (280kg/cm²), base combinada que puede cubrir toda el área bajo una estructura soportada por varias columnas y paredes.
- Sistema de cimentación acompañado de muros pantallas de confinamiento en concreto reforzado clase C –D de (280 y 210kg/cm²).
- El sistema escogido para este proyecto debe ir acompañado de rellenos estructurales, mejoramientos en suelo cemento y/o rellenos en concreto ciclópeo; además muros divisorios en mampostería tipo ladrillo en cocido en arcilla tolete y/o hueco y cubierta en estructura metálica con teja de fibrocemento o termo acústica.
- El sistema estructural está integrado por rellenos estructurales y/o mejoramientos de la subrasante, filtros perimetrales y en espina de pescado, relleno de material filtrante (60% de gravilla – 40% de arena), manto sintético, cárcamo y cunetas laterales en concreto reforzado tipo clase E de 175Kg/cm² y sistema de zarpa y muro elevación en concreto reforzado de 280kg/cm².
- Diseño de andenes, plazas alamedas y demás espacios públicos peatonales debe garantizar la inclusión al medio físico con las alternativas que permitan el desplazamiento libre y autónomo y seguro de personas que tengan algún tipo de limitación física permanente o temporal, tanto en el espacio peatonal como en los cruces e intersecciones con vías vehiculares y el ingreso a predios.



MECÁNICA DE
SUELOS,
PAVIMENTOS Y
CONCRETOS S.A.S.

INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL

Código: CE-F-007

Versión: 01

Fecha: 01-09-2023

Página: 15 de 112

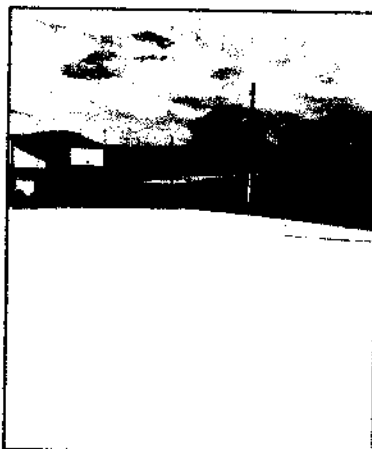
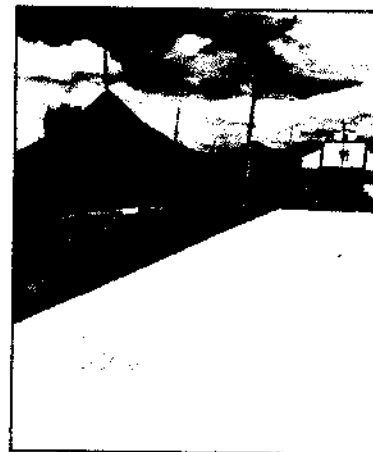


Ilustración 3. Condiciones actuales del sitio en estudio.



2.4. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS

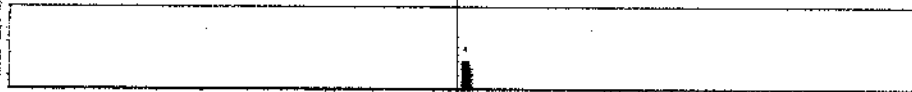
2.4.1. ANTECEDENTES

El departamento del Huila y puntualmente el municipio de San Agustín pertenece zona de amenaza sísmica alta según NSR-10, lo anterior es con el fin de reseñar que el pasar de los años, y con los sucesos sísmicos que se han venido presentando a nivel mundial y en una proporción más baja, pero de igual importancia en Colombia, se ha determinado que los movimientos sísmicos registrados a lo largo de la historia, y su repercusión en las estructuras representan uno de los factores que más genera pérdida de vidas humanas debido al colapso de estas, ya sean por fatiga o mala calidad de los agregados que conforman el hormigón y en especial el incumplimiento de la Norma Sismo Resistente en edificaciones muy antiguas que su uso no es el óptimo.

INSTRUMENTACIÓN

Historia sísmica del municipio de SAN AGUSTÍN, HUILA

Intensidad E.M.S. 98



17/08/2003

Fecha



1	2013/06/12	12:44	4.42	-73.63	Red Sismológica Nacional de Colombia	6.2	HR	Red Sismológica Nacional de Colombia	LS	Red Sismológica Nacional de Colombia	San Agustín	4	7	7	San Agustín, Huila
---	------------	-------	------	--------	--------------------------------------	-----	----	--------------------------------------	----	--------------------------------------	-------------	---	---	---	--------------------

Ilustración 4. Historia sísmica del municipio de San Agustín, Huila.

Fuente: <https://sish.sgc.gov.co/visor/>

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 17 de 112

2.4.2. CARACTERISTICAS SISMICAS – NSR-10

El municipio de San Agustín, de acuerdo a lo establecido en la Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-resistente (NSR-10), pertenece a una zona de amenaza sísmica alta.

El municipio de San Agustín está ubicado en la zona sur occidental del Departamento del Huila. Las obras a ejecutar pertenecen al Grupo I, correspondiente a las Estructuras de Ocupación Normal y cuyo coeficiente de Importancia (I) es 1.0. Como este municipio se encuentra en la Región 6 (como se observa en el siguiente mapa), entonces su Aceleración pico efectivo horizontal de diseño expresado como fracción de la aceleración de la gravedad $A_a = 0.25$, y el coeficiente que representa la misma aceleración, pero para el umbral de daño, es decir, a partir del cual el movimiento sísmico puede generar daños estructurales y no estructurales (A_v). Para el caso específico del municipio de San Agustín estos parámetros son: $A_a = 0.25$ - $A_v = 0.20$ - $A_e = 0.19$ - $A_d = 0.08$.

Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles suelos tipos:

Código del municipio: 18001

Tipo de perfil: E

$V_s < 180$ m/s

N o $N_{ch} < 15$ N

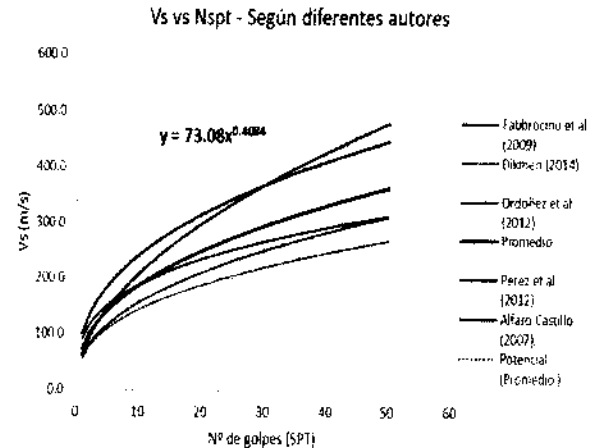
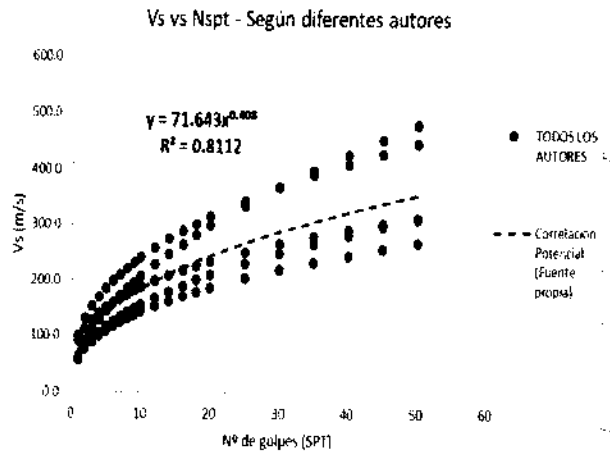
$S_u < 50$ kPs ($=0.50$ kgf/cm²)

Periodos cortos del espectro $F_a = 1.45$.

Periodos intermedios del espectro $F_v = 3.20$.

Otro de los parámetros a tener en cuenta comúnmente exigido en un proyecto para el diseño de la superestructura, es el coeficiente de seguridad de la fundación con respecto a una rotura por asentamiento excesivo y que a su vez se usa para la determinación de la capacidad portante cuyo valor no deberá ser menos que 3.

Correlación entre la velocidad de onda de corte (v_s) y el número de golpes del spt (n) para suelos finos dispersos tipo CH / CL / ML, para la clasificación del Perfil del Suelo, tomando como base fórmulas de correlaciones propuestas del año 2007 hasta la fecha.



Autor	Labbraccio et al (2009)	Dikmen (2014)	Ordoñez et al (2012)	Perez et al (2012)	Alfaro Castillo (2007)	Promedio
N (G/pta)	Vs (m/s)	Vs (m/s)	Vs (m/s)	Vs (m/s)	Vs (m/s)	Vs (m/s)
1	90.4	58.0	57.7	62.6	99.8	73.7
2	112.6	76.0	77.7	89.8	130.1	97.2
3	128.0	89.0	92.5	110.8	152.0	114.5
4	140.2	99.6	104.7	128.7	169.7	128.6
5	150.5	108.6	115.2	144.6	184.8	140.7
6	159.4	116.7	124.6	158.9	198.2	151.6
7	167.4	123.9	133.1	172.2	210.2	161.4
8	174.7	130.5	141.0	184.6	221.3	170.4
9	181.3	136.6	148.3	196.2	231.5	178.8
10	187.5	142.4	155.2	207.3	241.0	186.7
12	198.6	152.9	167.9	227.9	258.5	201.1
14	208.6	162.3	179.4	246.9	274.2	214.3
16	217.6	171.0	190.0	264.7	288.6	226.4
18	225.9	179.1	199.8	281.4	301.9	237.6
20	233.5	186.6	209.1	297.2	314.3	248.1
25	250.7	203.5	230.1	333.8	342.3	272.1
30	265.6	218.5	248.9	367.0	367.1	293.4
35	278.9	232.1	266.0	397.6	389.4	312.8
40	290.9	244.5	281.7	426.2	409.9	330.6
45	302.0	256.0	296.3	453.2	428.8	347.2
50	312.2	266.7	310.1	478.7	446.4	362.8

Ilustración 5. Vs (m/s) vs Nspt – según diferentes autores.



Tabla 3. Resumen y definición del perfil del suelo.

Sondeo	Profundidad (m)	Vs (m/s)	Pr (m/s)	Tipo de Perfil NSR-18
1	0.50 - 1.50	157,9	160,0	E
	1.50 - 2.50	156,8		
	2.50 - 3.50	150,0		
	3.50 - 4.50	165,0		
	4.50 - 5.50	164,5		
	5.50 - 6.50	165,6		
2	0.50 - 1.50	149,3	159,6	E
	1.50 - 2.50	152,8		
	2.50 - 3.50	164,9		
	3.50 - 4.50	175,8		
	4.50 - 5.50	156,0		
	5.50 - 6.50	159,0		
3	0.50 - 1.50	137,2	173,1	E
	1.50 - 2.50	172,1		
	2.50 - 3.50	166,5		
	3.50 - 4.50	188,7		
	4.50 - 5.50	181,7		
	5.50 - 6.50	192,3		

A.2.5 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

En esta sección se definen los grupos de tipo de uso y los valores de coeficiente de importancia.

A.2.5.1. – GRUPOS DE USO – Todas las edificaciones deben clasificarse dentro de uno de los siguientes Grupos de Uso:

A.2.5.1.1 — Grupo IV — Edificaciones indispensables — Son aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar alternativo. Este grupo debe incluir:

(a) Todas las edificaciones que componen hospitales clínicas y centros de salud que dispongan de servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos, salas de neonatos y/o atención de urgencias.

(b) Todas las edificaciones que componen aeropuertos, estaciones ferroviarias y de sistemas masivos de transporte, centrales telefónicas, de telecomunicación y de radiodifusión.



- (c) Edificaciones designadas como refugios para emergencias, centrales de aeronavegación, hangares de aeronaves de servicios de emergencia.
- (d) Edificaciones de centrales de operación y control de líneas vitales de energía eléctrica, agua, combustibles, información y transporte de personas y productos.
- (e) Edificaciones que contengan agentes explosivos, tóxicos y dañinos para el público.
- (f) En el grupo IV deben incluirse las estructuras que alberguen plantas de generación eléctrica de emergencia, los tanques y estructuras que formen parte de sus sistemas contra incendio, y los accesos, peatonales y vehiculares de las edificaciones tipificadas en los literales a, b, c, d y e del presente numeral.

A.2.5.1.2 — Grupo III — Edificaciones de atención a la comunidad — 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, exceptuando las incluidas en el grupo IV. Este grupo debe incluir:

- (a) Estaciones de bomberos, defensa civil, policía, cuarteles de las fuerzas armadas, y sedes de las oficinas de prevención y atención de desastres.
- (b) Garajes de vehículos de emergencia.
- (c) Estructuras y equipos de centros de atención de emergencias.
- (d) Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza.
- (e) Aquellas del grupo II para las que el propietario desee contar con seguridad adicional, (f) Aquellas otras que la administración municipal, distrital, departamental o nacional designe como tales.

A.2.5.1.3 — Grupo II — Estructuras de ocupación especial — Cubre las siguientes estructuras:

- (a) Edificaciones en donde se puedan reunir más de 200 personas en un mismo salón.
- (b) Graderías al aire libre donde pueda haber más de 2000 personas a la vez.
- (c) Almacenes y centros comerciales con más de 500 m² por piso.
- (d) Edificaciones de hospitales, clínicas y centros de salud, no cubiertas en A.2.5.1.1.
- (e) Edificaciones donde trabajen o residan más de 3000 personas.

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 21 de 112

(f) Edificios gubernamentales.

A.2.5.1.4 — Grupo I — Estructuras de ocupación normal — Todas las edificaciones cubiertas por el alcance de este Reglamento, pero que no se han incluido en los Grupos II, III y IV.

A.2.5.2 — COEFICIENTE DE IMPORTANCIA — El Coeficiente de Importancia, I, modifica el espectro, y con ello las fuerzas de diseño, de acuerdo con el grupo de uso a que esté asignada la edificación para tomar en cuenta que para edificaciones de los grupos II, III y IV deben considerarse valores de aceleración con una probabilidad menor de ser excedidos que aquella del diez por ciento en un lapso de cincuenta años considerada en el numeral A.2.2.1. Los valores de I se dan en la tabla A.2.5-1.

Tabla A.2.5-1
Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Ilustración 6. Valores del coeficiente de importancia, I — según NSR-10



Tabla A.2.4-1
Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidades de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{\sigma}_{ch} \geq 100 \text{ kPa } (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o $100 \text{ kPa } (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{\sigma}_{ch} \geq 50 \text{ kPa } (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{V}_s$
	perfil que contenga un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w > 40\%$ $50 \text{ kPa } (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{\sigma}_{ch}$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ($H > 3 \text{ m}$ para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7.5 \text{ m}$ con índice de Plasticidad $IP > 75$) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 36 \text{ m}$)	

Ilustración 7. Clasificación y criterios del perfil del suelo – según NSR-10

Tabla A.2.4-2
Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E

Tipo de perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}$ o $\bar{N}_{ch}$	$\bar{\sigma}_{ch}$
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 ($\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2$)

Tabla A.2.4-3
Valores del coeficiente F_a para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_g \leq 0.1$	$A_g = 0.2$	$A_g = 0.3$	$A_g = 0.4$	$A_g \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.



342
278
439

Tabla A.2.4-4
Valores del coeficiente F_v para la zona de períodos intermedios del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Ilustración 8. Valores del coeficiente F_a y F_v – según NSR-10

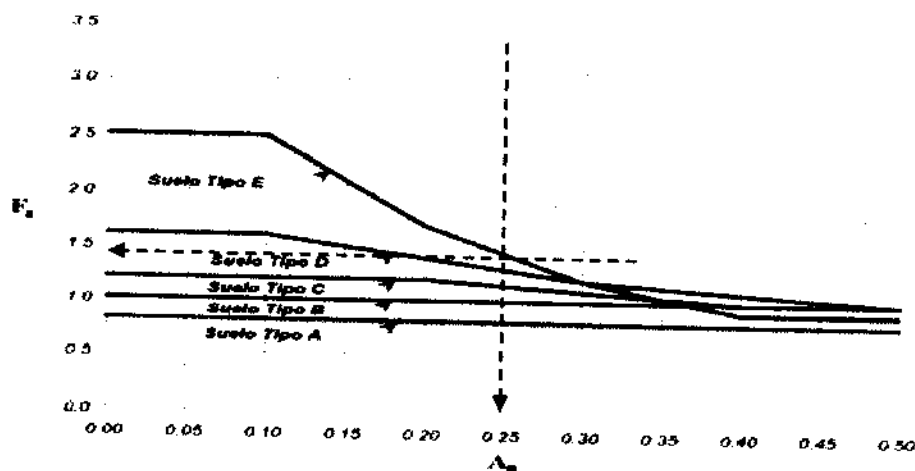


Figura A.2.4-1 - Coeficiente de amplificación F_a del suelo para la zona de períodos cortos del espectro

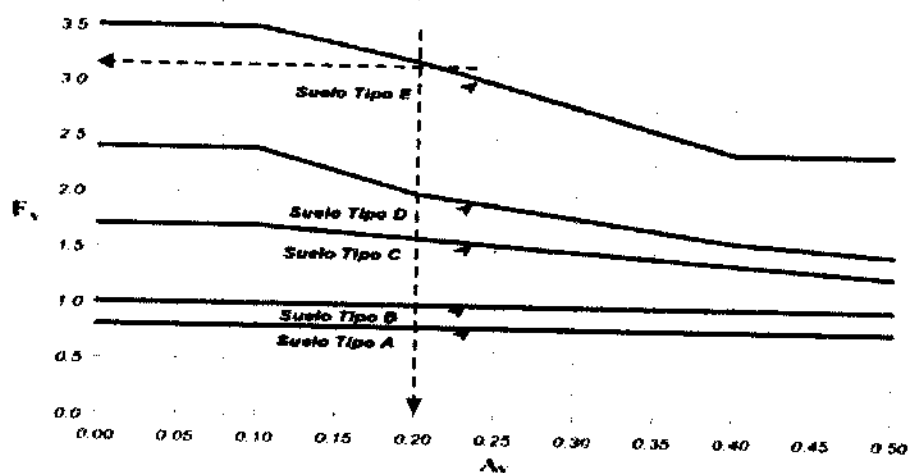


Figura A.2.4-2 - Coeficiente de amplificación F_v del suelo para la zona de períodos intermedios del espectro

En el capítulo de Investigaciones Geotecnia se indican los valores de N para cada uno de los sondeos realizados.

Coefficiente F_a de períodos cortos del espectro

El valor de F_a para períodos cortos del espectro (tabla A.2.4-3) es: 1.20 Perfil E.

Tabla 4. Valores del coeficiente F_a , Coeficiente F_a de períodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Coefficiente F_v de períodos intermedios del espectro

El valor de F_v para períodos intermedios del espectro (tabla A.2.4-4) es: 3.35 para Perfil E.

Tabla 5. Valores del coeficiente F_v , zona de períodos intermedios del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Criterios del espectro de diseño (A.2.6 NSR-10)

Para el análisis de la acción sísmica se recomienda utilizar el espectro elástico de diseño de la Norma NSR-10, definido mediante los siguientes parámetros el cual está definido para un coeficiente de amortiguamiento del 5% del crítico.

Dónde:

S_a : Valor del espectro de aceleraciones de diseño para un periodo de vibración dado.

A_a : Aceleración horizontal pico efectivo en roca (Figura A.2.3-2).

A_v : Velocidad horizontal pico efectivo (Figura A.2.3-3).

F_a : Coeficiente de amplificación F_a de períodos cortos del espectro (Tabla A.2.4-3).

F_v : Coeficiente de amplificación F_v de períodos intermedios del espectro (Tabla A.2.4-4).

I: Coeficiente de importancia (Numeral A.2.5 NSR-10)

Grupo de uso I: Estructuras de ocupación especial (Tabla A.2.5-1). **I = 1.10.**

T₀: Periodo de vibración al cual inicia la zona de aceleraciones constantes del espectro de aceleraciones.

T_c: Periodo de vibración correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante del espectro de diseño para periodos cortos y la parte descendente del mismo.

T_L: Periodo de vibración correspondiente al inicio de la zona de desplazamiento aproximadamente constante del espectro de diseño para periodos largos.

CÁLCULO ESPECTRO ELÁSTICO DE ACELERACIONES DE DISEÑO COMO FRACCIÓN DE g (S_a) SEGÚN NSR-2010

Desarrollado por: Ing. Oscar Fernando Arevalo - 2023
Contacto: oscarfernandoarevalo@gmail.com

Datos	Unidad	Página
Ubicación de la Estructura-Ciudad		
Departamento		
Altura del edificio	(m)	Tabla A
Número de Pisos		
Tipo de Perfil del Suelo		Tabla A.2.4-3
Grupo de Uso Edificación		
Sistema estructural de resistencia sísmica		Tabla A.4.2-1
Puntos resistentes o momentos de concreto reforzado que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos estructurales o no estructurales que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.		
Zona de Amenaza Sísmica:		
Coeficiente de Aceleración (A _a):		
Coeficiente de Velocidad (A _v):		
Coeficiente de Amplificación de Sitio (F _a):		Tabla A.2.4-3
Coeficiente de Amplificación de Sitio (F _v):		Tabla A.2.4-4
Coeficiente de Importancia (I):		
Espectro de Diseño (S _a):		Tabla A
Periodo de Vibración Inicial (T ₀):	(s)	Tabla A
Periodo de Vibración Corta (T _c):	(s)	Tabla A
Periodo de Vibración Largo (T _L):	(s)	Tabla A

Coeficiente (C ₁):		Tabla A.4.2-1
Exponente (α):		Tabla A.4.2-1
Periodo de Vibración Aproximado (T _a = C ₁ h ^α):	(s)	Form. A.4.2-3
Coeficiente (C ₂):		Form. A.4.2-2
T _{max} = C ₂ T _a	(s)	Form. A.4.2-2

h	A.4.3.2
---	---------

Capacidad de Disipación de Energía:		
Energía Elástica (R _e):		A.3-1 a Tabla
Coeficiente de Reducción (φ _e):		tabla A.3-7,
Coeficiente de Reducción (φ _h):		tabla A.3-8,
Coeficiente de Reducción (φ _l):		A.3.3.3
Coeficiente de Capacidad de Disipación de Energía de Diseño (R = φ _e φ _h φ _l R _e):		form. A.3.3-1

Esta herramienta informática (software) es un documento libre de carga, no se permiten su uso comercial, reproducción o distribución. El autor de este software no es responsable de cualquier error de datos y/o cálculos causados por el uso del software. Lo usuario del mismo respecto a los datos, unidades, resultados y/o modificaciones del software es responsabilidad propia. El usuario deberá ser responsable de cualquier responsabilidad, económica o legal, que se derive de la aplicación de dicho software. No se permite su uso sin autorización.

Ingeniero Oscar Fernando Arevalo Peralta
Coordinador Operativo
Revisó y Aprobó



REQUISITOS ESPECIALES PARA EDIFICACIONES (INDISPENSABLES DE LOS GRUPOS DE USO III Y IV- CAPÍTULO A.12)	
Umbral de daño	
coeficiente que representa la aceleración pico efectiva A_d	[g] Tabla A.12.2-2
Coefficiente de Amplificación de Sitio (F _s) - Con A _d	[—] Tabla A.2.4-4
espectro sísmico del umbral de daño, S	[—] A.12.3.1
Periodo de vibración inicial-T ₀	[s] A.12.3.2
Periodo de Vibración Corto (T _{cd})	[s] A.12.3.3
Periodo de Vibración Largo (T _{cl})	[s] A.12.3.4

A.12.1.1 — PROPOSITO — El presente Capítulo contiene los requisitos adicionales, a los contenidos en los capítulos restantes del presente Título, que se deben cumplir en el diseño y construcción sismo resistente de las edificaciones pertenecientes al grupo de uso IV, definido en A.2.5.1.1, y las incluidas en los literales (a), (b), (c) y (d) del grupo de uso III, tal como lo define A.2.5.1.2, esenciales para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de una emergencia, incluyendo un sismo, con el fin de garantizar que puedan operar durante y después de la ocurrencia de un temblor, con el fin de garantizar que puedan operar durante y después de la ocurrencia de un temblor. En relación con las edificaciones incluidas en los literales (e) y (f) del Grupo III, como lo define A.2.5.1.2, queda a decisión del propietario en el primer caso o de la autoridad competente en el segundo definir si se requiere adelantar el diseño de ellas según los requisitos especiales del Capítulo A.12.

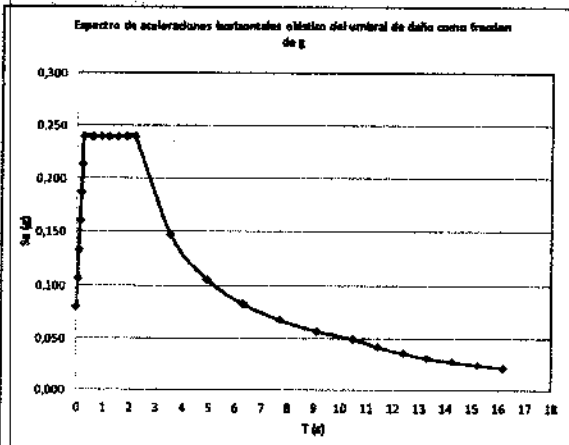
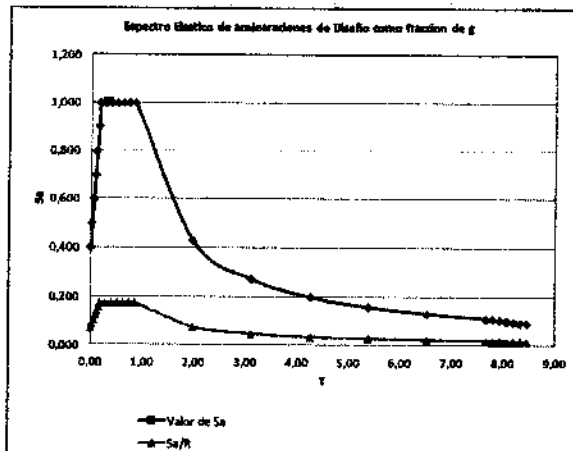


Ilustración 9. Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño como fracción de g

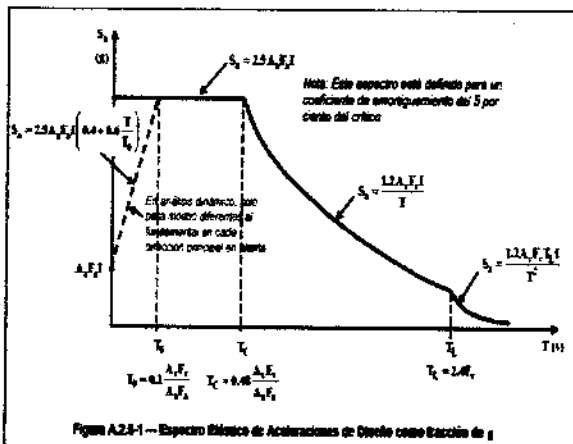


Figura A.2.4-1 — Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño como fracción de g

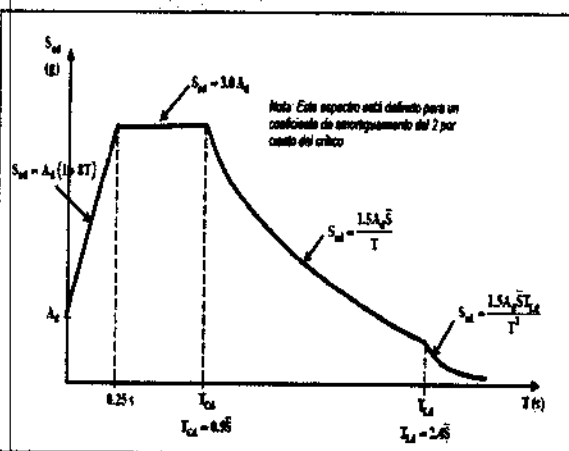


Ilustración 10. Espectro de aceleraciones horizontales del umbral de daño fracción de g

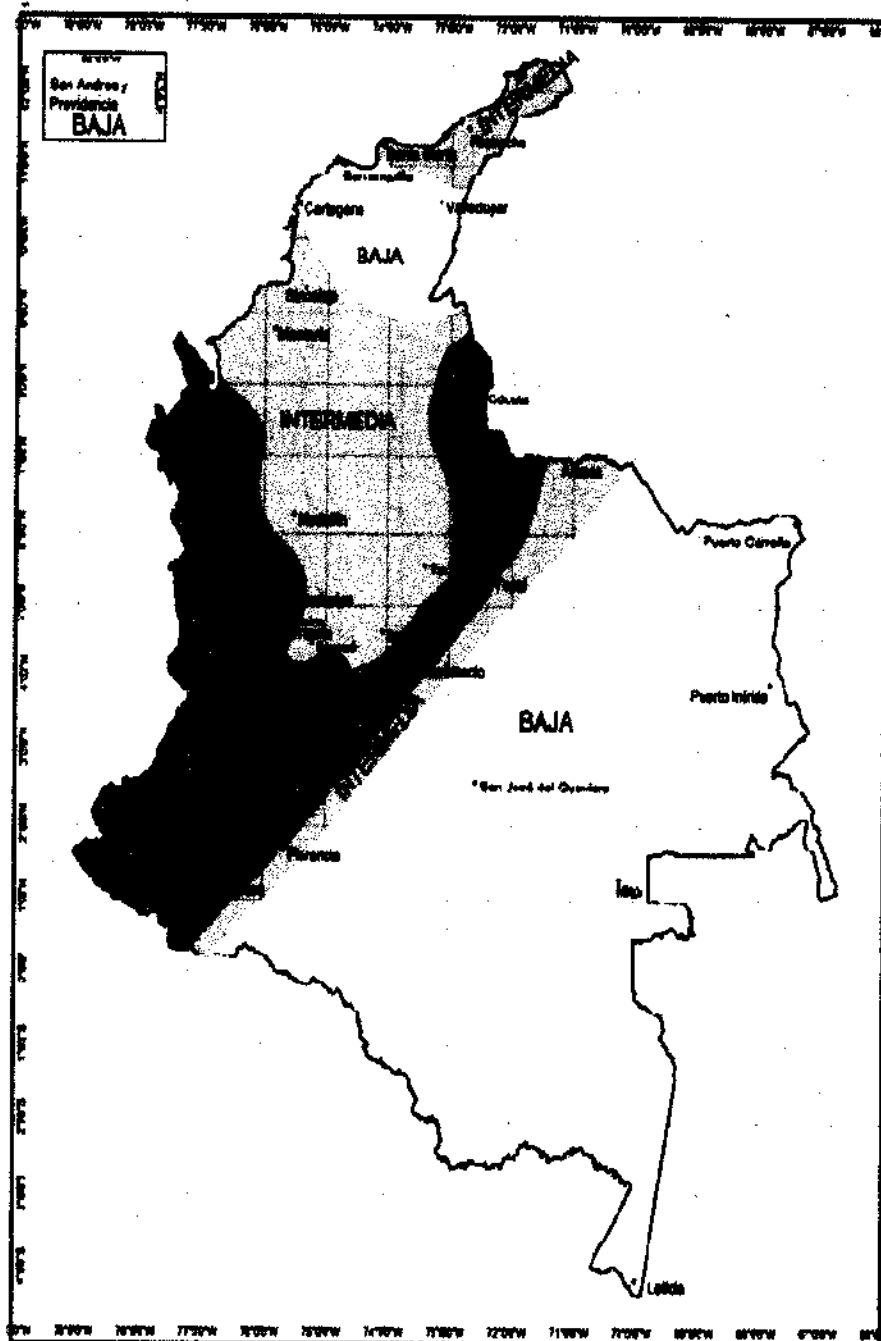


Figura A.2.3-1 — Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de A_s y A_c .

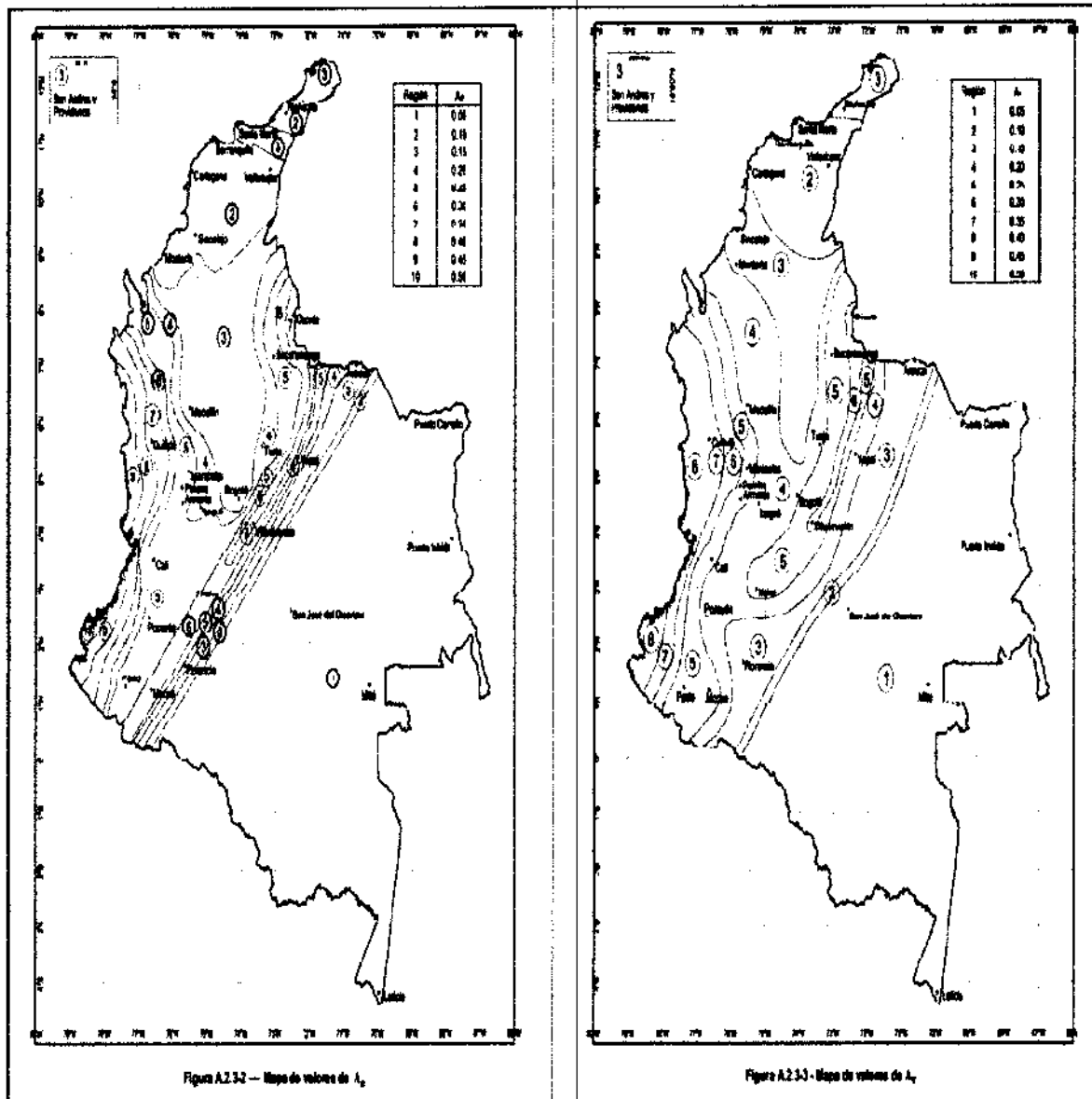


Ilustración 11. Zona de amenaza sísmica del municipio de San Agustín.

Fuente: Título A. Norma Sismo Resistente NSR 10.

2.5. METODOLOGIA

Para el desarrollo del Estudio de Suelos se siguieron los siguientes parámetros, teniendo en cuenta en capítulo H.3. Requisitos mínimos exigidos por la Norma Sismo resistente de 2010.

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 29 de 112

El presente estudio tiene como objeto revisar las condiciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas del sector, para de acuerdo a las condiciones regionales establecidas, obtener las condiciones y características geotécnicas de los materiales presentes para con este obtener los diseños y parámetros de cimentación para la edificación proyectada en el sitio y se garantice el buen comportamiento y funcionamiento de las estructuras proyectadas.

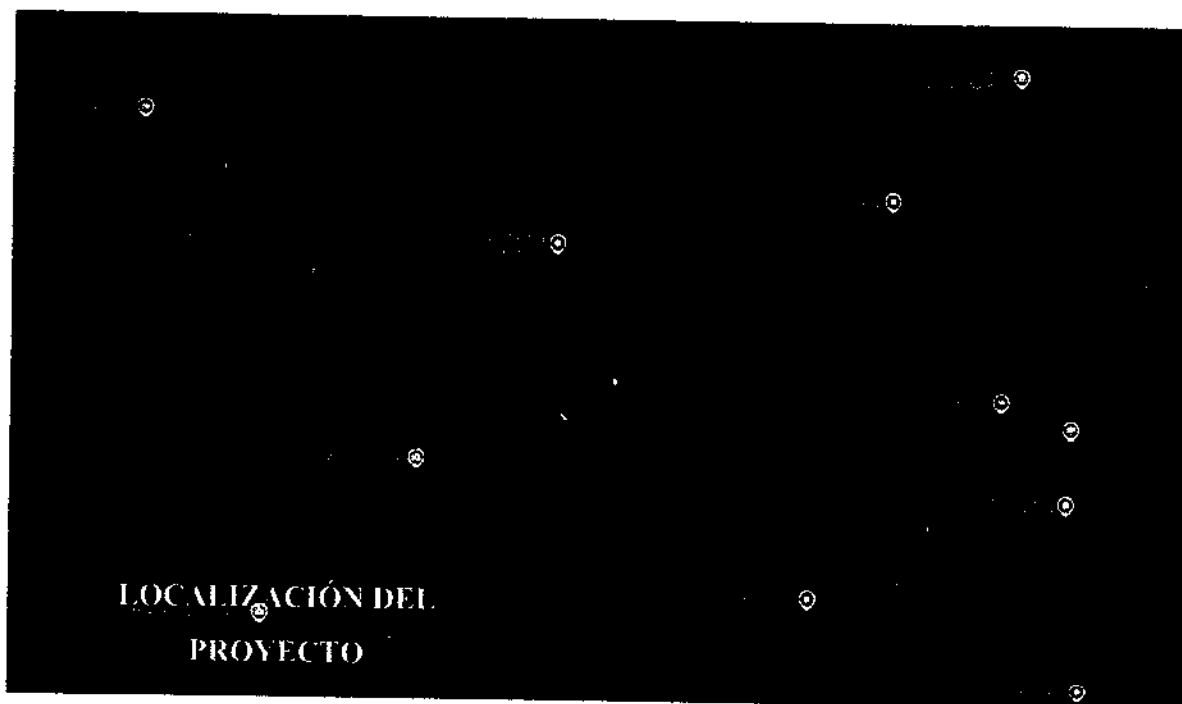


Ilustración 12. Localización del lote en el plano del Municipio de San Agustín.

A continuación, se hace referencia de las actividades, ejecutadas in situ y en el laboratorio para el presente estudio:

- 1.0 Exploración del área del proyecto y según plano suministrado por el cliente del servicio se procederá a ubicar los sitios donde se realizará los sondeos.
- 2.0 Ejecución de tres (3) sondeos en tres bolillos a una profundidad de hasta 6.50m ubicados en el área a intervenir según planos, utilizando un equipo mecánico para Penetración Estándar SPT (SPT – Standar Penetration Test). Perfil estratigráfico en campo y verificación del nivel freático.



NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS: El número mínimo de sondeos de exploración que deberán efectuarse en el terreno donde se desarrollara el proyecto se definen en la Tabla No. 6.

Categoría de la unidad de construcción

Tabla 6. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción.

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6m	Profundidad Mínima de sondeos: 15m	Profundidad Mínima de sondeos: 25m	Profundidad Mínima de sondeos: 30m
Número mínimo de sondeos: 3	Número mínimo de sondeos: 4	Número mínimo de sondeos: 4	Número mínimo de sondeos: 4

CARACTERÍSTICAS Y DISTRIBUCIÓN DE LOS SONDEOS: Las características y distribución de los sondeos deben cumplir las siguientes disposiciones además de las ya enunciadas:

- Los sondeos con recuperación de muestras deben constituir como mínimo el 50% de los sondeos practicados en el estudio definitivo.
- En los sondeos con muestreo se deben tomar muestras cada metro en los primeros 5 m de profundidad y a partir de esta profundidad, en cada cambio de material o cada 1.5 m de longitud del sondeo.
- Al menos el 50% de los sondeos deben quedar ubicados dentro de la proyección sobre el terreno de las construcciones.
- Los sondeos practicados dentro del desarrollo del Estudio Preliminar pueden incluirse como parte del estudio definitivo – de acuerdo con esta normativa – siempre y cuando hayan sido ejecutados con la misma calidad y siguiendo las especificaciones dadas en el presente título del Reglamento.
- El número de sondeos finalmente ejecutados para cada proyecto, debe cubrir completamente el área que ocuparan la unidad o unidades de construcción contempladas en cada caso, así como las áreas que no quedando ocupadas directamente por las estructuras o edificaciones, serán afectadas por taludes o cortes y otros tipos de intervención que deban ser considerados para evaluar el comportamiento geotécnico de la estructura y su entorno.

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 31 de 112

- f. En registros de perforaciones en ríos o en el mar, es necesario tener en cuenta el efecto de las mareas y los cambios de niveles de las aguas, por lo que se debe reportar la elevación (y no la profundidad solamente) del estrato, debidamente referenciada a un datum preestablecido.

PROFUNDIDAD DE LOS SONDEOS Por lo menos el 50% de todos los sondeos debe alcanzar la profundidad dada en la Tabla 2, afectada a su vez por los siguientes criterios, los cuales deben ser justificados por el ingeniero geotecnista. La profundidad indicativa se considerará a partir del nivel inferior de excavación para sótanos, o cortes de explanación. Cuando se construyan rellenos, dicha profundidad se considerará a partir del nivel original del terreno:

- a. Profundidad en la que incremento de esfuerzo causado por la edificación, o conjunto de edificaciones, sobre el terreno sea el 10% del esfuerzo vertical en la interfaz suelo-cimentación.
- b. 1.5 veces el ancho de la losa corrida de cimentación.
- c. 2.5 veces el ancho de la zapata de mayor dimensión.
- d. Longitud total del pilote más largo, más 4 veces el diámetro del pilote o 2 veces el ancho del grupo de pilotes.
- e. 2.5 veces el ancho del cabezal de mayor dimensión para grupos de pilotes.
- f. En el caso de excavaciones, la profundidad de los sondeos debe ser como mínimo 1.5 veces la profundidad de excavación, pero debe llegar a 2.0 veces la profundidad de excavación en suelos designados como E y F en el Título A.
- g. En los casos donde se encuentre roca firme, o aglomerados rocosos o capas de suelos firmes asimilables a rocas, a profundidades inferiores a las establecidas, el 50% de los sondes deberán alcanzar las siguientes penetraciones en material firme (material designado como A, B o C en la Tabla del Título A de este reglamento.), de acuerdo con la categoría de la unidad de construcción:
 - **Categoría Baja:** Los sondeos pueden suspenderse al llegar a estos materiales;
 - **Categoría Media:** Penetrar un mínimo de 2 metros en dichos materiales, o dos veces el diámetro de los pilotes en éstos apoyados.



- **Categoría Alta y Especial:** penetrar un mínimo de 4 metros o 2.5 veces el diámetro de los pilotes respectivos siempre y cuando se verifique la continuidad de la capa i la consistencia adecuada de los materiales y su consistencia con el marco geológico local.
- h. La profundidad de referencia de los sondeos se considerará a partir del nivel inferior de excavación para sótanos o cortes de explanación. Cuando se construyan rellenos, dicha profundidad se considerará a partir del nivel original del terreno.
- i. Es posible que alguna de las consideraciones precedentes conduzca a sondeos de una profundidad mayor que la dada en la Tabla 1. En tal caso, el 20% de las perforaciones debe cumplir con la mayor de las profundidades así establecidas.
- j. En todo caso primará el concepto del ingeniero geotecnista, quien definirá la exploración necesaria siguiendo los lineamientos ya señalados, y en todos los casos, el 50% de las perforaciones, deberán alcanzar una profundidad por debajo del nivel de apoyo de la cimentación. En algunos casos, a juicio del Ingeniero Geotecnista responsable del estudio, se podrán reemplazar algunos sondeos por apiques o trincheras.

NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS – Para definir el número de sondeos en un proyecto, se definirán inicialmente las unidades de construcción de acuerdo con las normas dadas en la Tabla 2. En todos los casos el número mínimo de sondeos par un estudio será de tres (3) y para definir el número se debe aplicar el mayor número de sondeos resultante y el número de unidades de construcción.

Los sondeos realizados en la frontera entre unidades adyacentes de construcción de un mismo proyecto, se pueden considerar válidos para las dos unidades siempre y cuando domine la mayor profundidad aplicable.

Efecto por repetición – Para proyectos con varias unidades similares, el número total de sondeos se calculará a partir de la segunda unidad de construcción y siguientes como la mitad (50%) del encontrado para la primera unidad, aumentando al número entero siguiente al aplicar la reducción.

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE		Código: CE-F-007
	OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL.		Versión: 01
			Fecha: 01-09-2023
			Página: 33 de 112

- 3.0 Cuidadosamente se tomarán muestras del sub suelo a cada 1,0m de perforación hasta los 6.50m de profundidad, las muestras serán protegidas y embolsadas debidamente con su respectivo rotulo.
- 4.0 Las Muestras inalteradas por estrato de suelos blandos (arcillosos o limosos), se tomarán con Tubo Shelby para realizar ensayos de compresión Inconfinada, Corte Directo y consolidación unidimensional si aplica.
- 5.0 Sobre suelos granulares, arenas de baja plasticidad y suelos no cohesivos se utilizará la cuchara partida (Split Spoon).
- 6.0 Las muestras del sub suelo se transportarán cuidadosamente al laboratorio central ubicado en el municipio de Pitalito y se recopilación de información de campo por parte del personal técnico y con la supervisión del Ingeniero Geotecnista se elabora en el laboratorio el perfil estratigráfico para definir según la parametrización del SPT para Nc, cálculos de esfuerzos totales y efectivos sobre los estratos explorados teniendo en cuenta NF para determinar resistencia del suelo (Su).
- 7.0 Elaborado el perfil estratigráfico y la parametrización del SPT se determina por parte del Ingeniero Geotecnista sobre que profundidad y estrato se ejecutan ensayos de consolidación y corte directo.
- 8.0 Bajo parámetros estandarizados por la normatividad vigente del País NSR-10 – INVIAS-22 y NTC se procede a realizar ensayos físico-mecánicos por estrato importantes para conocer sus propiedades, estos ensayos serán: Humedad Natural, Limites de Consistencia y contracción, Granulometrías, Masa Unitaria (húmeda-seca), Ensayo de compactación en el laboratorio, Ensayo Lambe, Compresión Inconfinada sobre muestras remoldeadas, Corte Directo No Drenado, Consolidación Unidimensional.
- 9.0 Elaboración del informe geotécnico bajo los siguientes parámetros:
- Generalidades: Información completa del proyecto (localización, objetivos generales y específicos, alcance y limitaciones del estudio de suelos en su análisis de cimentación y anexos complementarios).
 - Investigación Geotécnica: Descripción detallada de los trabajos de exploración de campo con la trazabilidad del muestre del subsuelo del proyecto.

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 34 de 112

- **Análisis Geotécnico:** Análisis detallado de la geotecnia encontrada en el proyecto y sus áreas colindantes, con anexos de toda la metodología implementada para los cálculos de parámetros geotécnico de la fundación y sus características del sismo del sector.
- **Análisis de capacidad portante:** Se modela bajo análisis de cimentación la mejor propuesta según los resultados obtenidos del subsuelo y aplicando la teoría de Terzaghi y Meyerhoff.
- **Análisis de Asentamiento:** Desde el punto de vista de la compresibilidad del subsuelo objeto de este análisis se modela bajo parámetros de asentamientos elásticos y verificados por el programa licenciado GEO-5.
- **Recomendaciones y conclusiones:** Capítulo del informe que define algunos parámetros constructivos de Norma con base a los análisis geotécnicos anteriormente descritos.

2.6. TRABAJOS IN SITU

Teniendo en cuenta las características geológicas de la zona, se realiza una visita previa al lote en estudio para realizar una inspección visual para determinar la ubicación de tres (3) sondeos distribuidos en el área a construir según planos del proyecto, lo anterior, con el objeto de obtener la información geotécnica necesaria para conocer la distribución lateral y la profundidad de los diferentes tipos de materiales que componen los depósitos existentes para la exploración y caracterización del subtielo. Los sondeos se realizaron con equipo mecánico de perforación, utilizando el método de penetración estándar (SPT – Standar Penetration Test) a una profundidad de hasta -6.50m cada uno. El objetivo de esta exploración, es conocer la secuencia estratigráfica del Subsuelo y sus características de Resistencia y Compresibilidad del mismo. Se tomaron muestras a los diferentes estratos encontrados en los Sondeos con cuchara partida (Split Spoon) y muestras inalteradas con tubos de pared delgada (tubo Shelby) en suelos cohesivos, ya que en suelos granulares o de baja cohesión no es posible la toma de muestras inalteradas con tubos de pared delgada (tubo Shelby).

Cuidadosamente se extrajeron las muestras para Ensayos de Mecánica de Suelos tales como Humedades Naturales, Límites de Consistencia y Clasificación, Compresión Inconfinada de Suelos Cohesivos bajo muestras tomadas inalteradamente In Situ con tubos

Shelby (si aplica), Cálculos de Índice de Liquidez y Compresión por estratos; además se verificará la presencia de niveles freáticos a una profundidad de hasta 6.50m.

Tabla 7. Profundidad de perforación

SONDEO No.	PROFUNDIDAD m	COORDENADAS
1	6.50 m	1°51'16.1"N 76°16'49.0"W
2	6.50 m	1°51'34.5"N 76°03'01.4"W
3	6.50 m	1°51'15.6"N 76°16'48.7"W

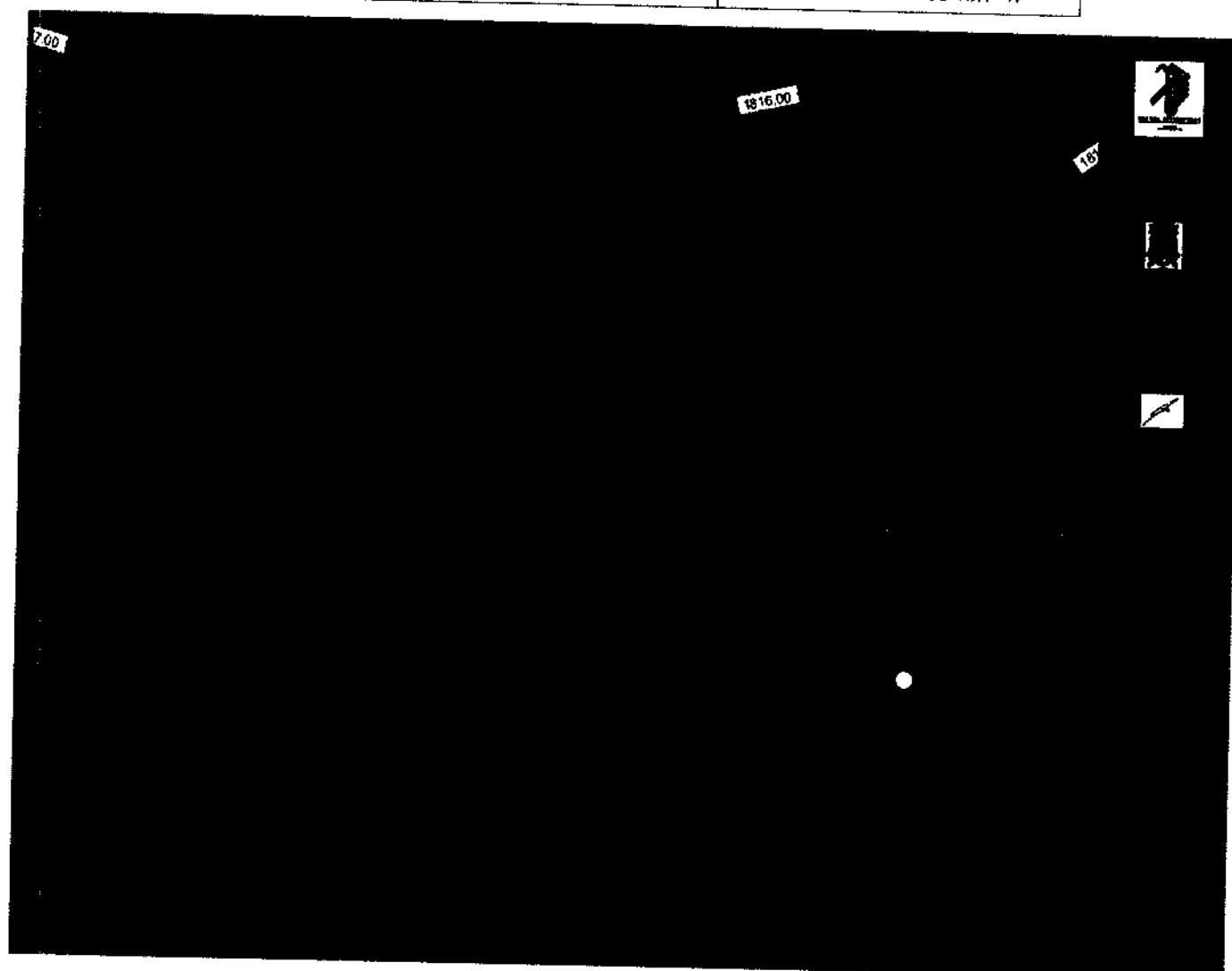


Ilustración 13. Implantación del proyecto y localización de los sondeos.

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007 Verstón: 01 Fecha: 01-09-2023 Página: 36 de 112
---	--	--

3.0 MARCO GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

Las características geológicas del Municipio de San Agustín, están estrechamente ligadas al origen y evolución de la cordillera Central y en particular al desarrollo del valle Alto del río Magdalena (Kroonemberg. S. 1981), el que está evidenciado por los tipos de relieve, la diversidad de litología, suelos y las unidades morfo estructurales producto de la fuerte Actividad tectónica. Se destaca la variedad de rocas ígneas, metamórficas, y en menor cantidad sedimentaria con edades que varían desde el Paleozoico hasta el cuaternario.

Estratigráfica y Litología:

La secuencia lito estratigráfica comprende rocas metamórficas de alto a bajo grado de Metamorfismo, rocas ígneas intrusivas y extrusivas, que afloran hacia el norte, centro y oeste del municipio. Las rocas sedimentarias de la edad terciaria depositadas en un ambiente continental, fuertemente plegadas (Kroonemberg. S.1981) y fracturadas ocupan la parte que se encuentra en el valle del río Magdalena, en la mayor parte del territorio existen espesos

Depósitos cuaternarios de origen diverso. **PALEOZOICO SUPERIOR (PZS)** Las rocas de edad paleozoica encontradas en el municipio de Isnos son de origen metamórfico y corresponden a un conjunto meta sedimentario de origen marino de edad Devónica y carbonífera expuesta hacia los límites con el municipio de Saladoblanco.

CRETACEO (K)

Al igual que las rocas del Paleozoico Superior, estas corresponden a las rocas de menor distribución en el municipio representadas por pequeños afloramientos de las formaciones Caballos, Villeta y Guadalupe. Esta secuencia inició con la deposición de la formación de Caballos, siguiendo luego con la deposición de la formación Villeta y culmina la regresión con su deposición de la formación Guadalupe.

La formación caballos está integrada por bancos de areniscas cuarzosas de grano medio a conglomerático hacia la base y el tope; la parte media está constituida por capas de lutitas y arcillolitas grises.

La formación Villeta está conformada por una secuencia de lutitas y shales negros, intercalados con capas de areniscas y calizas fosilíferas, que afloran hacia el oeste del

Municipio. Las rocas de la Guadalupe están integradas por bancos y capas de areniscas con matriz calcárea y niveles de limolitas y arcillolitas intercaladas en capas delgadas.

Debido al intenso tectonismo sufrido durante el desarrollo de la orogenia Andina, la totalidad de las rocas del cretáceo se encuentran plegadas y fracturadas.

CENOZOICO

Las rocas cenozoicas ocupan casi la totalidad del área del municipio de Isnos, armando parte integral de las estructuras plegadas, las que se fueron erosionando después del levantamiento de las cordilleras Central y Oriental.

La mayor parte de las rocas cenozoicas fueron depositada en un ambiente continental, después de ocurrida la regresión del mar cretácico como consecuencia del levantamiento final de la cordillera Central y Oriental, durante la gran orogenia andina.

En el cenozoico se desarrolla una gran secuencia de deposición la que finaliza con la Depositación de las rocas volcánicas pertenecientes a la formación Guacacayo, compuesta por ignimbritas de composición riolíticas, las cuales hacia la cuenca del río Bordonas, descansan sobre esquistos y metacherts paleozoicos y en la cuenca del Magdalena sobre rocas cretácicas al igual que en el resto del municipio.

La deposición de estas rocas corresponde a la última etapa de vulcanismo cenozoico que se inicia en el Plioceno superior y continúa actualmente con los volcanes activos sobre el eje de la cordillera Central, en el municipio de Isnos se localizan sobre la altiplanicie ignimbrítica una serie de conos volcánicos como testigos de la fuerte actividad volcánica que vivió el territorio municipal.

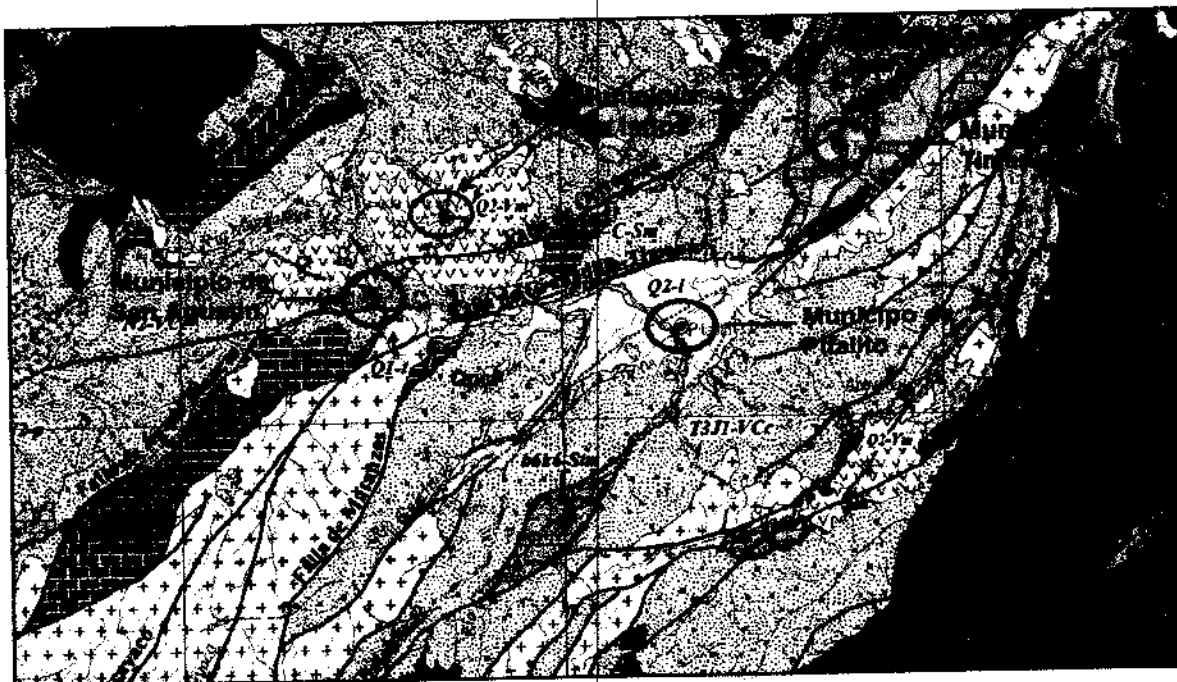


Ilustración 14. Mapa geológico de la región.

4.0 ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1 DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO

Para determinar las propiedades geo mecánicas del subsuelo encontrado, se toma como base las Normas Vigentes para Colombia (NSR-10 / INVIAS-22) para seguir el plan de inspección y ensayos de caracterización física como se relaciona en la Tabla No. 8. Cantidad de ensayos ejecutados.

Tabla 8, Cantidad de ensayos ejecutados

ENSAYO	NORMA INVIAS	SONDEO 1	SONDEO 2	SONDEO 3
Humedad Natural	E-122	6	6	6
Límites de Consistencia	E-125/126	6	6	6
Lavado Tamiz No. 200	E-213/214	6	6	6
Peso Unitario	E-152	6	6	6
Compresión Inconfinada	E-152	2	2	2
Ensayo SPT o valor N	E-211	6.50m	6.50m	6.50m

A continuación, se presenta una descripción de las propiedades físico mecánicas encontradas en la exploración del subsuelo, para los materiales existentes en el área de estudio.

Tabla 9: Comportamiento del suelo – según carta AASHO – USCS.

SONDEO No. 1						
PROFUNDIDAD DEL ESTRATO (m)	DESCRIPCION	ESTADO DEL ESTRATO	CLASIFICACION	VALOR COMO FUNDACION NO SUJETAS A HELADAS	COMPRESIBILIDAD Y EXPANSIÓN	CARACTERISTICAS DE DRENAJE
0.00 a 0.50	Suelo natural contaminado con capa vegetal, excavado con hoyadora	N. A	P _t	Inaceptable	Alta	Inaceptable
0.50 a 1.50	Arcilla limosa con trazas de arena de plasticidad media inorgánica color habano, veta café	Mediana	CL-ML	Regular a pobre.	Media	Prácticamente impermeable
1.50 a 2.50	Limo de plasticidad media con presencia de arena inorgánica color habano, veta café	Mediana	CL-ML	Regular a pobre.	Media	Prácticamente impermeable
2.50 a 3.50	Limo con trazas de arena de plasticidad media inorgánico color habano, veta grisácea.	Mediana	ML	Regular a pobre	Ligera a media	Aceptable a malo
3.50 a 4.50	Limo con trazas de arena de plasticidad media inorgánico color habano, veta grisácea.	Mediana	ML	Regular a pobre	Ligera a media	Aceptable a malo

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL				Código: CE-F-007
					Versión: 01
					Fecha: 01-09-2023
					Página: 40 de 112

5	4.50 a 5.50	Limo con trazas de arena de plasticidad baja inorgánico color habano, veta grisácea y café.	Mediana	ML	Regular a pobre	Ligera a media	Aceptable a malo
6	5.50 a 6.50	Limo con trazas de arena de plasticidad media inorgánico color habano, veta grisácea.	Mediana	ML	Regular a pobre	Ligera a media	Aceptable a malo

SONDEO No. 2							
PROFUNDIDAD DEL ESTRATO (m)	DESCRIPCION	ESTADO DEL ESTRATO	CLASIFICACION	VALOR COMO FUNDACION NO SUJETAS A HELADAS	COMPRESIBILIDAD Y EXPANSIÓN	CARACTERISTICAS DE DRENAJE	
0.00 a 0.50	Suelo natural contaminado con capa vegetal, excavado con hoyador.	N. A	Pt	Inaceptable	Alta	Inaceptable	
1 0.50 a 1.50	Arcilla limosa con trazas de arena de media plasticidad inorgánica color habano, veta café.	Mediana	CL-ML	Regular a pobre.	Media	Prácticamente impermeable	
2 1.50 a 2.50	Limo con trazas de arena de plasticidad media inorgánico color habano, veta café y grisácea.	Mediana	ML	Regular a pobre	Ligera a media	Aceptable a malo	
3 2.50 a 3.50	Arcilla limosa con trazas de arena de plasticidad media inorgánica color habano, veta café.	Mediana	CL-ML	Regular a pobre.	Media	Prácticamente impermeable	
4 3.50 a 4.50	Arcilla limosa con trazas de arena inorgánica color habano, veta café y grisácea.	Mediana	CL-ML	Regular a pobre.	Media	Prácticamente impermeable	
5 4.50 a 5.50	Limo con trazas de arena inorgánico color habano, veta café y grisácea.	Mediana	ML	Regular a pobre	Ligera a media	Aceptable a malo	
6 5.50 a 6.50	Limo con trazas de arena inorgánico color habano, veta café y grisácea.	Mediana	ML	Regular a pobre	Ligera a media	Aceptable a malo	

SONDEO No. 3							
PROFUNDIDAD DEL ESTRATO (m)	DESCRIPCION	ESTADO DEL ESTRATO	CLASIFICACION	VALOR COMO FUNDACION NO SUJETAS A HELADAS	COMPRESIBILIDAD Y EXPANSIÓN	CARACTERISTICAS DE DRENAJE	
0.00 a 0.50	Suelo natural contaminado con capa vegetal, excavado con hoyadora.	N. A	Pt	Inaceptable	Alta	Inaceptable	
1 0.50 a 1.50	Arcilla limosa con trazas de arena gruesa inorgánica color habano, veta grisácea.	Blanda a mediana	CL-ML	Regular a pobre.	Media	Prácticamente impermeable	
2 1.50 a 2.50	Arcilla limosa con trazas de arena gruesa inorgánica color habano, veta grisácea.	Mediana	CL-ML	Regular a pobre.	Media	Prácticamente impermeable	
3 2.50 a 3.50	Arcilla limosa con trazas de arena gruesa inorgánica color habano.	Mediana	CL-ML	Regular a pobre.	Media	Prácticamente impermeable	
4 3.50 a 4.50	Arcilla limosa con trazas de arena de baja plasticidad inorgánica color habano.	Compacta	CL-ML	Regular a pobre.	Media	Prácticamente impermeable	

351 292
 347
 148

	MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL				Código: CE-F-007
						Versión: 01
						Fecha: 01-09-2023
						Página: 41 de 112

5	4.50 a 5.50	Limo arenoso inorgánico de baja plasticidad, color habano, veta grisácea.	Compacta	ML	Regular a pobre	Ligera a media	Aceptable a malo
6	5.50 a 6.50	Limo arenoso inorgánico de baja plasticidad, color habano, veta grisácea.	Compacta	ML	Regular a pobre	Ligera a media	Aceptable a malo

4.2 RESUMEN ESTRATIGRAFÍA

Clasificando el material, e identificando todas sus características básicas y mecánicas, se lleva a cabo la secuencia estratigráfica del subsuelo y luego el diagrama del sector, para determinar la forma en la que se encuentran cada uno de los estratos del suelo bajo la superficie. En la figura ANEXO B se presenta el perfil estratigráfico que se tiene en la zona de estudio, en donde se aprecia las diferentes profundidades de los materiales encontrados y sus espesores correspondientes. Es comprensible que debido a la naturaleza geológica de la zona se encuentren estratos comunes en cada una de las zonas donde se realizaron sondeos, con diferentes espesores, pero con propiedades físicas y mecánicas similares. De acuerdo con los resultados encontrados en los sondeos realizados a continuación se describen los estratos de materiales encontrados, y caracterizados como:

A este respecto, Atterberg definió dos límites:

Límite plástico, LP: que separa el estado semisólido de plástico.

Límite líquido, LL: que separa el estado plástico del semifluido.

La plasticidad del suelo es una correspondencia de los componentes minerales del suelo, esto es, en los suelos fino granulares su comportamiento físico se encuentra gobernado para su mineralogía, entre otros factores de su historia geológica.

El comportamiento de los suelos granulares, es decir, aquellos en los cuales la mayor parte de las partículas tiene un tamaño mayor a 0.075 mm, no está influenciando por la mineralogía de los componentes finos, lo que si ocurre con los suelos fino granulares como se indicó líneas arriba.

En desarrollo de este informe se ha buscado caracterizar los estratos del subsuelo con las siguientes propiedades físicas: humedad natural, peso unitario, límites de consistencia, porcentaje de partículas con tamaño menos a 0.075 mm y granulometría. En los perfiles reportados para cada sondeo se resumen los resultados de las propiedades mencionadas antes, de acuerdo a los resultados de laboratorio realizados.



MECÁNICA DE
SUELOS,
PAVIMENTOS Y
CONCRETOS S.A.S.

**INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE
OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL**

Código: CE-F-007

Versión: 01

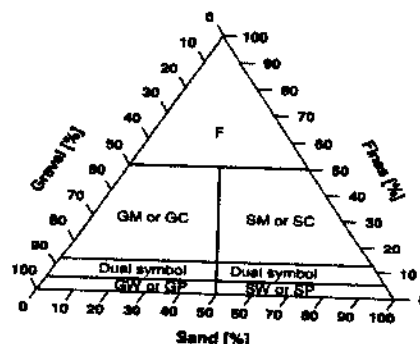
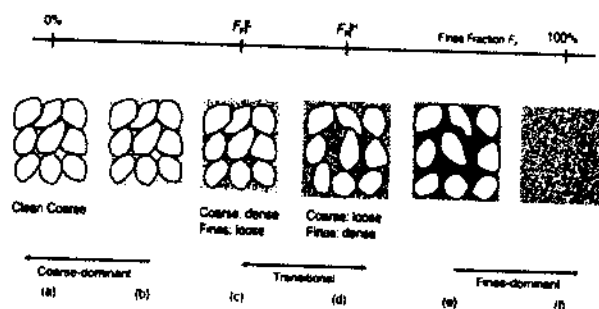
Fecha: 01-09-2023

Página: 42 de 112

4.2.1 ESTRATIGRAFÍA SISTEMA REVISADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELO (RSCS)

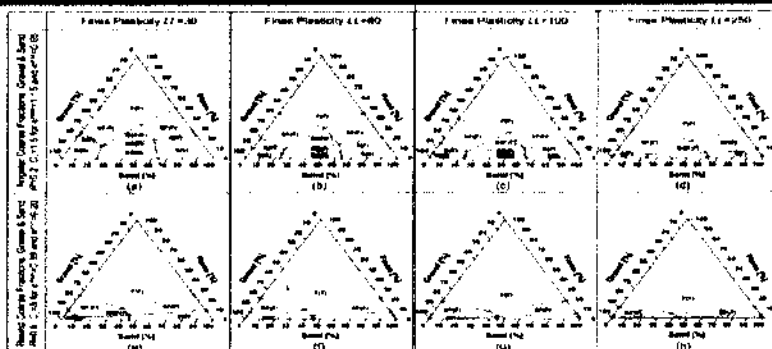
Sistema propuesto en el año 2017 por el profesor Carlos Santamarina, el cual se debe empezar a implementar para todas las exploraciones de campo ya que es una herramienta complementaria a las clasificaciones AASTHO Y USCS que tradicionalmente utilizamos. Dentro del sistema RSCS la ingeniería geotécnica quiere ahondar más en el conocimiento del comportamiento del suelo tanto en el ámbito mineralógico como el de distribución de partículas propia de él (gravas, arenas y finos) con sus respectivos C_u y C_c obtenidos en la curva granulométrica, que se pueden determinar por hidrometría o ensayo mecánicos de tamizado. El sistema RSCS dentro de los análisis en el laboratorio permite determinar de manera amplificada la forma del suelo, cuando hablamos de la forma del suelo nos hace referencia a la redondez, angularidad, textura y rugosidad el suelo, características fundamentales que le permiten al ingeniero geotecnista determinar el comportamiento del suelo desde el punto de vista mecánico y de flujo.

El sistema RSCS nos permite bajo experimentación microscópica que nuestro laboratorio ya está implementando conocer la forma del suelo, realizar las mediciones de tamaño, esfericidad, rugosidad y redondez, luego bajo análisis de clasificación (granulometría - límites de consistencia) y cálculos matemáticas de puede determinar en condiciones naturales de gama y W_n en estado natural bajo condiciones de esfuerzos totales, efectivos y relación de vacíos, poder determinar en el suelo quien controla el comportamiento si el mecánico - flujo o flujo - mecánico y con este análisis podemos llegar a conocer la SENSITIVIDAD DE LOS SUELOS FINOS EN FUNCIÓN DE LOS FLUJOS DE AGUA DE LOS POROS Y RESISTENCIA (FRICCIÓN).





Sistema triaxial de clasificación de suelos (USCS)



J. Park & J.C. Santamarina (2017)

Peso unitario: Para el material fino con trazas de arena, el peso unitario saturado (γ_h) se encuentra entre 1.67Ton/m³ y 1.98Ton/m³ con un promedio de 1.82Ton/m³. El peso unitario seco (γ_d) se encuentra entre 1.37Ton/m³ y 1.58Ton/m³ con un promedio de 1.48Ton/m³. Estos valores fueron obtenidos en muestras inalteradas y alteradas sometidas al ensayo de SPT, por lo cual se deben reducir en un 10% para obtener en cuenta el remoldeo.

Los esfuerzos efectivos corresponden a la sumatoria de fuerzas en los contactos dividida en la masa total del suelo de contacto.

$$\sigma' = \sigma - u$$

Para el presente proyecto el NF se encuentra a una profundidad por debajo de -6,6m y el Df está contemplada a -1,60m, por lo anterior se deben calcular los σ' bajo los métodos de fuerzas externas (pesos totales + fuerzas del agua en las fronteras) y fuerzas internas (pesos sumergidos + fuerzas de infiltración).

Peso unitario bajo condiciones de σ' :

peso unitario saturado (γ_{hz}) 17.90Kn/m³

peso unitario seco (γ_{dz}) 14.48Kn/m³.

Fuerzas Externas

$$(\gamma_s - \gamma_w) = \gamma_b$$

$$\sigma' = q_s + \gamma_s L + \gamma_w z - (h + z + L) \gamma_w$$

$$\sigma' = q_s + L(\gamma_s - \gamma_w) - h \gamma_w$$

$$\text{Si } \sigma' = 0 \Rightarrow$$

$$h = q_s / \gamma_w + L \gamma_b / \gamma_w$$

$$\text{Si } q_s = 0 \Rightarrow \frac{h}{L} = \frac{\gamma_b}{\gamma_w} = \text{Gradiente crítico}$$

Fuerzas Internas

$$\sigma' = q_s + L(\gamma_s - \gamma_w) - jL$$

$$\sigma' = q_s + L(\gamma_s - \gamma_w) - \frac{h}{L} \gamma_w L$$

$$\sigma' = q_s + L(\gamma_s - \gamma_w) - h \gamma_w$$

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 45 de 142

4.2.2. **PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE ($\phi - Su - c$)**

Teniendo en cuenta los resultados de laboratorio se realizó un análisis teniendo en cuenta las características del perfil estratigráfico deducido y con los parámetros de penetración estándar in situ se determinan parámetros geotécnicos a partir de correlaciones empíricas a partir de los cálculos del N con una eficiencia del 45%, N_c y los cálculos de los esfuerzos σ (totales) y σ' (efectivos) teniendo en cuenta el NF.

Para la estimación del parámetro (ϕ) se utilizaron los valores de N de campo del ensayo de SPT aplicando la corrección a la energía del martillo para la penetración del 45% que corresponde para Colombia. Las correlaciones aplicadas para la determinación del Angulo de fricción están debidamente estipuladas en la tabla No. Transformaciones del angulo de fricción efectivo según la energía transferida.

El angulo de fricción ϕ_{eq} es el resultado de aplicar la eficiente de la energía N_{45} para el martillo de penetración utilizado en este proyecto.

Angulo de Fricción: La fricción de los suelos está por el ángulo cuya tangente es la relación entre la fuerza que resiste al deslizamiento, a lo largo de un plano y la fuerza P aplicada a dicho plano. Para el cálculo de este parámetro utilizamos las ecuaciones propuestas por Peck (1969), Japan National Railway - JNR (1999), Japan Road Bureau - JRB (1986) y Kishida (1969) que para el estrato completo del perfil estratigráfico de -0,50 a -6,60 suelos saturados. Al utilizar el promedio de las ecuaciones el Angulo de fricción promedio de ϕ 27,36, se toma el factor de reducción según diagrama de cortante vs esfuerzo donde las dos componentes a tener en cuenta la fricción y la cohesión de las partículas; por lo tanto, el coeficiente de desviaciones estándar promedio de las tablas de resistencia y normalización del ensayo SPT se opta un Angulo de fricción de ϕ' critico, parámetro que relacionado con la resistencia al esfuerzo constante del suelo de ϕ_c 25,31.



Tabla 10. Transformaciones del ángulo de fricción efectivo según la energía transferida

AUTOR	AÑO	ECUACIÓN
Terzaghi & Peck	1948	$\phi'_{45} = 28,5 + 0,25N_{1,45}$
Peck et al.	1953	$\phi'_{45} = 26,25 \left(2 - \left(e^{\frac{-N_{1,45}}{62}} \right) \right)$
Kishida	1969	$\phi'_{45} = 15 + \sqrt{12,5N_{1,45}}$
Schmertmann	1970	$\phi'_{45} = \tan^{-1} \left[\left(\frac{N_{1,45}}{49,3} \right)^{0,24} \right]$
JNR (Japan National Railway)	1999	$\phi'_{45} = 27 + 0,1875N_{1,45}$
JRB (Japan Road Bureau)	1986	$\phi'_{45} = 15 + \sqrt{9,375N_{1,45}}$
Hatanaka & Uchida	1996	$\phi'_{45} = \sqrt{12,5N_{1,45}} + 20$
Montenegro & González	2014	$\phi'_{45} = 12,79 + \sqrt{16,16N_{1,45}}$

Fuente: González G., Álvaro J. Estimativos de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT.

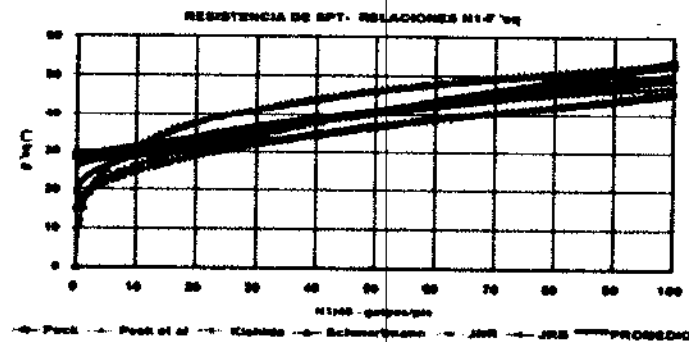


Figura 8 - Variación de ϕ'_{45} con N_1

Fuente: González G., Álvaro J. Jornadas geotécnicas en Colombia.

Resistencia a la Compresión: Los valores de resistencia de los suelos finos, cuyo valor de axial No drenada compresión Inconfinada (Q_u) es $1,41 \text{ Kg/cm}^2$ y un cohesivo de $0,70 \text{ Kg/cm}^2$ que corresponde a un suelo de consistencia mediana. Se realiza ensayos de compresión axil (Inconfinada) en los tres (3) sondeos, muestras recuperadas en tubo Shelby obteniendo una resistencia promedio de 69 kPa . Para determinar pruebas de resistencia No Drenadas teniendo en cuenta la mineralogía del suelo ya que para este caso la presencia de arcillas y limos no

permiten que el flujo de agua sea rápido generando exceso de presión de poros que no se disipa de forma inmediata por la carga generada en el proceso constructivo, es por eso que toma relevancia que la cohesión no drenada (S_u) se obtiene de correlaciones empíricas, con esto garantizamos una evaluación eficiente de la capacidad portante y los asentamientos para la condición de análisis a corto plazo. El comportamiento de suelos de matriz limosa con trazas arenosas con finos y de suelos finos tipo arcillas moderadamente saturada o en condiciones sumergidas por la presencia de NF generando condiciones saturadas de los suelos finos y como se ve afectada su resistencia bajo estas condiciones, se calculan bajo formulación computacional valores de resistencia parametrizando de SPT y aplicando la ecuación de SHANSEP obtenemos un $S_u: 48,81 \text{ Kn/m}^2 < 50 \text{ kPs } (=0.50 \text{ kgf/cm}^2)$ según NSR-10 tipo de suelo E; suelos artificiales, finos con trazas de arena y finos con trazas de turba en un espesor promedio -6,60m (Cohesivo de diseño C_u 0.0 Kn/m^2 por condiciones del suelo NC normalmente consolidado) según Hunt 1981.

Definición de SHANSEP:

$$\frac{q}{p} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3} = \frac{\tau}{p} \cdot \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

$$\frac{q}{p} = S \left(\frac{\tau}{p}, K \right)^2$$

$$S = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \cdot \frac{\tau}{p}$$

$$K = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

Fuente. UNIVALLE – especialización en geotecnia 2023.

Se realizó un ensayo de compresión Inconfinada en los materiales finos, cuyo valor de resistencia a la compresión Inconfinada (Q_u) es 1.40 Kg/cm^2 y un cohesivo de 0.70 Kg/cm^2 . Obtención de parámetros geomecánicos a partir de ensayos a penetración dinámica continua en suelos mixtos cohesivos – granulares, partiendo de la ecuación del criterio de rotura, se determina el valor de la cohesión en condiciones no drenadas:

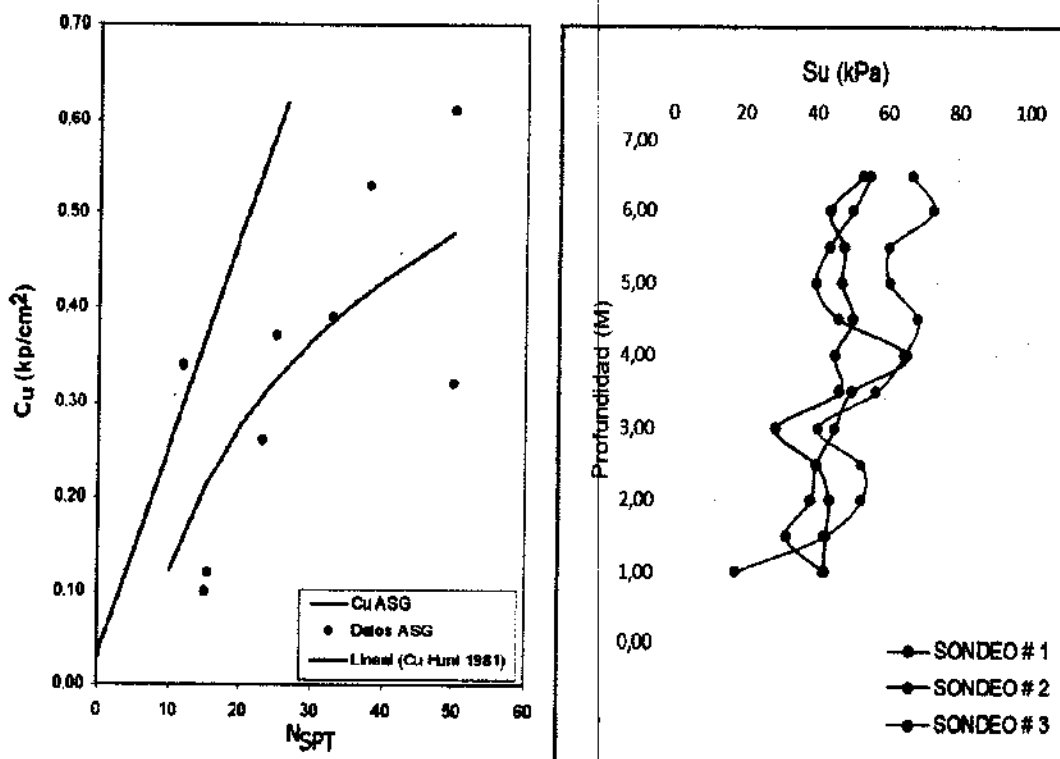
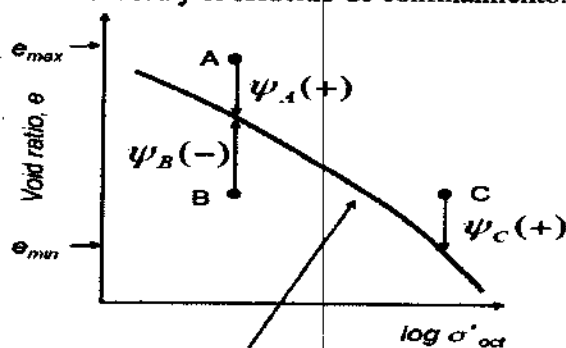


Ilustración 15. Parámetros de resistencia al corte S_u

Hunt para un mismo golpeo, son demasiado elevadas para suelos mixtos.

- Finalmente, el cálculo de la cohesión se obtiene a partir de la correlación entre los datos aportados en el presente texto, resultando la siguiente ecuación.

Estado Crítico: Los cambios en la distribución de la granulometría mueven bastante la línea del estado crítico; sin embargo, el comportamiento de la matriz del suelo arenoso está determinado por la densidad relativa y el esfuerzo de confinamiento.



Been & Jefferies (1985-1991)



Resistencia a la penetración estándar: En la figura 3-2 se puede apreciar el número de penetración N corregido en campo. Se puede observar que en el ensayo SPT de campo la consistencia y compacidad del subsuelo va aumentando a medida que se profundiza en el ensayo.

Con el fin de efectuar corrección de los resultados de SPT, N corregido en campo, se tiene en cuenta que:

$$N_C = N * C_n * n_1 * n_2 * n_3 * n_4$$

Donde:

$N_c = N$ corregido

$N = N$ en campo

$C_n =$ Factor de corrección por confinamiento efectivo.

$n_1 =$ Factor por energía del martillo ($0.45 < n_1 < 1$)

$n_2 =$ Factor por longitud de la varilla ($0.75 < n_2 < 1$)

$n_3 =$ Factor por revestimiento interno ($0.80 < n_3 < 1$)

En los cuales se tiene que: $N_{e1} = N_{e2} * \left(\frac{e_2}{e_1}\right) = N_{60} = N_{45} \left(\frac{45}{60}\right) = 0.75 N_{45}$ (Skempton, 1953)
 $e_1 = 60\%$

N_1 es igual a:

Y C_n es igual a: $N_C = N_1 = C_n * N$

En el que se establece un esfuerzo vertical (σ_{ev}) que equivale a un 1 kg/cm^2 , 1 atmósfera (Pa) en el que se define el R_s como:

$$R_s = \frac{\sigma_{ev}}{P_a}$$

En general se recomienda que $C_n < 2.0$, por lo cual la formulación de Zeevaert es mucho más representativa para los efectos requeridos.

Además, se indican los valores de N corregido en campo en función de una energía de referencia de 60%, teniendo en cuenta que:

$$N_{60} = N_{45} \left(\frac{45}{60}\right) = 0.75 N_{45}$$

En el caso de Colombia se toma el $e = 45\%$

Tabla 11. Propuestas para el factor de corrección por confinamiento

AUTOR	ECUACIÓN
Peck	$C_u = \frac{\log\left(\frac{20}{R_u}\right)}{\log(20)}$
Seed	$C_u = 1 - 1.25 \log(R_u)$
Meyerhoff-Ishihara	$C_u = \left(\frac{1.70}{0.7 + R_u}\right)$
Liao & Witman	$C_u = \sqrt{\left(\frac{1}{R_u}\right)}$
Skempton	$C_u = \left(\frac{2}{1 + R_u}\right)$
González	$C_u = \log\left(\frac{10}{R_u}\right)$
Zeevaert	$C_u = \frac{191.52}{(95.76 + \sigma_{vs})}$
Schmertmann	$C_u = \left(\frac{32.5}{10.2 + 20.3 R_u}\right)$

Índice de Liquidez: Relación agua – plasticidad, mide parámetros de resistencia, compresibilidad y estado de esfuerzo.

En los suelos plásticos, el índice de liquidez es indicativo de la historia de los esfuerzos a que ha estado sometido el suelo. Si el valor del índice de liquidez es cercano a cero, se considera que el suelo este preconsolidado, y si es cercano a uno entonces se le considera como normalmente consolidado.

<0.20 consistencia del suelo cohesivo DURA

0.20 a 0.35 consistencia del suelo cohesivo MUY FIRME

0.35 a 0.50 consistencia del suelo cohesivo FIRME

0.50 a 0.65 consistencia del suelo cohesivo MEDIANA

0.65 a 0.80 consistencia del suelo cohesivo BLANDA

0.80 a 1.00 consistencia del suelo cohesivo MUY BLANDA

>1.0 consistencia del suelo cohesivo FLUIDA

Si la humedad inicial de un suelo corresponde a un índice de liquidez igual a 0.2 o más, el suelo, aun siendo altamente plástico, tendrá poca o nula expansión. Los suelos normalmente consolidados se identifican fácilmente por tener una humedad cercana al límite líquido.

Índice de Consistencia: Si la consistencia relativa resulta negativa, o sea cuando la humedad del suelo sea mayor que la de su límite líquido, el amasado del suelo lo transforma en un barro viscoso. Consistencias relativas muy cercanas a cero indican un suelo con esfuerzo a ruptura (q_u) a compresión axial no confinada comprendido entre 0.25 y 1.0 kg/cm². Si la consistencia relativa es aproximadamente igual a uno, ello indica que su q_u puede estar comprendida entre 1.0 y 5.0 kg/cm².

En general, el esfuerzo de corte de un suelo crece a medida que C.R. varía de 0 a 1.

Un valor de C.R. de 0.00 a 0.25 indica un suelo muy suave,
de 0.25 a 0.50, suave; de 0.50 a 0.75, consistencia media,
y de 0.75 a 1.0, consistencia rígida.

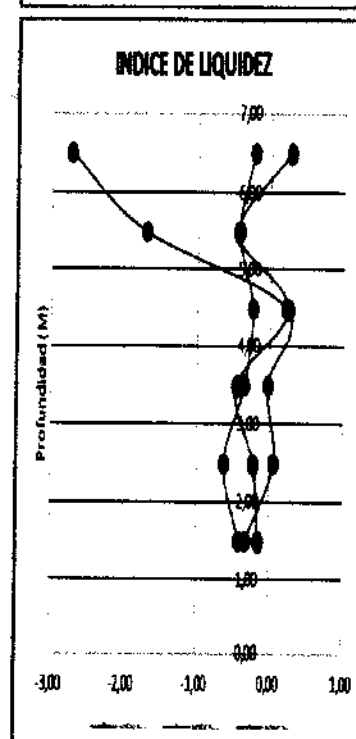
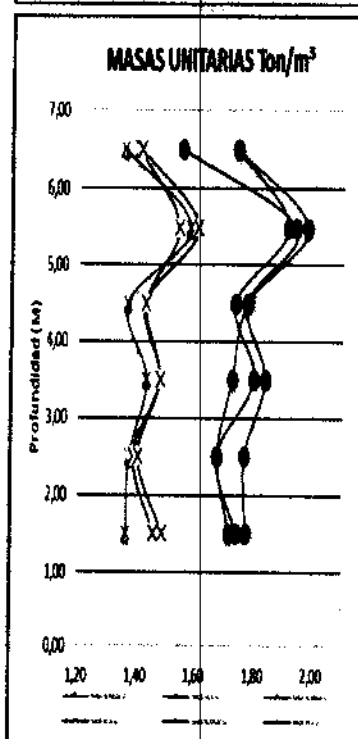
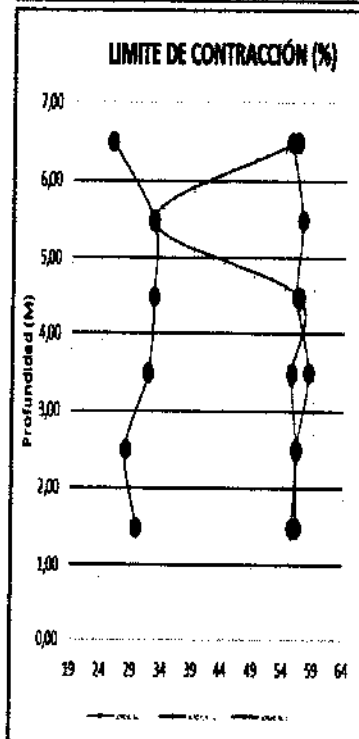
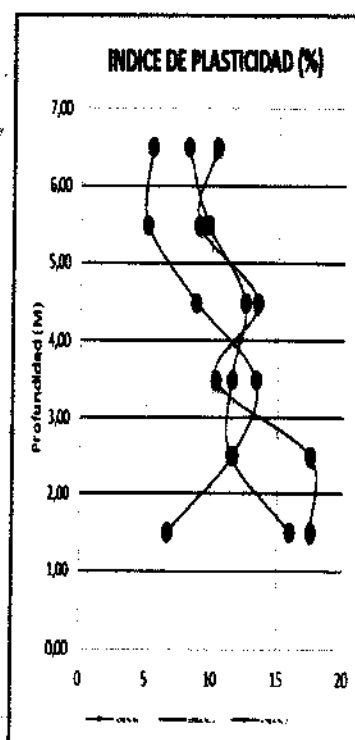
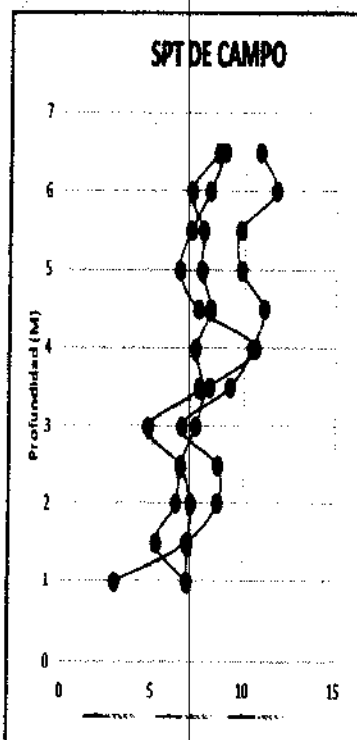
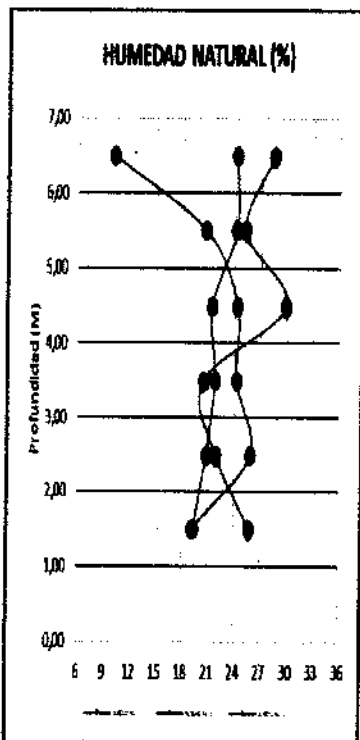
Índice de Compresión: Un valor que se emplea bastante en el cálculo de asentamiento de estructuras para suelos normalmente consolidados dado por Terzaghi y Peck.

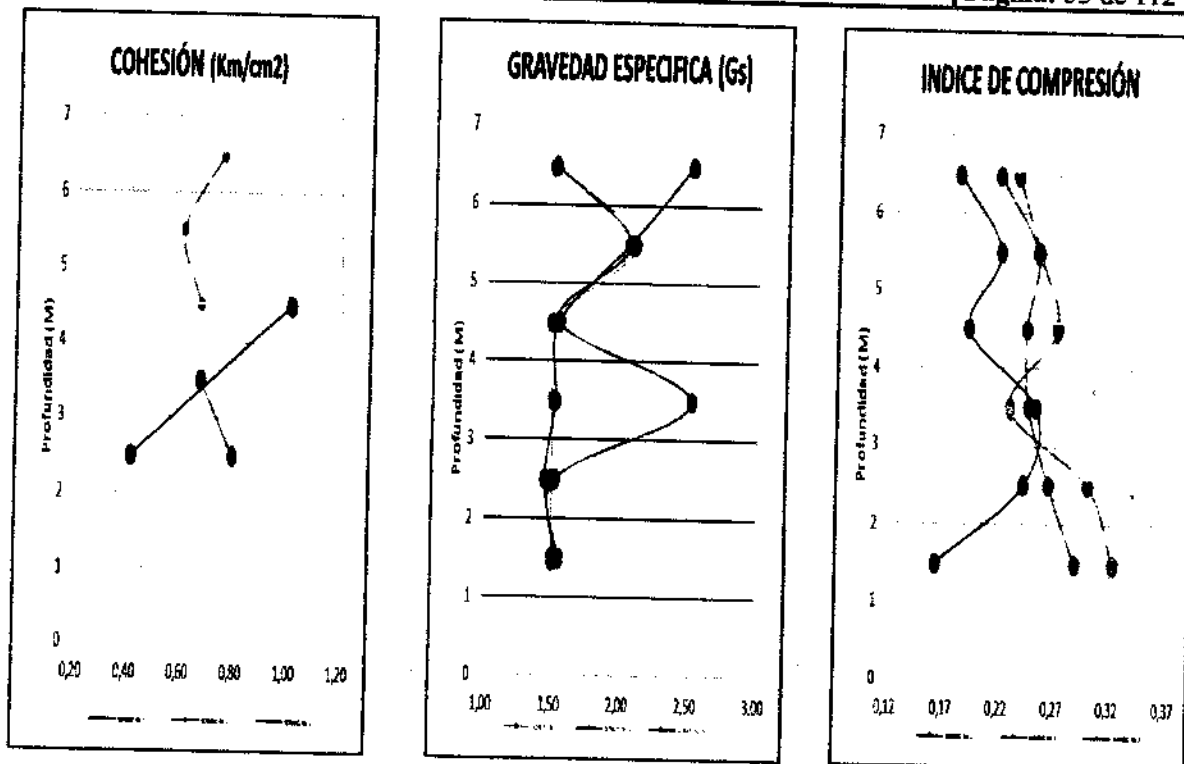
La compresibilidad de los suelos puede expresarse así: **$C_c = 0.04 + 0.010(IP)$**

Baja - C_c de 0.00 a 0.19 Media - C_c de 0.2 a 0.39 Alta - C_c de 0.4 o más.



SONDEO 1 ■■■■■ - SONDEO 2 ■■■■■ - SONDEO 3 ■■■■■





Grafica No. 1. Comportamiento del subsuelo vs profundidad

Índice de Grupo: De acuerdo al Índice de Grupo (IG) la AASHTO clasifica los suelos como subrasante de muy baja capacidad soporte como muestra la tabla siguiente:

Tabla 12. Clasificación del suelo por índice de grupo.

Índice de grupo	Suelo de subrasante	MUESTRA No.		
IG >9	Muy pobre	SONDEOS		
IG está entre 4 a 9	Pobre	#1	#2	#3
IG está entre 2 a 4	Regular	1	14	13
IG está entre 1 – 2	Bueno	2	12	6
IG está entre 0 – 1	Muy bueno	3	4	8
		4	6	5
		5	2	5
		6	4	3



4.3. CUADRO DE RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO

4.3.1. LIMITE DE CONSISTENCIA Y CLASIFICACIÓN UNIFICADA DEL SUELO

SONDEO	Muestra	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Límite Líquido (%)	Límite de Contracción	Grado de Expansión	Clasificación USCS
1	1	44,30	30,80	13,50	16,0	No critico	ML
	2	36,50	26,76	9,74	15,6	No critico	ML
	3	28,80	20,79	8,01	15,3	No critico	CLs
	4	27,10	17,45	9,65	16,2	No critico	CLs
	5	27,30	20,73	6,57	13,5	No critico	SM-SC
	6	NL	NP	0,00	23,6	No critico	SM

SONDEO	Muestra	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Límite Líquido (%)	Límite de Contracción	Grado de Expansión	Clasificación USCS
2	1	39,10	26,34	12,76	10,5	No critico	ML
	2	41,60	28,35	13,25	15,9	No critico	ML
	3	35,90	22,15	13,75	16,2	No critico	CLs
	4	26,60	20,23	6,37	25,0	No critico	SMu-SC
	5	NL	NP	0,00	31,3	No critico	SM
	6	NL	NP	0,00	29,4	No critico	SMu

SONDEO	Muestra	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Límite Líquido (%)	Límite de Contracción	Grado de Expansión	Clasificación USCS
3	1	32,40	24,33	8,07	14,7	No critico	ML
	2	29,30	22,49	6,81	18,7	No critico	ML
	3	28,90	19,65	9,25	12,7	No critico	SC
	4	28,40	18,50	9,90	31,4	No critico	SC
	5	31,80	22,73	9,07	33,8	No critico	SC
	6	NL	NP	0,00	23,0	No critico	SMu

**4.3.2. RESUMEN Y PROMEDIO DE ENSAYO DE SPT PARA LOS SONDEOS
EFECTUADOS IN SITU**

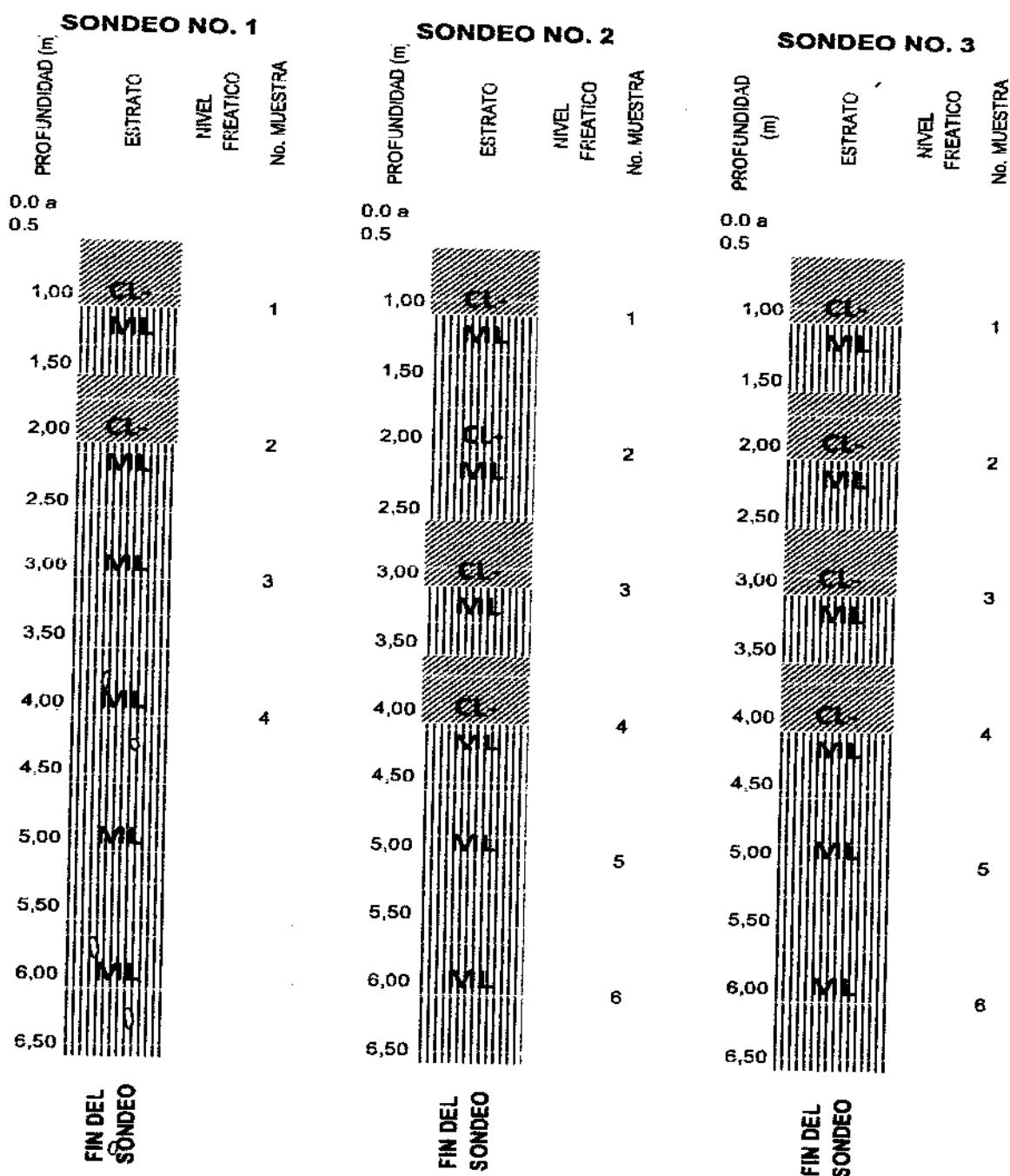


Ilustración 16. Perfil estratigráfico deducido.



4.3.3. PARAMETROS DE RESISTENCIA Y NORMALIZACIÓN DEL SPT

Lo primero es corregir los valores de N obtenidos en campo, para este caso se adapta este valor al propuesto actualmente en Colombia (N_{45}), según se muestra a continuación.

Consideraciones para el desarrollo de los sondajes in situ el diámetro de perforación de 150mm, se tienen 1 a 1.5 metros de tubería por fuera de la perforación, el muestreador es de tipo ESTANDAR y el valor de la cohesión $C=0$ Kpa.

- Factores de corrección y corrección del valor del N de campo:

$$N_{45} = N * CN * n1 * n2 * n3 * n4$$

Donde:

N_{45} : Valor de N corregido al 45 % de energía.

N: Valor de N de campo.

CN: Factor de corrección por confinamiento efectivo.

n1: Factor de corrección por energía del martillo.

n2: Factor de corrección por longitud de la varilla.

n3: Factor de corrección por revestimiento interno del tomamuestras.

n4: Factor de corrección por diámetro de la perforación.

Cuando la resistencia es normalizada aumenta a medida a medida que aumenta la consolidación a una misma profundidad un suelo con mayor consolidación va resistir más
OCR= relación de sobre consolidación

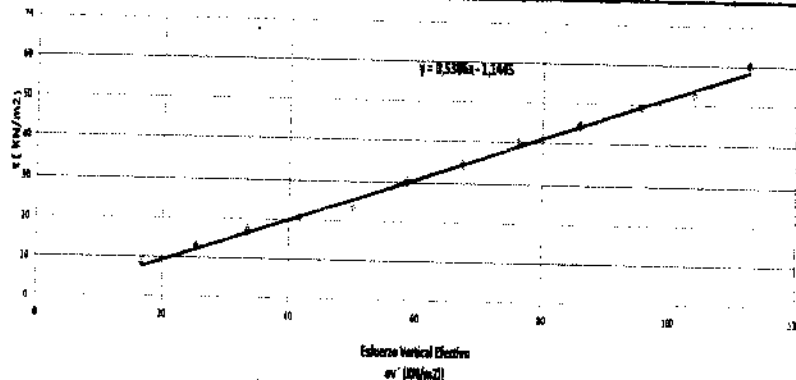
La resistencia normalizada en función de la condición drenada nunca hay exceso de presión de poros, y el corto se hace más lento; en la condición no drenada si hay exceso de presión de poros, una C_u es una condición intermedia, en términos de comportamiento, la resistencia siempre está determinada por el esfuerzo efectivo.

Se puede hacer un análisis no drenado donde se conoce la presión de poros y los esfuerzos efectivos y estoy teniendo en cuenta cual es el parámetro, la condición intermedia: un terraplén la arcilla se va consolidando subiendo por capas, por la capacidad de carga hay un corte no drenado y es una condición CU, construcción por etapas se consolida antes del corte. Para normalmente es más crítico a corto plazo no drenado a partir de extensos estudios de ensayos CIU & CK0U sobre una amplia variedad de arcillas => existe una relación lineal entre S_u/G_v vs log OCR.

- Propiedades del suelo y cálculo de los esfuerzos efectivos:

PARAMETROS DE RESISTENCIA Y NORMALIZACIÓN DEL ENSAYO SPT

Peso específico Agua (γ_w)	98	kg/m^3
Presión atmosférica	101	Kpa
Razón de energías (ER)	46	%
Parámetros de resistencia		
$C_{prueba}(\text{KN/m}^2)$		
$\phi_{prua} (^{\circ})$	28,85	
$\phi_{lim} (^{\circ})$	24,78	
Nivel Freatico NF (m)		



Sondeo	Muestra No.	Profundidad (m)	N ₆₀ (m)	N	Tipo de muestra	Masa Unitaria Suelo (γ ₀) (kN/m ³)	Ø de la perforación (mm)	Δ _p (m)	σ ₀ (MPa)	σ ₁ (kN/m ²)	C ₂ (kN/m ²)	σ ₁ [*] (kN/m ²)	R ₂	C ₃	n ₁	n ₂	n ₃	n ₄	N145	φ _{eq}	σ (kN/m ²)	σ ₀	σ ₁ (kN/m ²)	σ ₂ (kN/m ²)
4	1	1,00	7,5	7	Sin Revestimiento	16,83	120	-	16,83	16,83	0,00	16,83	0,17	2,11	0,63	0,75	1,00	1,00	5,91	26,76	8,48	0,55	9,25	43,22
4	1	1,50	7,5	8	Sin Revestimiento	16,83	120	0,50	2,41	25,24	0,00	25,24	0,25	1,85	0,63	0,75	1,00	1,00	5,95	26,80	12,75	0,55	12,85	43,58
4	2	2,00	7,5	9	Sin Revestimiento	16,41	120	0,56	8,21	33,44	0,00	33,44	0,33	1,68	0,63	0,75	1,00	1,00	7,10	26,82	16,88	0,55	17,96	44,39
4	2	2,50	7,5	9	Sin Revestimiento	16,41	120	0,57	8,21	41,66	0,00	41,66	0,41	1,55	0,63	0,75	1,00	1,00	5,52	26,43	20,70	0,55	22,77	43,82
4	3	3,00	7,5	7	Sin Revestimiento	16,90	120	0,56	8,45	50,10	0,00	50,10	0,49	1,43	0,63	0,75	1,00	1,00	4,71	24,70	23,04	0,58	29,51	29,42
4	3	3,50	7,5	12	Sin Revestimiento	16,90	120	0,57	8,45	58,55	0,00	58,55	0,58	1,34	0,63	0,75	1,00	1,00	7,53	27,27	30,18	0,54	32,04	47,05
4	4	4,00	7,5	11	Sin Revestimiento	17,38	120	0,59	8,70	67,24	0,00	67,24	0,66	1,25	0,63	0,85	1,00	1,00	7,32	27,10	34,41	0,54	37,88	45,76
4	4	4,50	7,5	13	Sin Revestimiento	17,38	120	0,59	8,70	75,34	0,00	75,34	0,75	1,10	0,63	0,85	1,00	1,00	8,12	27,75	39,96	0,53	41,82	52,64
4	5	5,00	7,5	13	Sin Revestimiento	18,38	120	0,50	9,69	85,63	0,00	85,63	0,85	1,10	0,63	0,85	1,00	1,00	7,62	27,35	44,29	0,54	52,38	47,64
4	5	5,50	7,5	14	Sin Revestimiento	13,38	120	0,57	9,63	95,32	0,00	95,32	0,94	1,04	0,63	0,85	1,00	1,00	7,72	27,42	49,46	0,54	57,50	49,24
4	6	6,00	7,5	12	Sin Revestimiento	17,04	120	0,50	8,52	103,84	0,00	103,84	1,02	0,98	0,63	0,95	1,00	1,00	7,06	26,88	52,63	0,55	56,02	44,16
4	6	6,50	7,5	15	Sin Revestimiento	17,04	120	0,50	8,52	112,36	0,00	112,36	1,11	0,96	0,63	0,95	1,00	1,00	8,54	28,07	58,91	0,53	58,64	53,36
		</																						

Dirección: Calle 2 No. 2-59 Valvanera Pitalito -Huila- <https://oscarfernandoarevalo.com/contenido/> - Email: info.laboratorio@mecanicadesuelosofa.com / Teléfono 3185510987

Ilustración 17. Normalización del ensayo SPT – Esfuerzos totales y efectivos Sondeo 1.

Dirección: Calle 2 No. 2-59 Valvanera Pitalito -Huila-
<https://oscarfernandoarevalo.com/contenido/> - Email: info.laboratorio@mecanicadesuelosofa.com
 Teléfono 3105510987

Dirección: Calle 2 No. 2-59 Valvanera Pitalito -Huila
https://oscarfernandoarevalo.com/contenido/ - Email: **info.laboratorio@mecanicadesuelosofa.com**
Teléfono 3105510987

Peso específico Agua (γ_w)	98	KN/m ³
Presión atmosférica	101	kPa
Razón de energías (ER)	45	%
Parámetros de resistencia		
C'prom(KN/m ²)		-
ϕ prom (°)	20,32	
ϕ Min (°)	22,96	
Nivel Fractura N' (m)		-

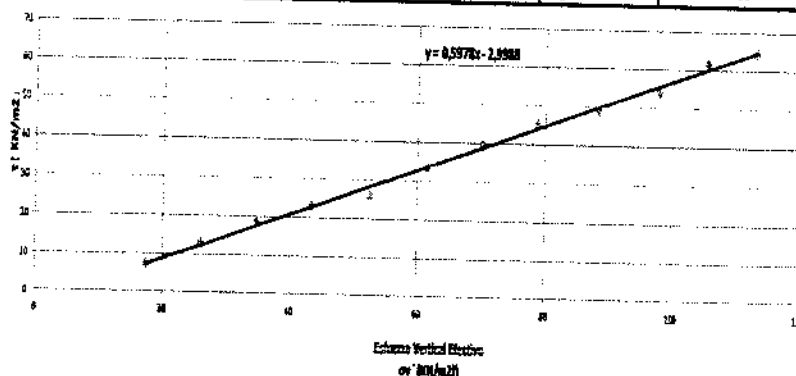
[illegible]

Ilustración 19. Normalización del ensayo SPT – Esfuerzos totales y efectivos Sondeo 3.



4.3.3. CALCULO DEL ANGULO DE FRICCIÓN EQUIVALENTE CON EL $N_{\text{corregido}}$
SPT

SONDEO #	Muestra #	Prof. (m)	Clasificación USCS	ENSAYO SPT		ANGULO FRICCIÓN EQUIVALENTE ϕ (-)			
				SPT (N_{campo})	SPT (N_c)	Peck	JNR	JRB	Kishida
1	1	0.50 a 1.50	CL-ML	7,0	6,9	30,2	28,3	23,1	24,3
	2	1.50 a 2.50	CL-ML	8,0	7,0	30,2	28,3	23,1	24,3
	3	2.50 a 3.50	ML	9,0	7,1	30,3	28,3	23,2	24,4
	4	3.50 a 4.50	ML	9,0	6,5	30,1	28,2	22,8	24,0
	5	4.50 a 5.50	ML	7,0	4,7	29,7	27,9	21,6	22,7
	6	5.50 a 6.50	ML	12,0	7,5	30,4	28,4	23,4	24,7

SONDEO #	Muestra #	Prof. (m)	Clasificación USCS	ENSAYO SPT		ANGULO FRICCIÓN EQUIVALENTE ϕ (-)			
				SPT (N_{campo})	SPT (N_c)	Peck	JNR	JRB	Kishida
2	1	0.50 a 1.50	CL-ML	7,0	6,9	30,2	28,3	23,0	24,3
	2	1.50 a 2.50	ML	6,0	5,2	29,8	28,0	22,0	23,1
	3	2.50 a 3.50	CL-ML	8,0	6,3	30,1	28,2	22,7	23,9
	4	3.50 a 4.50	CL-ML	9,0	6,5	30,1	28,2	22,8	24,0
	5	4.50 a 5.50	ML	11,0	7,4	30,3	28,4	23,3	24,6
	6	5.50 a 6.50	ML	13,0	8,1	30,5	28,5	23,7	25,1

SONDEO #	Muestra #	Prof. (m)	Clasificación USCS	ENSAYO SPT		ANGULO FRICCIÓN EQUIVALENTE ϕ (-)			
				SPT (N_{campo})	SPT (N_c)	Peck	JNR	JRB	Kishida
3	1	0.50 a 1.50	CL-ML	3,0	2,9	29,2	27,6	20,2	21,1
	2	1.50 a 2.50	CL-ML	8,0	6,9	30,2	28,3	23,0	24,3
	3	2.50 a 3.50	CL-ML	11,0	8,6	30,6	28,6	24,0	25,3

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL					Código: CE-F-007			
						Versión: 01			
						Fecha: 01-09-2023			
						Página: 61 de 112			

4	3.50 a 4.50	CL-ML	12,0	8,6	30,6	28,6	24,0	25,3
5	4.50 a 5.50	ML	10,0	6,6	30,1	28,2	22,9	24,1
6	5.50 a 6.50	ML	15,0	9,2	30,8	28,7	24,3	25,7

4.3.4. SUELOS DISPERSIVOS

Los suelos dispersivos entran de manera espontánea en solución en presencia de agua, primero como una nube de materia en suspensión, y luego como una extensión generalizada del fenómeno. Teniendo en cuenta que no se evidencio ningún tipo de comportamiento dispersivo al momento de realizar los ensayos de laboratorio que involucran aumentar el contenido de agua (límites de Atterberg) y que en la zona no se detectaron cárcavas o hundimientos se puede concluir que los suelos del proyecto no son dispersivos.

4.3.5. SUELOS COLAPSABLES

Se identifica la colapsabilidad de un depósito, cuando el volumen de vacíos iguala la cantidad de agua en el punto del límite líquido. Para mayor cantidad de agua o menor volumen de vacíos el depósito es inestable. La evaluación se puede hacer mediante el criterio:

Grado de colapso	Peso específico seco (kN/m³)	Potencial de colapso (%) (*)
Bajo	> 14,0	< 0,25
Bajo a medio	12,0-14,0	0,25-1,0
Medio a alto	10,0-12,0	1,0-5,0
Alto a muy alto	< 10,0	> 5,0

(*) Aumento inducido por colapso bajo inundación referido a la altura inicial de la muestra.

$$Y_{collapse} = \frac{Y_w}{\left(\frac{1}{G_s}\right) + W}$$

Criterio de evaluación:

$$\frac{Y_s}{Y_{collapse}} > 1 \text{ El suelo es estable o expansivo}$$

$$\frac{Y_s}{Y_{collapse}} < 1 \text{ El suelo es colapsable}$$

Sondeo No. 1

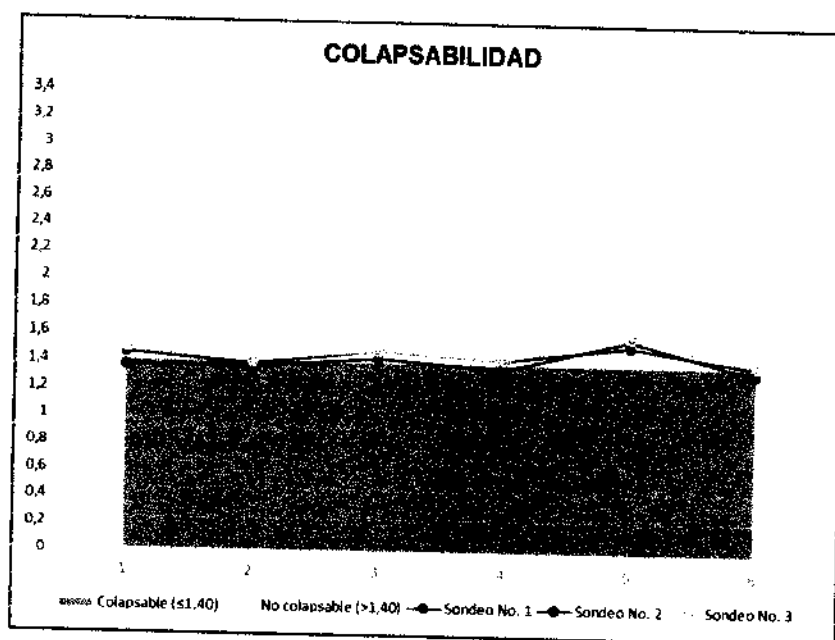
Muestra	(γ_h) Ton/m ³	%W _n	(γ_d) Ton/m ³	(γ_d) crítico	<1 colapsable >1 no colapsable	Criterio
1	1,72	25,7	1,37	0,89	1,54	Colapsable
2	1,67	21,9	1,37	0,91	1,51	Colapsable
3	1,72	20,4	1,43	0,98	1,46	Colapsable
4	1,77	29,8	1,37	0,93	1,47	Colapsable
5	1,98	25,1	1,58	0,98	1,62	Colapsable
6	1,74	28,4	1,35	0,93	1,46	Colapsable

Sondeo No. 2

Muestra	(γ_h) Ton/m ³	%W _n	(γ_d) Ton/m ³	(γ_d) crítico	<1 colapsable >1 no colapsable	Criterio
1	1,74	19,4	1,46	0,94	1,55	Colapsable
2	1,67	20,7	1,39	0,95	1,46	Colapsable
3	1,80	21,7	1,48	1,30	1,14	No Colapsable
4	1,73	21,4	1,43	0,98	1,46	Colapsable
5	1,91	24,1	1,54	1,30	1,19	No Colapsable
6	1,74	24,1	1,40	0,98	1,43	Colapsable

Sondeo No. 3

Muestra	(γ_h) Ton/m ³	%W _n	(γ_d) Ton/m ³	(γ_d) crítico	<1 colapsable >1 no colapsable	Criterio
1	1,77	19,2	1,49	1,07	1,40	No Colapsable
2	1,77	25,8	1,40	0,94	1,49	Colapsable
3	1,84	24,2	1,48	0,96	1,54	Colapsable
4	1,77	24,3	1,43	1,04	1,38	No Colapsable
5	1,94	20,6	1,60	0,96	1,67	No Colapsable
6	1,55	10,0	1,41	1,04	1,36	No Colapsable



Grafica No. 2. Colapsabilidad del suelo

4.3.6. POTENCIAL CONTRACTO EXPANSIVO

El potencial contrato-expansivo del suelo, hace referencia a la sensibilidad a presentar variaciones volumétricas por cambios en el contenido de su humedad natural.

Por lo que si un suelo pierde humedad se contraerá, y, por otro lado, si adquiere saturación se expandirá; causando asentamientos y/o levantamientos en las estructuras que se apoyen bajo estas condiciones, que se reflejarán en grietas de muros y pisos, por ejemplo.

En las siguientes tablas, se muestra cómo se clasifica dicho potencial para el sitio en estudio, mediante los criterios consignados en la norma NSR-10 (Normas Sismo Resistentes-2.010) y la ecuación empírica expresada por O'Neill y Poormoayed (1980); los cuales están basados en el Límite Líquido (LL) y el Contenido de Agua Natural (W)

De acuerdo con los resultados de los estimativos anteriores, para la fracción plástica, presente en el primer metro y medio estudiado en promedio, se determinó que el estarto presenta un potencial contrato expansivo de tipo NO CRITICO, in tener en cuenta el ensayo lambe que no aplica para suelos granulares, pero si tomando ensayos índice de la interacción de ensayos de laboratorio (límite de consistencia vs. Humedad), para determinar la compresibilidad del suelo Cc y los índices de consistencia.



Dónde:

LL: Límite líquido

γ_d : Densidad seca del suelo

W: Contenido de humedad.

Índice de Consistencia: Si la consistencia relativa resulta negativa, o sea cuando la humedad del suelo sea mayor que la de su límite líquido, el amasado del suelo lo transforma en un barro viscoso. Consistencias relativas muy cercanas a cero indican un suelo con esfuerzo a ruptura (q_u) a compresión axial no confinada comprendido entre 0.25 y 1.0 kg/cm². Si la consistencia relativa es aproximadamente igual a uno, ello indica que su q_u puede estar comprendida entre 1.0 y 5.0 kg/cm².

En general, el esfuerzo de corte de un suelo crece a medida que C.R. varía de 0 a 1.

Un valor de C.R. de 0.00 a 0.25 indica un suelo muy suave, de 0.25 a 0.50, suave; de 0.50 a 0.75, consistencia media, y de 0.75 a 1.0, consistencia rígida.

Índice de Compresión: Un valor que se emplea bastante en el cálculo de asentamiento de estructuras para suelos normalmente consolidados dado por Terzaghi y Peck.

La compresibilidad de los suelos puede expresarse así: **$C_c = 0.04 + 0.010(IP)$**

Baja – C_c de 0.00 a 0.19

Media – C_c de 0.2 a 0.39

Media – C_c de 0.2 a 0.39

Alta – C_c de 0.4 o más.

Tabla 13. Clasificación del límite de contracción

Rango LC	Potencial de expansión
$\geq 13\%$	Bajo
8% - 18%	Intermedio
6% - 13%	Alto
$\leq 10\%$	Muy Alto

Tabla 14. Calificación del potencial de expansión de las muestras

SONDEO	Muestra	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice Plástico (%)	Límite de Contracción Lc	Compresibilidad Cc	Cambio Volumétrico Cv	Potencial Expansivo
1	1	45,80	28,31	17,49	55,5	0,3	0,82	Bajo
	2	43,20	25,74	17,46	56,1	0,3	0,81	Bajo
	3	35,30	25,04	10,26	55,3	0,2	0,80	Bajo
	4	40,00	26,57	13,43	56,4	0,3	0,79	Bajo
	5	38,10	29,16	8,94	32,3	0,3	0,67	Bajo
	6	35,90	25,61	10,29	56,0	0,2	0,89	Bajo

SONDEO	Muestra	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice Plástico (%)	Límite de Contracción Lc	Compresibilidad Cc	Cambio Volumétrico Cv	Potencial Expansivo
2	1	42,00	26,05	15,95	56,2	0,3	0,93	Bajo
	2	39,30	27,86	11,44	56,2	0,3	0,87	Bajo
	3	37,20	25,70	11,50	58,1	0,2	0,97	Bajo
	4	36,90	24,42	12,48	56,0	0,2	0,81	Bajo
	5	37,90	28,29	9,61	56,9	0,3	0,85	Bajo
	6	34,00	25,93	8,07	55,1	0,2	0,95	Bajo

SONDEO	Muestra	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice Plástico (%)	Límite de Contracción Lc	Compresibilidad Cc	Cambio Volumétrico Cv	Potencial Expansivo
3	1	28,00	21,36	6,64	29,9	0,2	0,73	Bajo
	2	36,80	25,20	11,60	28,0	0,2	0,54	Bajo
	3	37,95	24,64	13,31	31,7	0,3	0,84	Bajo
	4	31,10	22,36	8,74	32,5	0,2	0,69	Bajo
	5	34,20	29,18	5,02	32,4	0,2	0,69	Bajo
	6	30,00	24,65	5,35	25,5	0,2	0,32	Bajo



Tabla 15. relación entre el Índice de Compresibilidad y el Límite Líquido.

Ligera a Baja	0.0 – 0.19	0 – 30
Moderada o Media	0.20 – 0.39	31 – 51
Alta	> 0.40	>= 51

Tabla 16. Correlaciones propuestas por HOLTZ Y GIBBS

< 15	< 18	> 15	< 10	Bajo
13 – 23	15 – 28	10 – 16	10 – 20	Media
20 – 31	25 – 41	7 – 12	20 – 30	Alto
> 28	> 35	< 11	> 30	Muy alto

Tabla 17. Correlaciones propuestas por ALTMAYER

< 5	> 12	< 5	No crítica
5 – 8	10 – 12	0.5 – 1.5	Marginal
> 8	< 10	> 12	Crítica

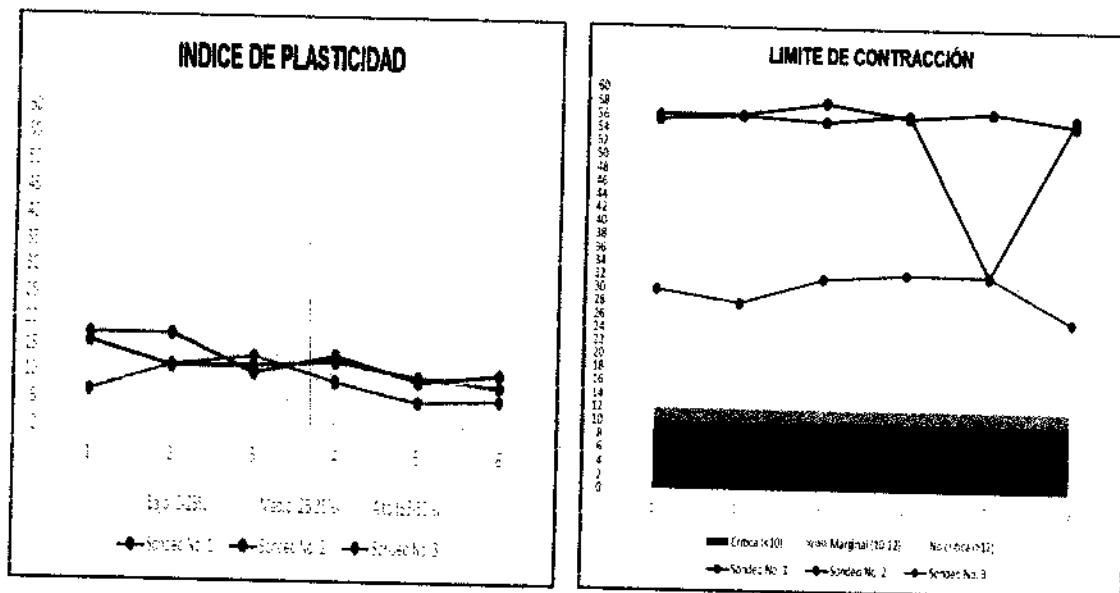
Según criterio Snethen, el potencial expansivo es medio, con valores promedio en el Índice de Plasticidad (IP) que oscilan entre 0.0% y 15% y valores de Límite Líquido (LL) entre NL y 45%.

En la table No. 16, se muestra en rango de IP y LL que califican el potencial de expansión del suelo según criterio Snethen y la tabla No. 17, la calificación del potencial de expansión en cada muestra ensayada.

Tabla 18. Parámetros del suelo. Clasificación de suelos expansivos con base IP y LL criterio Snethen

<25	BAJO	<50
25 – 35	MEDIO	50 – 60
>35	ALTO	>= 60

Fuente: Ete Ministerio de Transporte, manual de diseño de pavimento asfáltico para vías de medios y altos volúmenes de tránsito, 1998.



Gráfica No. 3. Clasificación de suelos expansivos con base a IP criterio Snethen

4.3.7. PARÁMETROS DE DISEÑO GEOTÉCNICO

Una vez se han establecido todos los análisis geotécnicos del suelo de fundación, con base en la estratigrafía visualizada en los sondeos realizados, los resultados de los ensayos de laboratorio, los análisis de SPT y la literatura técnica disponible, se presenta a continuación los parámetros establecidos para los materiales encontrados en la zona.

SONDEO #	Muestra #	Prof. (m)	Clasificación USCS	Masa Unitaria (γ)		ϕ (°)	E (Mpa)	Relación de Poisson μ	Compresión Inconfundida c_u o Simple q_u (kg/cm ²)		Índice de compresibilidad
				(γ_h) Ton/m ³	(γ_d) Ton/m ³						
1	1	0.50 a 1.50	CL-ML	1,72	1,37	23,1	6,0	0,35	-	-	MEDIA
	2	1.50 a 2.50	CL-ML	1,67	1,37	23,1	8,0	0,35	-	-	MEDIA
	3	2.50 a 3.50	ML	1,72	1,43	23,2	10,0	0,35	-	-	MEDIA
	4	3.50 a 4.50	ML	1,77	1,37	22,8	12,0	0,36	1,34	0,67	MEDIA
	5	4.50 a 5.50	ML	1,98	1,58	21,6	14,0	0,37	1,20	0,60	ALTA
	6	5.50 a 6.50	ML	1,74	1,35	23,4	16,0	0,35	1,50	0,75	MEDIA



SONDEO #	# Muestra	Prof. (m)	Clasificación USCS	Masa Unitaria (γ)		ρ ($^{\circ}$)	E (Mpa)	Relación de Poisson n	Compresión Inconfiada cu o Simple qu (kg/cm ²)		Índice de compresibilidad
				(γ_h) Ton/m ³	(γ_d) Ton/m ³						
2	1	0.50 a 1.50	CL-ML	1,74	1,46	23,0	6,0	0,35	-	-	MEDIA
	2	1.50 a 2.50	ML	1,67	1,39	22,0	8,0	0,36	0,82	0,41	MEDIA
	3	2.50 a 3.50	CL-ML	1,80	1,48	22,7	10,0	0,36	-	-	MEDIA
	4	3.50 a 4.50	CL-ML	1,73	1,43	22,8	12,0	0,36	2,02	1,01	MEDIA
	5	4.50 a 5.50	ML	1,91	1,54	23,3	14,0	0,35	-	-	MEDIA
	6	5.50 a 6.50	ML	1,74	1,40	23,7	16,0	0,35	-	-	MEDIA

SONDEO #	# Muestra	Prof. (m)	Clasificación USCS	Masa Unitaria (γ)		ρ ($^{\circ}$)	E (Mpa)	Relación de Poisson n	Compresión Inconfiada cu o Simple qu (kg/cm ²)		Índice de compresibilidad
				(γ_h) Ton/m ³	(γ_d) Ton/m ³						
3	1	0.50 a 1.50	CL-ML	1,77	1,49	20,2	6,0	0,33	-	-	MEDIA
	2	1.50 a 2.50	CL-ML	1,77	1,40	23,0	8,0	0,33	1,58	0,79	MEDIA
	3	2.50 a 3.50	CL-ML	1,84	1,48	24,0	10,0	0,35	1,34	0,67	MEDIA
	4	3.50 a 4.50	CL-ML	1,77	1,43	24,0	12,0	0,38	-	-	MEDIA
	5	4.50 a 5.50	ML	1,94	1,60	22,9	14,0	0,35	-	-	MEDIA
	6	5.50 a 6.50	ML	1,55	1,41	24,3	16,0	0,45	-	-	MEDIA

Tabla B.23. Valores orientativos de N_{60} , resistencia a compresión simple y módulo de elasticidad de suelos

Tipos de suelo	N_{60}	q_c (MPa)	E (MPa)
Suelos muy blandos o muy blandos	< 10	0 - 80	< 8
Suelos blandos o blandos	10 - 25	80 - 150	8 - 40
Suelos medios	25 - 50	150 - 300	40 - 100
Suelos compactos o duros	50 - Rechazo	300 - 900	100 - 500
Rocas blandas	Rechazo	500 - 5.000	500 - 4.000
Rocas duras	Rechazo	5.000 - 40.000	4.000 - 15.000
Rocas muy duras	Rechazo	> 40.000	> 15.000

Soil Type and SPT Blow Counts	Undisturbed Soil	
	Cohesion (psf)	Friction Angle ($^{\circ}$)
Cohesive soils		
Very soft (<2)	250	0
Soft (2-4)	250-500	0
Firm (4-8)	500-1,000	0
Stiff (8-15)	1,000-2,000	0
Very stiff (15-30)	2,000-4,000	0
Hard (>30)	4,000	0
Cohesionless soils		
Loose (<10)	0	28
Medium (10-30)	0	28-30
Dense (>30)	0	32
Intermediate soils		
Loose (<10)	100	8
Medium (10-30)	100-1,000	8-12
Dense (>30)	1,000	12

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL		Código: CE-F-007
			Versión: 01
			Fecha: 01-09-2023
			Página: 69 de 112

Suelo	Rango típico de valores		E _s aproximado f, N (1)			
	Módulo elástico E _s (kg/cm ²)	Relación de Poisson ν	Suelo	E _s (kg/cm ²)		
Arcilla:						
Blanda sensible	25 - 150	0.40 - 0.50 no drenada	Limo, limoarenoso, suelos con baja cohesión	4 N ₁ (2)		
Consistencia media	150 - 500					
Muy firme	500 - 1000					
Loess	150 - 600	0.10 - 0.30	Arena limpia fina a media, arena poco limosa	7 N ₁		
Limo	20 - 200	0.30 - 0.35				
Arena fina:						
Suelta	80 - 120	0.25	Arena gruesa, arena con poca grava	10 N ₁		
Densidad Media	120 - 200					
Densa	200 - 300		Grava arenosas y gravas	12 N ₁		
Arena:						
Suelta	100 - 300	0.20 - 0.35	E _s aproximado a partir de s _u (kg/cm ²) (3)			
Densidad media	300 - 500	0.30 - 0.40	Arcilla blanda sensible	200 s _u - 500 s _u		
Densa	500 - 800		Arcilla consistencia media a firme	750 s _u - 1200 s _u		
			Arcilla muy firme	1500 s _u - 2000 s _u		
Grava:			E _s aproximado a partir de q _c (kg/cm ²) (4)			
Suelta	300 - 800	0.20 - 0.35	Suelos arenosos	2 q _c		
Densidad media	800 - 1000	0.30 - 0.40				
Densa	1000 - 2000					

(1) N₁ = resistencia del cono - SPT

- (1) N = resistencia del ensayo SPT
(2) N₁ = N corregido por profundidad
(3) s_u = resistencia no drenada (kg/cm²)
(4) q_c = resistencia penetración del cono (kg/cm²)

Ilustración 20. Parámetros de resistencia típicos de los suelos.

En la Tabla No. 18. se muestran la relación aproximada entre el número N de la prueba de penetración normal, la resistencia de compresión axial no confinada, la de las arcillas, la compactación relativa de los suelos granulares y el ángulo de fricción interno de éstos.

Tabla 19. Parámetros de suelos Cohesivos – Arcillas.

N	En Arcillas		E Kg/cm ²
	q _u , Kg/cm ²	Descripción	
< 2	< 0.25	Muy blanda	3
2 - 4	0.25 - 0.50	Blanda	30
4 - 8	0.50 - 1.00	Mediana	45-90
8 - 15	1.00 - 2.00	Compactada	90-200
15 - 30	2.00 - 4.00	Muy compactada	> 200
> 30	> 4.00	Dura	

En la Tabla No. 19. si las gravas, arenas o mezclas de ellas contienen menos de 5% de arena fina o limo, aumentese en 5° los valores de ángulo de fricción interno.

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 70 de 112

Tabla 20. Parámetros de suelos Cohesivos -- Arenas

N	En Arenas		Φ de fricción interna	E Kg/cm ²
	Descripción	Densidad relativa		
0 - 4	Muy Floja	0 - 15 %	28°	100
5 - 10	Floja	16 - 35 %	28° - 30°	100 - 250
11 - 30	Media	36 - 65 %	30° - 36°	250 - 500
31 - 50	Densa	66 - 85 %	36° - 41°	500 - 1000
>50	Muy densa	86 - 100 %	>41°	>1000

4.4. NIVEL FREÁTICO

En el momento de los ensayos In Situ NO SE identificó Aguas Subterráneas a un promedio de -6.50m del sondaje tomando como referencia el más cercano a la cimentación a una profundidad de -6.50m.

Los cambios que el nivel de aguas freáticas sufre durante el año con las estaciones climáticas, se produce de preferencia en zonas bajas con escasea de escorrentía lateral. Los cambios de humedad que el suelo sufre por este motivo, dependen tanto de la profundidad media del Nivel de Aguas Freáticas, como la capilaridad del suelo. Sin embargo, este nivel corresponde a un valor puntual en el tiempo y puede variar según las condiciones de lluvia y manejo de aguas subterráneas.

4.4.1. LICUEFACCIÓN DE LOS SUELOS

El comportamiento de suelos granulares y arenas limpias con trazas de limos en un perfil estratigráfico determinados en una exploración de campo realizados y análisis en el laboratorio por personal idóneo deben contemplar de manera rigurosa el análisis de potencial de licuación, ya que este fenómeno nos determina el comportamiento de estos suelos de matriz arenosa moderadamente saturados o saturados con presencia de niveles freáticos y bajo condiciones no drenadas determinadas por el ensayo de triaxial.

La acción dinámica o sollicitación dinámica generada por el sismo en perfiles de suelos de matriz granular y arenosa están determinadas por varios factores geofísicos del suelo como la compacidad (D_r), el flujo de agua que controla el suelo, la presencia de agua y la sismicidad del

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 71 de 112

sector, factores preponderantes que se deben analizar sismo geotécnicamente para evitar la pérdida de esfuerzos cortantes hasta valores nulos o prácticamente nulos por el incremento de presión poros ante la acción de un sismo. Cuando el exceso de presión de poros intergranular en las arenas llega a cero (0), los granos del suelo solo se tocan perdiendo resistencia y por lo tanto cualquier carga que se coloque encima se colapsara. Con el fin de evaluar y determinar el fenómeno de licuación el presente documento se realiza un paso a paso para determinar el potencial de licuación mediante ensayos de SPT y teniendo en cuenta zonas de riesgos sísmicos.

Bajo los criterios de falla de Mohr- Coulomb para el análisis de esfuerzos cortantes en función de la cohesión + esfuerzos efectivos * Angulo de fricción efectiva del suelo y siguiendo la metodología de análisis de evaluación del potencial de licuación actualizada por R. W Boulanger & M. Idriss para ensayo de SPT y CPT propuesto en el año 2014. Describimos a continuación el paso a paso del ejercicio a desarrollar:

El enfoque de los esfuerzos cíclicos determina el Factor de Seguridad FS con base en los análisis del CRR y CSR

CRR	Que tanto resiste el suelo Relación de Resistencia Cíclica (Cyclic Resistance Ratio)
CSR	Solicitud sísmica Relación de Esfuerzo Cíclico (Cyclic Stress Ratio)

$$FS = \frac{\text{Que tanto resiste el suelo}}{\text{Solicitud sísmica}} = \frac{CRR}{CSR}$$

Con base en lo propuesto por Robertson (2015) podemos determinar las variables de probabilidad de licuación.

$$FS = \frac{CRR}{CSR}$$

Si $FS < 0.8$, entonces es Muy Licuable

Si $0.8 < FS < 0.9$, entonces es Licuable

Si $0.9 < FS < 1.0$, entonces es Probablemente menor licuable o no licuable

Si $1.0 < FS < 1.2$, entonces es Propenso a No licuarse

Si $FS \geq 1.2$, entonces es No licuable

Robertson (2015)



Los suelos con mayor susceptibilidad de licuefacción, son las arenas sueltas o muy sueltas y sumergidas y limpias. Se debe tener especial cuidado con arenas que son producto de depósitos recientes de ríos, suelos eólicos, llanuras de inundación, etc.; pero la zona del proyecto no corresponde con estas circunstancias críticas.

Los suelos con mayor susceptibilidad de licuefacción, son las arenas sueltas o muy sueltas y sumergidas y limpias. Se debe tener especial cuidado con arenas que son producto de depósitos recientes de ríos, suelos eólicos, suelos residuales, suelos transportados por acción del intemperismo, llanuras de inundación, etc., la zona del proyecto corresponde con estas circunstancias críticas.

En la secuencia estratigráfica del proyecto, predominan los suelos de matriz arenosa con presencia de gravas de baja cohesión con unos pequeños lentes o trazas de finos a una profundidad promedio de cinco puntos cero cuarenta metros, con un espesor total de (5,40) metros para la modelación bajo criterio de licuación.

Se modela bajo condiciones sin la presencia de NF a una profundidad promedio de 5,40m, parámetros de resistencia – Normalización del ensayo SPT (ver numeral 3.3.3), magnitud del momento del sismo Mw 7,0, magnitud en función del sismo MSF y tomando de referencia los perfiles estratigráficos deducidos sondeo 1 y 2 del proyecto. En el dimensionamiento de las zapatas, considerando que hay cargas axiales y momentos, se debe calcular el área efectiva de las zapatas, que realmente transmitan las cargas al subsuelo.

Corrección del valor (N1)60 para arena limpia número de golpes corregido por varillaje, esfuerzo de confinamiento, diámetro, eficiente energética y por liners. Esta formulación está en función del contenido de finos según R. W Boulanger & M. Idriss. Es muy importante tener en cuenta que calculando el (N1)60 podemos obtener bajo esta fórmula la relación de resistencia cíclica CRR.

Sondaje 1 Factores de seguridad de todos los estratos del perfil por metro

PERFIL SISMICO PARA LA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN MEDIANTE EL ENSAYO SPT																						
Nivel Freático (m)		-	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEGRADACIÓN					FACTORES DE CORRECCIÓN				SPT	ESFUERZOS		ITERACIÓN IDRISS & BOULANGER							
Perforación	Profundidad (m)	USCS	% Grava	% Arena	% Fines	N medido	P_c (kg/m ²)	CE	CR	CS	CB	N_{60}	σ_v (kg/m ²)	σ'_v (kg/m ²)	CR (Idriss & Boulanger, 2000)	r_d	$N(I)_a$	$N(I)_b$	Reson	$\Delta(NI)_a$	$(NI)_{lim}$	Dr
1	1.00	CL-ML	0.43	23.07	76.50	8	16.83	0.95	0.75	1	1	5	14.30	14.30	1.7	0.467	9	9		6	15	
	2.00	CL-ML	1.00	27.45	71.55	9	16.41	0.95	0.75	1	1	6	30.98	30.98	1.7	0.467	11	11		6	17	
	3.00	ML	0.96	40.50	58.54	10	17.39	0.95	0.75	1	1	7	47.24	47.24	1.4	0.467	9	9		6	15	
	4.00	ML	0.81	40.38	58.81	12	19.38	0.95	0.75	1	1	9	63.34	63.34	1.2	0.477	10	10		6	16	
	5.00	ML	1.69	50.06	48.25	14	0.00	0.95	0.85	1	1	11	112.36	112.36	0.9	0.477	10	10		6	16	
	6.00	ML	0.00	41.44	58.56	14	0.00	0.95	0.85	1	1	11	112.36	112.36	0.9	0.477	10	10		6	16	

Sondaje deducido 1 - Análisis del perfil estratigráfico para el análisis del potencialmente licuable y cálculo de la aceleración crítica.

PERFIL SISMICO PARA LA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN MEDIANTE EL ENSAYO SPT																						
Nivel Freatico (m)		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEGRADACIÓN						FACTORES DE CORRECCIÓN				SPT	ESFUERZOS		ITERACIÓN IDRISS & BOULANGER							
Perforación	Profundidad (m)	USCS	% Grava	% Arena	% Fines	N medido	P_c (kg/m²)	CE	CR	CS	CB	N_{60}	σ_v (kg/m²)	σ'_v (kg/m²)	CR (kN/m²) & Boulanger, 2000	r_d	$N(I)_a$	$N(I)_b$	Reson	$\Delta(NI)_a$	$(NI)_{lim}$	Dr
1	1.00	CL-ML	0.43	23.07	76.50	8	16.83	0.95	0.75	1	1	5	14.30	14.30	1.7	0.467	9	9		6	15	
	2.00	CL-ML	1.00	27.45	71.55	9	16.41	0.95	0.75	1	1	6	30.98	30.98	1.7	0.467	11	11		6	17	
	3.00	ML	0.96	40.50	58.54	10	17.39	0.95	0.75	1	1	7	47.24	47.24	1.4	0.467	9	9		6	15	
	4.00	ML	0.81	40.38	58.81	12	19.38	0.95	0.75	1	1	9	63.34	63.34	1.2	0.477	10	10		6	16	
	5.00	ML	1.69	50.06	48.25	14	0.00	0.95	0.85	1	1	11	112.36	112.36	0.9	0.477	10	10		6	16	
	6.00	ML	0.00	41.44	58.56	14	0.00	0.95	0.85	1	1	11	112.36	112.36	0.9	0.477	10	10		6	16	

Amplitud	σ_v	σ'_v	σ'_v/σ_v	r_d	CS(m/s²)	Cr	N_c	USF	$CRR_{15,prob}$	CRR_{av}	FS
0.35	7.00	0.85	0.00	1.00	2.35	0.11	1.10	1.14	0.16	2.00	2.00
0.35	7.00	0.86	0.01	0.99	2.22	0.12	1.10	1.14	0.17	2.05	2.05
0.35	7.00	0.13	0.02	0.97	0.22	0.11	1.08	1.14	0.16	2.05	2.05
0.35	7.00	0.20	0.02	0.96	0.22	0.11	1.05	1.14	0.16	2.01	2.01
0.35	7.00	0.27	0.03	0.95	0.22	0.11	1.09	1.14	0.16	2.05	2.05
0.35	7.00	0.34	0.04	0.93	0.21	0.11	0.99	1.14	0.16	2.01	2.01

Ilustración 21. Parámetros de resistencia a la licuación.

Según el análisis computacional se puede determinar que no se presentan suelos licuables en el presente proyecto sin embargo se realiza un cálculo de posibles daños en superficie durante un movimiento telúrico.



5.0. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

A continuación, se presenta el análisis y las recomendaciones para cimentaciones que se requiera en las obras civiles para proyecto de construcción cubierta, gradería, cerramiento contra impacto e iluminación, vereda Alto Las Chinas municipio de San Agustín, departamento del Huila.

Según los aspectos geotécnicos obtenidos, a nivel superficial se encuentra una contaminación de capa vegetal con suelo natural de 0,50. De -0,50m a -3,50m estrato es posición subhorizontal de finos tipo arcillas limosas con trazas de arena inorgánica color habana veta gris y café de consistencia mediana. El estrato final de -3,50m a -6,60m corresponde a suelos finos tipo limos de matriz arenosa inorgánica de color habana veta grisácea y café. En los sondeos realizados NO SE encontró niveles de infiltración y aguas freáticas a un promedio a 6.60m de profundidad.

Considerando que el tipo de suelo predominante en la secuencia estratigráfica de cohesivos, tipo CL-ML, se determina la presión de contacto máxima admisible, según metodología de cálculo propuesta por Terzaghi.

5.1 CIMENTACIONES

Se adopta el nivel de desplante, D, a una profundidad de cero puntos ochenta metros ($D=0,8m$), medidos desde la superficie cota (Nv -0,0 del proyecto) actual del predio, considerando que, a partir de allí, la consistencia del suelo toma valores mediana, mejorando su comportamiento mecánico con el aumento del esfuerzo efectivo.

Paso 1. Teniendo en cuenta las características físicas y mecánicas del sub suelo, modelando bajo parámetros geotécnicos y verificándolo con el programa GEO-5, anexamos al presente estudio una iteración de capacidades portantes por métodos de Terzaghi y Meyerhoff con un FS 3,0 para zapatas cuadradas y rectangulares tomando de referencia una profundidad de desplante -0,8m localización topográfico de la cota (Nv -0,0 del proyecto) parte inferior de la losa de polideportivo.

5.1.1. TEORÍA GENERAL DE LA CAPACIDAD PORTANTE

En la teoría general de la capacidad portante⁽²⁾, la mecánica consiste en hallar la capacidad de carga última del suelo, considerando la resistencia al corte del suelo, factores de capacidad de carga desarrolladas por Prandtl (1921), Reissner (1924) y Vesic (1973), factores de forma, de profundidad e inclinación de la carga y corrección por posición del nivel freático, que, al aplicarle un correcto factor de seguridad, se obtiene la capacidad portante admisible, la capacidad portante, también se calcula para eventos sísmicos, aplicando factores de corrección desarrollados por Richards et al (1993).

Las expresiones por usar son:

$$q_{ult} = C N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} C_{wq} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{ys} F_{yd} F_{yi} C_{wy}$$

$$q_{adm} = q_{ult} / FS$$

Las ecuaciones mencionadas trabajan bajo la hipótesis de que el Nivel Freático se encuentra localizado muy debajo de la cimentación $d > B$, el agua no afectara la capacidad de carga ultima (caso III).

Caso I, si el Nivel Freático se localiza de manera que $0 < D_f < D$, el factor q en las ecuaciones de capacidad de carga toma forma.

Caso II, si el Nivel Freático se localiza de manera que $0 < d < B$, el factor q es igual $= \gamma D_f$.

Estas hipótesis de capacidad portante ultima se basa en que no existe fuerza de filtración.

q_{ult} y q_{adm} : Capacidades Portantes Última y Admisible, respectivamente.

C : Resistencia al corte no drenado.

N_c, N_q, N_γ : Factores de Capacidad de Carga, que dependen del ángulo de fricción drenado del estrato portante.

F_{cs}, F_{qs}, F_{ys} = factores de forma

F_{cd}, F_{qd}, F_{yd} = factores de profundidad

F_{ci}, F_{qi}, F_{yi} = factores de inclinación de la carga

FS : Factor de seguridad indirecto, 3 para análisis estático y 1.5 para pseudo estático, NSR-10 tabla H.4.7-1

(2) BRAJA M. DAS. "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica". International Thompson Learning. Pag 396

γ : Peso unitario del suelo.

D : Profundidad de cimentación.

Dirección: Calle 2 No. 2-59 Valvanera Pitalito -Huila

<https://oscarfernandoarevalo.com/contenido/> - Email: info.laboratorio@mecanicadesuelosofa.com

Teléfono 3105510987



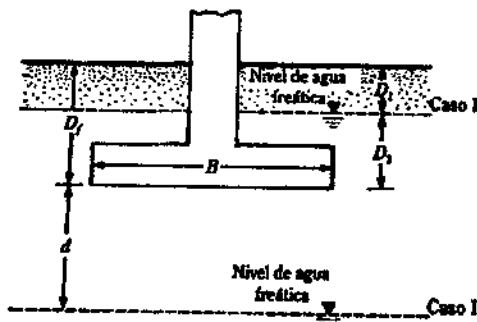
B: Ancho del cimiento, corregido por excentricidad de la carga.

C_{wq} y C_{wy} = corrección por agua, se considera a nivel del terreno o a nivel del cimiento por posibles inundaciones o tuberías rotas en la vida útil de la estructura.

Siendo: $q_u = CN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$ (cimentación corrida)

$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$ (cimentación cuadrada)

$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$ (cimentación circular)



γ_{sat} = peso específico

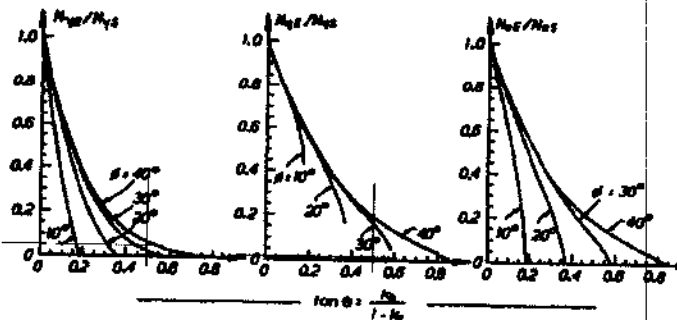


TABLE 2. Seismic Bearing Capacity Factors and Ratios to Static Values for $\phi = 30^\circ$

Acceleration Intensity $\tan \phi = \frac{k_h}{1 - k_v}$ (1)	Seismic Bearing-Capacity Factors			Ratios of Seismic to Static Bearing-Capacity Factors		
	N_{qs} (2)	N_{qs} (3)	N_{qs} (4)	N_{qs}/N_{st} (5)	N_{qs}/N_{st} (6)	N_{qs}/N_{st} (7)
0	16.51	23.76	26.86	1.00	1.00	1.00
0.007	12.86	15.34	20.55	0.78	0.65	0.77
0.176	9.84	9.45	15.31	0.60	0.40	0.57
0.268	7.30	5.36	10.91	0.44	0.23	0.41
0.364	5.12	2.61	7.14	0.31	0.11	0.27
0.466	3.21	0.88	3.83	0.19	0.04	0.14
0.577	1.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00

Formulación según Terzaghi / Formulación según Meyerhoff

Formulación según Terzagui

$$q_c = 1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Formulación según Meyerhoff

Meyerhof, 1963, sugirió la siguiente ecuación general:

SUELO PREDOMINANTEMENTE COHESIVO

SUELO PREDOMINANTEMENTE FRICCIONANTE

Paso 2. Mejoramiento del Suelo: Antes de construir la cimentación de este proyecto, el diseñador debe contemplar la construcción de un mejoramiento del suelo de fundación realizando un reemplazo del mismo por medio de un relleno en un espesor de 0,80m según criterio del diseñador estructural, relacionadas así:

- Relleno artificial con material de préstamo estabilizado con cemento cumpliendo parámetros de norma INVIAS-22 art. 235 “mejoramiento de la subrasante” y/o art. 610 “relleno estructural”. Antes de construir de la cimentación de este proyecto, se debe compactar el relleno artificial sobre el cual se cimentará la estructura, el objetivo es aprovechar el terraplén construido, sin embargo, para minimizar presión de poros sobre el suelo de cemento se debe compactar y tomar de densidades >98% de la muestra patrón ensayo de compactación Proctor.
- Concreto ciclópeo $f'c$ 14mpa clase G según norma INVIAS art. 630-22.

Para este fin se debe implementar un Plan de Inspección de Ensayos riguroso que garantice los procesos constructivos de norma y por ende la estabilidad del suelo de cimentación.

El objetivo en mejorar las características mecánicas del suelo de soporte de la cimentación es dar mayor resistencia a los esfuerzos de compresión y cortantes los cuales serán sometidos debido a las sobrecargas de la estructura.

Paso 3. Características físicas y mecánicas del SUBSUELO

CARACTERÍSTICAS MECANICAS DEL SUBSUELO	
Area de influencia ponderada $N(45)$	5,30
Peso volumétrico suelo σ' (Y1) (Kn/m ³)	17,90
Peso volumétrico suelo σ' (Y2) (Kn/m ³)	14,48
Cohesión del suelo (Cu) (Kn/m ²)	0,00
Angulo de fricción crítica (ϕ')	25,31
Inclinación del terreno (θ)	0,00

CARACTERÍSTICAS DE LA CIMENTACIÓN	
Ancho de la cimentación (m)	2,5
Profundidad de desplante mín (Df)	0,8
Profundidad del Nivel Freático(m) CASO III	-
Tipo de mejoramiento del suelo	Ciclópeo
Suelo natural de contacto	CL-ML
Tipo de Suelo	E

COEFICIENTES DE EMPUJE DE LOS SUELOS	
K_a	0,40
K_p	2,49
K_0	0,54
S_u	48,82
K_s (tnf/m ²)	1215,58
ν (poisson)	0,35



MECÁNICA DE
SUELOS,
PAVIMENTOS Y
CONCRETOS S.A.S.

INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL

Código: CE-F-007

Versión: 01

Fecha: 01-09-2023

Página: 78 de 112

Paso 4. Iteración para el Cálculo de capacidad ultimo de carga aplicando las correcciones por carga, profundidad e inclinación con distintos niveles de desplante (Df) y áreas de cimientos cuadrada.

CAPACIDAD PORTANTE EN CIMENTOS CUADRADOS:

CIMENTOS CUADRADOS DE 1.0m

1.0	1.0	0.8	1.00	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.32	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	296.91	267.82
1.5	1.5	0.8	2.25	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.21	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	297.32	283.03
2.0	2.0	0.8	4.00	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.16	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	306.44	288.24
2.5	2.5	0.8	6.25	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.13	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	319.05	313.45
3.0	3.0	0.8	9.00	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.11	1.08	1.00	1.00	1.00	1.00	333.39	328.66
3.5	3.5	0.8	12.25	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.09	1.07	1.00	1.00	1.00	1.00	348.73	343.87
4.0	4.0	0.8	16.00	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.08	1.06	1.00	1.00	1.00	1.00	364.69	359.08

CIMENTOS CUADRADOS DE 1.5m

1.0	1.0	1.1	1.00	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.33	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	397.84	356.85
1.5	1.5	1.1	2.25	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.29	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	406.72	377.06
2.0	2.0	1.1	4.00	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.23	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	408.09	387.27
2.5	2.5	1.1	6.25	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.18	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	416.04	402.48
3.0	3.0	1.1	9.00	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.15	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	427.28	417.69
3.5	3.5	1.1	12.25	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.13	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	440.40	432.90
4.0	4.0	1.1	16.00	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.11	1.09	1.00	1.00	1.00	1.00	454.70	448.11

CIMENTOS CUADRADOS DE 2.0m

1.0	1.0	1.4	1.00	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.38	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	510.06	445.88
1.5	1.5	1.4	2.25	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.37	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	525.92	461.09
2.0	2.0	1.4	4.00	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.28	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	517.08	476.30
2.5	2.5	1.4	6.25	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.22	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	518.91	491.51
3.0	3.0	1.4	9.00	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.19	1.15	1.00	1.00	1.00	1.00	526.07	506.72
3.5	3.5	1.4	12.25	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.16	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	536.28	521.92
4.0	4.0	1.4	16.00	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.14	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	548.39	537.13

CIMENTOS CUADRADOS DE 2.5m

1.0	1.0	1.7	1.00	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.42	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00	624.00	534.90
1.5	1.5	1.7	2.25	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.34	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	615.28	550.11
2.0	2.0	1.7	4.00	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.34	1.27	1.00	1.00	1.00	1.00	633.42	565.32
2.5	2.5	1.7	6.25	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.27	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	627.65	580.53
3.0	3.0	1.7	9.00	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.23	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	629.75	595.74
3.5	3.5	1.7	12.25	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.19	1.15	1.00	1.00	1.00	1.00	636.35	610.95
4.0	4.0	1.7	16.00	10.037	19.899	8.207	11.400	23.360	7.080	1.504	1.454	0.6	1.17	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	645.75	626.16

Dirección: Calle 2 No. 2-59 Valvanera Pitalito -Huila

<https://oscarfernandoarevalo.com/contenido/> - Email: info.laboratorio@mecanicadesuelosofa.com

Teléfono 3105510987

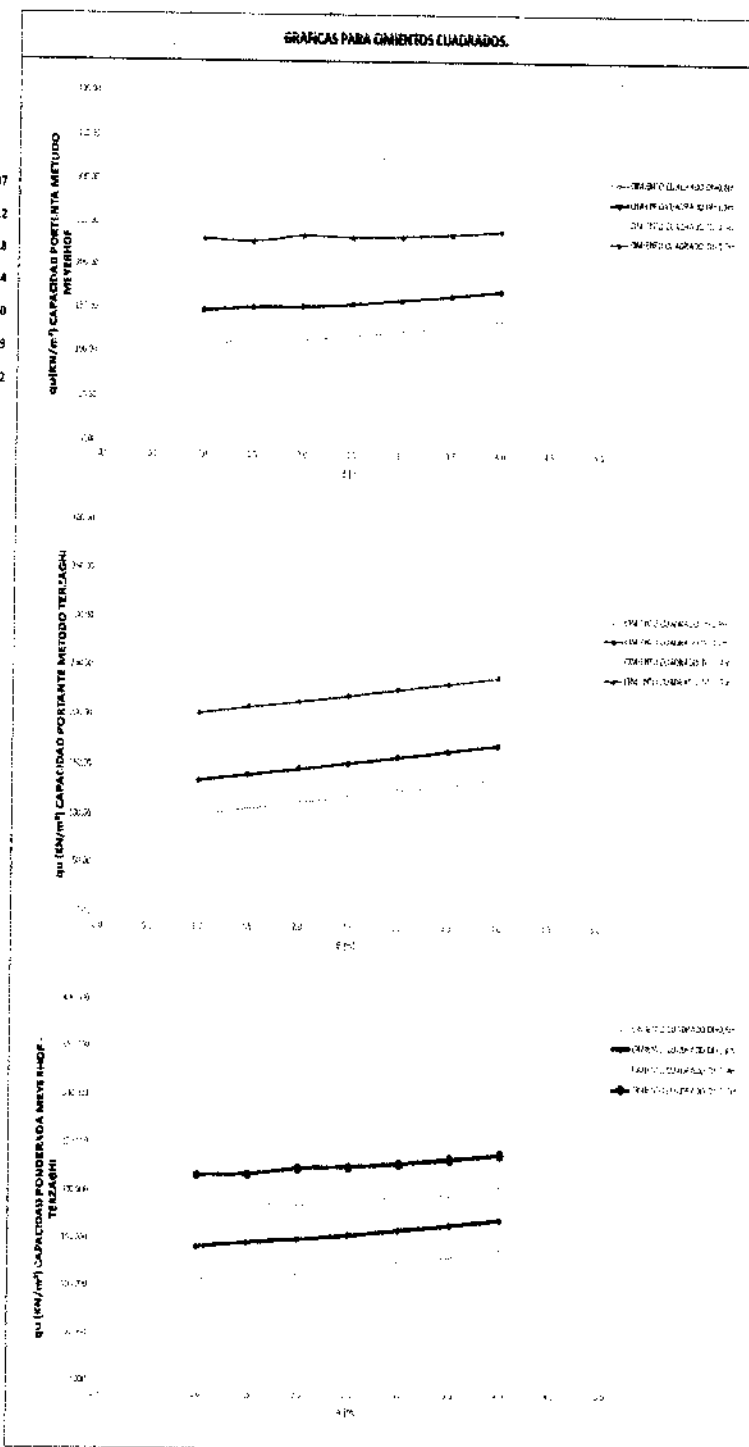
Paso 5. Iteración en condiciones estáticas para el Cálculo de la capacidad portante admisible última con un $FS=3.0$ con distintos niveles de desplante (Df) y áreas de cimientos cuadrada.

CUADRO PISOS MEN - CAPACIDAD PORTANTE EN CIMENTOS CUADRADOS									
CIMENTOS CUADRADOS 1.0m x 1.0m									
Df (m)	B (m)	L (m)	q _u (kg/m²)	q _u (kg/m²)	FS	q _u (kg/m²)	q _u (kg/m²)	q _u (kg/m²)	q _u (kg/m²)
1.0	1.0	0.8	331.23	304.16	3.0	110.41	101.39	105.897	
1.5	1.5	0.8	311.69	323.07	3.0	110.87	107.36	109.112	
2.0	2.0	0.8	343.58	338.98	3.0	114.53	113.33	113.928	
2.5	2.5	0.8	356.40	352.30	3.0	118.80	119.50	119.384	
3.0	3.0	0.8	375.14	375.82	3.0	125.05	125.27	125.160	
3.5	3.5	0.8	392.98	393.74	3.0	130.99	131.25	131.119	
4.0	4.0	0.8	413.50	411.65	3.0	137.83	137.22	137.192	

CIMENTOS CUADRADOS 1.5m x 1.5m									
Df (m)	B (m)	L (m)	q _u (kg/m²)	q _u (kg/m²)	FS	q _u (kg/m²)	q _u (kg/m²)	q _u (kg/m²)	q _u (kg/m²)
1.0	1.0	1.1	412.27	404.78	3.0	147.76	134.03		
1.5	1.5	1.1	433.98	422.69	3.0	151.33	140.90		
2.0	2.0	1.1	456.40	440.61	3.0	152.13	146.87		
2.5	2.5	1.1	466.09	458.53	3.0	155.36	152.84		
3.0	3.0	1.1	479.41	476.44	3.0	159.80	158.81		
3.5	3.5	1.1	494.80	494.36	3.0	164.93	164.79		
4.0	4.0	1.1	512.49	512.27	3.0	170.50	170.76		

CIMENTOS CUADRADOS 2.0m x 2.0m									
Df (m)	B (m)	L (m)	q _u (kg/m²)	q _u (kg/m²)	FS	q _u (kg/m²)	q _u (kg/m²)	q _u (kg/m²)	q _u (kg/m²)
1.0	1.0	1.4	567.76	505.40	3.0	189.25	168.47		
1.5	1.5	1.4	586.17	523.32	3.0	195.39	174.44		
2.0	2.0	1.4	577.38	541.23	3.0	192.44	180.41		
2.5	2.5	1.4	580.17	559.15	3.0	193.42	186.38		
3.0	3.0	1.4	589.08	577.06	3.0	196.36	192.35		
3.5	3.5	1.4	601.26	594.98	3.0	200.42	198.33		
4.0	4.0	1.4	615.54	612.90	3.0	205.18	204.20		

CIMENTOS CUADRADOS 2.5m x 2.5m									
Df (m)	B (m)	L (m)	q _u (kg/m²)	q _u (kg/m²)	FS	q _u (kg/m²)	q _u (kg/m²)	q _u (kg/m²)	q _u (kg/m²)
1.0	1.0	1.7	694.15	606.02	3.0	231.38	202.01		
1.5	1.5	1.7	685.45	623.94	3.0	228.48	207.98		
2.0	2.0	1.7	706.37	641.85	3.0	235.46	213.95		
2.5	2.5	1.7	706.93	659.77	3.0	235.64	219.92		
3.0	3.0	1.7	704.16	677.69	3.0	234.72	225.90		
3.5	3.5	1.7	713.35	695.60	3.0	237.45	231.87		
4.0	4.0	1.7	723.64	713.52	3.0	241.21	237.84		





Paso 6. Iteración en condiciones pseudoestáticas para el Cálculo de la capacidad portante admisible última y con un $FS \Rightarrow 1.5 < 2.5$ con distintos niveles de desplante (Df) y áreas de cimentaciones cuadrada.

CAPACIDAD PORTANTE (Kilogramos)						
B	L	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
0,25	0,20	1,45	3,20	0,24	0,28	0,338

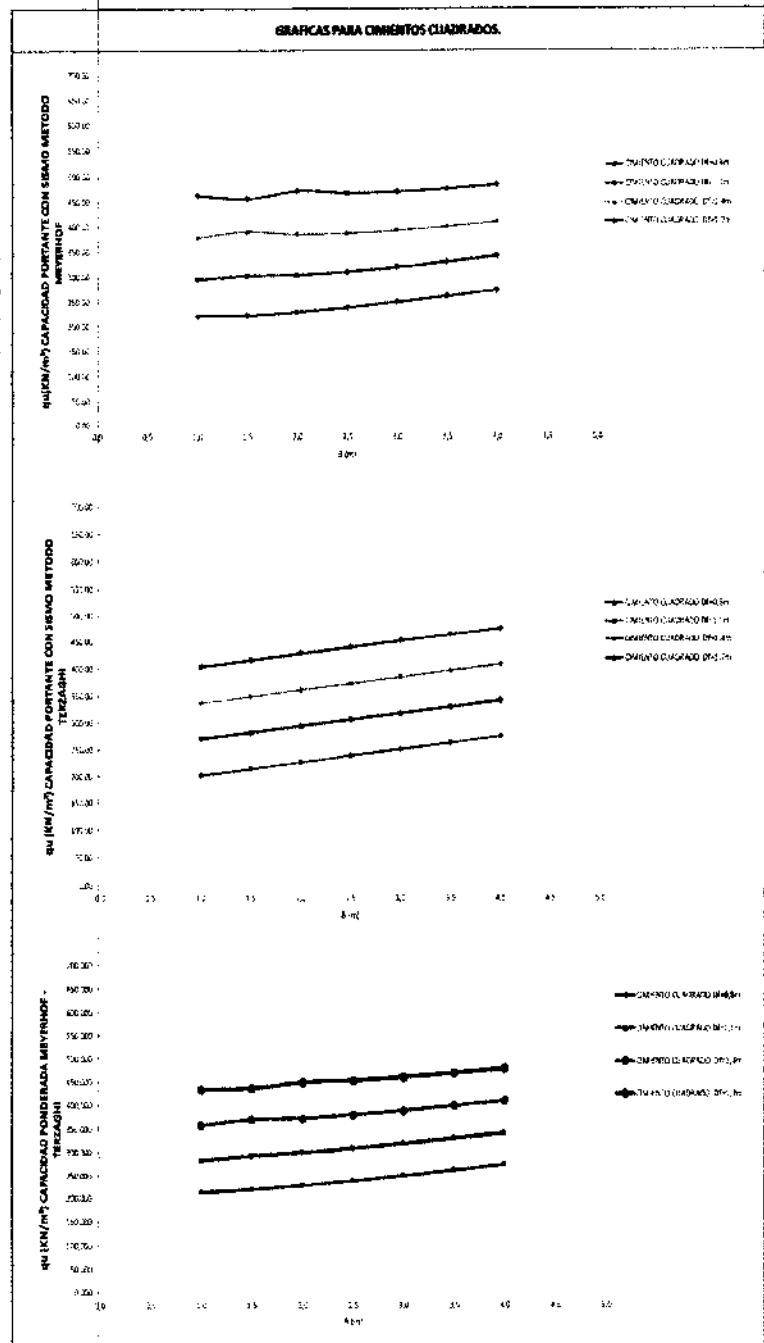
VALORES DE CAPACIDAD		
Q _{ult} (kg)	Q _{adm} (kg)	Q _{ult} (kg)
0,280	1,800	0,100

VALORES RESULTANTES CAPACIDAD PORTANTE EN CIMENTACIONES CUADRADAS							
CONDICIONES DE CIMENTACION							
B		L		F ₁		F ₂	
B	L	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
1,0	1,0	0,8	331,23	304,16	1,50	220,82	202,77
1,5	1,5	0,8	332,50	332,07	1,50	221,73	214,71
2,0	2,0	0,8	343,58	339,93	1,50	279,05	226,66
2,5	2,5	0,8	356,40	357,90	1,50	238,53	238,60
3,0	3,0	0,8	375,14	375,82	1,50	250,09	250,55
3,5	3,5	0,8	392,98	393,74	1,50	261,58	262,49
4,0	4,0	0,8	411,50	411,65	1,50	274,33	274,44

VALORES RESULTANTES CAPACIDAD PORTANTE EN CIMENTACIONES CUADRADAS							
CONDICIONES DE CIMENTACION							
B		L		F ₁		F ₂	
B	L	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
1,0	1,0	1,1	443,27	404,78	1,50	295,51	269,85
1,5	1,5	1,1	453,98	432,69	1,50	302,65	281,80
2,0	2,0	1,1	456,40	440,61	1,50	304,27	293,74
2,5	2,5	1,1	466,09	458,53	1,50	310,73	305,68
3,0	3,0	1,1	479,41	476,44	1,50	319,61	317,63
3,5	3,5	1,1	494,80	494,36	1,50	329,87	329,57
4,0	4,0	1,1	511,49	512,27	1,50	341,00	341,52

VALORES RESULTANTES CAPACIDAD PORTANTE EN CIMENTACIONES CUADRADAS							
CONDICIONES DE CIMENTACION							
B		L		F ₁		F ₂	
B	L	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
1,0	1,0	1,4	567,76	505,40	1,50	378,50	336,93
1,5	1,5	1,4	586,17	523,32	1,50	390,78	348,86
2,0	2,0	1,4	577,33	541,23	1,50	384,89	360,82
2,5	2,5	1,4	580,27	559,15	1,50	386,84	372,77
3,0	3,0	1,4	589,08	577,06	1,50	393,72	384,71
3,5	3,5	1,4	601,26	594,98	1,50	400,84	396,65
4,0	4,0	1,4	615,54	612,90	1,50	410,36	408,60

VALORES RESULTANTES CAPACIDAD PORTANTE EN CIMENTACIONES CUADRADAS							
CONDICIONES DE CIMENTACION							
B		L		F ₁		F ₂	
B	L	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
1,0	1,0	1,7	694,15	606,02	1,50	462,77	404,01
1,5	1,5	1,7	685,45	629,84	1,50	456,97	415,96
2,0	2,0	1,7	706,37	641,85	1,50	470,81	427,90
2,5	2,5	1,7	700,93	659,77	1,50	467,28	439,85
3,0	3,0	1,7	704,16	677,69	1,50	469,44	451,79
3,5	3,5	1,7	712,35	695,60	1,50	474,90	463,73
4,0	4,0	1,7	723,64	713,52	1,50	482,42	475,68



Paso 7. Iteración para el Cálculo de capacidad ultimo de carga aplicando las correcciones por carga, profundidad e inclinación con distintos niveles de desplante (Df) y áreas de cimientos rectangulares.

CAPACIDAD PORTANTE EN CIMIENTOS RECTANGULARES TIPO-034

CAPACIDAD PORTANTE EN CIMIENTOS RECTANGULARES TIPO-034																				
1.0	1.1	0.8	1.10	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.473	1.430	0.636	1.33	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	325.26	758.12
1.0	1.3	0.8	1.30	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.400	1.364	0.692	1.32	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	316.07	752.55
1.0	1.5	0.8	1.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.347	1.315	0.733	1.32	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	309.33	748.57
1.5	1.7	0.8	2.55	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.459	1.417	0.647	1.21	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	327.21	781.31
1.5	1.9	0.8	2.85	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.411	1.373	0.684	1.21	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	322.96	775.09
1.5	2.1	0.8	3.15	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.372	1.338	0.714	1.21	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	319.51	772.12
2.0	2.3	0.8	4.60	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.452	1.411	0.652	1.15	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	339.80	835.33
2.0	2.5	0.8	5.00	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.416	1.378	0.680	1.16	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	337.78	834.64
2.0	2.7	0.8	5.40	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.385	1.350	0.704	1.16	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	336.06	834.05
2.5	2.9	0.8	7.25	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.448	1.408	0.655	1.13	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	356.53	829.71
2.5	3.1	0.8	7.75	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.419	1.381	0.677	1.13	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	355.83	829.08
2.5	3.3	0.8	8.25	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.394	1.358	0.697	1.13	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	355.14	830.23
3.0	3.5	0.8	10.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.446	1.405	0.657	1.11	1.08	1.00	1.00	1.00	1.00	375.36	854.26
3.0	3.7	0.8	11.10	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.422	1.383	0.676	1.11	1.08	1.00	1.00	1.00	1.00	375.43	855.19
3.0	3.9	0.8	11.70	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.400	1.364	0.692	1.11	1.08	1.00	1.00	1.00	1.00	375.49	856.01

CAPACIDAD PORTANTE EN CIMIENTOS RECTANGULARES TIPO-034																				
1.0	1.1	1.1	1.10	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.473	1.430	0.636	1.33	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	434.03	337.24
1.0	1.1	1.1	1.30	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.400	1.364	0.692	1.33	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	418.81	328.01
1.0	1.5	1.1	1.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.347	1.315	0.733	1.33	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	408.38	321.25
1.5	1.7	1.1	2.55	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.459	1.417	0.647	1.29	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	444.01	359.63
1.5	1.9	1.1	2.85	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.411	1.373	0.684	1.29	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	436.13	354.29
1.5	2.1	1.1	3.15	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.372	1.338	0.714	1.29	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	429.76	351.05
2.0	2.3	1.1	4.60	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.452	1.411	0.652	1.21	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	447.89	383.32
2.0	2.5	1.1	5.00	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.416	1.378	0.680	1.21	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	443.36	380.81
2.0	2.7	1.1	5.40	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.385	1.350	0.704	1.21	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	439.49	378.67
2.5	2.9	1.1	7.25	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.448	1.408	0.655	1.18	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	459.47	407.50
2.5	3.1	1.1	7.75	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.419	1.381	0.677	1.18	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	456.80	406.32
2.5	3.3	1.1	8.25	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.394	1.358	0.697	1.18	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	455.45	405.28
3.0	3.5	1.1	10.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.446	1.405	0.657	1.15	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	474.84	431.93
3.0	3.7	1.1	11.10	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.422	1.383	0.676	1.15	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	473.36	431.54
3.0	3.9	1.1	11.70	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.400	1.364	0.692	1.15	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	472.04	431.38

CAPACIDAD PORTANTE EN CIMIENTOS RECTANGULARES TIPO-034																				
1.0	1.1	1.4	1.10	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.473	1.430	0.636	1.38	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	554.88	416.26
1.0	1.3	1.4	1.30	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.400	1.364	0.692	1.38	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	535.07	403.38
1.0	1.5	1.4	1.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.347	1.315	0.733	1.38	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	520.54	393.93
1.5	1.7	1.4	2.55	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.459	1.417	0.647	1.37	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	571.20	437.95
1.5	1.9	1.4	2.85	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.411	1.373	0.684	1.37	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	559.39	430.78
1.5	2.1	1.4	3.15	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.372	1.338	0.714	1.37	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	549.82	424.88
2.0	2.3	1.4	4.60	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.452	1.411	0.652	1.28	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	568.76	461.30
2.0	2.5	1.4	5.00	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.416	1.378	0.680	1.28	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	556.52	456.97
2.0	2.7	1.4	5.40	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.385	1.350	0.704	1.28	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	550.36	453.29
2.5	2.9	1.4	7.25	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.448	1.408	0.655	1.22	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	568.59	485.29
2.5	3.1	1.4	7.75	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.419	1.381	0.677	1.22	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	563.88	482.66
2.5	3.3	1.4	8.25	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.394	1.358	0.697	1.22	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	559.74	480.35
3.0	3.5	1.4	10.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.446	1.405	0.657	1.19	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	579.49	509.59
3.0	3.7	1.4	11.10	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.422	1.383	0.676	1.19	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	576.38	506.09
3.0	3.9	1.4	11.70	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.400	1.364	0.692	1.19	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	573.58	506.74



Paso 8. Iteración en condiciones estáticas para el Cálculo estático de la capacidad portante admisible con un $FS=3.0$ con distintos niveles de desplante (Df) y áreas de cimientos rectangulares.

Tabla 8.1. Capacidad portante última (kN/m²) para cimientos rectangulares (Df = 0.30 m).

1.0	1.1	0.8	325.26	258.22	3.0	108.439	86.074	97.246
1.0	1.3	0.8	316.07	253.65	3.0	105.856	84.217	94.787
1.0	1.5	0.8	309.33	248.57	3.0	103.111	82.855	92.981
1.5	1.7	0.8	327.21	281.31	3.0	109.078	93.770	181.430
1.5	1.9	0.8	322.96	279.00	3.0	107.653	92.999	100.326
1.5	2.1	0.8	319.51	277.12	3.0	106.505	92.374	96.440
2.0	2.3	0.8	339.80	305.33	3.0	113.265	101.778	107.521
2.0	2.5	0.8	337.78	304.64	3.0	112.593	101.546	107.070
2.0	2.7	0.8	336.06	304.05	3.0	112.020	101.349	106.685
2.5	2.8	0.8	338.95	328.71	3.0	118.888	108.884	114.826
2.5	3.1	0.8	338.88	328.88	3.0	118.888	108.884	114.826
2.5	3.3	0.8	338.64	328.30	3.0	118.888	108.884	114.826
3.0	3.5	0.8	375.36	354.26	3.0	125.119	118.088	121.604
3.0	3.7	0.8	375.43	355.39	3.0	125.143	118.395	121.769
3.0	3.9	0.8	375.49	356.01	3.0	125.164	118.671	121.912

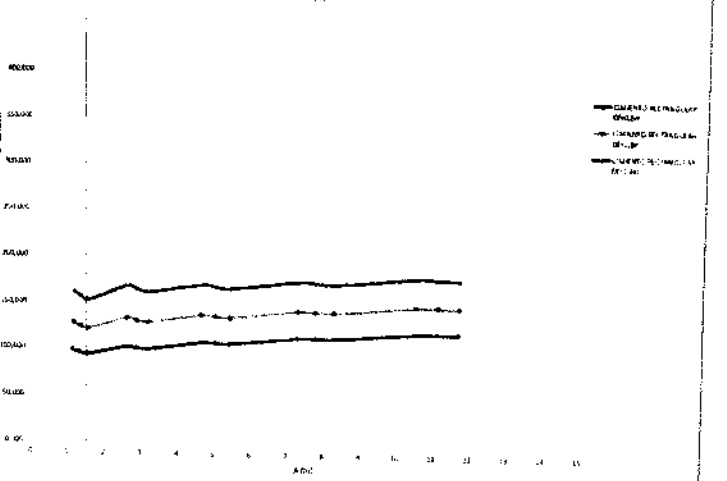
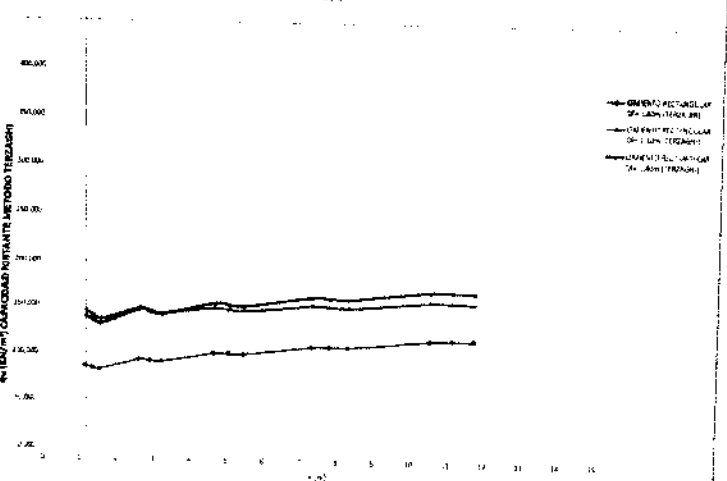
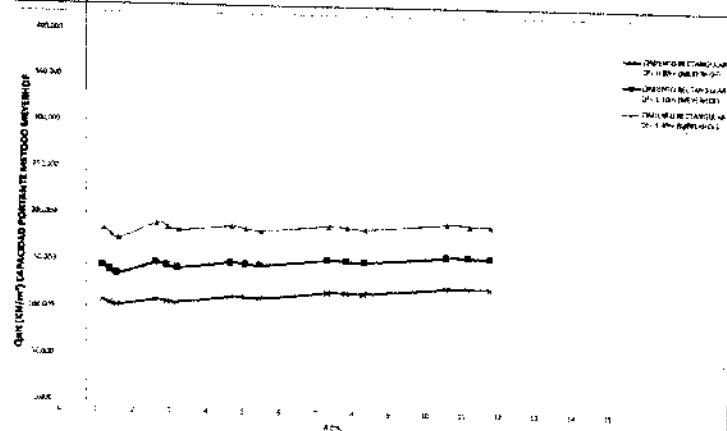
Tabla 8.2. Capacidad portante última (kN/m²) para cimientos rectangulares (Df = 0.30 m).

1.0	1.1	1.1	434.03	332.24	3.0	144.876	112.414
1.0	1.3	1.1	419.81	328.01	3.0	138.936	109.338
1.0	1.5	1.1	409.38	321.25	3.0	136.460	107.081
1.5	1.7	1.1	444.01	359.63	3.0	148.003	119.876
1.5	1.9	1.1	436.13	354.88	3.0	145.278	118.236
1.5	2.1	1.1	429.76	351.05	3.0	143.353	117.017
2.0	2.3	1.1	447.90	383.32	3.0	149.299	127.773
2.0	2.5	1.1	443.36	380.81	3.0	147.786	126.936
2.0	2.7	1.1	439.49	378.67	3.0	146.498	126.222
2.5	2.8	1.1	459.47	407.50	3.0	153.156	135.834
2.5	3.1	1.1	456.00	406.32	3.0	152.266	135.442
2.5	3.3	1.1	454.45	405.29	3.0	151.484	135.097
3.0	3.5	1.1	474.81	431.33	3.0	158.282	143.975
3.0	3.7	1.1	471.36	431.64	3.0	157.768	143.879
3.0	3.9	1.1	472.04	431.38	3.0	157.346	143.792

Tabla 8.3. Capacidad portante última (kN/m²) para cimientos rectangulares (Df = 0.30 m).

1.0	1.1	1.4	554.28	416.26	3.0	184.960	138.753
1.0	1.3	1.4	535.07	403.38	3.0	178.357	134.360
1.0	1.5	1.4	520.54	393.93	3.0	173.515	131.311
1.5	1.7	1.4	571.20	437.90	3.0	190.401	145.983
1.5	1.9	1.4	559.39	430.78	3.0	186.462	143.594
1.5	2.1	1.4	549.82	424.98	3.0	183.274	141.660
2.0	2.3	1.4	563.76	461.30	3.0	197.921	153.768
2.0	2.5	1.4	556.52	456.87	3.0	195.508	152.325
2.0	2.7	1.4	550.36	453.29	3.0	193.451	151.096
2.5	2.9	1.4	568.59	485.22	3.0	199.540	161.764
2.5	3.1	1.4	563.88	482.66	3.0	197.860	160.887
2.5	3.3	1.4	559.74	480.35	3.0	196.581	160.116
3.0	3.5	1.4	579.89	509.59	3.0	203.163	169.863
3.0	3.7	1.4	576.38	508.00	3.0	202.135	169.363
3.0	3.9	1.4	573.58	506.74	3.0	191.195	168.814

GRÁFICAS PARA CIMIENTOS RECTANGULARES





Paso 9. Iteración en condiciones pseudoestático para el Cálculo de la capacidad portante admisible con un $FS \Rightarrow 1.5 < 2.5$ con distintos niveles de desplante (Df) y áreas de cimientos rectangulares.

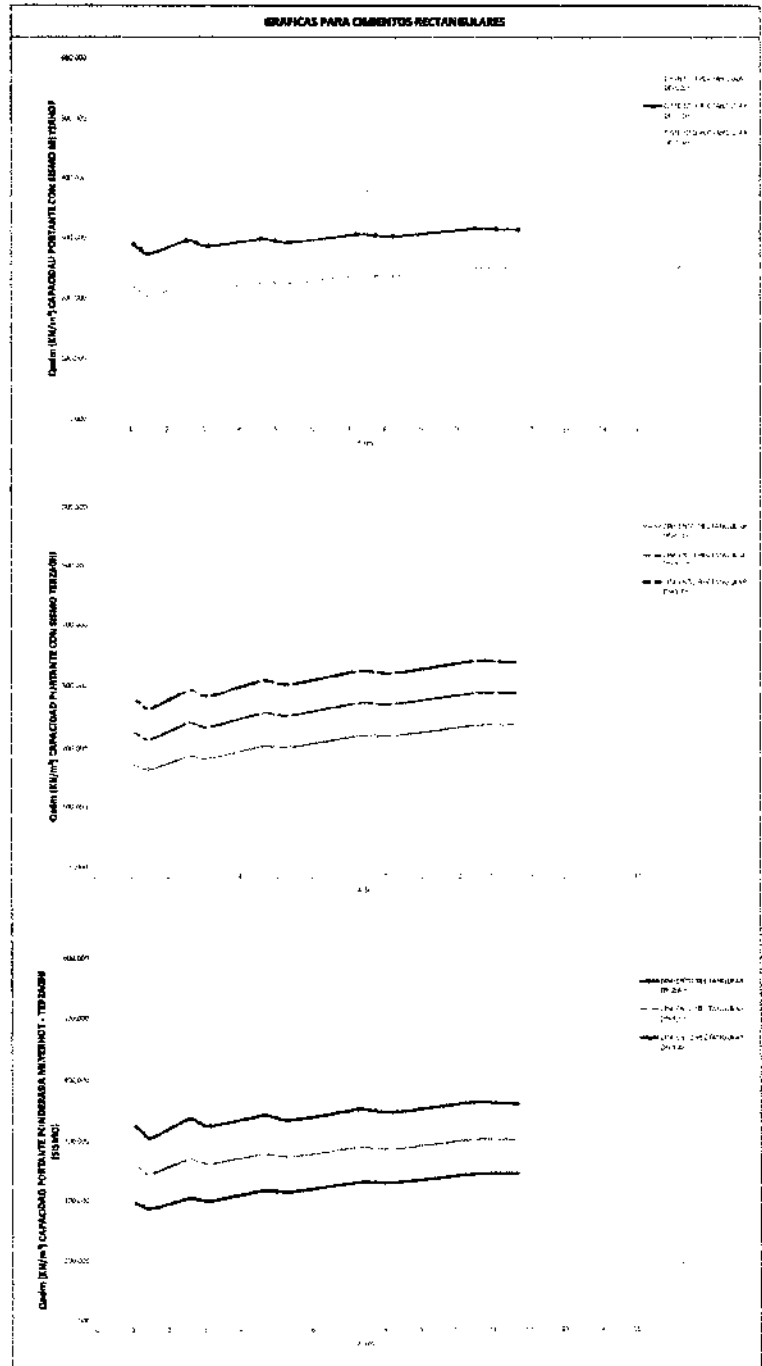
0,25	0,30	1,45	1,20	0,34	0,28	0,338
------	------	------	------	------	------	-------

0,280	1,066	0,106
-------	-------	-------

1,0	1,1	0,8	325,26	256,72	1,50	216,836	172,148	194,491
1,0	1,3	0,8	316,07	252,65	1,50	210,713	168,434	189,573
1,0	1,5	0,8	308,39	248,57	1,50	206,211	165,710	185,968
1,5	1,7	0,8	277,21	211,21	1,50	212,141	167,622	202,840
1,5	1,9	0,8	322,96	278,00	1,50	215,805	185,997	206,851
1,5	2,1	0,8	319,51	277,11	1,50	213,030	184,749	198,879
2,0	2,3	0,8	338,80	305,33	1,50	226,530	208,555	215,041
2,0	2,5	0,8	317,78	304,64	1,50	225,186	208,093	214,159
2,0	2,7	0,8	346,06	304,05	1,50	224,040	207,699	213,170
2,5	2,8	0,8	354,55	329,71	1,50	237,697	219,808	228,753
2,5	3,1	0,8	355,80	329,98	1,50	237,700	219,991	228,506
2,5	3,4	0,8	445,14	390,39	1,50	276,767	250,154	228,468
3,0	3,5	0,8	375,36	354,26	1,50	250,134	236,177	243,207
3,0	3,7	0,8	376,43	355,19	1,50	250,786	236,791	243,516
3,0	3,9	0,8	479,99	476,94	1,50	406,126	387,344	243,815

1,0	1,1	1,2	434,03	337,24	1,50	279,351	224,827
1,5	1,3	1,1	419,81	320,01	1,50	279,872	218,677
1,0	1,0	1,1	409,58	341,79	1,50	111,890	114,146
1,5	1,7	1,1	444,01	359,63	1,50	286,805	239,761
1,5	1,9	1,1	436,13	354,89	1,50	280,756	236,591
1,5	2,1	1,1	419,76	351,05	1,50	285,907	234,034
2,0	2,3	1,1	447,90	383,12	1,50	298,597	255,546
2,0	2,5	1,1	449,36	380,81	1,50	295,573	253,871
2,0	2,7	1,1	459,49	378,67	1,50	292,996	251,445
1,5	2,9	1,1	459,47	407,50	1,50	306,313	271,668
2,5	3,2	1,1	655,80	409,27	1,50	304,535	270,887
2,5	3,3	1,1	454,45	405,29	1,50	302,969	270,193
3,0	3,5	1,1	474,84	411,93	1,50	316,563	287,951
3,0	3,7	1,1	473,35	411,64	1,50	315,576	287,758
3,0	3,9	1,1	477,04	431,32	1,50	314,691	287,585

1,0	1,1	1,4	554,88	416,16	1,50	388,820	277,507
1,0	1,3	1,4	515,07	405,28	1,50	358,714	268,919
1,0	1,5	1,4	510,54	390,93	1,50	347,029	262,631
1,5	1,7	1,4	573,20	437,99	1,50	380,802	281,865
1,5	1,9	1,4	558,29	430,78	1,50	372,824	287,188
1,5	2,1	1,4	549,82	424,98	1,50	366,544	283,119
2,0	2,3	1,4	549,76	461,50	1,50	375,541	297,536
2,0	2,5	1,4	556,52	456,97	1,50	372,016	304,650
2,0	2,7	1,4	550,36	453,29	1,50	366,905	302,191
2,0	2,9	1,4	568,29	460,19	1,50	379,029	319,218
2,5	3,1	1,4	561,88	482,86	1,50	375,320	321,774
2,5	3,3	1,4	559,74	480,35	1,50	373,182	320,233
3,0	3,5	1,4	579,49	500,59	1,50	386,325	339,725
3,0	3,7	1,4	576,38	508,09	1,50	384,251	338,725
3,0	3,9	1,4	573,58	506,74	1,50	381,469	337,827





Paso 10. Iteración para el Cálculo de capacidad ultimo de carga aplicando las correcciones por carga, profundidad e inclinación con distintos niveles de desplante (Df) y áreas de cimientos CORRIDO CERRAMIENTO PERIMETRAL.

CAPACIDAD PORTANTE EN CILINDROS COPIGOS

CAPACIDAD PORTANTE EN CILINDROS COPIGOS

0.3	5.0	0.8	1.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.031	1.028	0.976	1.14	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	200.41	173.40
0.5	5.0	0.8	2.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.052	1.047	0.960	1.40	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	226.81	190.16
0.7	5.0	0.8	3.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.073	1.066	0.944	1.34	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	258.01	206.45
0.9	5.0	0.8	4.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.094	1.085	0.928	1.36	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	275.71	222.25
1.1	5.0	0.8	5.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.114	1.104	0.912	1.29	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	287.32	237.58
1.3	5.0	0.8	6.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.135	1.123	0.896	1.25	1.19	1.00	1.00	1.00	1.00	290.92	252.43
1.5	5.0	0.8	7.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.156	1.142	0.880	1.21	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	300.54	266.81
1.7	5.0	0.8	8.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.177	1.161	0.864	1.19	1.15	1.00	1.00	1.00	1.00	310.57	280.70
1.9	5.0	0.8	9.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.198	1.180	0.848	1.17	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	321.20	294.12
2.1	5.0	0.8	10.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.218	1.199	0.832	1.15	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	331.35	307.06
2.3	5.0	0.8	11.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.239	1.218	0.816	1.14	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	341.61	319.52
2.5	5.0	0.8	12.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.260	1.236	0.800	1.13	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	351.69	331.51
2.7	5.0	0.8	13.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.281	1.255	0.784	1.12	1.09	1.00	1.00	1.00	1.00	361.53	343.01
2.9	5.0	0.8	14.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.302	1.274	0.768	1.11	1.09	1.00	1.00	1.00	1.00	371.09	354.04
3.1	5.0	0.8	15.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.322	1.293	0.752	1.10	1.08	1.00	1.00	1.00	1.00	380.34	364.60

CAPACIDAD PORTANTE EN CILINDROS COPIGOS

0.3	5.0	1.1	1.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.031	1.028	0.976	1.52	1.40	1.00	1.00	1.00	1.00	333.44	230.23
0.5	5.0	1.1	2.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.052	1.047	0.960	1.46	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	340.76	248.04
0.7	5.0	1.1	3.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.073	1.066	0.944	1.40	1.31	1.00	1.00	1.00	1.00	348.67	265.37
0.9	5.0	1.1	4.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.094	1.085	0.928	1.35	1.27	1.00	1.00	1.00	1.00	357.34	282.22
1.1	5.0	1.1	5.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.114	1.104	0.912	1.31	1.24	1.00	1.00	1.00	1.00	366.68	298.59
1.3	5.0	1.1	6.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.135	1.123	0.896	1.24	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	387.47	314.49
1.5	5.0	1.1	7.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.156	1.142	0.880	1.29	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	394.64	329.31
1.7	5.0	1.1	8.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.177	1.161	0.864	1.26	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	403.15	344.25
1.9	5.0	1.1	9.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.198	1.180	0.848	1.23	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	412.45	358.31
2.1	5.0	1.1	10.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.218	1.199	0.832	1.21	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	422.17	373.30
2.3	5.0	1.1	11.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.239	1.218	0.816	1.19	1.15	1.00	1.00	1.00	1.00	432.11	386.81
2.5	5.0	1.1	12.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.260	1.236	0.800	1.18	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	442.29	399.84
2.7	5.0	1.1	13.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.281	1.255	0.784	1.16	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	452.02	412.39
2.9	5.0	1.1	14.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.302	1.274	0.768	1.15	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	461.81	424.46
3.1	5.0	1.1	15.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.322	1.293	0.752	1.14	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	471.40	436.06

CAPACIDAD PORTANTE EN CILINDROS COPIGOS

0.3	5.0	1.4	1.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.031	1.028	0.976	1.54	1.42	1.00	1.00	1.00	1.00	423.76	287.06
0.5	5.0	1.4	2.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.052	1.047	0.960	1.49	1.38	1.00	1.00	1.00	1.00	432.20	305.91
0.7	5.0	1.4	3.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.073	1.066	0.944	1.44	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00	440.81	324.28
0.9	5.0	1.4	4.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.094	1.085	0.928	1.40	1.31	1.00	1.00	1.00	1.00	449.79	342.18
1.1	5.0	1.4	5.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.114	1.104	0.912	1.36	1.28	1.00	1.00	1.00	1.00	459.22	359.60
1.3	5.0	1.4	6.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.135	1.123	0.896	1.33	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	469.07	376.54
1.5	5.0	1.4	7.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.156	1.142	0.880	1.27	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	479.12	393.01
1.7	5.0	1.4	8.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.177	1.161	0.864	1.33	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	503.15	408.99
1.9	5.0	1.4	9.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.198	1.180	0.848	1.29	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	510.73	424.50
2.1	5.0	1.4	10.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.218	1.199	0.832	1.27	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	519.27	439.53
2.3	5.0	1.4	11.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.239	1.218	0.816	1.24	1.19	1.00	1.00	1.00	1.00	528.49	454.09
2.5	5.0	1.4	12.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.260	1.236	0.800	1.22	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	537.94	468.16
2.7	5.0	1.4	13.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.281	1.255	0.784	1.21	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	547.62	481.76
2.9	5.0	1.4	14.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.302	1.274	0.768	1.19	1.15	1.00	1.00	1.00	1.00	557.36	494.88
3.1	5.0	1.4	15.50	11.018	21.183	9.476	12.720	25.120	8.340	1.322	1.293	0.752	1.18	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	567.05	507.52

Dirección: Calle 2 No. 2-59 Valvanera Pitalito -Huila

<https://oscarfernandoarevalo.com/contenido/> - Email: info.laboratorio@mecanicadesuelosofa.com

Teléfono 3105510987

Paso 11. Iteración en condiciones estáticas para el Cálculo estático de la capacidad portante admisible con un $FS=3.0$ con distintos niveles de desplante (Df) y áreas de cimientos
CORRIDO CERRAMIENTO PERIMETRAL.

LABORATORIO DE CAPACIDAD PORTANTE EN CIMENTOS RECTANGULARES

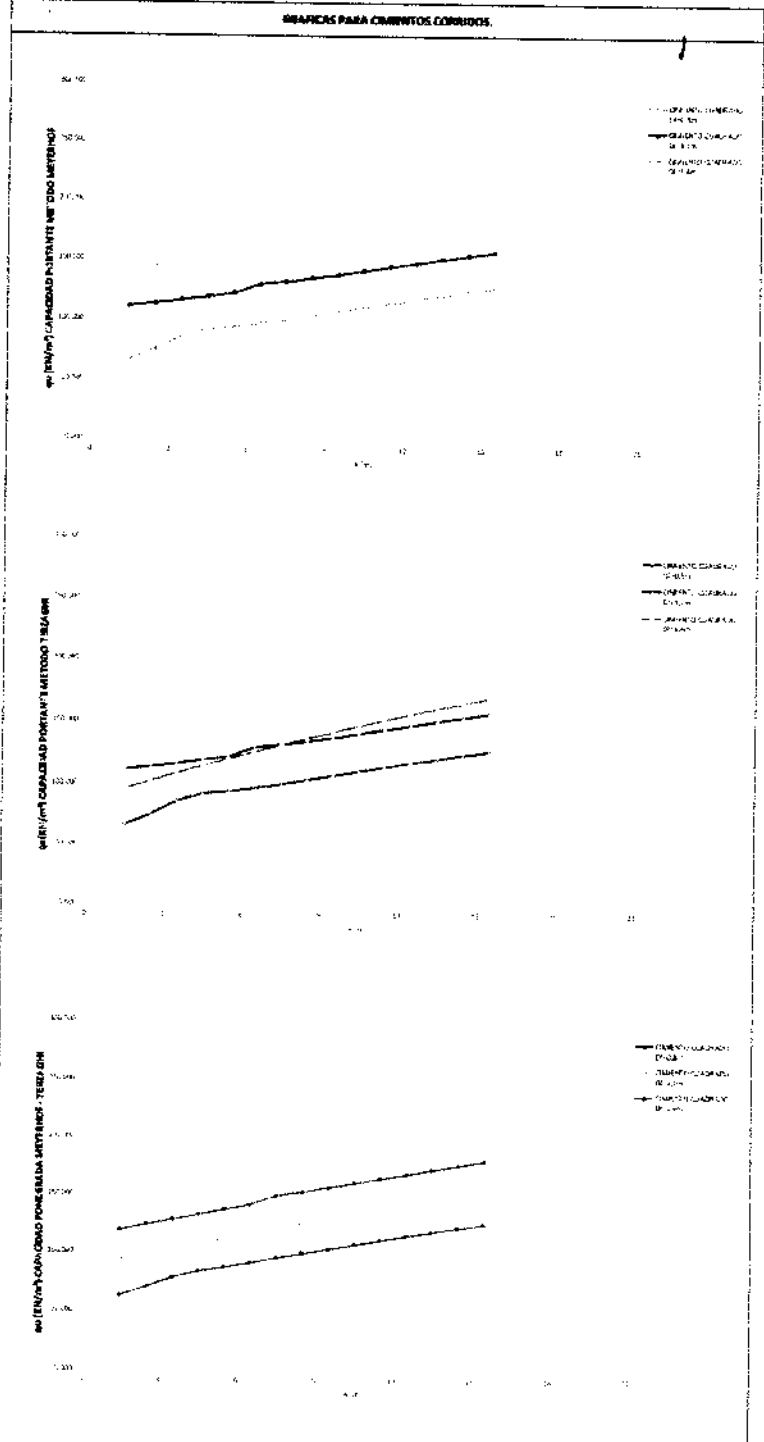
Área (m²)	Nivel de desplante (Df)	Factor de seguridad (FS)	Capacidad portante (kg/cm²)	Capacidad portante (ton/m²)	Capacidad portante (kg/m²)	Capacidad portante (ton/m²)
0.3	5.0	0.8	288.41	173.04	3.0	64.805
0.5	5.0	0.8	234.81	140.88	3.0	75.603
0.7	5.0	0.8	258.91	155.35	3.0	84.085
0.9	5.0	0.8	275.71	165.23	3.0	91.845
1.1	5.0	0.8	282.37	169.42	3.0	94.337
1.3	5.0	0.8	290.82	174.49	3.0	96.973
1.5	5.0	0.8	300.54	180.33	3.0	100.559
1.7	5.0	0.8	310.67	186.20	3.0	104.385
1.9	5.0	0.8	321.06	192.12	3.0	108.399
2.1	5.0	0.8	331.35	197.06	3.0	112.451
2.3	5.0	0.8	341.61	202.02	3.0	116.508
2.5	5.0	0.8	351.86	206.91	3.0	120.598
2.7	5.0	0.8	362.13	211.81	3.0	124.624
2.9	5.0	0.8	372.40	216.74	3.0	128.655
3.1	5.0	0.8	382.66	221.68	3.0	132.681

LABORATORIO DE CAPACIDAD PORTANTE EN CIMENTOS RECTANGULARES

Área (m²)	Nivel de desplante (Df)	Factor de seguridad (FS)	Capacidad portante (kg/cm²)	Capacidad portante (ton/m²)	Capacidad portante (kg/m²)	Capacidad portante (ton/m²)
0.3	5.0	1.1	223.44	134.08	3.0	111.168
0.5	5.0	1.1	240.76	144.23	3.0	118.575
0.7	5.0	1.1	248.67	149.17	3.0	116.225
0.9	5.0	1.1	257.34	154.02	3.0	119.113
1.1	5.0	1.1	266.69	158.81	3.0	122.127
1.3	5.0	1.1	274.72	163.49	3.0	125.158
1.5	5.0	1.1	284.64	168.91	3.0	121.547
1.7	5.0	1.1	293.15	174.85	3.0	124.284
1.9	5.0	1.1	302.45	180.28	3.0	127.482
2.1	5.0	1.1	312.27	185.76	3.0	130.714
2.3	5.0	1.1	322.11	191.21	3.0	134.035
2.5	5.0	1.1	332.09	196.64	3.0	137.263
2.7	5.0	1.1	342.02	202.02	3.0	140.672
2.9	5.0	1.1	352.11	207.46	3.0	143.935
3.1	5.0	1.1	362.40	212.96	3.0	147.134

LABORATORIO DE CAPACIDAD PORTANTE EN CIMENTOS RECTANGULARES

Área (m²)	Nivel de desplante (Df)	Factor de seguridad (FS)	Capacidad portante (kg/cm²)	Capacidad portante (ton/m²)	Capacidad portante (kg/m²)	Capacidad portante (ton/m²)
0.3	5.0	1.4	423.76	254.26	3.0	141.253
0.5	5.0	1.4	432.20	257.32	3.0	144.067
0.7	5.0	1.4	440.81	260.49	3.0	146.937
0.9	5.0	1.4	448.79	263.68	3.0	149.830
1.1	5.0	1.4	456.22	266.92	3.0	152.872
1.3	5.0	1.4	463.07	270.14	3.0	155.957
1.5	5.0	1.4	469.12	273.28	3.0	159.068
1.7	5.0	1.4	475.15	276.35	3.0	162.177
1.9	5.0	1.4	481.15	279.35	3.0	165.267
2.1	5.0	1.4	487.12	282.32	3.0	168.331
2.3	5.0	1.4	493.06	285.26	3.0	171.373
2.5	5.0	1.4	498.96	288.16	3.0	174.394
2.7	5.0	1.4	504.82	291.04	3.0	177.397
2.9	5.0	1.4	510.64	293.88	3.0	180.382
3.1	5.0	1.4	516.42	296.68	3.0	183.348





Paso 12. Iteración en condiciones pseudoestático para el Cálculo de la capacidad portante admisible con un $FS \Rightarrow 1.5 < 2.5$ con distintos niveles de desplante (Df) y áreas de cimientos CORRIDO CERRAMIENTO PERIMETRAL.

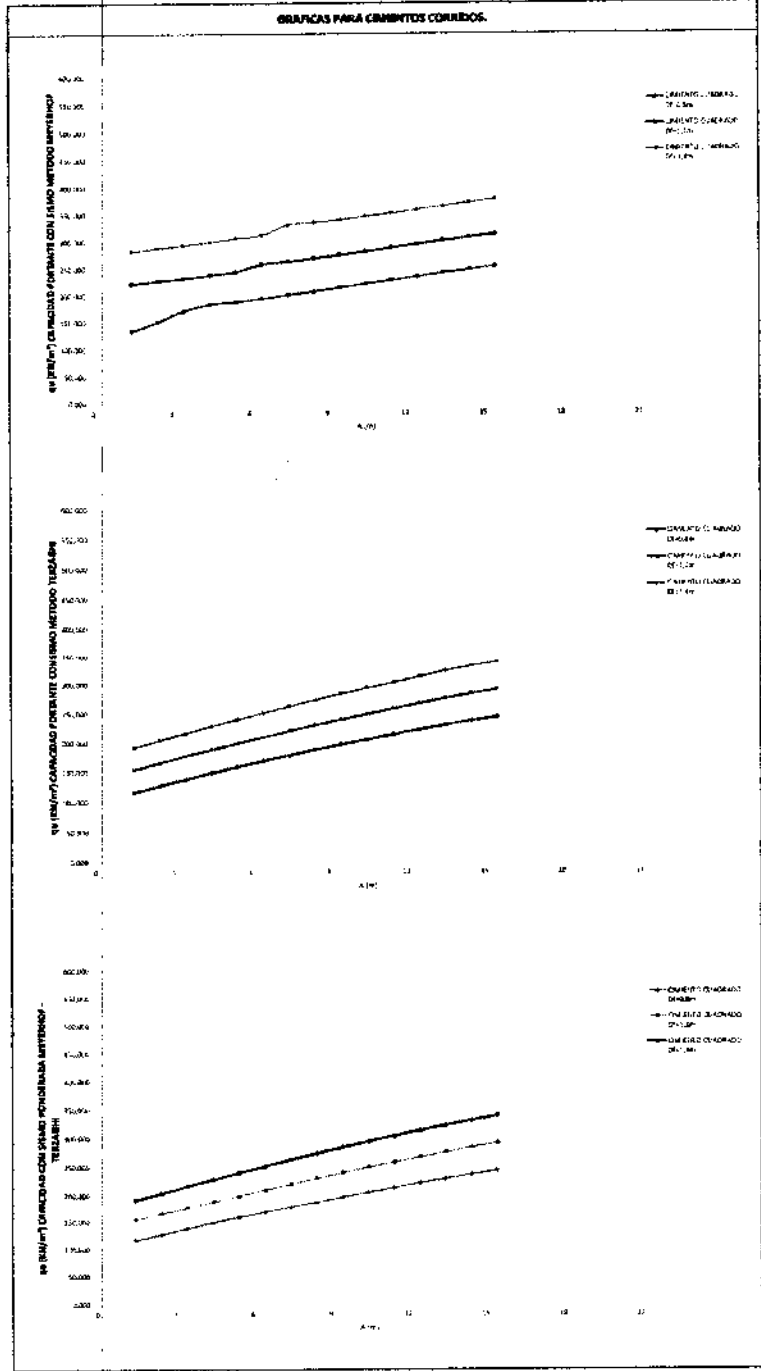
0,25	0,30	1,45	3,20	0,34	0,38	0,398
------	------	------	------	------	------	-------

0,000	1,000	0,000
-------	-------	-------

0,3	5,0	0,8	200,43	171,40	1,50	138,907	115,600	324,603
0,5	5,0	0,8	226,81	190,16	1,50	151,205	126,774	338,990
0,7	5,0	0,8	256,00	206,45	1,50	172,010	137,631	354,630
0,9	5,0	0,8	279,71	222,25	1,50	183,205	148,109	365,388
1,1	5,0	0,8	282,32	237,58	1,50	186,213	158,388	373,301
1,3	5,0	0,8	290,92	251,49	1,50	193,947	168,269	381,118
1,5	5,0	0,8	300,54	266,81	1,50	200,360	177,871	389,116
1,7	5,0	0,8	310,67	280,70	1,50	207,111	187,135	397,191
1,9	5,0	0,8	321,00	294,12	1,50	213,959	196,080	405,040
2,1	5,0	0,8	331,25	307,06	1,50	220,907	204,707	412,805
2,3	5,0	0,8	341,61	319,52	1,50	227,740	213,015	420,378
2,5	5,0	0,8	351,99	331,51	1,50	234,456	221,005	427,732
2,7	5,0	0,8	361,53	343,01	1,50	241,018	228,676	434,887
2,9	5,0	0,8	371,09	354,04	1,50	247,391	236,029	441,710
3,1	5,0	0,8	380,34	364,60	1,50	253,544	243,083	448,511

0,3	5,0	1,1	333,44	230,73	1,5	222,296	153,485
0,5 <td>5,0</td> <td>1,1</td> <td>340,76</td> <td>249,04</td> <td>1,5</td> <td>227,171</td> <td>165,357</td>	5,0	1,1	340,76	249,04	1,5	227,171	165,357
0,7 <td>5,0</td> <td>1,1</td> <td>348,67</td> <td>265,37</td> <td>1,5</td> <td>232,450</td> <td>176,910</td>	5,0	1,1	348,67	265,37	1,5	232,450	176,910
0,9 <td>5,0</td> <td>1,1</td> <td>357,44</td> <td>282,22</td> <td>1,5</td> <td>238,235</td> <td>188,145</td>	5,0	1,1	357,44	282,22	1,5	238,235	188,145
1,1 <td>5,0</td> <td>1,1</td> <td>366,69</td> <td>299,55</td> <td>1,5</td> <td>244,453</td> <td>199,061</td>	5,0	1,1	366,69	299,55	1,5	244,453	199,061
1,3 <td>5,0</td> <td>1,1</td> <td>377,47</td> <td>314,49</td> <td>1,5</td> <td>250,316</td> <td>209,659</td>	5,0	1,1	377,47	314,49	1,5	250,316	209,659
1,5 <td>5,0</td> <td>1,1</td> <td>394,64</td> <td>329,91</td> <td>1,5</td> <td>263,093</td> <td>219,938</td>	5,0	1,1	394,64	329,91	1,5	263,093	219,938
1,7 <td>5,0</td> <td>1,1</td> <td>408,15</td> <td>344,85</td> <td>1,5</td> <td>268,768</td> <td>229,899</td>	5,0	1,1	408,15	344,85	1,5	268,768	229,899
1,9 <td>5,0</td> <td>1,1</td> <td>412,45</td> <td>359,31</td> <td>1,5</td> <td>274,964</td> <td>239,541</td>	5,0	1,1	412,45	359,31	1,5	274,964	239,541
2,1 <td>5,0</td> <td>1,1</td> <td>422,17</td> <td>373,30</td> <td>1,5</td> <td>281,449</td> <td>248,865</td>	5,0	1,1	422,17	373,30	1,5	281,449	248,865
2,3 <td>5,0</td> <td>1,1</td> <td>434,11</td> <td>386,81</td> <td>1,5</td> <td>288,071</td> <td>257,870</td>	5,0	1,1	434,11	386,81	1,5	288,071	257,870
2,5 <td>5,0</td> <td>1,1</td> <td>443,09</td> <td>399,84</td> <td>1,5</td> <td>294,727</td> <td>266,557</td>	5,0	1,1	443,09	399,84	1,5	294,727	266,557
2,7 <td>5,0</td> <td>1,1</td> <td>452,07</td> <td>412,39</td> <td>1,5</td> <td>301,344</td> <td>274,925</td>	5,0	1,1	452,07	412,39	1,5	301,344	274,925
2,9 <td>5,0</td> <td>1,1</td> <td>461,81</td> <td>424,46</td> <td>1,5</td> <td>307,871</td> <td>282,975</td>	5,0	1,1	461,81	424,46	1,5	307,871	282,975
3,1 <td>5,0</td> <td>1,1</td> <td>471,40</td> <td>436,06</td> <td>1,5</td> <td>314,267</td> <td>290,706</td>	5,0	1,1	471,40	436,06	1,5	314,267	290,706

0,3	5,0	1,4	423,76	287,06	1,5	282,507	191,171
0,5	5,0	1,4	432,20	305,91	1,5	288,135	203,939
0,7	5,0	1,4	440,81	324,28	1,5	293,874	216,189
0,9	5,0	1,4	449,79	342,18	1,5	299,660	228,121
1,1	5,0	1,4	459,22	359,60	1,5	306,144	238,734
1,3	5,0	1,4	469,07	376,54	1,5	312,715	251,029
1,5	5,0	1,4	479,12	393,01	1,5	321,412	262,005
1,7	5,0	1,4	500,35	408,99	1,5	335,435	273,663
1,9	5,0	1,4	510,77	424,50	1,5	340,484	283,002
2,1	5,0	1,4	519,27	439,59	1,5	346,183	293,023
2,3	5,0	1,4	528,43	454,09	1,5	352,289	302,725
2,5	5,0	1,4	537,04	468,16	1,5	358,674	312,108
2,7	5,0	1,4	547,62	481,76	1,5	365,092	321,173
2,9	5,0	1,4	557,36	494,88	1,5	371,574	329,929
3,1	5,0	1,4	567,05	507,52	1,5	378,037	338,348



Paso 13. Sistema de zapata aislada: Se debe construir la cimentación sobre el relleno estructural y/o mejoramiento de la subrasante construida con un espesor promedio de 0,80m a un ancho del 30% con respecto a la cimentación propuesta, el material de relleno es con agregados tipo recebo seleccionado estabilizado con cemento y/o concreto ciclope con materiales que cumplan a cabalidad las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, INVIAS, Artículo 350-630. Para este fin se implementó un Plan de Inspección y Ensayos riguroso que garantice los procesos constructivos de norma y por ende la estabilidad del suelo de cimentación. La diferencia entre la profundidad de excavación (1,60m), el relleno de mejoramiento (0,80m) en relleno artificial en recebo, nos da nivel de cimentación previa compactación y toma de densidades $>98\%$ de la muestra patrón ensayo de compactación Proctor y/o concreto ciclópeo nos da la profundidad de desplante de (0,80m) El sistema de cimentación propuesto es aporticado de zapata aislada acompañando de vigas de cimentación en concreto reforzado clase D (21 a 28mpa). El estrato de cimentación es una arcilla inorgánica, capacidad portante de diseño:

CIMENTACIÓN CUADRADA: capacidad portante área mínima de zapata ($6,25m^2$) condición estática $119,38Kn/m^2$ condición pseudoestático $238,76Kn/m^2$.

CIMENTACIÓN RECTANGULAR: capacidad portante área mínima de zapata ($7,25m^2$) condición estática $114,38Kn/m^2$ condición pseudoestático $228,75Kn/m^2$.

CIMENTACIÓN CORRIDA: capacidad portante área mínima de zapata ($0,30m^2$) condición estática $69,49Kn/m^2$ condición pseudoestático $138,99Kn/m^2$.

Se menciona y se aclara que para la elaboración del presente informe geotécnico se tienen planos planta perfil y datos de carga estimadas de las estructuras proyectadas al interior del proyecto, por ende, el especialista encargado del diseño estructural debe verificar que las cargas generadas en cada apoyo no superen los valores de capacidad portante reportados en el presente informe geotécnico; en el caso que las cargas generadas en cada apoyo sean superiores al valor de capacidad admisible obtenido, el ingeniero estructural debe hacer uso de los ábacos presentados en el presente informe geotécnico, para obtener la dimensión que satisfaga las necesidades estructurales, contrarrestando de esa manera la generación de posibles asentamientos diferenciales o punzamiento del terreno.



EMPUJE DE LOS SUELOS

Para el cálculo de empujes de suelos en el eventual diseño de Muros de Contención y/o Tanques subterráneos, hasta uno punto noventa metros (2,1m) de profundidad, se pueden adoptar los siguientes valores.

Tabla 21. Parámetros de diseño de estructuras de contención

Parámetro	Valor
Densidad	17.90 Kn/m ³
Coefficiente de empuje activo: K_a	0.40
Coefficiente de empuje pasivo o resistencia lateral: K_p	2.49
Coefficiente de empuje horizontal: K_o	0.54
Módulo de Balastro (Tn/m ³): K_s	1215.58
Coefficiente de Fricción	25.31
Densidad máxima suelo de relleno g/cm ³	2.36
Coefficiente de Fricción del relleno	0.36

Estos valores relacionados en el cuadro anterior, es para estructuras con taludes en la corona, horizontal.

3.5.2 CALCULO DE ASENTAMIENTOS

Para el análisis de los asentamientos se utilizó el software para computador GEO 5 desarrollado por la multinacional FINE en Republica Checa, que emplea método de los Elementos Finitos para calcular los esfuerzos y deformaciones, también permite el cálculo de consolidación por el método analítico de Terzagui de los suelos que soportan carga producto del peso de las estructuras. En los suelos del sitio no se presentan asentamientos por consolidación. Para el análisis se utilizó el modelo de Mohr-Coulomb con plasticidad perfecta.

La plasticidad está asociada con la no recuperación de las deformaciones.

E = módulo de Young (kN/m²)

ν = relación de Poisson

ϕ = ángulo de fricción

c = cohesión

Tabla 22. Propiedades de los suelos para el diseño

CL-ML	1,5	7	5	3	31	31	39,93	14219,6	0,363
CL-ML	2,5	10	6	5	28	28	59,38	22280,0	0,353
ML	3,5	11	7	5	28	29	69,62	25101,6	0,352
ML	4,5	14	9	8	30	30	99,78	28817,8	0,342
ML	5,5	14	8	8	25	26	98,62	28602,7	0,349
ML	6,5	16	9	9	26	27	121,89	30538,3	0,345

Fuente: Mecánica de Suelos – Oscar Fernando Arévalo

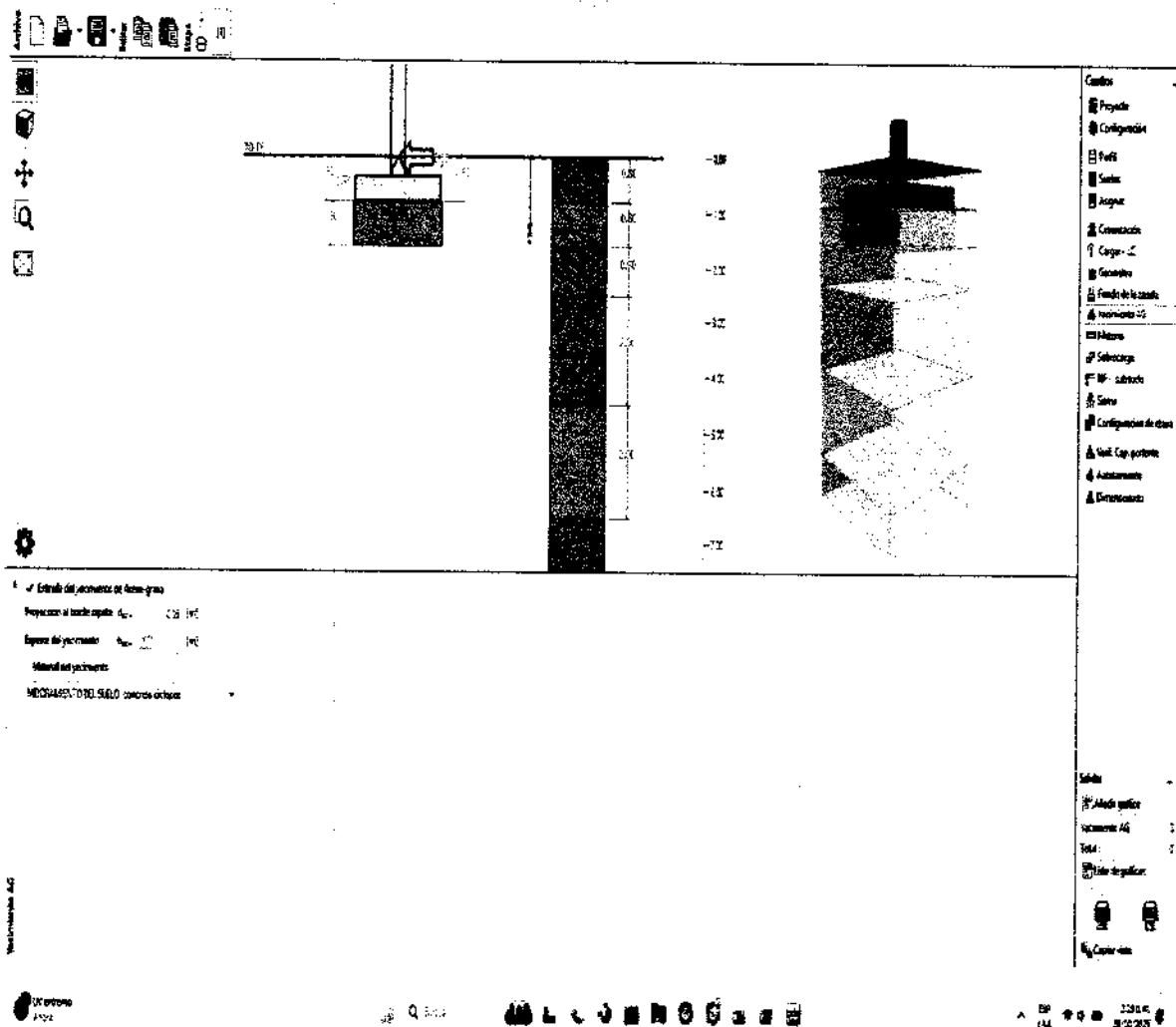


Ilustración 22. Relación cimentación vs suelo con sismo (modelación programa GEO 5).



El análisis por medio de los elementos finitos permite determinar, de acuerdo a las cargas las condiciones de esfuerzo y los asentamientos para los diferentes tipos de cimentación.

Teniendo en cuenta que no se tiene información de las cargas del proyecto y que el rango de cargas admisibles para la categoría baja (menor a 800KN) es muy amplio, se realizó una modelación a seis puntos cuarenta (6.4) metros. (carga de servicio + carga muerta + carga viva) según cuadro anexo de reacción que equivale a 500KN

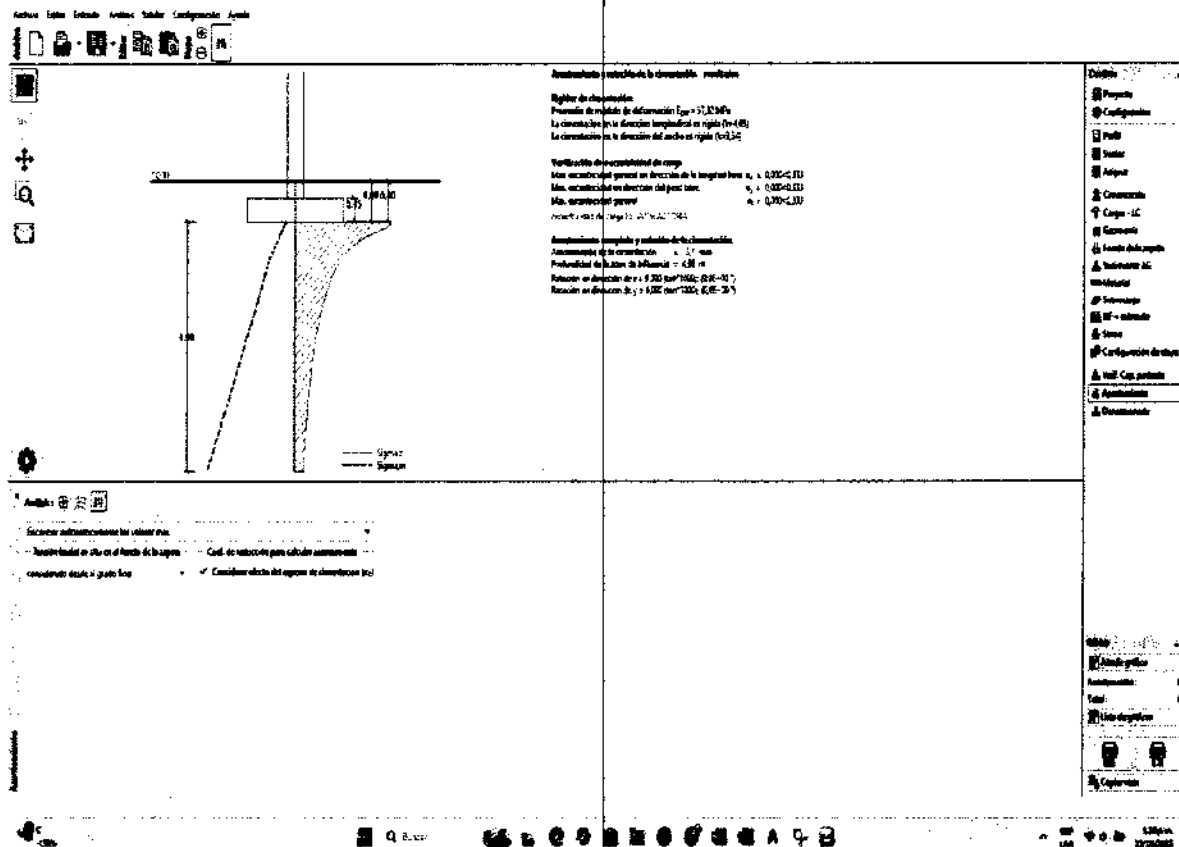


Ilustración 23. Asentamiento elástico máximo esperado (modelación programa GEO 5).

376
372

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 91 de 112

Nota: La carga que se utilizó para la modelación es un valor arbitrario, lo que se busca es cuanta carga me soporta el suelo para un asentamiento de 2.5 centímetros.

- ✓ Asentamientos para cimentación a nivel de suelo competente, con una zapata de 2.5x2.8 metros.

Se evaluó los asentamientos de acuerdo a las características mecánicas del subsuelo en un sistema de zapatas individuales a partir del suelo elástico de desplante, es decir, solo se procederá a calcular el asentamiento inmediato. Según el análisis cuantitativo se puede concluir que se espera un máximo valor de 3,1mm con una influencia de 4,98m, lo que es aceptable, pero debe ser verificado según los distintos valores de áreas de zapatas.

Calculados los asentamientos de la estructura modelados bajo programa GEO-5 que para el presente proyecto es de 4.8mm, se procede a calcular el bulbo de presiones e influencia de las zapatas cuadradas, rectangulares y cimiento corrido sobre los estratos granulares, mediante el método propuesto por SCHMERTMAN, considerando los resultados del ensayo de penetración estándar.

$$S_e = C_1 q_{\text{neto}} \sum_{i=1}^n \frac{I_z}{E} \Delta z_i$$

Donde,

$$C_1 = 1 - 0.5 (\sigma'_0 / q_{\text{neto}}) > 0.5$$

$$q_{\text{neto}} = q_{adm} - \sigma'_0$$

$$I_z = 0.5 + 0.1 (q_{\text{neto}} / \sigma'_0)^{1/2}$$

σ'_0 = Esfuerzo vertical efectivo a la profundidad del cimiento



Los valores adoptados y obtenidos se dan en las siguientes tablas para:

TABLA DE CORRECCIÓN DE ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR AL 45 Y 60 % DE LA ENERGÍA

Nivel Prueba (m)												q' Kenney obtenidos									
Profundidad (m)	N medido	γ (kN/m ³)	σ' (kN/m ²)	C_u (ton/cm ²)	η_1	η_2	η_3	η_4	N1 (60)	N60	q' (kN/m ²) K1400	q' (kN/m ²) K60	Tipo de suelo	Clasificación (SUCS)	IP	qs (kPa)	Cu (kPa)	Es (kN/m ²)	Poisson (v)		
1	1.50	8	16.33	35.24	1.604	0.63	0.75	1	1	5	4	29	29	C	CL-ML	17.49	46.07	23.03	17161.6	0.355	
	2.50	9	16.41	41.65	1.386	0.63	0.75	1	1	5	4	29	29	C	CL-ML	17.46	55.28	27.64	21574.6	0.354	
	3.50	10	16.90	58.55	1.238	0.63	0.75	1	1	5	4	23	24	ML	ML	10.26	58.35	29.18	23465.6	0.368	
	4.50	12	12.39	75.94	1.125	0.63	0.85	1	1	7	6	25	25	ML	ML	13.43	83.54	41.77	25907.0	0.353	
	5.50	14	19.38	95.32	1.027	0.63	0.85	1	1	7	7	25	26	ML	ML	8.94	91.98	46.99	27742.5	0.351	
	6.50	14	17.84	112.36	0.955	0.63	0.95	1	1	8	8	25	27	ML	ML	10.29	105.94	52.52	27742.5	0.354	

Nivel Prueba (m)										q' Kenney obtenidos										
Profundidad (m)	N medido	γ (kN/m ³)	σ' (kN/m ²)	C_u (ton/cm ²)	η_1	η_2	η_3	η_4	N1 (60)	N60	q' (kN/m ²)	q' (kN/m ²)	Tipo de suelo	Clasificación (SUCS)	IP	qs (kPa)	Cu (kPa)	Es (kN/m ²)	Poisson (v)	
2	1.50	7	17.05	25.50	1.598	0.63	0.75	1	1	5	3	29	29	C	CL-ML	15.96	38.83	19.96	14219.6	0.355
	2.50	9	16.41	41.99	1.383	0.65	0.75	1	1	5	4	23	23	ML	ML	11.44	52.21	26.11	20103.6	0.358
	3.50	12	17.62	59.61	1.238	0.63	0.75	1	1	7	6	31	31	C	CL-ML	11.59	73.71	36.86	25907.0	0.352
	4.50	14	16.99	76.59	1.122	0.63	0.85	1	1	8	7	31	31	C	CL-ML	12.48	97.46	48.75	28387.7	0.336
	5.50	12	18.73	95.33	1.027	0.63	0.85	1	1	5	6	24	25	ML	ML	9.61	80.06	40.08	25161.3	0.357
	6.50	14	17.85	112.38	0.955	0.63	0.95	1	1	8	8	25	27	ML	ML	8.07	108.93	54.46	28387.7	0.349

Nivel Prueba (m)												q' Kenney obtenidos									
Profundidad (m)	N medido	γ (kN/m ³)	σ' (kN/m ²)	C_u (ton/cm ²)	η_1	η_2	η_3	η_4	N1 (60)	N60	q' (kN/m ²)	q' (kN/m ²)	Tipo de suelo	Clasificación (SUCS)	IP	qs (kPa)	Cu (kPa)	Es (kN/m ²)	Poisson (v)		
3	1.50	6	17.38	26.08	1.589	0.63	0.75	1	1	4	3	33	33	C	CL-ML	6.64	33.78	16.89	11277.6	0.381	
	2.50	12	17.32	43.40	1.368	0.63	0.75	1	1	7	5	31	31	C	CL-ML	11.60	70.64	35.32	25161.3	0.346	
	3.50	13	18.00	61.40	1.218	0.65	0.75	2	2	7	6	31	31	C	CL-ML	13.31	76.76	38.39	26452.1	0.337	
	4.50	17	17.39	78.79	1.109	0.63	0.85	1	1	10	9	33	33	C	CL-ML	8.74	118.35	59.17	32258.7	0.337	
	5.50	18	18.59	97.78	1.015	0.63	0.85	1	1	10	9	26	27	M	ML	5.01	121.83	60.91	32993.9	0.340	
	6.50	20	15.21	112.90	0.953	0.63	0.95	1	1	11	12	27	29	M	ML	5.35	151.72	75.86	35484.6	0.331	

Ilustración 24. Corrección de ensayo de penetración estándar al 45 y 60 % de la energía

Cálculo del Nequivalente propuesto por SCHMERTMANN

El autor propone el cálculo de los valores de Z_1 , Z_2 , X_1 y X_2

✓ Se pondera los valores de N y se grafican.

$$N_{45} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{45(n)} * A_{(n)}}{A_{total}}$$

✓ La ecuación de N_{45} Ponderado se obtiene con la siguiente ecuación.



✓ Para este caso las arelas correspondientes a cada valor de N_{45} fueron calculados usando el método de dovelas, ya que se estiman unos pasos fijos entre intervalos (ΔZ)

ZAPATAS CUADRADAS									
Profundidad (m)	N ponderado		Ponderado		B	L	L/B	N1(60)FINAL	N60FINAL
	N1 (60)	N60	Es (KCN/m2)	Area					
2,4	5	5	14219,64		1,0	1,0	1		
2,4	6	6	22280,02	0,19	1,17	1,17	4158,937		
3,4	7	7	25101,58	0,87	0,44	0,44	1673,639		
4,4	9	9	28817,79	0,80	0,80	0,80	0		
5,4	8	8	28602,73	0,80	0,80	0,80	0		
6,4	9	9	30538,25	0,00	0,00	0,00	0		
7,4	45	45	27742,50	0,00	0,00	0,00	9		
Suma				0,25	1,61	1,61	5832,376		

Gráfico de áreas Zapatas cuadradas

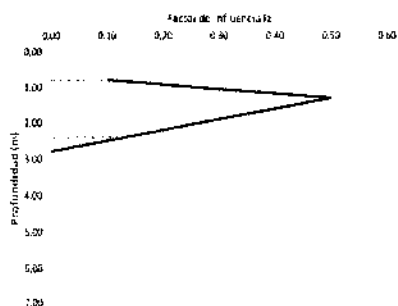


Ilustración 25. Factor de Influencia Iz para Zapatas Cuadradas.

ZAPATAS RECTANGULARES									
Profundidad (m)	N ponderado		Ponderado		B	L	L/B	N1(60)FINAL	N60FINAL
	N1 (60)	N60	Es (KCN/m2)	Area					
2,4	5	5	14219,64		1,5	1,8	1,12		
2,4	6	6	22280,02	0,45	2,81	2,81	9936,42		
3,4	7	7	25101,58	0,50	2,47	2,47	4788,475		
4,4	9	9	28817,79	0,26	2,22	2,22	7487,234		
5,4	8	8	28602,73	0,13	0,99	0,99	3638,066		
6,4	9	9	30538,25	0,07	0,27	0,27	237,5779		
Suma				1,25	8,85	8,85	31767,71		

Gráfico de áreas Zapatas rectangulares

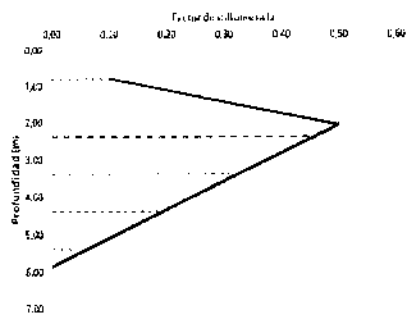
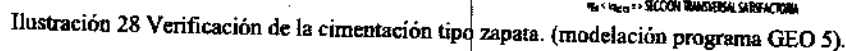


Ilustración 26. Factor de Influencia Iz para Zapatas Rectangulares

	x	y	
0	0,20	0,8	0,8
0	0,13	2,4	2,4
0	0,00	3,4	3,4
0	0,00	4,4	4,4
0	0,00	5,4	5,4
0	0,00	6,4	6,4
0	0,00	2,80	2,80



 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 95 de 112

5.3 MANEJO DE AGUAS SUPERFILES Y SUBTERRANEAS:

En el momento de realizar este estudio NO SE identificó in situ nivel freático a una profundidad de 6.50m en los Sondeos realizados. La profundidad del nivel de aguas freáticas no afecta los niveles de cimentación propuestos para el proyecto, sin embargo, si en el proceso constructivo hace presencia aguas subterráneas se debe implementar un sistema de drenajes horizontes sobre el cuerpo del muro y para evitar la presencia de aguas superficiales o depositadas en las zonas bajas del proyecto implica el diseño de obras civiles de drenaje que garanticen la estabilidad del sub suelo por lo tanto se debe construir obras de drenaje tipo sistema de filtro francés (grava y geotextil NT) en gravas no mayores a 3" con una altura de 1,50m sobre la zarpa del muro en toda su longitud el cual drenara hacia los sistemas de descoles implementados por la firma Constructora; este filtro debe cumplir con lo estipulado en el Art. 673-22 " Subdrene en geotextil y material granular " norma INVIAS.

Suministro e instalación de Geodrenes con tubería

El GEODREN PLANAR es una combinación de Geodrenes y Geotextil no tejido, en este sistema la función del geotextil es la filtración (retener el suelo permitiendo el paso del agua) y la Geodrenes es el medio drenante (encargado de captar y conducir las aguas que pasan a través del filtro).

Este geo compuesto se utiliza principalmente para los sistemas de drenaje en muros de contención, drenaje de terraplenes, drenajes de vías etc. El GEODREN con tubería es un GEODREN PLANAR unido a una tubería circular de drenaje perforada que conduce el agua captada por el Geodrenes.

El Geodrenes es un sistema prefabricado de drenaje que se instala en zanjas o trincheras, el cual permite captar y evacuar con alta eficiencia los fluidos.

El sistema de GEODREN Planar puede entregarse ensamblado desde fábrica o se puede ensamblar en el sitio de la obra, dependiendo de las condiciones y los requerimientos del proyecto. El sistema de GEODREN con Tubería se puede entregar ensamblado totalmente o para ensamblar en obra.

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 96 de 112

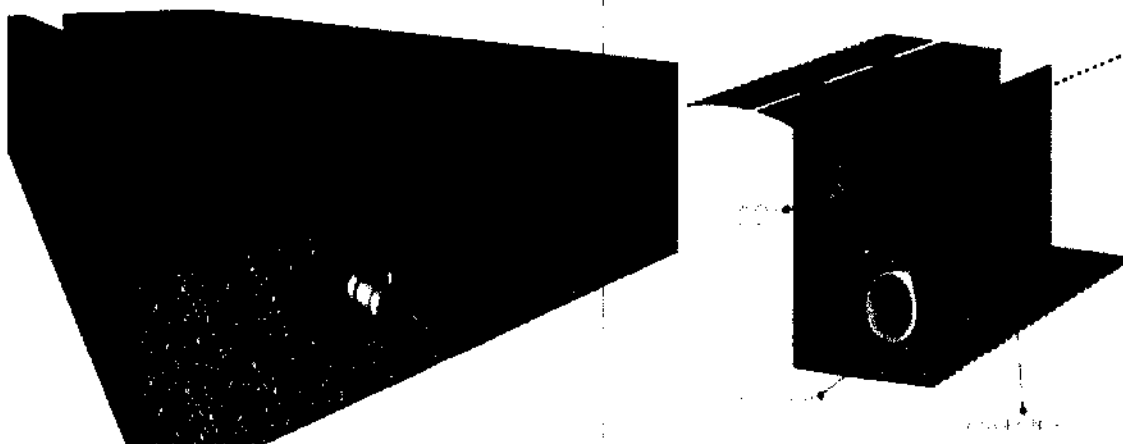
Una vez esté instalado el geo dren, se puede utilizar arena como material de relleno de la zanja de tal manera que al colocar el material no se presenten vacíos que generen deformidad en los materiales que se colocan sobre la excavación.

Para efectos del buen funcionamiento del sistema de drenaje se debe tener en cuenta la permeabilidad del material de relleno, a que de esto depende la velocidad de respuesta del sistema.

Normas a cumplir por los materiales

Las normas que se recomiendan cumplir corresponden a Las normas INVIAS INV o su equivalente ASTM o Norma ICONTEC Colombia:

INV E-901 ó ASTM 4632-91 ó ICONTEC 1998 (C16.105/86), INV E-902 ó ASTM D 4833 ó ICONTEC 3299 (C16.106/91), INV E-903 ó ASTM 4533 ó ICONTEC 2003 (C16.113/84), INV E-904 ó ASTM 3786 ó ICONTEC 2 678 (C31.051/87), INV E-905 ó ASTM D4491-92 ó ICONTEC 2002, INV E-906 ó ASTM D 5199-91, INV E-907 ó ASTM D4751-95 ó ICONTEC, INV E-908 ó ASTM D 4354-89 y 4439, INV E-909 ó ASTM D4759 -88 y D4439, INV E-910 ó ASTM 4355, INV E-911 ó ASTM D6140-00, INV E-912 ó ASTM 5261-92, INV E-913 ó ASTM D6241-99, ASTM D5321-02, ASTM D4716-03, ASTM D5101-90, para cumplir las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas.



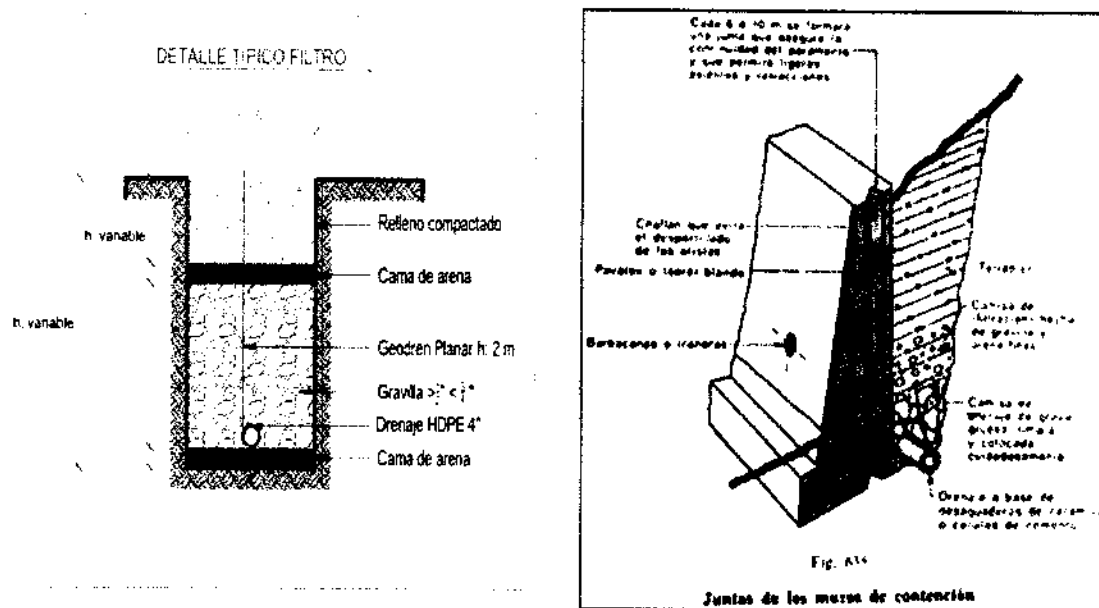


Ilustración 29. Tipología de un sistema de drenaje.

5.4. MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE Y RELLENOS ESTRUCTURALES CON AGREGADOS GRANULARES DE PRESTAMO

ARTÍCULO 230/610 – 22

Para la construcción de mejoramientos y rellenos estructurales con agregados de préstamo lateral o con adición de otro agregado se debe cumplir con la normatividad del Instituto Nacional de Vías – INVIAS en su actualización del año 2013 y cumplir con un plan de inspección de ensayos acorde con lo estipulado en los art. 230 y 610. Para las placas contrapiso, cimentación de andenes, zonas duras y rellenos de tubería se debe tener los siguientes requisitos como mínimo para garantizar la calidad de los procesos construcción de rellenos se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- Luego de descapotar el lote y/o excavar la caja para la construcción del colchón de recebo, la subrasante se compactará mediante pasadas con cilindro de 2.0 Toneladas.
- El recebo a utilizar será del tipo arenoso, libre de materia orgánica, con máximo de 20% de material pasa tamiz No.200, un índice de plasticidad inferior al 8%, un limite líquido máximo del 30% y un porcentaje de expansión del 0%. Especial cuidado se



deberá dar al estricto cumplimiento de estos límites para lo cual se deberán hacer ensayos antes de iniciar la construcción del colchón y durante el mismo al observar cambio en las características del material enviado a la obra.

- El recebo se compactará con cilindro hasta alcanzar una densidad de 95% del ensayo Proctor modificado.
- Se deben tomar en áreas no mayores a 200m² mínimo cinco (5) densidades para verificar el % de compactación in situ con respecto al ensayo de Proctor modificado con corrección de partículas gruesas y para rellenos de excavación de tubería por lo menos una (1) densidad cada 40 ml.
- Con el objeto de controlar el grado de compactación se hará antes de iniciar la construcción del colchón un mínimo de 2 ensayos Proctor modificado con corrección de partículas gruesas sobre el material a utilizar.
- Muestreo de los recibos para ensayos de granulometría y plasticidad deberá tomarse cada 50.0 m³ de material colocado.
- Cuando se deba realizar la compactación de la subrasante y de los materiales granulares y se esté a menos de 1 metro de las estructuras vecinas, se deberán utilizar equipos de compactación más livianos para evitar afectar a las mismas.
- Por último, durante la construcción se tendrá en cuenta el siguiente monitoreo:

Se llevará un control topográfico detallado de las vigas, estructuras vecinas y vías. Las lecturas se harán con nivel de precisión y/o distanciómetro con una periodicidad semanal.



MECANICA DE
SUELOS,
PAVIMENTOS Y
CONCRETOS S.A.S.

INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERIA CIVIL

Código: CE-F-007

Versión: 01

Fecha: 01-09-2023

Página: 99 de 112

PLAN DE INSPECCION DE ENSAYOS				CÓDIGO: CE-F-007					
MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS				Versión: 01					
FECHA: 01-09-2023				Página: 99 de 112					
No.	NATURAL	ETAPA	CRIT.	ENSAYOS DE LABORATORIO	ESPECIFICACION NORMA INV-230-22	NORMA DE ENSAYO	FRECUENCIA	RESPONSABLE	REVISOR
1.0	TERRAPLENES Y/O MEJORAMIENTO DE LA SUBGRANTE ART. 230-230	Limpieza	Control de calidad	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante
				Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante
				Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante
				Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante
				Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante
				Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante
				Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante
				Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante
				Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante
				Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante	Control de calidad de la subgrante

Ilustración 30. Plan de inspección de ensayos – Mejoramiento Norma INV-230-22.



5.5. RECOMENDACIONES GENERALES PARA EXCAVACIONES

- No deberá permitirse que las excavaciones permanezcan abiertas y sin protección por largo tiempo, ya que al presentarse lluvias la capacidad del suelo se verá alterada.
- Para evitar filtraciones de agua en el terreno, deterioro de la superficie por goteo y que el suelo encontrado no vaya a tener hinchamiento y desecación constante que pueda generar fisuras en la estructura del suelo, se recomienda construir andenes perimetrales, cuentas y realizar obras complementarias para un manejo adecuado de las aguas lluvias y de escorrentía que lleguen a la edificación.
- Ante esta perspectiva, tomar todas las precauciones necesarias para garantizar la seguridad tanto del personal que labora en la excavación, así como de la obra misma y construcciones adyacentes deben ser una prioridad. Los elementos de protección que exige la Ley contra riesgos profesionales deben ser implementados por la persona encargada de la obra desde el inicio de los trabajos constructivos.
- La complejidad de la fundación amerite en ciertos casos realizar excavaciones de profundidad considerable puede existir el riesgo, razón por la cual se recomienda en muchos casos entibar la excavación, especialmente si el espacio de obra es limitado, es decir, cuando no sólo los taludes, sino también las posibles superficies de deslizamiento que se puedan generar.

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007 Versión: 01 Fecha: 01-09-2023 Página: 101 de 112
--	---	--

6.0 CONTROL DE EROSIÓN DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO

Este tipo de obras deben seleccionarse, diseñarse y construirse adecuadamente.

1. Manejo adecuado de la obra.

Este es tal vez el mejor sistema de control de erosión. La planeación de la secuencia de la construcción, el tiempo de exposición de las áreas a la lluvia, el mantenimiento y el control permanente son responsabilidades que deben asignarse a profesionales específicos dentro del grupo de trabajo, pero todos los profesionales y todos los obreros deben entender los procedimientos que se deben seguir para tener una obra sin problemas de erosión y sedimentación.

Normas generales de manejo.

Se sugiere cumplir los siguientes lineamientos para mitigar el problema de erosión y sedimentación en las obras de ingeniería:

1. Corte los materiales de acuerdo al tipo de suelo y siguiendo las líneas de nivel de arriba hacia abajo, evitando taludes fuertes y deslizamientos.
2. Mantenga la vegetación en la mayor cantidad de área posible. No corte áreas que no se requiere intervenir.
3. Realice los cortes y llenos en temporadas secas (En Colombia los meses de noviembre a febrero)

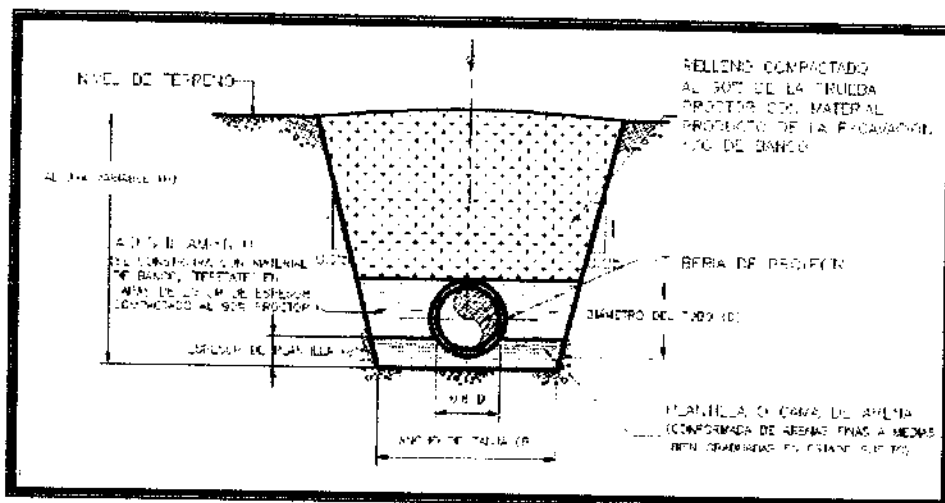


Ilustración 31. Sección tipo para la instalación de tubería.

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 102 de 112

4. Para las zonas colindantes se deben considerar obras de contención para protección de estas áreas. Al momento de realizar las excavaciones para el proceso constructivo del sótano y el edificio, este colinda con áreas de tipo residencial y comercial que consta de edificaciones importantes de una (1) hasta (3) plantas. Para evitar realizar algún tipo de daño a la estructura aledaña, debido a la diferencia de niveles generados por la excavación, se debe contar con un sistema de protección adecuado al tipo de suelo con que se cuenta y con el tipo de edificaciones que se ven afectadas.

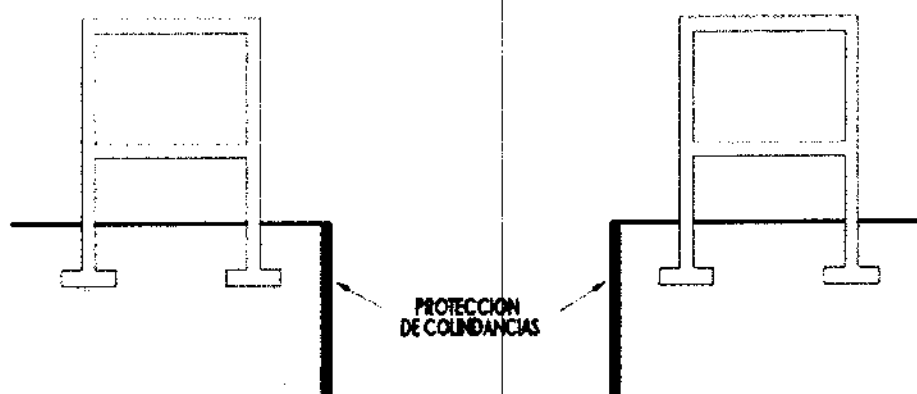


Ilustración 32. Esquema protección de edificaciones colindantes.

6.1. OTRAS RECOMENDACIONES

1. El diseño y construcción de redes de acueducto y alcantarillado deben garantizar que no se presenten infiltraciones en el suelo que saturen el subsuelo del proyecto y ocasionen inestabilidad en el proyecto.
2. Los materiales de río a emplear (piedra y grava), deben estar limpios de materia orgánica o cualquier otro elemento que pueda variar la capacidad de resistencia de los concretos, se recomienda grava triturada, en lo posible, de un tamaño de $\frac{3}{4}$ ". Antes de

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL		Código: CE-F-007
			Versión: 01
			Fecha: 01-09-2023
			Página: 103 de 112

- la colocación del concreto se debe colocar un solado de limpieza consistente en un concreto pobre de 2000 psi. El concreto debe tener una resistencia a la compresión de 3000 psi mínimo.
3. El agua para morteros y concretos, deberá ser limpia y potable, además debe estar libre de aceites, grasas, limo y materiales orgánicos y otra impureza que puedan reducir la resistencia y durabilidad de los mismos.
 4. Con el fin de garantizar una mezcla de concretos homogénea y su resistencia a los 28 días se debe realizar un diseño de mezclas con los materiales elegidos para la construcción de dicho concreto, donde se especifica las cantidades exactas de cemento, arena, grava y agua, y en el control de la calidad del proceso constructivo la toma de cilindros en cada jornada de trabajo de acuerdo a lo especificado en las Normas Vigentes de Construcción. (NSR-10, etc.,)
 5. Para la medida del agua usada en los concretos será la suficiente y mínima para asegurar una buena consistencia de la mezcla y compensar cualquier variación en el contenido natural de los agregados, por lo tanto, se debe hacer la prueba del cono Slump por jornada de trabajo donde debe tener máximo de 8cms de asentamiento.

➤ CRITERIOS PARA LA ACEPTACIÓN DE CONCRETOS

Todos los concretos que se instalen en la obra deberán cumplir con los requerimientos de resistencia, acabado y capacidad de servicio que definan los diseños, planos, especificaciones particulares, normas técnicas y/o la Interventoría y además deberán contar con muestras representativas que serán obtenidas en las formaleas metálicas tal como lo establece la norma correspondiente, curadas en un sitio apropiado con el fin de garantizar que estas no sean manipuladas durante el periodo de curado, transportadas y ensayadas por personal idóneo y equipo adecuado de conformidad con lo previsto en la Norma Colombiana Sismo Resistente NSR-10 y la de Diseño de Puentes CCP-14 o su versión vigente y de las siguientes Normas ICONTEC:

- NTC 396: Método de ensayo para determinar el asentamiento del hormigón.
- NTC 454: Hormigón fresco. Toma de muestras.

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 104 de 112

- NTC 550: Cilindros de hormigón tomados en obra para ensayo a la compresión. NTC 673: ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de hormigón
- NTC 1377: Viguetas de hormigón para ensayo de resistencia a la flexión.
- NTC 2871: ensayo de resistencia a la flexión de vigas de hormigón.

Cada Muestra que se obtenga del concreto instalado en obra, deberá cumplir con lo especificado en las Normas ICONTEC NTC 396 - Asentamiento del concreto -, NTC 454 - Muestreo del Concreto - y NTC 550 - Elaboración y curado de muestras de concreto en obra, y deberá estar constituida, como mínimo, por seis (6) unidades, que se deberán ensayar en el laboratorio previamente aprobado por la Interventoría y de acuerdo con el siguiente criterio o con el que defina la Interventoría, así:

- Dos unidades a los 7 días.
- Dos unidades a los 28 días.

Dos unidades permanecerán al cuidado y protección del Contratista, como testigos del concreto que representan, según la norma ICONTEC NTC 673 y solo serán desechadas una vez la Interventoría verifique que no son necesarias, basado en los resultados y análisis de los ensayos.

Salvo las modificaciones que estime convenientes la Interventoría, a continuación, se detallan los criterios generales mínimos a tener en cuenta para la realización de los ensayos del concreto a ser instalado en obra, así:

- Para los ensayos de asentamiento del concreto premezclado o elaborado en obra, se obtendrá al menos una (1.0) Muestra de concreto por cada 5.00 m³ de concreto que se vaya a instalar en la obra o por cada mixer que llegue a la obra y se dará cumplimiento a lo especificado en las Normas ICONTEC NTC 396 y 454.
- Para los ensayos de resistencia a la compresión del concreto, se obtendrá una (1.00) Muestra de concreto de seis (6) cilindros por cada vaciado continuo diario o por cada 20.00 m³ de concreto o por jornada de vaciado que se vayan a instalar en la obra, y además se dará cumplimiento a lo especificado en las Normas ICONTEC NTC 454-550 y 673.A. Así mismo para las estructuras como cámaras y cajas de inspección, sardineles, andenes, cunetas, entre otros, deberá tenerse un resultado de ensayo de compresión que garantice la calidad de este concreto, cuya cantidad será definida por el Interventor.

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 105 de 112

Para los ensayos de resistencia a la flexión del concreto, se obtendrá una (1.00) Muestra de concreto de seis (6) especímenes de cilindros, por cada vaciado continuo diario o por cada 20.00 m3 de concreto o por cada jornada de vaciado que se vaya a instalar en la obra, y se dará cumplimiento a lo especificado en las Normas ICONTEC NTC 454, NTC 474, NTC 1377 y NTC 2871.

En el evento de que la Interventoría solicite al Contratista la ejecución de ensayos adicionales a los mínimos arriba citados, el costo total de los adicionales le será pagado a éste, mediante la modalidad de costo real directo más el porcentaje de Administración y Utilidades pactado en el Contrato.

El Contratista, de manera oportuna y adecuada, entregará los reportes de resultados a la Interventoría, quien está en la obligación de elaborar los cuadros de control para las diferentes muestras tomadas y hará seguimiento a las fechas de ensayos y entrega de resultados, para su evaluación y análisis estadístico.

En caso de que los resultados obtenidos estén por debajo de los valores especificados para la clase de concreto ensayada, la Interventoría podrá ordenar las pruebas y ensayos adicionales que estime necesarios para determinar las acciones remediales que sean necesarias o incluso para ordenar la demolición y reconstrucción del elemento de concreto afectado. En ambos casos, el Contratista será quien asuma todos los costos requeridos.

➤ **CRITERIOS PARA LA ACEPTACIÓN DE LADRILLO COCIDO PARA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL**

Se debe implementar un plan de inspección y ensayos para cada muestreo que se definirá como lote de máximo de 4000 unidades de mampostería estructural tomados en la fábrica o en obra, estos deberán cumplir en tamaño y forma con lo especificado en las Normas ICONTEC NTC 4017 – 4205-1. Los ensayos de laboratorio se realizar a diez (10) unidades por lote que se deberán ensayar en el laboratorio previamente aprobación por residente de la constructora.



PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS UNIDADES PARA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL				
Tipo	Unidades para Muros de Mampostería Reforzada		Unidades para Muros de Mampostería Reforzada, Parcialmente Reforzada, Cavidad Reforzada, No Reforzada.	
	Resistencia mínima a la compresión Mpa (Kg/cm²)		Resistencia mínima a la compresión Mpa (Kg/cm²)	
	From 3 U	Unidad	From 3 U	Unidad
PH	5.0 (60)	3.5 (35)	5.0 (60)	3.5 (35)
PV clase 1 *	24.0 (240)	20.0 (200)		
PV clase 2 *			18.0 (180)	18.0 (180)
M	20.0 (200)	15.0 (150)	20.0 (200)	18.0 (180)

PH = Unidad de mampostería de perforación horizontal (ladrillos y bloques)

PV = Unidad de mampostería de perforación vertical (ladrillos y bloques)

M = Unidad de mampostería maciza (ladrillos)

OBSERVACIONES:

OSCAR FERNANDO
AREVALO/PEÑALTA
NTC 4017-8
Mecánica de Suelos,
pavimentos y concretos

Oscar Fernando Arevalo
Jefe de Laboratorio

Calle 2 No. 2-59 Valvanera teléfono 3105510987 - Cel. 3105510987 / correo electrónico oscarf@meccanicasuelosofa.com

Ilustración 33. Criterios de aceptación para Mampostería estructural

- NTC 4017: Métodos para Muestreo y Ensayos de Unidades de Mampostería y otros Productos de Arcilla.
- NTC 4205-1: Unidades de Mampostería de Arcilla Cocida. Ladrillos y Bloques Cerámicos.
- NTC 4050: Cemento para Mampostería.
- NTC 3495: Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de muretes de mampostería.

Para la elaboración del grouting para el relleno de dovelas deberá ir acompañado de un diseño de concretos con aditivo plastificante para evitar segregación con una resistencia mínima de 21Mpa.

Aprobado el ladrillo estructural y el diseño del grouting de 21Mpa, se procederá a realizar pruebas de muretes con la combinación de ladrillo estructural, grouting y mortero de pega en una relación 1 a 3 garantizando un mínimo de resistencia del mortero de 17,5Mpa. Los resultados de resistencia de los muretes a 28 días deberá estar determinada por el diseñador del proyecto, pero para tal fin deberá ser mayor a 14Mpa.



MECÁNICA DE
SUELOS,
PAVIMENTOS Y
CONCRETOS S.A.S.

**INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE
OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL**

Código: CE-F-007

Versión: 01

Fecha: 01-09-2023

Página: 107 de 112

7.0 ENSAYOS DE LABORATORIO Y REGISTRO FOTOGRAFICO

PERFIL ESTRATIGRAFICO

CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS

CUADRO DE CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE

CUADRO INDICE DE LIQUIDEZ Y COMPRESIBILIDAD

CUADRO DE CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE

LIMITES DE CONSISTENCIA - CLASIFICACIÓN

MUNICIPIO DE SAN AGUSTIN

DEPARTAMENTO DEL HUILA

OCTUBRE DE 2025



MECÁNICA DE
SUELOS,
PAVIMENTOS Y
CONCRETOS S.A.S.

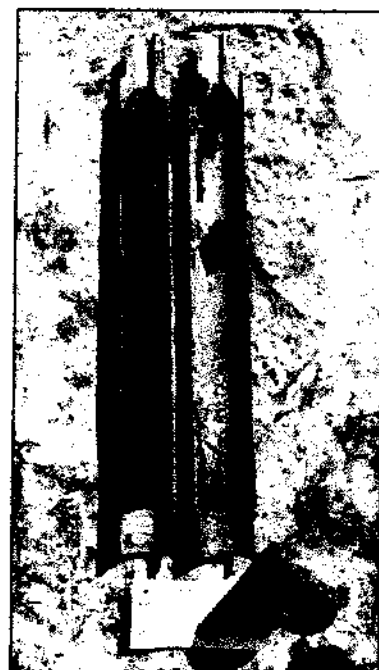
**INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE
OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL**

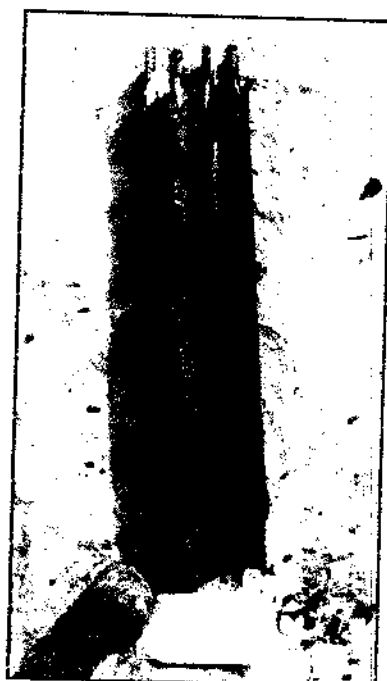
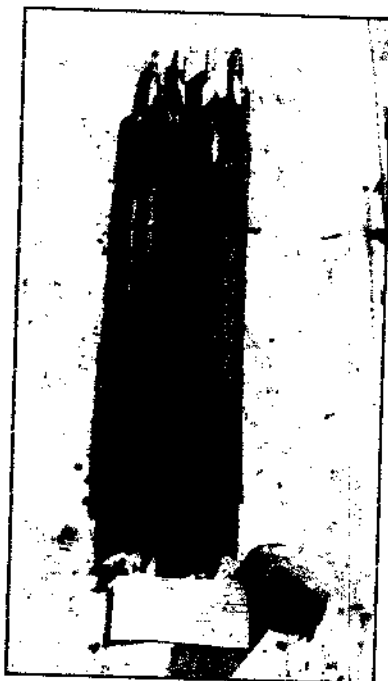
Código: CE-F-007

Versión: 01

Fecha: 01-09-2023

Página: 108 de 112







MECÁNICA DE
SUELOS,
PAVIMENTOS Y
CONCRETOS S.A.S.

INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL

Código: CE-F-007

Versión: 01

Fecha: 01-09-2023

Página: 110 de 112



Dirección: Calle 2 No. 2-59 Valvanera Pitalito -Huila

<https://oscarfernandoarevalo.com/contenido/> - Email: info.laboratorio@mecanicadesuclosofa.com

Teléfono 3105510987



MECÁNICA DE
SUELOS,
PAVIMENTOS Y
CONCRETOS S.A.S.

INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL

Código: CE-F-007

Versión: 01

Fecha: 01-09-2023

Página: 111 de 112



 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	INFORME FINAL ESTUDIO DE SUELOS DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	Código: CE-F-007
		Versión: 01
		Fecha: 01-09-2023
		Página: 112 de 112

8.0 BIBLIOGRAFIA

- Alfonso Montejo Fonseca, Alejandro Montejo Piratova y Alberto Montejo Piratova (2018)
 “Estabilización de suelos” Ediciones de la U (2018) Bogotá – Colombia.
- Arango Vélez A. (1985). *Manual de Laboratorio de Mecánica de Suelos*: Universidad Nacional de Colombia – Seccional Medellín.
- AASHTO (1982) “Highway Drainage Guidelines” Washington 366p.
- AASHTO (1999) “Highway Drainage Guidelines” Washington D.C.
- BRAJA M. DAS. “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica”. International Thompson Learning. Pag 396
- Crespo, C. (2006). *Mecánica De suelos y cimentaciones quinta edición*. México D.C.: Editorial Limusa, S.A. DE CV Grupo Noriega Editores.
- INGEOMINAS & Ministerio de Minas y Energía (2007). Mapa Geológico de Colombia
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010), Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 – Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcción Sismo Resistente ley 400 de 1997.
- Polanco Flores M. (2009). *Principios básicos de mecánica de suelos*: Universidad del Cauca.
- Peter L. Berry – David Reid. (1993). *Mecánica de Suelos*: Department of Civil Engineering University of Salford.
- Software geotécnico GEO 5 licenciado – empresa ICC virtual software training en Ingeniería Civil.
- Suárez J (1998) *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales*, Ediciones UIS, Bucaramanga – Colombia 548p.

402
387

Concrelab
MEDICIÓN CONFIABLE



ISO/IEC 17025:2017
14-LAC-055

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: Number	4389 M
PÁGINAS: Pages	1 de 4
FECHA DE EXPEDICIÓN: Expedition date	2025-09-22

INSTRUMENTO: **BALANZA DIGITAL**
FABRICANTE: **OHAUS**
MODELO: **SCOUT PRO SP4001**
NÚMERO DE SERIE: **SN7132180325**
CÓDIGO INTERNO: **MSPC - EI - 021**
INTERVALO DE MEDICIÓN: **2 g a 4000 g**
INTERVALO DE CALIBRACIÓN: **2 g a 4000 g**
SOLICITANTE: **MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.**
DIRECCIÓN, CIUDAD: **CALLE 2 No. 2 - 59 / PITALITO HUILA**
FECHA DE CALIBRACIÓN: **2025-09-03**
FECHA DE CALIBRACIÓN: **(aaaa-mm-dd)**

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: Cuatro (4)

Number of pages of this certificate and Documents Attached

Este certificado se expide de acuerdo con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017.

This certificate is issued in accordance with the requirements of the ISO/IEC 17025:2017 standard.

Los resultados incluidos en este certificado, se relacionan únicamente con el ítem sometido a calibración, el cual fue suministrado por el cliente.

The results included in this certificate are related only to the element subjected to calibration, which was supplied by the client.

El laboratorio no fue responsable de la etapa de muestreo, por lo tanto, los resultados se aplican al ítem como se recibió.

The laboratory was not responsible for the testing stage, therefore the results apply to the item as received.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las calibraciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.

The results contained in this certificate refer to the time and conditions in which the calibrations were performed. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may arise from the inappropriate use of these results.

El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.

The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.

El presente certificado no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita de CONCRELAB S.A.S., con el fin de asegurar que partes del mismo, no se saquen de contexto.

This certificate may not be partially reproduced without the written approval of CONCRELAB S.A.S., in order to ensure that parts of it are not taken out of context.

FIRMAS AUTORIZADAS :

Authorized signatures

Revisado por - Checked By

Aprobado por - Approved By

Metrología

Sede Bogotá | Calle 63D No 71A - 51 | PBX. (571) 223 5656 | www.concrelab.com

Código: F-405 / Versión: 09 / Actualización: 2025-03-03

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: Number	2994F
PÁGINAS: Pages	1 de 4
FECHA DE EXPEDICIÓN: Expedition date	2025-09-22

INSTRUMENTO: MAQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN - INCONFINADA
Instrument

FABRICANTE DEL MARCO: MULTI-TEST
Frame Manufacturer

MODELO DEL MARCO: NO PORTA
Frame Model

NÚMERO DE SERIE DEL MARCO: NO PORTA
Frame Serial Number

CÓDIGO DEL MARCO: MSPC-EL004
Frame Code

CAPACIDAD MÁXIMA: 5000 N → 5kN
Maximum Capacity

SOLICITANTE: MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S
Customer

DIRECCIÓN, CIUDAD: CALLE 2 No 2 - 59 / PITALITO - HUILA
Address

SITIO DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S
Site calibration

FECHA DE CALIBRACIÓN: 2025-09-03
Date of calibration (aaaa-mm-dd)

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: Cuatro(4)
Number of pages of this certificate and Documents Attached

Este certificado se expide de acuerdo con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017.

This certificate is issued in accordance with the requirements of the ISO/IEC 17025:2017 standard.

Los resultados incluidos en este certificado, se relacionan únicamente con el ítem suministrado por el cliente, momento y condiciones de la calibración. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.

The results included in this certificate relate only to the item supplied by the customer, time and conditions of the calibration. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may arise from the inappropriate use of these results.

El laboratorio no fue responsable de la etapa de muestreo, por lo tanto, los resultados se aplican al ítem como se recibió.

The laboratory was not responsible for the testing stage, therefore the results apply to the item as received.

El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.

The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.

El presente certificado no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita de CONCRELAB S.A.S., con el fin de asegurar que partes del mismo, no se saquen de contexto.

This certificate may not be partially reproduced without the written approval of CONCRELAB S.A.S., in order to ensure that parts of it are not taken out of context.

FIRMAS AUTORIZADAS :

Authorized signatures

Revisado por - Checked By

Aprobado por - Approved By

403
388

Concrelab
MEDICIÓN CONFIABLE



ISO/IEC 17025:2017
14-LAC-055

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: Number	6436D
PÁGINAS: Pages	1 de 3
FECHA DE EXPEDICIÓN: Expedition date	2025-09-22

INSTRUMENTO: TAMIZ ESTÁNDAR DE ENSAYO
Instrument

FABRICANTE: GRAN TEST
Manufacturer

MODELO: MARCO 8 in
Model

NÚMERO DE SERIE: NO PORTA
Serial Number

CÓDIGO: MSPC-EI-001
Code

MALLA No. No. 40
Mesh No.

SOLICITANTE: MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.
Customer

DIRECCIÓN, CIUDAD: CALLE 2 No. 2 - 59 BARRIO VALVANERA / PITALITO - HUILA
Address

SITIO DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO DE METROLOGÍA CONCRELAB S.A.S.
Site calibration

FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-09-09
Date of instrument reception (aaaa-mm-dd)

FECHA DE CALIBRACIÓN: 2025-09-15
Date of calibration (aaaa-mm-dd)

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: Tres (3)
Number of pages of this certificate and Documents Attached

Este certificado se expide de acuerdo con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017.
This certificate is issued in accordance with the requirements of the ISO/IEC 17025:2017 standard.

Los resultados incluidos en este certificado, se relacionan únicamente con el ítem suministrado por el cliente, momento y condiciones de la calibración. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.
The results included in this certificate relate only to the item supplied by the customer, time and conditions of the calibration. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may arise from the inappropriate use of these results.

El laboratorio no fue responsable de la etapa de muestreo, por lo tanto, los resultados se aplican al ítem como se recibió.
The laboratory was not responsible for the testing stage, therefore the results apply to the item as received.

El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.
The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.

El presente certificado no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita de CONCRELAB S.A.S., con el fin de asegurar que partes del mismo, no se saquen de contexto.
This certificate may not be partially reproduced without the written approval of CONCRELAB S.A.S., in order to ensure that parts of it are not taken out of context.

El presente certificado no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita de CONCRELAB S.A.S., con el fin de asegurar que partes del mismo, no se saquen de contexto.
This certificate may not be partially reproduced without the written approval of CONCRELAB S.A.S., in order to ensure that parts of it are not taken out of context.

FIRMAS AUTORIZADAS:
Authorized signatures

Revisado por - Checked By

Aprobado por - Approved By



Sede Bogotá | Calle 63D No 71A - 51 | PBX: (571) 223 5656 | www.concrelab.com

Código: F-447 / Versión: 08 / Actualización: 2020-11-22

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: Number	6442D
PÁGINAS: Pages	1 de 3
FECHA DE EXPEDICIÓN: Expedition date	2025-09-22

INSTRUMENTO: TAMIZ ESTÁNDAR DE ENSAYO
Instrument

FABRICANTE: NO PORTA
Manufacturer

MODELO: MARCO 8 in
Model

NÚMERO DE SERIE: NO PORTA
Serial Number

CÓDIGO: NO PORTA
Code

MALLA No. No. 200
Mesh No.

SOLICITANTE: MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.
Customer

DIRECCIÓN, CIUDAD: CALLE 2 No. 2 - 59 BARRIO VALVANERA / PITALITO - HUILA
Address

SITIO DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO DE METROLOGÍA CONCRELAB S.A.S.
Site calibration

FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-09-09
Date of instrument reception (aaaa-mm-dd)

FECHA DE CALIBRACIÓN: 2025-09-18
Date of calibration (aaaa-mm-dd)

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: Tres (3)
Number of pages of this certificate and Documents Attached

Este certificado se expide de acuerdo con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017.

This certificate is issued in accordance with the requirements of the ISO/IEC 17025:2017 standard.

Los resultados incluidos en este certificado, se relacionan únicamente con el ítem suministrado por el cliente, momento y condiciones de la calibración. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.

The results included in this certificate relate only to the item supplied by the customer, time and conditions of the calibration. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may arise from the inappropriate use of these results.

El laboratorio no fue responsable de la etapa de muestreo, por lo tanto, los resultados se aplican al ítem como se recibió.

The laboratory was not responsible for the testing stage, therefore the results apply to the item as received.

El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.

The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.

El presente certificado no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita de CONCRELAB S.A.S., con el fin de asegurar que partes del mismo, no se saquen de contexto.

This certificate may not be partially reproduced without the written approval of CONCRELAB S.A.S., in order to ensure that parts of it are not taken out of context.

FIRMAS AUTORIZADAS:

Authorized signatures

Revisado por - Checked By

Aprobado por - Approved By

NÚMERO: Number	6420D
PÁGINAS: Pages	1 de 3
FECHA DE EXPEDICIÓN: Expedition date	2025-09-22

INSTRUMENTO: TAMIZ ESTÁNDAR DE ENSAYO
Instrument

FABRICANTE: GRAN TEST
Manufacturer

MODELO: MARCO 8 in
Model

NÚMERO DE SERIE: NO PORTA
Serial Number

CÓDIGO: MSPC-EI-001
Code

MALLA No. No. 10
Mesh No.

SOLICITANTE: MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.
Customer

DIRECCIÓN, CIUDAD: CALLE 2 No. 2 - 59 BARRIO VALVANERA / PITALITO - HUILA
Address

SITIO DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO DE METROLOGÍA CONCRELAB S.A.S.
Site calibration

FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-09-09
Date of instrument reception (aaaa-mm-dd)

FECHA DE CALIBRACIÓN: 2025-09-11
Date of calibration (aaaa-mm-dd)

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: Tres (3)
Number of pages of this certificate and Documents Attached

Este certificado se expide de acuerdo con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017.

This certificate is issued in accordance with the requirements of the ISO/IEC 17025:2017 standard.

Los resultados incluidos en este certificado, se relacionan únicamente con el ítem suministrado por el cliente, momento y condiciones de la calibración. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.

The results included in this certificate relate only to the item supplied by the customer, time and conditions of the calibration. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may arise from the inappropriate use of these results.

El laboratorio no fue responsable de la etapa de muestreo, por lo tanto, los resultados se aplican al ítem como se recibió.

The laboratory was not responsible for the testing stage, therefore the results apply to the item as received.

El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.

The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.

El presente certificado no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita de CONCRELAB S.A.S., con el fin de asegurar que partes del mismo, no se saquen de contexto.

This certificate may not be partially reproduced without the written approval of CONCRELAB S.A.S., in order to ensure that parts of it are not taken out of context.

FIRMAS AUTORIZADAS:

Authorized signatures

Revisado por - Checked By

Aprobado por - Approved By

467
390

Concrelab
MEDICIÓN CONFIABLE



ISO/IEC 17025:2017
14-LAC-055

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: Number	6414D
PÁGINAS: Pages	1 de 3
FECHA DE EXPEDICIÓN: Expedition date	2025-09-22

INSTRUMENTO: TAMIZ ESTÁNDAR DE ENSAYO
Instrument

FABRICANTE: GRAN TEST
Manufacturer

MODELO: MARCO 8 in
Model

NÚMERO DE SERIE: NO PORTA
Serial Number

CÓDIGO: MSPC-EI-001
Code

MALLA No. 3/8 pulgadas
Mesh No.

SOLICITANTE: MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.
Customer

DIRECCIÓN, CIUDAD: CALLE 2 No. 2 - 59 BARRIO VALVANERA / PITALITO - HUILA
Address

SITIO DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO DE METROLOGÍA CONCRELAB S.A.S.
Site calibration

FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-09-09
Date of instrument reception (aaaa-mm-dd)

FECHA DE CALIBRACIÓN: 2025-09-10
Date of calibration (aaaa-mm-dd)

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: Tres (3)
Number of pages of this certificate and Documents Attached

Este certificado se expide de acuerdo con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017.
This certificate is issued in accordance with the requirements of the ISO/IEC 17025:2017 standard.

Los resultados incluidos en este certificado, se relacionan únicamente con el ítem suministrado por el cliente, momento y condiciones de la calibración. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.
The results included in this certificate relate only to the item supplied by the customer, time and conditions of the calibration. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may arise from the inappropriate use of these results.

El laboratorio no fue responsable de la etapa de muestreo, por lo tanto, los resultados se aplican al ítem como se recibió.
The laboratory was not responsible for the testing stage, therefore the results apply to the item as received.

El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.
The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.

El presente certificado no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita de CONCRELAB S.A.S., con el fin de asegurar que partes del mismo, no se saquen de contexto.
This certificate may not be partially reproduced without the written approval of CONCRELAB S.A.S., in order to ensure that parts of it are not taken out of context.

FIRMAS AUTORIZADAS:
Authorized signatures

Revisado por - Checked By

Aprobado por - Approved By

Metrología

Sede Bogotá : Calle 63D No 71A - 51 | PBX: (571) 223 5656 | www.concrelab.com

Código: F-447 / Versión: 08 / Actualización: 2022-11-23

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: Number	6413D
PÁGINAS: Pages	1 de 3
FECHA DE EXPEDICIÓN: Expedition date	2025-09-22

INSTRUMENTO: TAMIZ ESTÁNDAR DE ENSAYO
Instrument
FABRICANTE: GRAN TEST
Manufacturer
MODELO: MARCO 8 in
Model
NÚMERO DE SERIE: NO PORTA
Serial Number
CÓDIGO: MSPC-EI-001
Code
MALLA No. 1/2 pulgadas
Mesh No.
SOLICITANTE: MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.
Customer
DIRECCIÓN, CIUDAD: CALLE 2 No. 2 - 59 BARRIO VALVANERA / PITALITO - HUILA
Address
SITIO DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO DE METROLOGÍA CONCRELAB S.A.S.
Site calibration
FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-09-09
Date of instrument reception (aaaa-mm-dd)
FECHA DE CALIBRACIÓN: 2025-09-10
Date of calibration (aaaa-mm-dd)
NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: Tres (3)
Number of pages of this certificate and Documents Attached

Este certificado se expide de acuerdo con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017.

This certificate is issued in accordance with the requirements of the ISO/IEC 17025:2017 standard.

Los resultados incluidos en este certificado, se relacionan únicamente con el ítem suministrado por el cliente, momento y condiciones de la calibración. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.

The results included in this certificate relate only to the item supplied by the customer, time and conditions of the calibration. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may arise from the inappropriate use of these results,

El laboratorio no fue responsable de la etapa de muestreo, por lo tanto, los resultados se aplican al ítem como se recibió.

The laboratory was not responsible for the testing stage, therefore the results apply to the item as received.

El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.

The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.

El presente certificado no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita de CONCRELAB S.A.S., con el fin de asegurar que partes del mismo, no se saquen de contexto.

This certificate may not be partially reproduced without the written approval of CONCRELAB S.A.S., in order to ensure that parts of it are not taken out of context.

FIRMAS AUTORIZADAS:

Authorized signatures

Revisado por - Checked By

Aprobado por - Approved By

486
391

Concrelab
MEDICIÓN CONFIABLE



ISO/IEC 17025:2017
14-LAC-055

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: Number	6411D
PÁGINAS: Pages	1 de 3
FECHA DE EXPEDICIÓN: Expedition date	2025-09-22

INSTRUMENTO: TAMIZ ESTÁNDAR DE ENSAYO
Instrument

FABRICANTE: GRAN TEST
Manufacturer

MODELO: MARCO 8 in
Model

NÚMERO DE SERIE: NO PORTA
Serial Number

CÓDIGO: MSPC-EI-001
Code

MALLA No. 3/4 pulgadas
Mesh No.

SOLICITANTE: MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.
Customer

DIRECCIÓN, CIUDAD: CALLE 2 No. 2 - 59 BARRIO VALVANERA / PITALITO - HUILA
Address

SITIO DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO DE METROLOGÍA CONCRELAB S.A.S.
Site calibration

FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-09-09
Date of instrument reception (aaaa-mm-dd)

FECHA DE CALIBRACIÓN: 2025-09-10
Date of calibration (aaaa-mm-dd)

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: Tres (3)
Number of pages of this certificate and Documents Attached

Este certificado se expide de acuerdo con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017.

This certificate is issued in accordance with the requirements of the ISO/IEC 17025:2017 standard.

Los resultados incluidos en este certificado, se relacionan únicamente con el ítem suministrado por el cliente, momento y condiciones de la calibración. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.

The results included in this certificate relate only to the item supplied by the customer, time and conditions of the calibration. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may arise from the inappropriate use of these results.

El laboratorio no fue responsable de la etapa de muestreo, por lo tanto, los resultados se aplican al ítem como se recibió.

The laboratory was not responsible for the testing stage, therefore the results apply to the item as received.

El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.

The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.

El presente certificado no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita de CONCRELAB S.A.S., con el fin de asegurar que partes del mismo, no se saquen de contexto.

This certificate may not be partially reproduced without the written approval of CONCRELAB S.A.S., in order to ensure that parts of it are not taken out of context.

FIRMAS AUTORIZADAS:

Authorized signatures

Revisado por - Checked By

Aprobado por - Approved By

Metrología

Sede Bogotá | Calle 63D No 71A - 51 | PBX: (571) 223 5656 | www.concrelab.com

Código: F-447 / Versión: 08 / Actualización: 2023.11.22

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: Number	6410D
PÁGINAS: Pages	1 de 3
FECHA DE EXPEDICIÓN: Expedition date	2025-09-22

INSTRUMENTO: TAMIZ ESTÁNDAR DE ENSAYO
Instrument
FABRICANTE: GRAN TEST
Manufacturer
MODELO: MARCO 8 in
Model
NÚMERO DE SERIE: NO PORTA
Serial Number
CÓDIGO: MSPC-EI-001
Code
MALLA No. 1 pulgadas
Mesh No.
SOLICITANTE: MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.
Customer
DIRECCIÓN, CIUDAD: CALLE 2 No. 2 - 59 BARRIO VALVANERA / PITALITO - HUILA
Address
SITIO DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO DE METROLOGÍA CONCRELAB S.A.S.
Site calibration
FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-09-09
Date of instrument reception (aaaa-mm-dd)
FECHA DE CALIBRACIÓN: 2025-09-10
Date of calibration (aaaa-mm-dd)
NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: Tres (3)
Number of pages of this certificate and Documents Attached

Este certificado se expide de acuerdo con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017.

This certificate is issued in accordance with the requirements of the ISO/IEC 17025:2017 standard.

Los resultados incluidos en este certificado, se relacionan únicamente con el ítem suministrado por el cliente, momento y condiciones de la calibración. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.

The results included in this certificate relate only to the item supplied by the customer, time and conditions of the calibration. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may arise from the inappropriate use of these results.

El laboratorio no fue responsable de la etapa de muestreo, por lo tanto, los resultados se aplican al ítem como se recibió.

The laboratory was not responsible for the testing stage, therefore the results apply to the item as received.

El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.

The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.

El presente certificado no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita de CONCRELAB S.A.S., con el fin de asegurar que partes del mismo, no se saquen de contexto.

This certificate may not be partially reproduced without the written approval of CONCRELAB S.A.S., in order to ensure that parts of it are not taken out of context.

FIRMAS AUTORIZADAS:

Authorized signatures

Revisado por - Checked By

Aprobado por - Approved By

NÚMERO: Number	6409D
PÁGINAS: Pages	1 de 3
FECHA DE EXPEDICIÓN: Expedition date	2025-09-22

INSTRUMENTO: TAMIZ ESTÁNDAR DE ENSAYO
Instrument

FABRICANTE: GRAN TEST
Manufacturer

MODELO: MARCO 8 in
Model

NÚMERO DE SERIE: NO PORTA
Serial Number

CÓDIGO: MSPC-EI-001
Code

MALLA No. 1 1/2 pulgadas
Mesh No.

SOLICITANTE: MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.
Customer

DIRECCIÓN, CIUDAD: CALLE 2 No. 2 - 59 BARRIO VALVANERA / PITALITO - HUILA
Address

SITIO DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO DE METROLOGÍA CONCRELAB S.A.S.
Site calibration

FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-09-09
Date of instrument reception (aaaa-mm-dd)

FECHA DE CALIBRACIÓN: 2025-09-10
Date of calibration (aaaa-mm-dd)

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: Tres (3)
Number of pages of this certificate and Documents Attached

Este certificado se expide de acuerdo con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017.
This certificate is issued in accordance with the requirements of the ISO/IEC 17025:2017 standard.

Los resultados incluidos en este certificado, se relacionan únicamente con el ítem suministrado por el cliente, momento y condiciones de la calibración. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.
The results included in this certificate relate only to the item supplied by the customer, time and conditions of the calibration. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may arise from the inappropriate use of these results,

El laboratorio no fue responsable de la etapa de muestreo, por lo tanto, los resultados se aplican al ítem como se recibió.
The laboratory was not responsible for the testing stage, therefore the results apply to the item as received.

El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.
The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.

El presente certificado no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita de CONCRELAB S.A.S., con el fin de asegurar que partes del mismo, no se saquen de contexto.
This certificate may not be partially reproduced without the written approval of CONCRELAB S.A.S., in order to ensure that parts of it are not taken out of context.

FIRMAS AUTORIZADAS:
Authorized signatures

Revisado por - Checked By

Aprobado por - Approved By

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: Number	6408D
PÁGINAS: Pages	1 de 3
FECHA DE EXPEDICIÓN: Expedition date	2025-09-22

INSTRUMENTO: TAMIZ ESTÁNDAR DE ENSAYO
Instrument
FABRICANTE: GRAN TEST
Manufacturer
MODELO: MARCO 8 in
Model
NÚMERO DE SERIE: NO PORTA
Serial Number
CÓDIGO: MSPC-EI-001
Code
MALLA No. 2 pulgadas
Mesh No.
SOLICITANTE: MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.
Customer
DIRECCIÓN, CIUDAD: CALLE 2 No. 2 - 59 BARRIO VALVANERA / PITALITO - HUILA
Address
SITIO DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO DE METROLOGÍA CONCRELAB S.A.S.
Site calibration
FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-09-09
Date of instrument reception (aaaa-mm-dd)
FECHA DE CALIBRACIÓN: 2025-09-10
Date of calibration (aaaa-mm-dd)
NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: Tres (3)
Number of pages of this certificate and Documents Attached

Este certificado se expide de acuerdo con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017.

This certificate is issued in accordance with the requirements of the ISO/IEC 17025:2017 standard.

Los resultados incluidos en este certificado, se relacionan únicamente con el ítem suministrado por el cliente, momento y condiciones de la calibración. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.

The results included in this certificate relate only to the item supplied by the customer, time and conditions of the calibration. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may arise from the inappropriate use of these results.

El laboratorio no fue responsable de la etapa de muestreo, por lo tanto, los resultados se aplican al ítem como se recibió.

The laboratory was not responsible for the testing stage, therefore the results apply to the item as received.

El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.

The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.

El presente certificado no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita de CONCRELAB S.A.S., con el fin de asegurar que partes del mismo, no se saquen de contexto.

This certificate may not be partially reproduced without the written approval of CONCRELAB S.A.S., in order to ensure that parts of it are not taken out of context.

FIRMAS AUTORIZADAS:

Authorized signatures

Revisado por - Checked By

Aprobado por - Approved By

408
393

Concrelab
MEDICIÓN CONFIABLE



ISO/IEC 17025:2017
14-LAC-055

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: Number	4387 M
PÁGINAS: Pages	1 de 4
FECHA DE EXPEDICIÓN: Expedition date	2025-09-22

INSTRUMENTO:

Instrument

FABRICANTE:

Manufacturer

MODELO:

Model

NÚMERO DE SERIE:

Serial Number

CÓDIGO INTERNO:

Internal Code

INTERVALO DE MEDICIÓN:

Measurement Interval

INTERVALO DE CALIBRACIÓN:

Calibration Interval

SOLICITANTE:

Customer

DIRECCIÓN, CIUDAD:

Address

FECHA DE CALIBRACIÓN:

Date of calibration

BALANZA DIGITAL

OHAUS

ADVENTURER PRO AV412

SN8029301045

MSPC - EI - 013

0,2 g a 410 g

0,2 g a 410 g

MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.

CALLE 2 No. 2 - 59 / PITALITO HUILA

2025-09-03

(aaaa-mm-dd)

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: Cuatro (4)

Number of pages of this certificate and Documents Attached

Este certificado se expide de acuerdo con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017.

This certificate is issued in accordance with the requirements of the ISO/IEC 17025:2017 standard.

Los resultados incluidos en este certificado, se relacionan únicamente con el ítem sometido a calibración, el cual fue suministrado por el cliente.

The results included in this certificate are related only to the element subjected to calibration, which was supplied by the client.

El laboratorio no fue responsable de la etapa de muestreo, por lo tanto, los resultados se aplican al ítem como se recibió.

The laboratory was not responsible for the testing stage, therefore the results apply to the item as received.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las calibraciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.

The results contained in this certificate refer to the time and conditions in which the calibrations were performed. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may arise from the inappropriate use of these results.

El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.

The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.

El presente certificado no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita de CONCRELAB S.A.S., con el fin de asegurar que partes del mismo, no se saquen de contexto.

This certificate may not be partially reproduced without the written approval of CONCRELAB S.A.S., in order to ensure that parts of it are not taken out of context.

FIRMAS AUTORIZADAS:

Authorized signatures

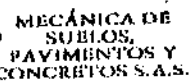
Revisado por - Checked By

Aprobado por - Approved By

Metrología

Sede Bogotá | Calle 63D No 71A - 51 | PBX. (571) 223 5656 | www.concrelab.com

Código: F-405 / Versión: 09 / Actualización: 2025-03-03

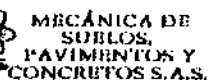


Código:	CE-F-011
Versión:	01
Fecha:	1-sep-23
Remisión:	OFA 076-25

PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACION VEREDA ALTON LAS CEBINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, TOLIMA.		
LOCALIZACION:	VEREDA LAS CEBINAS MPIO DE SAN AGUSTIN		
COTA:	PROFUNDIDAD FINAL DEL ENSAYO IN SITU 6.50 m		
OBSERVACIONES:	NO SE PRESENTO NIVEL DE AGUAS FREATICAS A 6.50 m		
SONDEO No.	1	HOJA:	1 DE: 1

ALTURA:	30 pulgadas
MARTILLO:	140 libras
FECHA ENSAYO:	21 de mayo de 2025
FECHA INFORME:	13 de octubre de 2025
ELABORO:	Técnica Angie Lorena García
REVISÓ:	Ing. Oscar Fernando Arevalo

[illegible]



OFA 076-25

REVISOR: Ing. Oscar Ferrericki Arceño[illegible]

MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS S.A.S.

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL SUB SUELO

Código: **CE-F-028**
 Versión: **02**
 Fecha: **4-ago-20**
 Remisión: **08A 076-25**

FECHA DEL DISEÑO: **21 de mayo de 2020**
 FECHA DEL INFORME: **13 de mayo de 2020**
 ELABORÓ: **Ing. Oscar Lopera Garza**
 REVISÓ: **Ing. Oscar Lopera Garza**
 APROBÓ: **Ing. Oscar Lopera Garza**

PROYECTO: **ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRANDEAS, CERRAMUNTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACION**
 LOCALIZACION: **VEREDA ALTO LAS CHIVAS, MUN. SAN AGUSTIN, NARIÑO**
 COTA DEL ENLAYO: **VEREDA LAS CHIVAS MUN. DE SAN AGUSTIN**
 BONDOSO No.: **PROFUNDIDAD FINAL DEL ENLAYO: 0.30 m**

PROFUNDIDAD (m)	ESTRATO	Nº DE	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS					PARAMETRO DE DISEÑO					DESCRIPCIÓN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
			GRANULACIÓN Y MASA			CLASIFICACIÓN	P.A.	HUMEDAD	MASA UNITARIA	MASA UNITARIA	SATURACIÓN	RELACIÓN DE VOLUMEN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			Nº 4	Nº 40	Nº 200																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

[Firma]
 Oscar Lopera Garza
 Ingeniero de Suelos

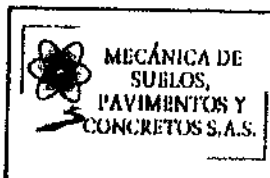
Revisado: Oscar Lopera Garza
 Corroborado: Oscar Lopera Garza
 Aprobado: Oscar Lopera Garza
 Fecha: 13 de mayo de 2020

Proyecto: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRANDEAS, CERRAMUNTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACION
 Localización: VEREDA ALTO LAS CHIVAS, MUN. SAN AGUSTIN, NARIÑO
 Cota del Enlayo: VEREDA LAS CHIVAS MUN. DE SAN AGUSTIN
 Bondoso No.: PROFUNDIDAD FINAL DEL ENLAYO: 0.30 m

Elaboró: Ing. Oscar Lopera Garza
 Revisó: Ing. Oscar Lopera Garza
 Aprobó: Ing. Oscar Lopera Garza
 Fecha: 13 de mayo de 2020

Observaciones:

412
 397



SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA I.N.V. 181-22 (SONDEOS, APIQUES Y CALICATAS)

Código:	CE-F-002		
Versión:	01		
Fecha:	1-sep-23		
Página:	10	de	52

OBRA: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACION VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, JIJILA.
UBICACION: VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN
MUESTRA: SONDEO No. 1 M # 1
PROFUNDIDAD: 0,60 - 1,50 m.
DESCRIPCION: ARCILLA LIMOSA CON TRAZAS DE ARENA DE PLASTICIDAD MEDIA INORGANICA COLOR HABANA, VETA CAFÉ

FECHA: 13 de octubre de 2023
NORMA: INVIAS-22 / NTC / NSR-10
ENSAYO: E122-E126-E128-E213-E214 NTC 4830
CODIGO: MSPC OFA 078-25
REMISION: OFA 078-25

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS I.N.V. E-125
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS I.N.V. E-126**

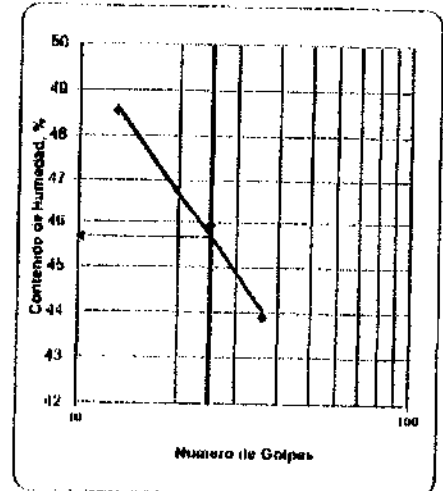
LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba No. 1	1	2	3
No. Golpes	13	25	36
Recipiente No.	40	80	30
Vitrío + Suelo Humedo, gr	28,70	26,50	26,20
Vitrío + Suelo Seco, gr	22,15	20,33	20,22
Peso del Agua, gr	7,55	6,17	5,98
Peso vitrio, gr	8,60	8,90	6,60
Peso Suelo Seco, gr	15,55	13,43	13,62
Contenido de agua, %	48,55	45,94	43,01

LÍMITE PLÁSTICO			W. Natural
1	2	3	
2	7	3	
25,14	23,08	915,0	
21,02	20,08	738,0	
4,12	3,70	177,0	
6,80	6,80	40,0	
14,42	13,48	688,0	
28,57	28,04	26,7	

**ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 /
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No.
200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214**

P1 = 257,0 P2 = 60,4

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	100,0
No. 4	1,1	0,4	99,6
No. 10	1,6	0,6	99,4
No. 40	26,5	10,3	89,7
No. 200	31,2	12,1	76,5
Peso No. 200	198,0	76,5	
TOTAL	257,0	100,0	



0,4	23,1	76,5
GRAVAS	ARENAS	FINOS
% Fracción menor del Tamiz No. 200 por lavado		
76,50		

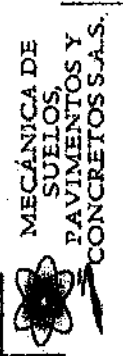
D10		COCIENTE UNIFORMIDAD (Cu)		HUMEDAD NATURAL
D30				
D60		COCIENTE CURVATURA (Cc)		25,7%
PRUEBA LÍMITE DE CONTRACCIÓN		LC	R	CV
CL	1,00	55,52	1,93	0,8

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	
Límite Líquido (%)	45,80
Límite Plástico (%)	28,31
Índice de Plasticidad (%)	17,49
Índice de Consistencia	1,15
Índice de grupo	14
AASHO	A-7-6
USCS	CL-MH

EQUIPO UTILIZADO:					
Equipo	Estado	Verificación	Cumple	No Cumple	Observaciones del equipo
001	Buena	Cumple	X		Llave
042	Buena	Cumple	X		Batidora digital
063	Buena	Cumple	X		Trípode

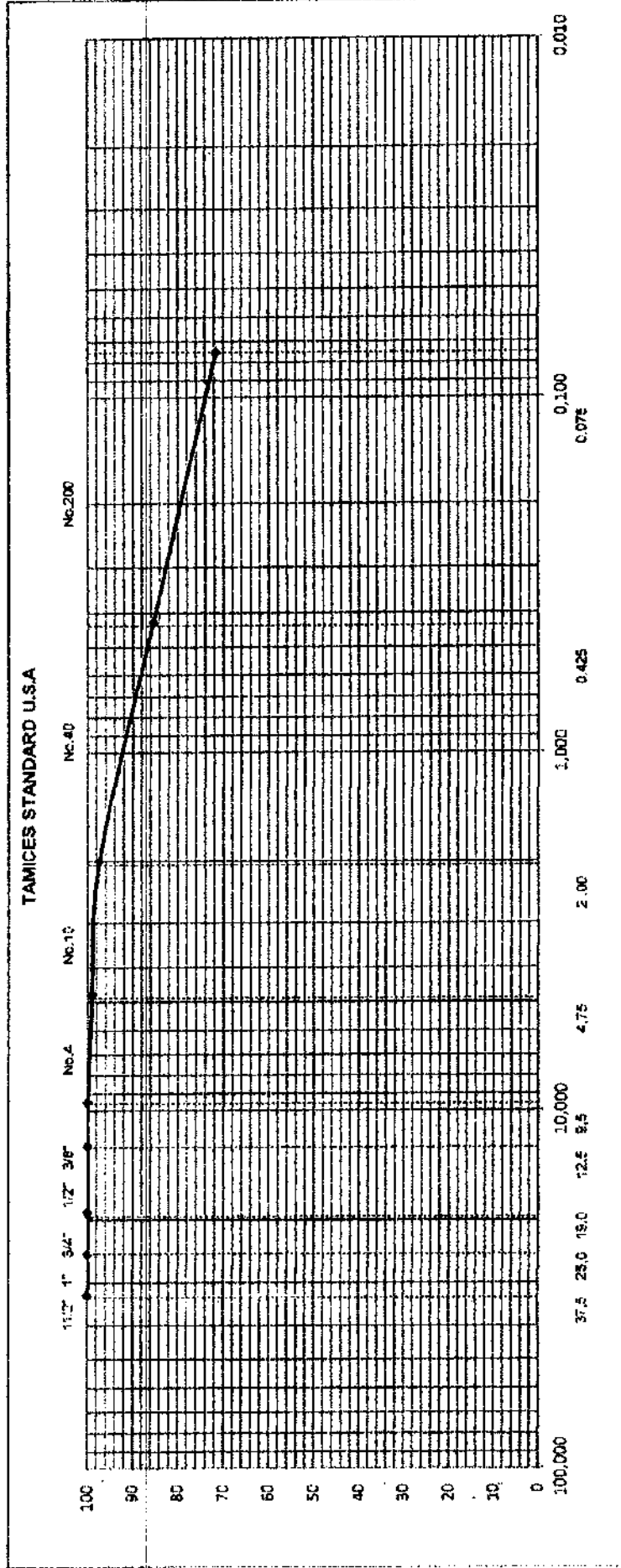
Andrés García
Técnico Andrés García
Laboralista de suelos
Elaboró

Oscar Fajardo
Ingeniero Oscar Fajardo
Coordinador Operativo
Revisó y Aprobó

	ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 / DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214			Código:	CE-F-003		
				Versión:	01		
				Fecha:	1-sep-23		
				Página:	13	de	52

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA
 IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA
MUESTRA: SONDEO No. 1 M # 2
FECHA: 13 de octubre de 2023

CÓDIGO: MSPC OFA 076-25
REMISIÓN: OFA 076-25
SONDEO: 1





MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA I.N.V. E-181-22 (SONDEOS, APIQUES Y CALICATAS)

Código: CE-F-002

Versión: 01

Fecha: 1-sep-23

Página: 12 de 52

OBRA: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPJO. SAN AGUSTIN, HUILA.

UBICACIÓN: VEREDA LAS CHINAS MPJO DE SAN AGUSTIN

MUESTRA: SONDEO No. 1 M # 2

PROFUNDIDAD: 1,50 - 2,50 m.

DESCRIPCION: LIMO DE PLÁSTICIDAD MEDIA CON PRESENCIA DE ARENA INORGÁNICA COLOR HABANO, VETA CAFÉ

FECHA: 13 de octubre de 2025

NORMA: INVIAS-22 / NTC / NSR-10

ENSAYO: E122-E125-E126-E213-E214 NTC 4630

CODIGO: MSPC OFA 076-25

REMISIÓN: OFA 076-25

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS I.N.V. E-126-22

LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS I.N.V. E-126-22

LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba No. 1	1	2	3
No. Golpes	15	25	35
Recipiente No.	8	20	9
Vidrio + Suelo Humedo, gr	29,80	28,80	24,75
Vidrio + Suelo Seco, gr	22,50	22,18	19,41
Peso del Agua, gr	7,10	6,72	5,34
Peso vidrio, gr	7,00	6,70	6,50
Peso Suelo Seco, gr	15,5	15,48	12,91
Contenido de agua, %	45,81	43,41	41,36

LÍMITE PLÁSTICO		W. Natural
1	2	3
3	5	13
33,32	32,05	821,1
27,87	26,82	802,0
6,45	6,13	139,1
7,00	6,70	46,0
20,87	20,22	636,0
26,11	25,37	21,9

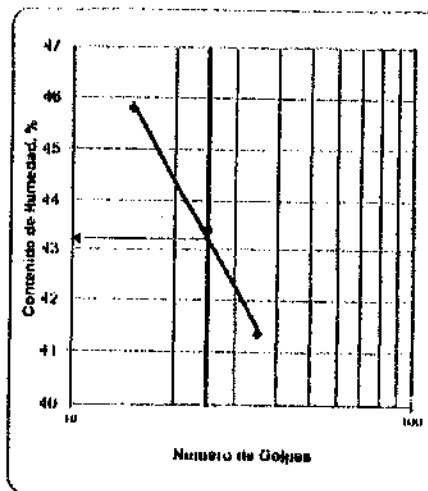
ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 / DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

P1 = 220,0 P2 = 62,0

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	100,0
No. 4	2,2	1,0	99,0
No. 10	3,6	1,6	97,4
No. 40	26,4	12,0	85,4
No. 200	30,4	13,8	71,5
Pasa No. 200	157,4	71,5	
TOTAL	220	100,0	

1,0	27,5	71,5
GRAVAS	ARENAS	FINOS
% Fracción menor del Tamiz No. 200 por lavado		71,55

D10		COEFICIENTE UNIFORMIDAD (Cu)		NUMEDAD NATURAL
D30				
D60		COEFICIENTE CURVATURA (Cc)		21,9%
PRUEBA LÍMITE DE CONTRACCIÓN		LC	R	CV
CL	1,00	66,12	1,91	0,8



CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	
Límite Líquido (%)	43,20
Límite Plástico (%)	25,74
Índice de Plasticidad (%)	17,46
Índice de Consistencia	1,22
Índice de grupo	12
AASHO	A-7-6
USCS	CL-MI

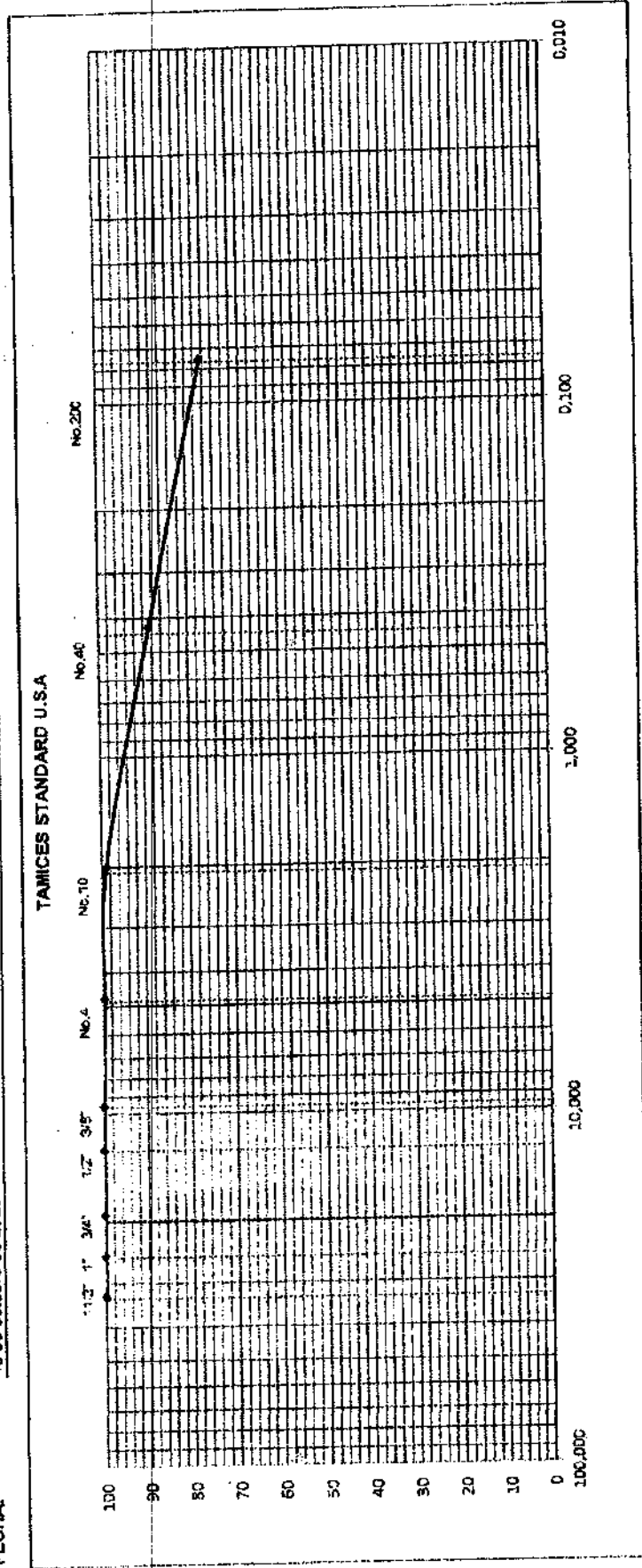
EQUIPO UTILIZADO:					
Equipo	Estado	Verificación	Cumple	No Cumple	Observaciones del equipo
001	Bueno	Cumple	X		
042	Bueno	Cumple	X		
083	Bueno	Cumple	X		

Andie Lorena García Restrepo
Andie Lorena García Restrepo
Laboratista de suelos
Elaboró

Oscar Fernando Arevalo Perilla
Ingeniero Oscar Fernando Arevalo Perilla
Coordinador Operativo
Revisó y Aprobó

	ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 / DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214			
	Código:	CE-F-003		
	Versión:	01		
	Fecha:	1-sep-23		
Página:	11	de	52	

PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO. GRADERIAS. CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN. VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.
MUESTRA:	SONDEO No. 1 M # 1
FECHA:	13 de octubre de 2023
CÓDIGO:	MSPC OFA 076-25
REMISIÓN:	OFA 076-25
SONDEO:	1



417
100

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA I.N.V. E-181-22 (SONDEOS, APIQUES Y CALICATAS)	Código:	CE-F-002	
		Versión:	01	
		Fecha:	1-sep-23	
		Página:	14	de

OBRA:	ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILLUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUMA.		
UBICACIÓN:	VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN	FECHA:	13 de octubre de 2025
MUESTRA:	SONDEO No. 1 M # 3	NORMA:	INVIAS-22 / NTC / NSR-10
PROFUNDIDAD:	2,60 - 3,50 m	ENSAYO:	E122-E125-E126-E213-E214 NTC 4630
DESCRIPCION:	LIMO CON TRAZAS DE ARENA DE PLASTICIDAD MEDIA INORGÁNICO COLOR HABANO, VETA GRISACEA.	COCKO:	MSPC OFA 076-25
		REMISION:	OFA 076-25

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS I.N.V. E-125-22 LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS I.N.V. E-126-22

LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba No. 1	1	2	3
No. Golpes	15	25	35
Recipiente No.	8	40	50
Vitrilo + Suelo Humedo, gr	28,85	29,34	28,45
Vitrilo + Suelo Seco, gr	23,45	23,44	22,95
Peso del Agua, gr	5,40	5,90	5,50
Peso vitrilo, gr	5,30	5,80	5,70
Peso Suelo Seco, gr	17,15	16,54	16,25
Contenido de agua, %	37,32	35,46	33,85

LÍMITE PLÁSTICO		W. Natural
1	2	3
3	1	54
20,84	33,45	846,0
25,30	28,12	704,0
4,64	5,33	162,0
6,80	6,80	48,0
18,50	21,32	745,0
25,08	25,00	20,4

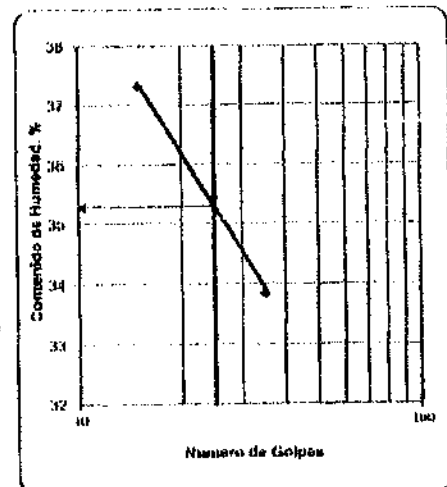
ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 / DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

P1 = 230,1 P2 = 95,4

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	100,0
No. 4	2,2	1,0	99,0
No. 10	8,8	3,8	95,2
No. 40	38,9	16,9	78,3
No. 200	45,5	19,8	50,5
Pasa No. 200	134,7	58,5	
TOTAL	230,1	100,0	

1,0	40,5	58,5
GRAVAS	ARENAS	FINOS
% Fracción menor del Tamiz No. 200 por lavado		
58,54		

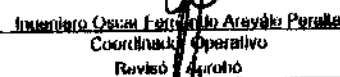
D10		COEFICIENTE UNIFORMIDAD (Cu)		HUMEDAD NATURAL
D30				
D60		COEFICIENTE CURVATURA (Cc)		20,4%
PRUEBA LÍMITE DE CONTRACCIÓN				
CL	1,00	55,20	1,91	0,8



CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	
Límite Líquido (%)	35,30
Límite Plástico (%)	25,04
Índice de Plasticidad (%)	10,26
Índice de Consistencia	1,45
Índice de grupo	4
AASHTO	A-6
USCS	ML

EQUIPO UTILIZADO:					
Equipo	Estado	Verificación	Cumple	No Cumple	Observaciones del equipo
001	Bueno	Cumple	X		Tamiz
042	Bueno	Cumple	X		Balanza digital
063	Bueno	Cumple	X		


Arlene Torres Gaitan
 Laboratorio de suelos
 Elaboró


Oscar Fariñas Arce
 Coordinador Operativo
 Revisó

**MECÁNICA DE
SUELOS,
PAVIMENTOS Y
CONCRETOS S.A.S.**

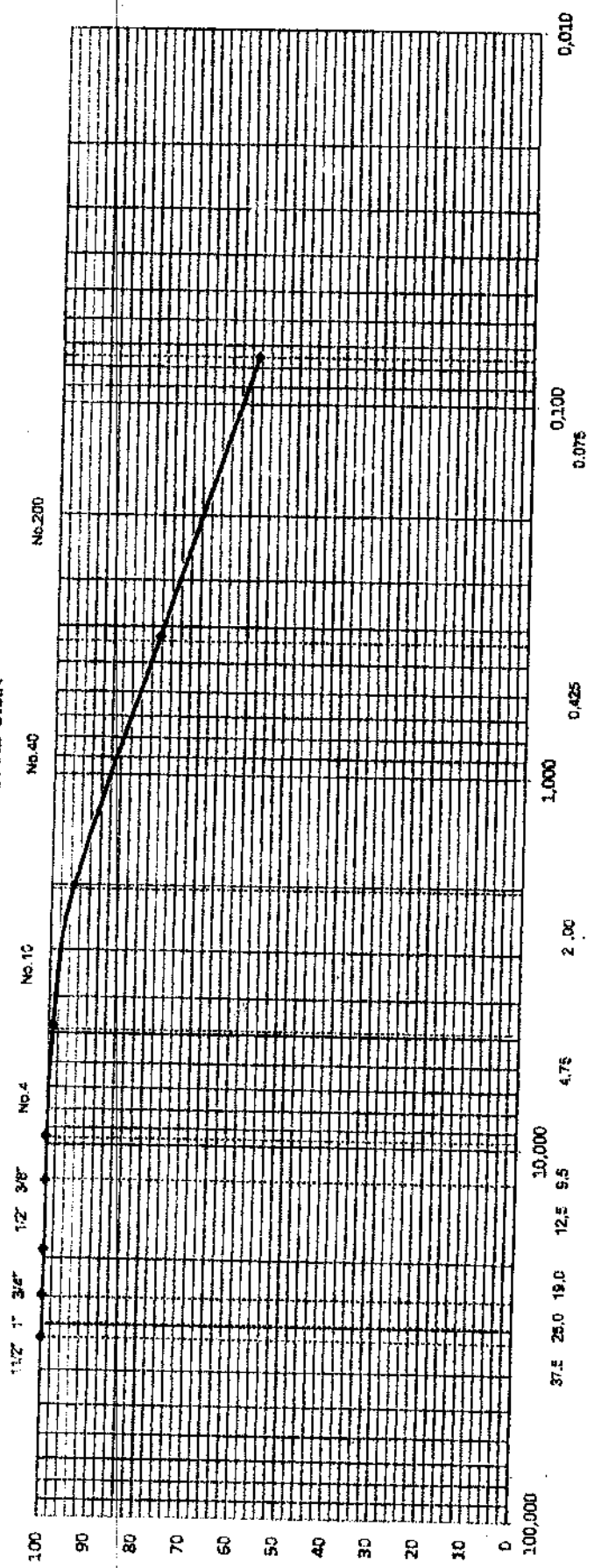
**ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 /
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200
MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214**

Código:	CE-F-003
Versión:	01
Fecha:	1-sep-23
Página:	15 de 52

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA
IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.
MUESTRA: SONDEO No. 1 M # 3
FECHA: 13 de octubre de 2025

CÓDIGO:	MSPC OFA 076-25
REMISIÓN:	OFA 076-25
SONDEO:	1

TAMICES STANDARD U.S.A



401
446

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA I.N.V. E-181-22 (SONDEOS, APIQUES Y CALICATAS)		Código:	CE-F-002	
			Versión:	01	
			Fecha:	1-sep-23	
			Página:	16	de 52

OBRA: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.
UBICACIÓN: VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN
MUESTRA: SONDEO No. 1 M # 4
PROFUNDIDAD: 3,50 - 4,50 m.
DESCRIPCIÓN: LIMO CON TRAZAS DE ARENA DE PLÁSTICIDAD MEDIA INORGÁNICO COLOR HABANO, VETA GRISACEA.

FECHA: 13 de octubre de 2023
NORMA: INVIAS 22 / NTC / NSR-10
ENSAYO: E122-E125-E126-E213-E214 NTC 4630
CÓDIGO: MSPC OFA 076-25
REMISIÓN: OFA 076-25

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS I.N.V. E-126-22
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS I.N.V. E-126-22

LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba No. 1	1	2	3
No. Golpes	15	25	35
Recipiente No.	4	5	12
Vitrío + Suelo Humedo, gr	27,34	28,55	28,14
Vitrío + Suelo Seco, gr	21,15	22,32	20,76
Peso del Agua, gr	6,19	6,23	6,38
Peso vitrio, gr	6,80	6,80	6,60
Peso Suelo Seco, gr	14,35	15,52	14,16
Contenido de agua, %	43,14	40,14	37,98

LÍMITE PLÁSTICO		W. Natural
1	2	3
20	9	13
32,33	27,80	620,0
26,02	23,42	489,0
5,41	4,38	131,0
6,50	6,82	50,0
20,34	16,50	430,0
26,80	26,55	29,8

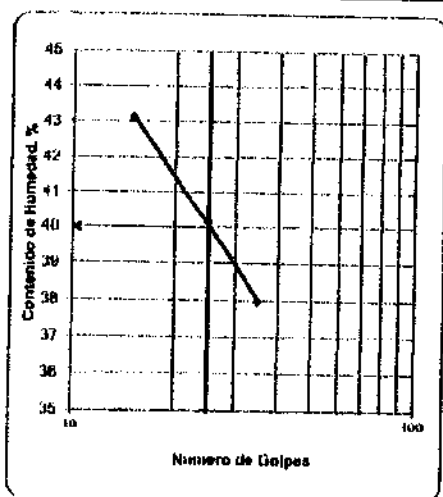
ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 /
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

P1 = 210,5 **P2 =** 86,7

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	100,0
No. 4	1,7	0,8	99,2
No. 10	13,2	6,3	92,9
No. 40	30,4	14,4	78,5
No. 200	41,4	19,7	58,8
Pasa No. 200	123,0	58,8	
TOTAL	210,5	100,0	

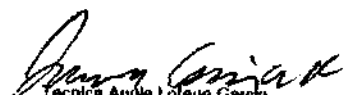
0,8	40,4	58,8
GRAVAS	ARENAS	FINOS
% Fracción menor del Tamiz No. 200 por lavado		58,81

D10		COEFICIENTE UNIFORMIDAD (Cu)		HUMEDAD NATURAL
D30				
D60				
PRUEBA LÍMITE DE CONTRACCIÓN		COEFICIENTE CURVATURA (Cc)		29,8%
CL	1,00	LC	R	CV
		56,45	1,88	0,8

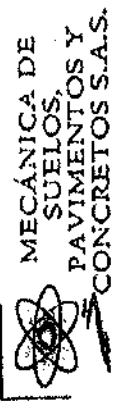


CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	
Límite Líquido (%)	40,00
Límite Plástico (%)	26,57
Índice de Plasticidad (%)	13,43
Índice de Consistencia	0,76
Índice de grupo	6
AASHTO	A-6
USCS	ML

EQUIPO UTILIZADO:					
Equipo	Estado	Verificación	Cumple	No Cumple	Observaciones del equipo
001	Bueno	Cumple	X		Tamiz
042	Bueno	Cumple	X		Tamiz Digital
083	Bueno	Cumple	X		Tamiz


Técnica Angie Lora García
 Laboratorio de suelos
 Elaboró


Ingeniero Oscar Fajardo Arévalo
 Coordinador Operativo
 Revisó



ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 /
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200
MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

Código:	CE-F-003		
Versión:	01		
Fecha:	1-sep-23		
Página:	17	de	52

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCIÓN CUBIERTO GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA
IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA

MUESTRA: SONDEO No. 1 M # 4

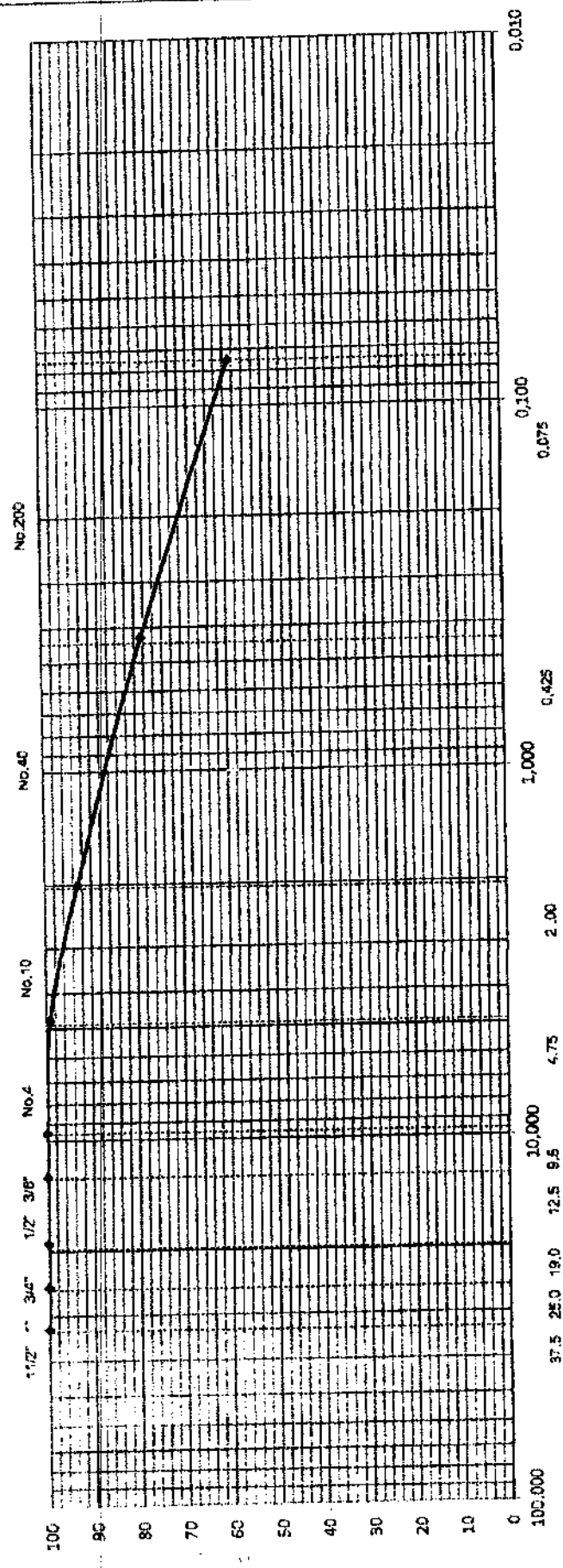
FECHA: 13 de octubre de 2025

CÓDIGO: MSPC OFA 076-25

REMISIÓN: OFA 076-25

SONDEO: 1

TAMICES STANDARD U.S.A





COMPRESION INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS I.N.V. E-152

Código: CE-F-004
Versión: 01
Fecha: 1-sep-23
Página: 18 de 52

OBRA:

ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO,
GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN
VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.

FECHA: 13-oct-25

LOCALIZACION: VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN

NORMA: NSR-10 / INVIAS-22

UBICACION: SONDEO No. 1 M # 4

ENSAYO: E-152

DESCRIPCION: LIMO CON TRAZAS DE ARENA DE PLÁSTICIDAD MEDIA INORGÁNICO
COLOR HABANO, VETA GRISACEA.

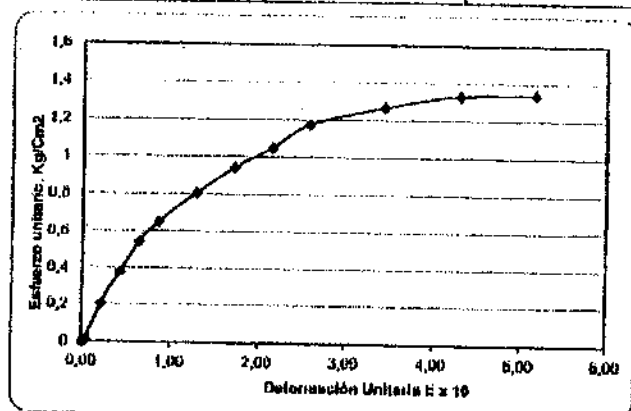
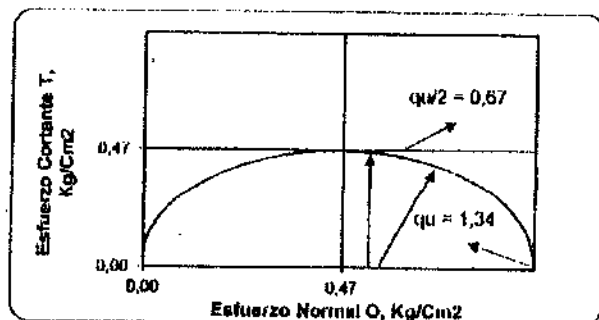
CÓDIGO: MSPC OFA 076-26

REMISIÓN: OFA 076-25

Diametro(cm): 5,60 Area Ao(cm²): 23,76 Altura(cm): 11,60 Volumen(cm³): 276,80
Masa(g): 495,5 Peso Unitario humedo(g/cm³): 1,798 Contenido de Humedad, w%: 29,84
Peso Unitario seco(g/cm³): 1,385 LRC: 2,11 Condición de la probeta: Intactada

Lectura del Deformímetro ($\times 10^{-2}$)	Deformímetro de carga (unidades)	Deformímetro de la muestra DE (mm)	Deformímetro Unitario DIA _u ($\times 10^{-2}$)	Area CI I-e	Area Corregida, A' cm² $A' = Aa/(1-E)$	Carga Total sobre la muestra (col 2 x LRC)	Esfuerzo sobre la muestra Kg/cm²
6	0,30	0,05	0,0431	1,000	23,77	0,3	0,01
26	4,08	0,25	0,2155	0,998	23,81	4,9	0,20
50	9,11	0,50	0,4310	0,996	23,86	9,1	0,38
75	12,96	0,75	0,6466	0,994	23,91	13,0	0,64
100	15,55	1,00	0,8621	0,991	23,96	15,6	0,65
150	18,26	1,50	1,2931	0,987	24,07	19,3	0,81
200	22,50	2,00	1,7241	0,983	24,18	22,5	0,94
250	25,02	2,50	2,1552	0,978	24,28	25,0	1,05
300	28,03	3,00	2,5862	0,974	24,39	28,0	1,17
400	30,30	4,00	3,4483	0,966	24,61	30,3	1,27
500	31,85	5,00	4,3103	0,957	24,83	31,9	1,33
600	31,99	6,00	5,1724	0,948	25,05	32,0	1,34

Resistencia compresión Inconfinarla (kg/cm²) q 1,34
Cohesión (kg/cm²) = $qu/2$ 0,67
TIPO DE FALLA: DESMORONAMIENTO



 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA I.N.V. E-181-22 (SONDEOS, APIQUES Y CALICATAS)		Código:	CE-F-002	
			Verión:	01	
			Fecha:	1-sep-23	
			Página:	18	de 52

OBRA:	ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.	
UBICACIÓN:	VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN	FECHA: 13 de octubre de 2025
MUESTRA:	SONDEO No. 1 M # 5	NORMA: INVIAS 22 / NTC / NSR-10
PROFUNDIDAD:	4,50 - 5,50 m.	ENSAYO: E122-E125-E128-E213-E214 NTC 4630
DESCRIPCION:	LIMO CON TRAZAS DE ARENA DE PLÁSTICIDAD BAJA INORGÁNICO COLOR IABANO, VETA GRISACEA Y CAFÉ.	CODIGO: MSPC OFA 076-25
		REMISIÓN: OFA 078-25

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS I.N.V. E-125-22
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS I.N.V. E-126-22**

LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba No. 1	1	2	3
No. Golpes	15	25	35
Recipiente No.	45	20	10
Vidrio + Suelo Humedo, gr	25,05	25,06	24,05
Vidrio + Suelo Seco, gr	20,42	20,85	19,38
Peso del Agua, gr	5,63	5,31	4,69
Peso vidrio, gr	6,60	6,80	6,60
Peso Suelo Seco, gr	13,82	13,85	12,66
Contenido de agua, %	40,60	38,34	38,47

LÍMITE PLÁSTICO			W. Natural
1	2	3	
8	69	34	
32,30	32,28	486,5	
26,50	26,48	380,0	
5,00	5,00	87,5	
5,60	5,60	50,0	
10,90	19,88	348,0	
20,15	20,16	26,1	

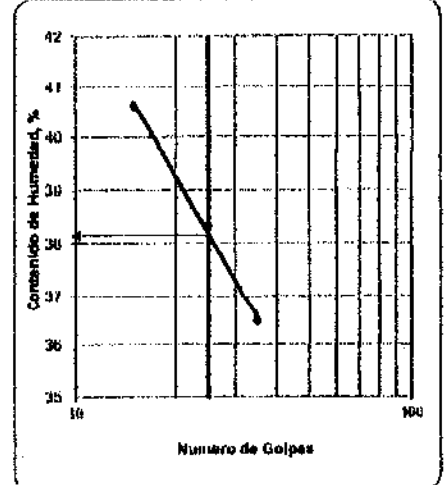
**ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 /
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No.
200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214**

P1 = 160 P2 = 82,8

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	100,0
No. 4	2,7	1,7	98,3
No. 10	12,2	7,6	90,7
No. 40	25,4	15,8	74,8
No. 200	42,5	26,6	48,3
Pasa No. 200	77,2	48,3	
TOTAL	160	100,0	

1,7	50,1	48,3
GRAVAS	ARENAS	FINOS
% Fracción menor del Tamiz No. 200 por lavado		48,25

D10		COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (Cu)		HUMEDAD NATURAL
D30				
D60				
PRUEBA LÍMITE DE CONTRACCIÓN		COEFICIENTE DE CURVATURA (Cc)		25,1%
CL	1,00	LC	R	CV
			1,87	0,7



CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	
Límite Líquido (%)	38,10
Límite Plástico (%)	20,16
Índice de Plasticidad (%)	8,94
Índice de Consistencia	1,45
Índice de grupo	2
AASHO	A-4
USCS	ML

EQUIPO UTILIZADO:					
Equipo	Estado	Verificación	Cumple	No Cumple	Observaciones del equipo
001	Buena	Cumple	X		Tamiz
042	Buena	Cumple	X		Balanza digital
063	Buena	Cumple	X		Humidor


 Ayra Lorena García Rodríguez
 Laborantista de suelos
 Elaboró


 Ingeniero Oscar Fernando Vazquez Parella
 Coordinador Operativo
 Revisó y Aprobó

Dirección: Calle 2 No. 2-58 Villavieja Páez - Huila / https://www.mecanicaedatos.com/contenedor - Email: info@mecanicaedatos.com / Teléfono: 3105818487



MECÁNICA DE
SUELOS,
PAVIMENTOS Y
CONCRETOS S.A.S.

ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 /
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200
MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

Código:	CE-F-003		
Versión:	01		
Fecha:	1-sep-23		
Página:	20	de	52

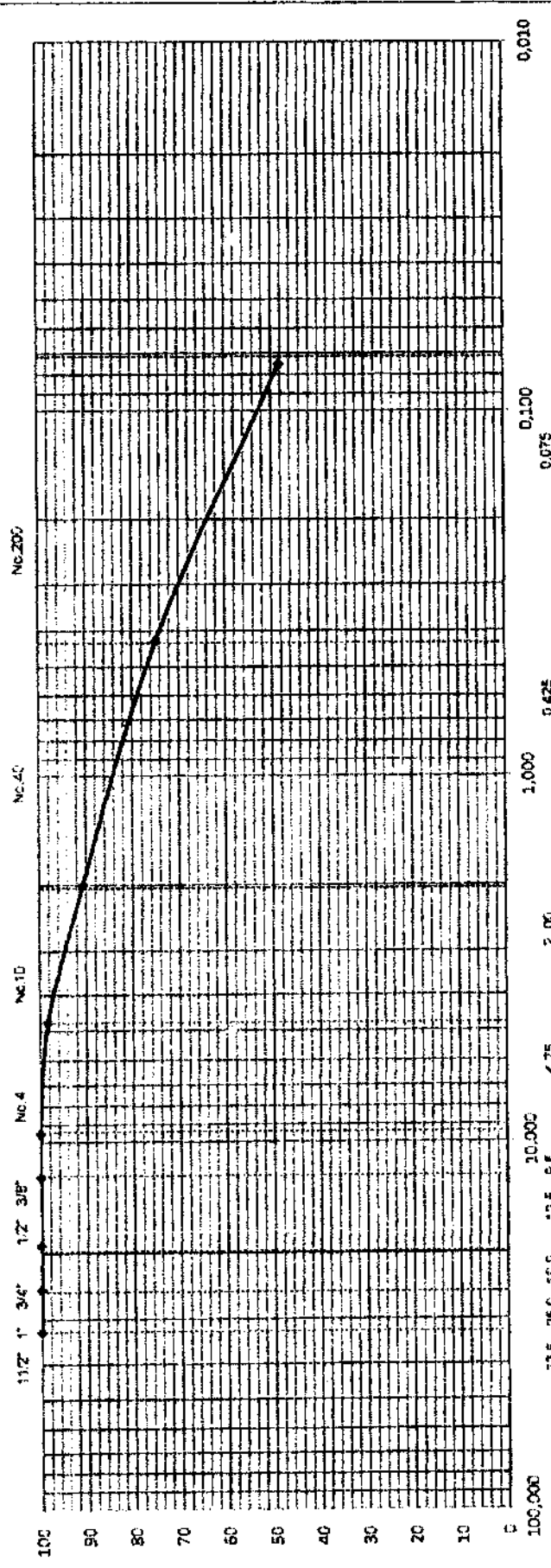
PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA
IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPID, SAN AGUSTIN, HUILA

MUESTRA: SONDEO No. 1 M # 5

FECHA: 13 de octubre de 2025

CÓDIGO:	MSPC OFA 076-25
REMISIÓN:	OFA 076-25
SONDEO:	1

TAMICES STANDARD U.S.A



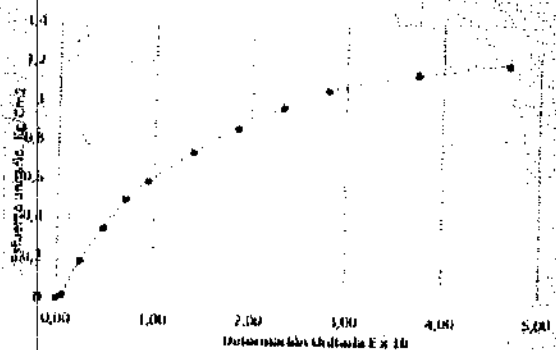
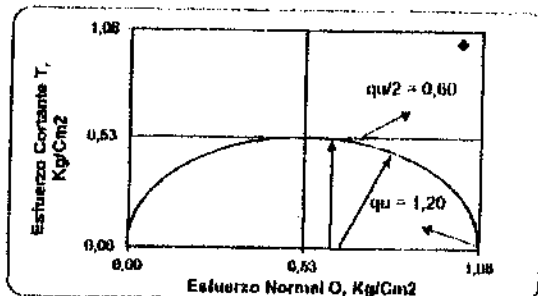
403
418

OBRA:	ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACION VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, TULUA.	FECHA:	13-oct-25
LOCALIZACION:	VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN	NORMA:	NSR-10 / INVIAS-22
UBICACION:	SONDEO No. 1 M # 5	ENSAYO:	E-162
DESCRIPCION:	LIMO CON TRAZAS DE ARENA DE PLASTICIDAD BAJA INORGANICO COLOR HABANO, VETA GRISACEA Y CAFE.	CODIGO:	MSPC OFA 076-25
		REMISION:	OFA 076-25

Diámetro(cm):	5,40	Área Ao(cm²):	22,90	Altura(ca):	10,70	Volumen(m³):	245,05
Massa(g):	431,3	Peso Umílarlo húmedo(g/cm³):	1,874	Contenido de Humedad, %:			21,87
Peso Umílarlo seco(g/cm³):	1,373	LRC:	1,90	Condición de la probeta:			húmeda

[illegible]

Resistencia compesión Incontinada (kg/cm²) q	1,20
Cohesión (kg/cm²) = qu/2	0,60
TIPO DE FALLA:	PLANO INCLINADO



 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA I.N.V. 181-22 (SONDEOS, APIQUES Y CALICATAS)		Código:	CE-F-002	
			Versión:	01	
			Fecha:	1-sep-23	
			Página:	22	de 52

OBRA:	ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.				
UBICACIÓN:	VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN				
MUESTRA:	SONDEO No. 1 M # 6	FECHA:	13 de octubre de 2025		
PROFUNDIDAD:	5,60 - 6,50 m.	NORMA:	INVIAS-22 / NTC / NSR-10		
DESCRIPCION:	LIMO CON TRAZAS DE ARENA DE PLASTICIDAD MEDIA INORGANICO COLOR HABANO, VETA GRISACEA	ENSAYO:	E122 E125-E126-E213-E214 NTC 4630		
		CODIGO:	MSPC OFA 076-25		
		REMISION:	OFA 076-25		

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS I.N.V. E-125-22
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS I.N.V. E-126-22

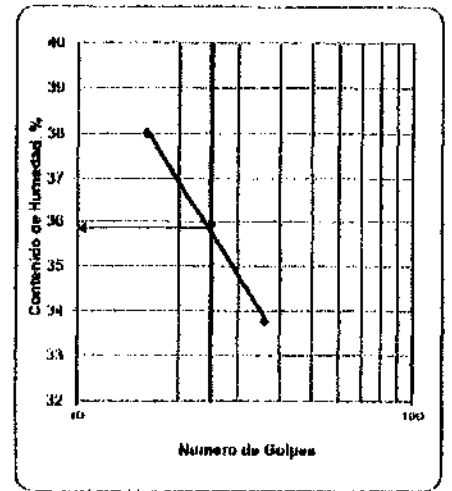
LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba No. 1	1	2	3
No. Golpes	18	25	36
Recipiente No.	58	16	31
Vidrio + Suelo Humedo, gr	25,00	23,00	22,68
Vidrio + Suelo Seco, gr	19,96	18,89	18,58
Peso del Agua, gr	5,04	4,31	4,00
Peso vidrio, gr	6,70	6,70	6,50
Peso Suelo Seco, gr	13,26	11,00	12,08
Contenido de agua, %	38,01	35,05	33,77

LÍMITE PLÁSTICO		W. Natural
1	2	3
6	71	16
31,00	29,18	330,2
26,00	24,58	268,0
5,00	4,60	62,2
8,50	6,60	49,0
19,50	17,98	219,0
26,64	25,68	28,4

ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 / DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

P1 = 222,5 P2 = 82,2

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	100,0
No. 4	0,0	0,0	100,0
No. 10	9,6	4,3	95,7
No. 40	30,2	13,6	82,1
No. 200	52,4	23,6	60,0
Pasa No. 200	130,3	58,6	
TOTAL	222,5	100,0	

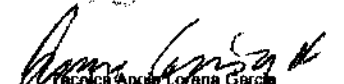


0,0	41,4	58,6
GRAVAS	ARENAS	FINOS
% Fracción menor del Tamiz No. 200 por lavado		58,66

D10		COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (Cu)	1,4	HUMEDAD NATURAL
D30				
D60				
PRUEBA LIMITE DE CONTRACCIÓN		COEFICIENTE DE CURVATURA (Cc)		
CL	1,00	LC	R	CV
		56,05	2,02	0,89

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	
Límite Líquido (%)	35,00
Límite Plástico (%)	25,81
Índice de Plasticidad (%)	10,29
Índice de Consistencia	0,73
Índice de grupo	4
AASHTO	A-8
USCS	ML

EQUIPO UTILIZADO:					
Equipo	Estado	Verificación	Cumple	No Cumple	Observaciones del equipo
001	Buena	Cumple	X		Tamiz
042	Buena	Cumple	X		Balanza digital
063	Buena	Cumple	X		Humid

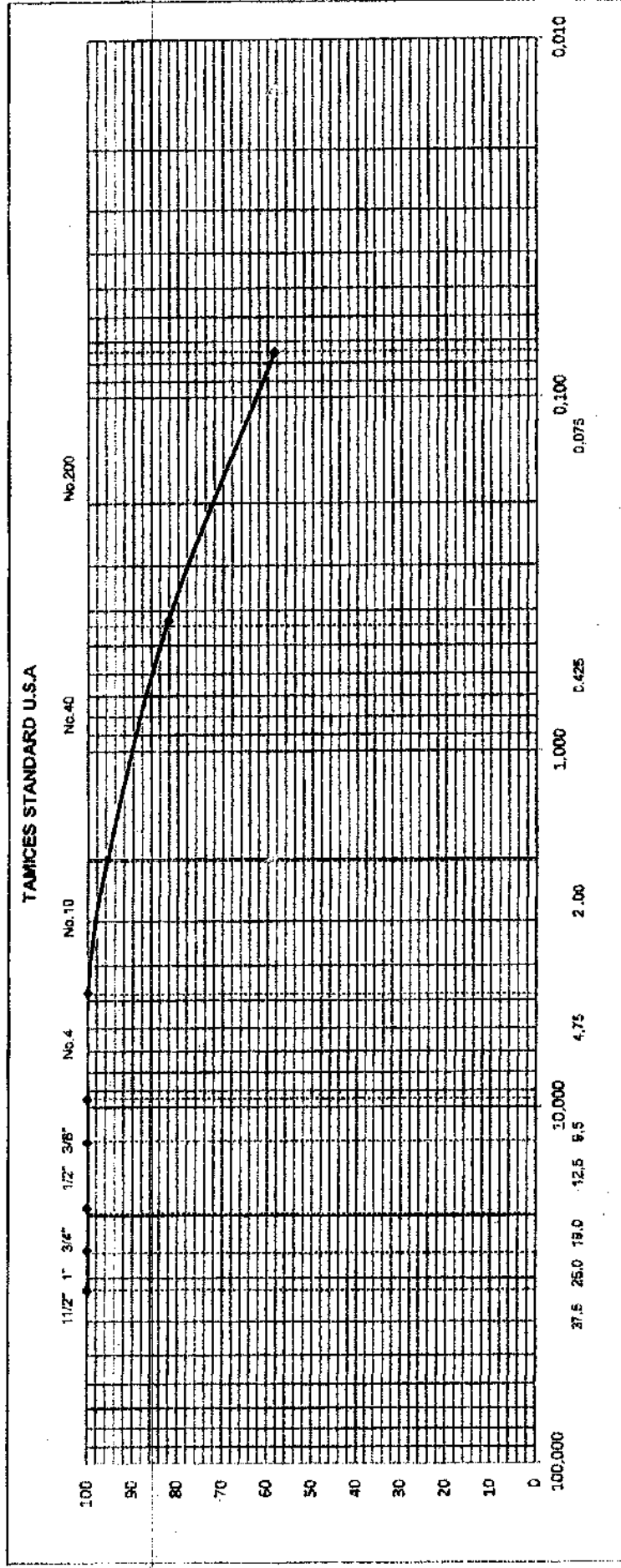

Técnico Andrés Lorena García
 Laboratorio de suelos
 Elaboró


Ingeniero Oscar Fernando Treviño Parilla
 Coordinador Operativo
 Revisó y aprobó

Dirección: Calle 2 No. 2-56 Valdeverde Pácora - Huila / Teléfono: 0322-2555555 / Correo: info@mecanica-suelos.com / Página 21055-10007

	ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 / DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214		Código:	CE-F-003	
			Versión:	01	
			Fecha:	1-sep-23	
			Página:	23	de

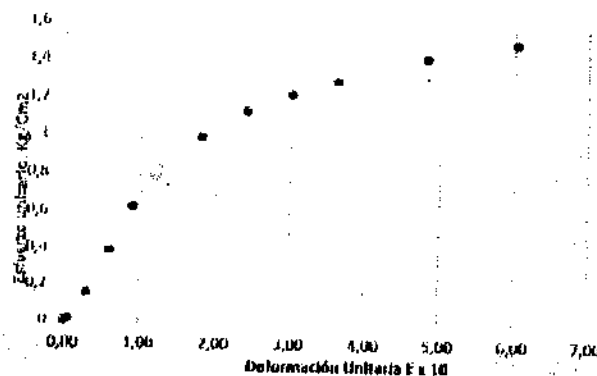
PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCIÓN CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN, VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.	
MUESTRA:	SONDEO No. 1 M # 6	
FECHA:	13 de octubre de 2025	
CÓDIGO:	MSPC OFA 076-25	
REMISIÓN:	OFA 076-25	
SONDEO:	1	



REMISIÓN: OFA 078-25

Peso Unitario seco (g/cm³): 1.424 LRC: 1.88 Condición de la probeta: Intermedia

TIPO DE FALLA:	CONO Y GRIETAS VERTICALES
----------------	---------------------------



 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA I.N.V. E-181-22 (SONDEOS, APIQUES Y CALICATAS)	Código:	CE-F-002	
		Versión:	01	
		Fecha:	1-sep-23	
		Página:	25	de 52

OBRA:	ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.	
UBICACIÓN:	VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN	FECHA: 13 de octubre de 2025
MUESTRA:	SONDEO No. 2 M # 1	NORMA: INVIAS-22 / NTC / NSR-10
PROFUNDIDAD:	0,50 - 1,50 m.	ENSAYO: E122-E126-E128-E213-E214 NTC 4630
DESCRIPCION:	ARCILLA LIMOSA CON TRAZAS DE ARENA DE MEDIA PLASTICIDAD INORGANICA COLOR IABANO, VETA CAFÉ.	CODIGO: MSPC OFA 078-25
		REMISION: OFA 078-25

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS I.N.V. E-125-22
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS I.N.V. E-128-22

Prueba No. 1	1	2	3
No. Golpes	15	25	35
Recipiente No.	32	9	1
Válvula + Suelo Humedo, gr	28,92	28,60	24,11
Válvula + Suelo Seco, gr	22,11	22,11	19,11
Peso del Agua, gr	6,81	6,49	5,00
Peso sólido, gr	6,70	6,70	6,70
Peso Suelo Seco, gr	15,41	15,41	12,41
Contenido de agua, %	44,10	42,12	40,20

1	2	W. Natural
6	2	17
32,85	34,05	800,0
27,44	28,41	878,0
5,41	5,65	122,0
6,70	6,70	48,0
20,74	21,71	630,0
26,08	26,02	19,4

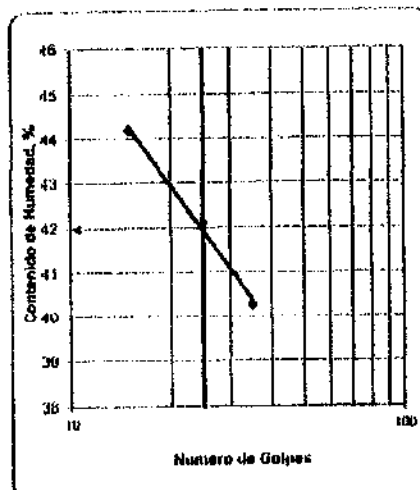
ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213
/ DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ
No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

P1 = 186,0 P2 = 37,4

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	100,0
No. 4	0,0	0,0	100,0
No. 10	2,8	1,5	98,5
No. 40	11,2	6,0	92,5
No. 200	23,4	12,6	79,9
Peso No. 200	148,6	79,9	
TOTAL	186,0	100,0	

	GRAVAS	ARENAS	FINOS
% Fracción menor del Tamiz No. 200 por lavado	0,0	20,1	79,9

D10	D30	D60	COEFICIENTE UNIFORMIDAD (Cu)	COEFICIENTE CURVATURA (Cc)	HUMEDAD NATURAL
					19,4%
PRUEBA LÍMITE DE CONTRACCIÓN					
CL	1,00	58,20	2,05	0,8	

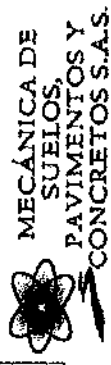


Límite Líquido (%)	42,00
Límite Plástico (%)	26,05
Índice de Plasticidad (%)	15,95
Índice de Consistencia	1,42
Índice de grupo	13
AASHO	A-7-6
USCS	CL-MH

Equipo	Estado	Verificación	Cumple	No Cumple	Observaciones del equipo
001	Bueno	Cumple	X		Lauter
042	Bueno	Cumple	X		Batidora Digital
063	Bueno	Cumple	X		Alfiler

[Firma]
Técnica Anela Lorena García
 Laboratorio de suelos
 Elaboró

[Firma]
Ingeniero Oscar Fernando Arevalo Parilla
 Coordinador Operativo
 Revisó y Aprobó



MECÁNICA DE
SUELOS,
PAVIMENTOS Y
CONCRETOS S.A.S.

ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 /
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200
MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

Código:	CE-F-003
Versión:	01
Fecha:	1-sep-23
Página:	26 de 52

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA
IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA

MUESTRA: SONDEO No. 2 M # 1

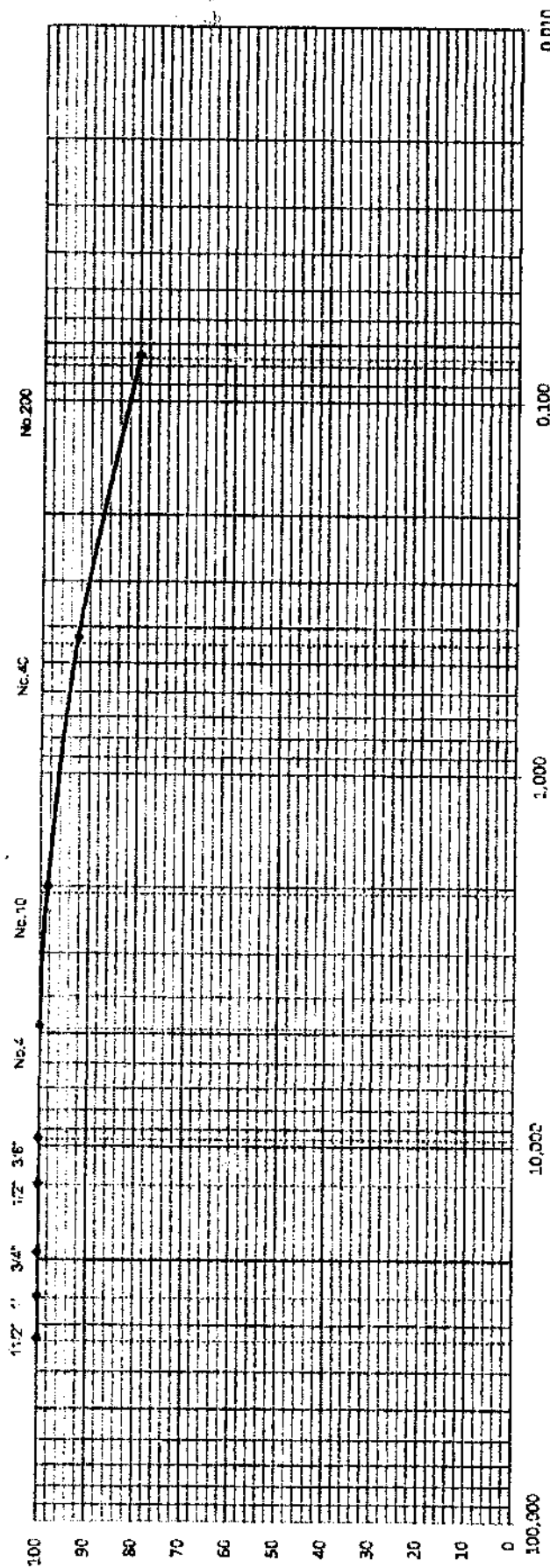
FECHA: 13 de octubre de 2025

CÓDIGO: MSPC OFA 076-25

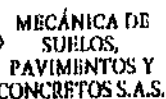
REMISIÓN: OFA 076-25

SONDEO: 2

TAMICES STANDARD U.S.A



471
406



Código:	CE-F-002		
Versión:	01		
Fecha:	1-sep-23		
Página:	27	de	52

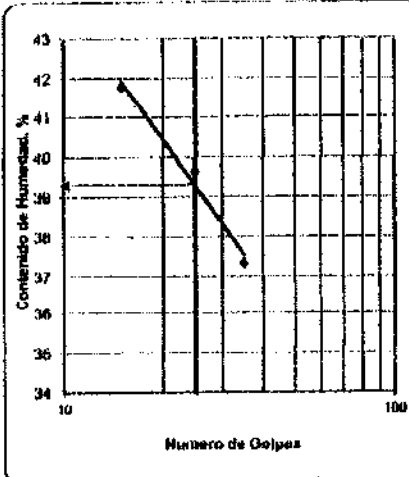
UBICACIÓN:	VEREDA LAS CHINAS MPD DE SAN AGUSTIN	FECHA:	13 de octubre de 2025
MUESTRA:	SONDEO No. 2 M # 2	NORMA:	INVIAS-22 / NTC / NSR-10
PROFUNDIDAD:	1,50 - 2,50 m.	ENSAYO:	E 122-E 126-E 128-E 213-E 214 NTC 4630
DESCRIPCION:	LIMO CON TRAZAS DE ARENA DE PLASTICIDAD MEDIA INORGANICO COLOR HABANO. VETA CAFE Y GRISACEA.	CODIGO:	MSPC OFA 078-25
		REMISION:	OFA 078-25

LÍQUIDO			
	1	2	3
Prueba No. 1			
No. Colores	15	25	35
Recipiente No.	19	74	3
Vidrio + Suelo Húmedo, gr	20,00	29,00	28,70
Vidrio + Suelo Seco, gr	22,40	22,84	22,50
Peso del Agua, gr	6,80	6,36	6,01
Peso vidrio, gr		6,80	6,60
Peso Suelo Seco, gr	15,80	16,04	16,09
Contenido de agua, %	41,77	30,65	37,36

LÍMITE PLÁSTICO		W. Natural
1	2	3
49	35	1
27,80	29,52	871,4
23,02	24,51	729,9
4,58	5,01	141,5
6,60	8,50	47,8
16,42	16,01	682,3
27,89	27,82	20,7

$P_1 = 215,0$ $P_2 = 85,7$

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	100,0
No. 4	0,0	0,0	100,0
No. 10	3,6	1,7	98,3
No. 40	36,4	16,0	81,4
No. 200	45,7	21,3	80,1
Pesa No. 200	120,3	60,1	
TOTAL	215,0	100,0	



	0,0	30,9	60,1
	GRAVAS	ARENAS	FINOS
% Fracción menor del Tamiz No. 200 por lavado			60,14

D10		COEFICIENTE UNIFORMIDAD (C _u)		HUMEDAD NATURAL
D30				
D60		COEFICIENTE CURVATURA (C _c)		20,7%
PRUEBA LÍMITE DE CONTRACCIÓN				
CL	1,00	LC	R	CV
		58,21	1,99	0,9

Límite Líquido (%)	39,30
Límite Plástico (%)	27,88
Índice de Plasticidad (%)	11,44
Índice de Consistencia	1,62
Índice de grupo	6
AASHO	A-6
USCS	ML

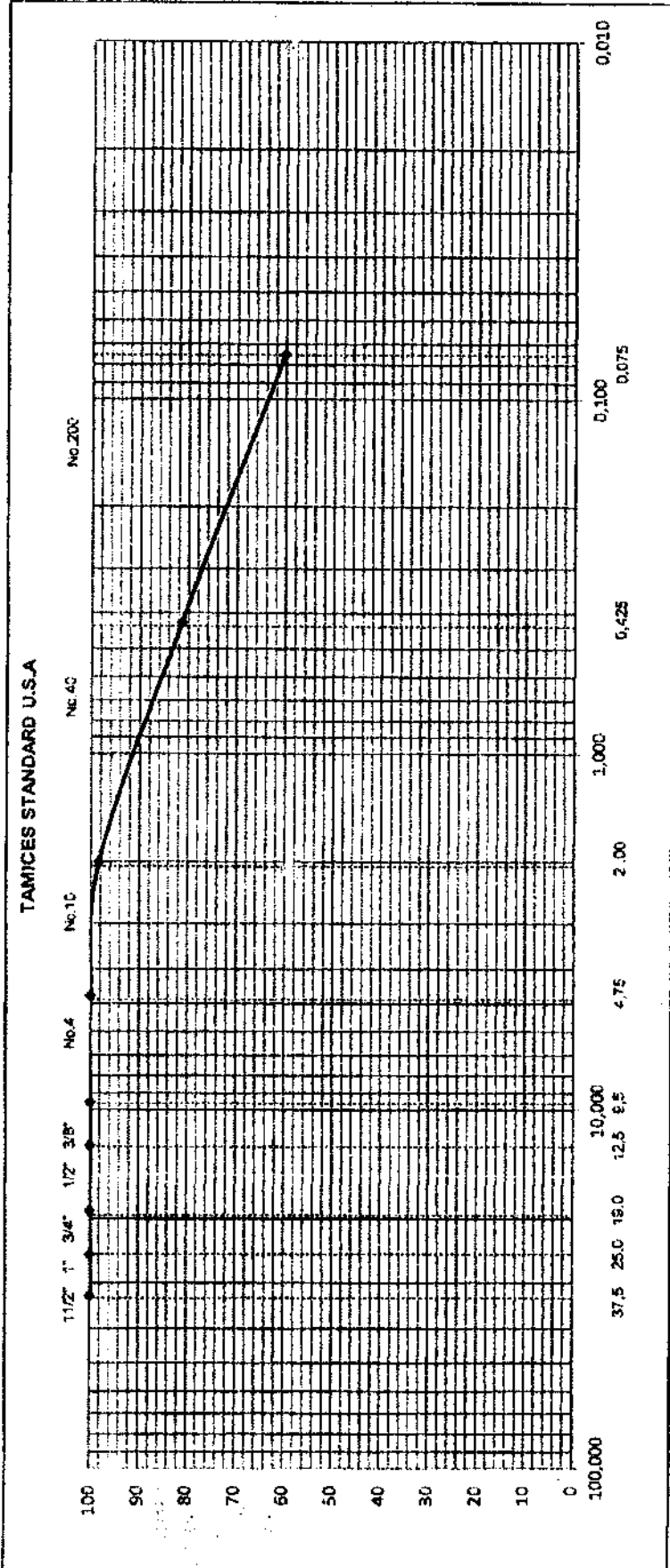
Equipo	Estado	Verificación	Cumple	No Cumple	Observaciones del equipo
001	Bueno	Cumple	X		Tanque
002	Bueno	Cumple	X		Medidor de flujo
003	Bueno	Cumple	X		Tanque

Ramona Lorena Garcia
Técnic(a) Analista Lorena García
Laboratorista de huellas
FBI/DOJ

Ingeniero Oscar Fernando Arvelo Peraza
Coordinador Operativo
Revisado: Aprobado

	ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 / DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214		Código:	CE-F-003	
			Versión:	01	
			Fecha:	1-sep-23	
			Página:	28	de

PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIC, SAN AGUSTIN, HUILA	
MUESTRA:	SONDEO No. 2 M # 2	
FECHA:	13 de octubre de 2025	
CÓDIGO:	MSPC OFA 076-25	
REMISIÓN:	OFA 076-25	
SONDEO:	2	



409
422

OBRA: VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN

LOCALIZACION: VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN

FECHA: 13-dici.-26

LOCALIZACION: VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN

NORMA: NSR-10 / INVIAS-22

UBICACIÓN: SONDEO No. 2 M # 2

ENSAYO: E-162

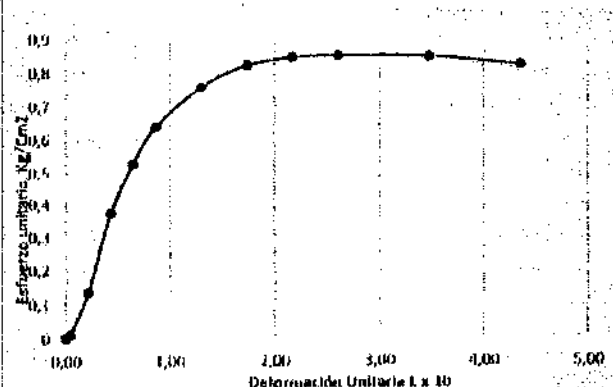
DESCRIPCION: LIMO CON TRAZAS DE ARENA DE PLÁSTICIDAD MEDIA INORGÁNICO
COLOR HABANO, VETA CAFÉ Y GRISACEA.

CÓDIGO: MSPC OFA 076-25

REMISION: OFA 078-25

Diámetro(cm):	<u>6,60</u>	Área Aa(cm²):	<u>23,76</u>	Altura(cm):	<u>11,50</u>	Volumen(cm³):	<u>273,22</u>
Masa(g):	<u>473,3</u>	Peso Unitario húmedo(g/cm³):	<u>1,732</u>	Contenido de Humedad, w%:	<u>20,74</u>		
Peso Unitario seco(g/cm³):	<u>1,435</u>	LRC:	<u>2,00</u>	Condición de la probeta:	<u>Intacta</u>		

Resistencia composición Inconfinada (kg/cm ²) q	0,82
Cohesión (kg/cm ²) = qu/2	0,41
TIPO DE FALLA:	ABOMBAMIENTO



408
423

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA I.N.V. E-181-22 (SONDEOS, APIQUES Y CALICATAS)		Código:	CE-F-002	
			Versión:	01	
			Fecha:	1-sep-23	
			Página:	30	de 52

OBRA:	ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CENRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.				
UBICACIÓN:	VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN		FECHA:	13 de octubre de 2025	
MUESTRA:	SONDEO No. 2 M # 3		NORMA:	INVIAS-22 / NTC / NSR-10	
PROFUNDIDAD:	2,50 - 3,50 in.		ENSAYO:	E122-E125-E126-E213-E214 NTC 4630	
DESCRIPCION:	ARCILLA LIMOSA CON TRAZAS DE ARENA DE PLÁSTICIDAD MEDIA INORGÁNICA COLOR IABANO, VETA CAFÉ		CODIGO:	MSPC OFA 076-25	
			REMISIÓN:	OFA 076-25	

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS I.N.V. E-125-22
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS I.N.V. E-126-22**

LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba No. 1	1	2	3
No. Golpes	15	25	35
Recipiente No.	2	3	5
Vitrío + Suelo Humedo, gr	28,52	29,31	28,15
Vitrío + Suelo Seco, gr	22,22	23,14	22,45
Peso del Agua, gr	6,30	6,17	5,70
Peso vitrio, gr	6,30	6,70	6,40
Peso Suelo Seco, gr	15,92	16,44	16,05
Contenido de agua, %	39,57	37,53	36,61

LÍMITE PLÁSTICO			W. Natural
1	2	3	
58	86	39	
31,36	31,33	871,4	
26,34	26,21	724,4	
5,02	5,12	147,0	
6,80	6,30	4,9	
19,54	19,91	718,5	
25,69	25,72	20,4	

**ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213
/ DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ
No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214**

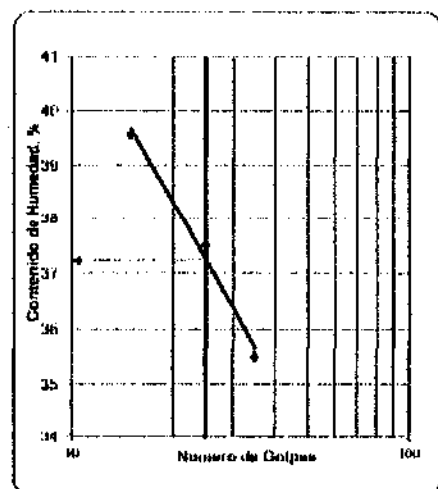
P1 = 177,6 P2 = 46,9

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	100,0
No. 4	0,0	0,0	100,0
No. 10	6,4	3,6	96,4
No. 40	11,7	6,6	93,4
No. 200	28,8	16,2	83,8
Pasa No. 200	130,7	73,8	
TOTAL	177,6	100,0	

0,0 26,4 73,6
GRAVAS ARENAS FINOS

% Fracción menor del Tamiz No. 200 por lavado: 73,58

D10		COEFICIENTE UNIFORMIDAD (Cu)		HUMEDAD NATURAL
D30				
D60		COEFICIENTE CURVATURA (Cc)		21,7%
PRUEBA LÍMITE DE CONTRACCIÓN		LC	R	CV
CL	1,00	58,11	2,07	1,0



CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	
Límite Líquido (%)	37,20
Límite Plástico (%)	25,79
Índice de Plasticidad (%)	11,60
Índice de Consistencia	1,35
Índice de grupo	8
AASHTO	A-6
USCS	CL-MH

EQUIPO UTILIZADO:					
Equipo	Estado	Verificación	Cumple	No Cumple	Observaciones del equipo
001	Bueno	Cumple	X		Llave
042	Bueno	Cumple	X		Balanza digital
083	Bueno	Cumple	X		Alfiler

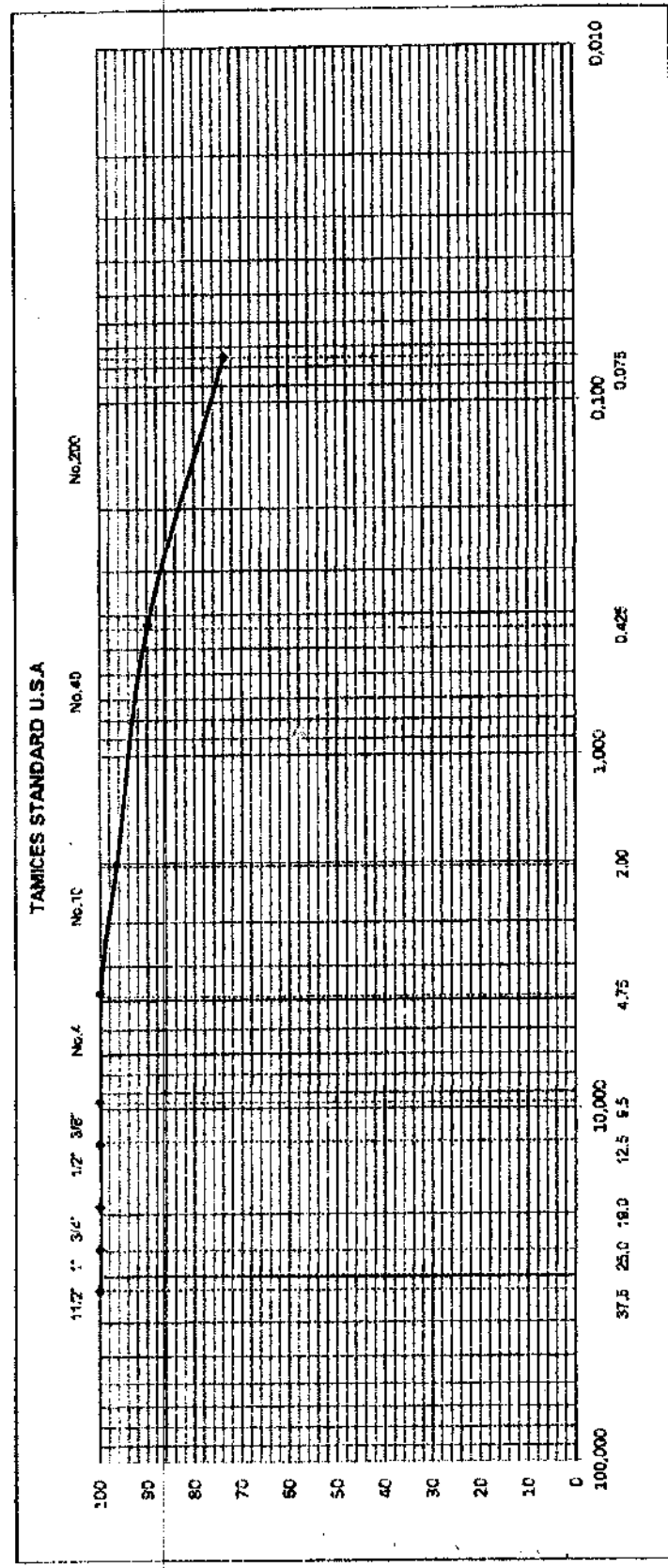
[Firma]
Técnica Andie Lorena García
Laboratorista de suelos
Elaboró

[Firma]
Ingeniero Oscar Fernando Arevalo Parake
Coordinador Operativo
Revisó y Aprobó

Dirección: Calle 2 N° 2-59 Valledupar, Cesar / Teléfono: 3108610077 / Correo: oscar.fernando.arevalo@municipiovalledupar.gov.co / E-mail: hola@valledupar.gov.co / Web: www.valledupar.gov.co / T. Móvil: 3108610077

	ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 / DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214		Código:	CE-F-003	
			Versión:	01	
			Fecha:	1-sep-23	
			Página:	31	de

PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACION, VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIC, SAN AGUSTIN, HUILA.	
MUESTRA:	SONDEO No. 2 M # 3	
FECHA:	13 de octubre de 2025	
	CÓDIGO:	MSPC OFA 076-25
	REMISIÓN:	OFA 076-25
	SONDEO:	2



OBRA:	EDIFICIO DE SUEOS PROTECTOR CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E		
UBICACIÓN:	VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN		
MUESTRA:	SONDEO No. 2 M # 4	FECHA:	13 de octubre de 2026
PROFUNDIDAD:	3,50 - 4,50 m.	NORMA:	INVIAS-22 / NTC / NSR-10
DESCRIPCION:	ARCILLA LIMOSA CON TIRAZAS DE ARENA INORGANICA COLOR HABANO, VETA CAFÉ Y GRISACEA.	ENSAYO:	E122-E125-E126-E123-E214 NTC 4630
		CODIGO:	MSPC OFA 078-25
		REMISION:	OFA 076-26

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS I.N.V. E-125-22 LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS I.N.V. E-126-22

	LÍMITE LÍQUIDO		
Prueba No. 1	1	2	3
Nr. Golpes	14	25	34
Recipiente No.	18	10	5
Vitrío + Suelo Humedo, gr	26.60	26.75	28.66
Vitrío + Suelo Seco, gr	20.00	21.28	23.00
Peso del Agua, gr	5.51	5.47	5.66
Peso vitrio, gr	6.10	6.65	7.00
Peso Suelo Seco, gr	13.90	14.63	16.00
Contenido de agua, %	39.39	37.39	35.38

LMIYE PLASTICO		W. Natural
1	2	3
11	57	8
35,00	33,01	685,0
29,55	27,92	573,0
5,45	5,09	112,0
7,20	7,10	49,4
22,35	20,82	523,6
24,38	24,45	21,38

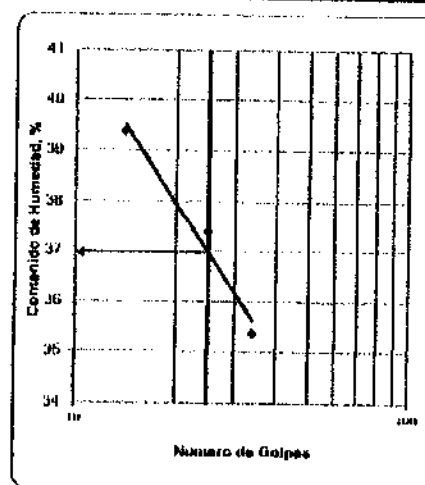
**ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 /
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No.
200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214**

P1 = 170 P2 = 72.3

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	100,0
No. 4	0,6	0,4	99,6
No. 10	11,7	8,0	92,6
No. 40	22,6	13,3	70,6
No. 200	37,4	22,0	67,5
Pase No. 200	97,7	57,5	
TOTAL	170	100,0	

	0,4	42,2	57,6
	GRAVAS	ARENAS	FANGOS
% Fracción menor del Tamiz No. 200 por lavado			57,47

D10		CUFRINTE UNIFORMIDAD (C _u)		HUMEDAD NATURAL
D30				
D60		CUFRINTE CUMMUTURA (C _u)		21,4%
PRUEBA LIMITE DE CONTRACCION		LC	H	CV
Cl.	1,00	56,03	1,03	0,8

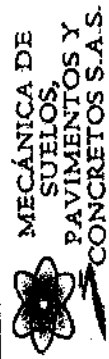


Límite Líquido (%)	38,00
Límite Plástico (%)	24,42
Índice de Plasticidad (%)	12,48
Índice de Consistencia	1,24
Índice de grupo	5
AASHTO	A 8
USCS	CL - ML

EQUIPO UTILIZADO:					
Equipo	Estado	Verificación	Cumple	No Cumple	Observaciones del equipo
001	Buena	Cumple	X		Fuente
042	Buena	Cumple	X		Baterías (baterías)
063	Buena	Cumple	X		Fuente

[Firma]
Técnica André Lorena García
Laboratorista de suelos
Elaboró

Instituto Oscar Fernando Novelo Pineda
Coordinador Operativo
Revisó y aprobó



MECÁNICA DE
SUELOS,
PAVIMENTOS Y
CONCRETOS S.A.S.

ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 /
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200
MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

Código: CE-F-003

Versión: 01

Fecha: 1-sep-23

Página: 33 de 52

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA
IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.

MUESTRA: SONDEO No. 2 M # 4

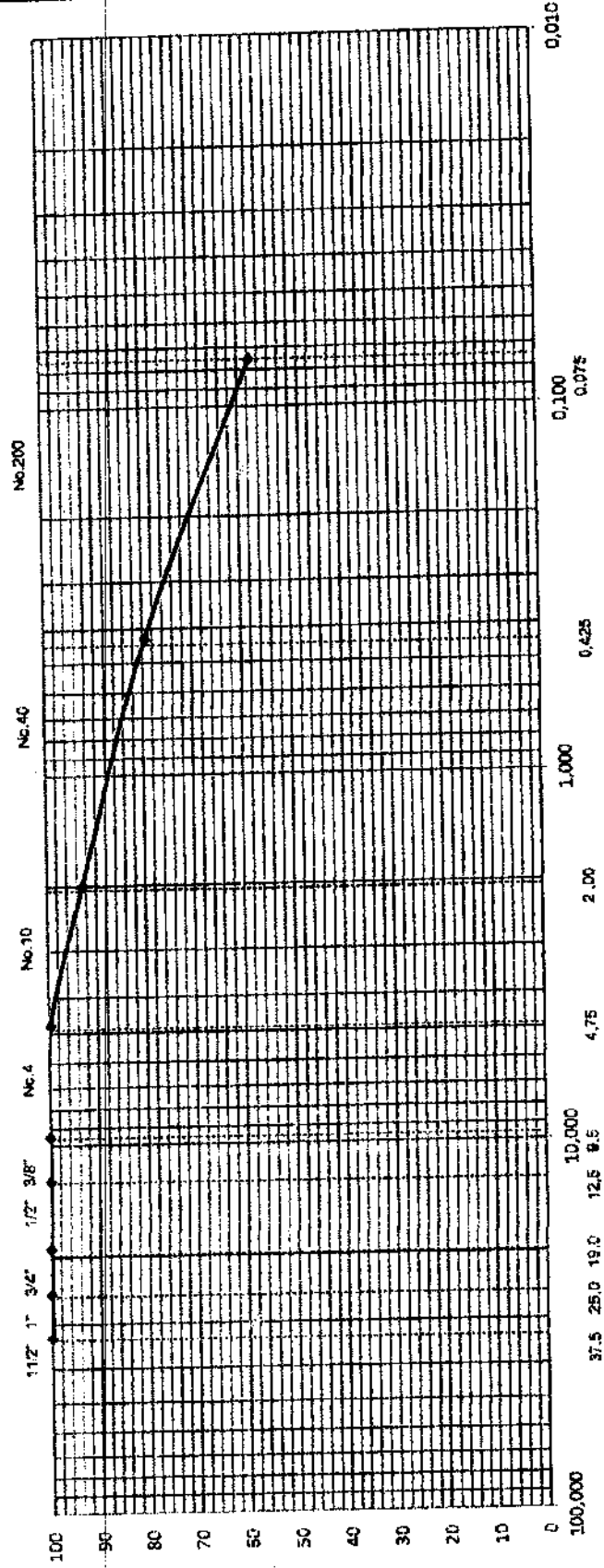
FECHA: 13 de octubre de 2025

CÓDIGO: MSPC OFA 076-25

REMISIÓN: OFA 076-25

SONDEO: 2

TAMICES STANDARD U.S.A



 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA I.N.V. E-181-22 (SONDEOS, APIQUES Y CALICATAS)		Código:	CE-F-002	
			Versión:	01	
			Fecha:	1-sep-23	
			Página:	35	de 52

OBRA:	ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.	
UBICACIÓN:	VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN	FECHA: 13 de octubre de 2025
MUESTRA:	SONDEO No. 2 M # 5	NORMA: INVIAS-22 / NTC / NSR-10
PROFUNDIDAD:	4,50 - 6,50 m.	ENSAYO: E122-E125-E126-E213-E214 NTC 4830
DESCRIPCION:	LIMO CON TRAZAS DE ARENA INORGÁNICO COLOR HABANO, VETA CAFÉ Y GRISACEA.	COUGO: MSPC OFA 076-26
		REMISIÓN: OFA 076-26

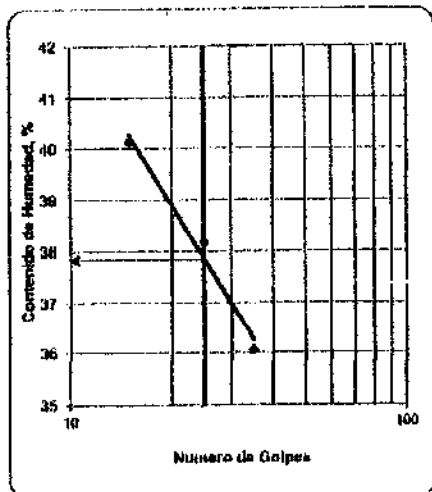
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS I.N.V. E-125-22
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS I.N.V. E-126-22

LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba No. 1	1	2	3
No. Golpes	15	25	35
Recipiente No.	40	60	45
Vidrio + Suelo Humedo, gr	29,31	29,00	26,00
Vidrio + Suelo Seco, gr	22,62	22,92	20,15
Peso del Agua, gr	6,39	6,08	4,85
Peso vidrio, gr	7,00	7,00	6,70
Peso Suelo Seco, gr	15,92	15,92	13,45
Contenido de agua, %	40,14	38,18	36,06

LÍMITE PLÁSTICO		W. Natural
1	2	3
7	42	15
37,32	37,68	480,0
30,60	30,76	396,0
6,72	6,88	84,0
6,80	6,50	48,0
23,80	24,26	348,0
28,24	28,34	24,1

ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213
/ DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ
No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

P1 =	175	P2 =	70,4
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	100,0
No. 4	0,0	0,5	99,5
No. 10	10,3	5,9	93,6
No. 40	21,8	12,5	81,1
No. 200	37,4	21,4	59,6
Pasa No. 200	104,6	59,6	
TOTAL	175,0	100,0	



0,5	30,7	59,6
GRAVAS	ARENAS	FINOS
% Fracción menor del Tamiz No. 200 por lavado		59,77

D10		COEFICIENTE UNIFORMIDAD (Cu)		HUMEDAD NATURAL
D30				
D60		COEFICIENTE CURVATURA (Cc)		24,1%
PRUEBA LÍMITE DE CONTRACCIÓN		LC	R	CV
CL	1,60	58,92	1,88	0,8

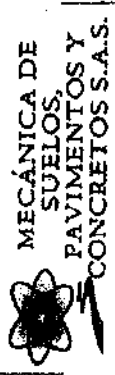
CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	
Límite Líquido (%)	37,00
Límite Plástico (%)	28,20
Índice de Plasticidad (%)	9,61
Índice de Consistencia	1,43
Índice de grupo	5
AASHO	A-6
USCS	ML

EQUIPO UTILIZADO:					
Equipo	Estado	Verificación	Cumple	No Cumple	Observaciones del equipo
001	Bueno	Cumple	X		Tamiz
042	Bueno	Cumple	X		Balanza digital
063	Bueno	Cumple	X		Forma

[Firma]
Andrés Lorena García Restrepo
 Laboratorio de suelos
 Elaboró

[Firma]
Ingeniero Oscar Fernando Arévalo Parra
 Coordinador Operativo
 Revisó / Aprobó

Dirección: Calle 2 No. 2-58 Valdivia Pádua Hulla / <https://www.cafeteriaindustria.com/colombia/> - Email: info.laboratorio@mecanicaensuelos.com / Teléfono 3105510067



MECÁNICA DE
SUELOS,
PAVIMENTOS Y
CONCRETOS S.A.S.

ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 /
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200
MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

Código:	CE-F-003
Versión:	01
Fecha:	1-sep-23
Página:	36 de 52

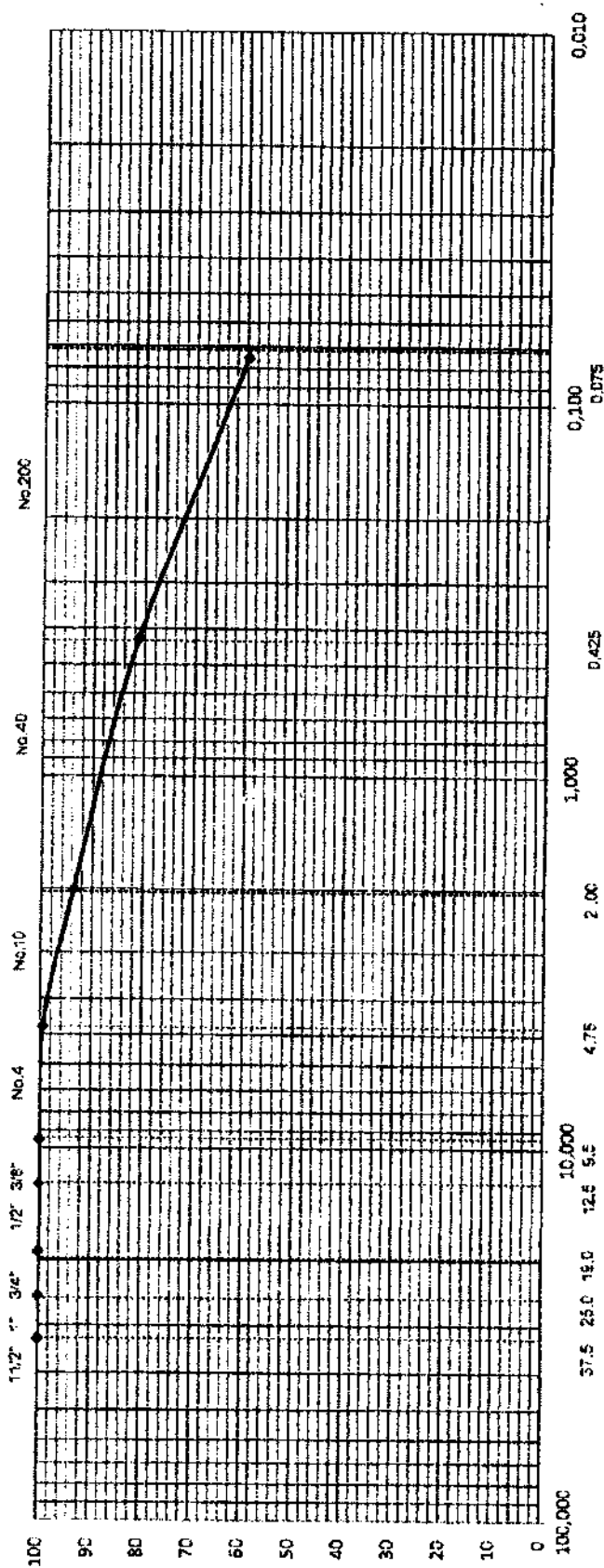
PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA
IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPID, SAN AGUSTIN, HUILA.

MUESTRA: SONDEO No. 2 M # 5

FECHA: 13 de octubre de 2025

CÓDIGO:	MSPC OFA 076-25
REMISIÓN:	OFA 076-25
SONDEO:	2

TAMICES STANDARD U.S.A



Código:	CE-F-002	
Versión:	01	
Fecha:	1-sep-23	
Página:	37	de 52

OGRA:	ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUADERO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, NUIJA.		
UBICACIÓN:	VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN	FECHA:	13 de octubre de 2025
MUESTRA:	SONDEO No. 2 M # 8	NORMA:	INVIAS-22 / NTC / NSR-10
PROFUNDIDAD:	5,50 - 6,50 m	ENSAYO:	E122-E125-E126-E213 E214 NTC 4
DESCRIPCION:	LIMO CON TRAZAS DE ARENA INORGANICO COLOR HABANO, VETA CAFÉ Y GRISACEA.	CODIGO:	MSPC OFA 076-25
		REMISIÓN:	OFA 076-25

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS I.N.V. E-125-22
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS I.N.V. E-126-22

LÍMITE LÍQUIDO			
	1	2	3
Prueba No. 1			
No. Golpes	16	26	36
Recipiente No.	0	01	15
Vidrio + Suelo Húmedo, gr	20,00	29,66	26,84
Vidrio + Suelo Seco, gr	23,05	23,78	21,00
Peso del Agua, gr	5,95	5,88	4,94
Peso líquido, gr	6,90	6,60	6,60
Peso Suelo Seco, gr	18,45	17,18	15,30
Contenido de agua, %	36,17	34,23	32,20

LÍMITE PLÁSTICO		W. Natural
1	2	3
6	8	1
30,56	33,02	480,0
25,76	27,48	385,4
4,77	5,63	84,8
5,80	6,60	41,7
16,68	20,60	350,7
26,13	28,73	24,12

ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 /
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No.
200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

p1 =

210

P2 =

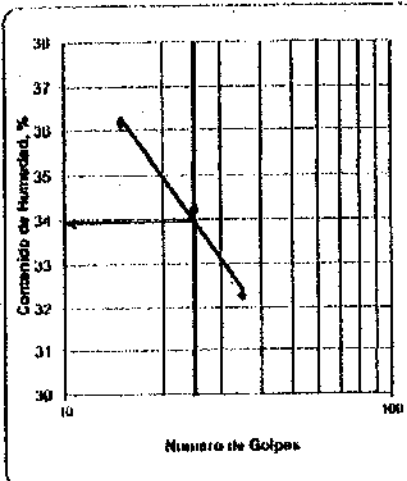
b6,2

TAJEZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	100,0
No. 4	4,5	2,1	97,9
No. 10	15,4	7,3	90,5
No. 40	26,4	12,6	78,0
No. 200	30,0	19,0	59,0
Pasa No. 200	123,8	59,0	
TOTAL	210	100,0	

2,1	38,9	59,0
GRAVAS	ARENAS	FINOS

% Fracción mayor del Taminz No. 200 por lavado

D10		COEFICIENTE		HUMEDAD
D30		INFORMACIÓN (C=)		NATURAL
D60		COEFICIENTE		24,1%
PRUEBA LIMITE DE		CURVATURA (C=)		
CONTRACCIÓN		LC	R	CV
CL	1,00	55,08	2,10	1,0



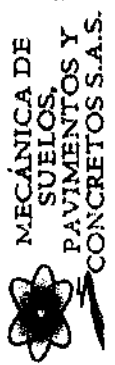
CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	
Límite Líquido (%)	34,00
Límite Plástico (%)	26,93
Índice de Plasticidad (%)	8,07
Índice de Consistencia	1,22
Índice de grupo	3
AASHO	A-4
USCS	ML

EQUIPO UTILIZADO:

Equipo	Estado	Verificación	Cumple	No Cumple	Observaciones del equipo
001	Bueno	Cumple	X		Tanque
042	Bueno	Cumple	X		Medidor digital
063	Bueno	Cumple	X		Barro

Técnica Amalia Lorena García
 Laboratorista de suelos
 El Estero

~~Ingeniero Oscar Fernando Aravalo Peralta~~
~~Coordinador Operativo~~
~~Revisó y Aprobó~~



MECÁNICA DE
SUELOS,
PAVIMENTOS Y
CONCRETOS S.A.S.

ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 /
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200
MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

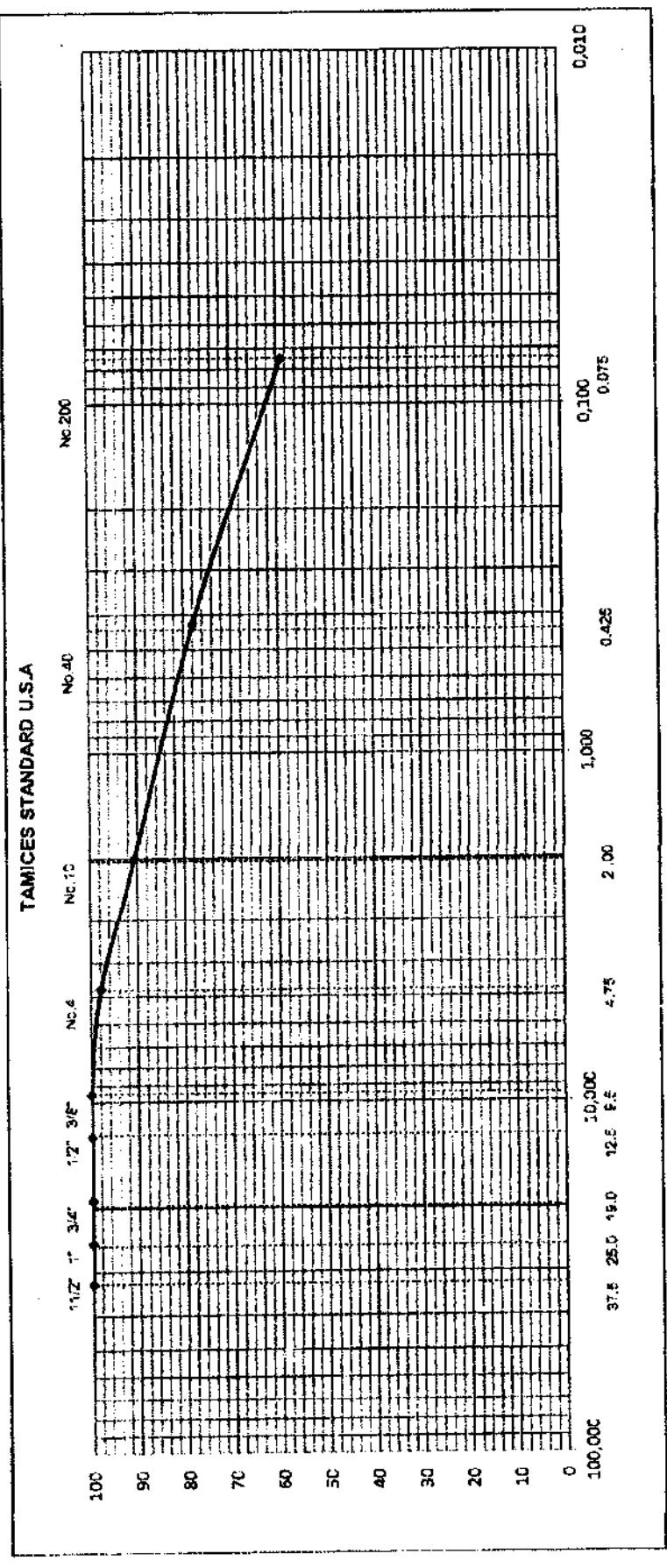
Código:	CE-F-003
Versión:	01
Fecha:	1-sep-23
Página:	38 de 52

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA
IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.

MUESTRA: SONDEO No. 2 M # 6

FECHA: 13 de octubre de 2025

CÓDIGO:	MSPC OFA 076-25
REMISIÓN:	OFA 076-25
SONDEO:	2



412
417

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA I.N.V. E-181-22 (SONDEOS, APIQUES Y CALICATAS)		Código:	CE-F-002	
			Versión:	01	
			Fecha:	1-sep-23	
			Página:	39	de

OBRA:	ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, TULUA.				
UBICACIÓN:	VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN		FECHA:	13 de octubre de 2025	
MUESTRA:	SONDEO No. 3 M # 1		NORMA:	INVIAS-22 / NTC / NSR-10	
PROFUNDIDAD:	0,50 - 1,50 m.		ENSAYO:	E122-E125-E126-E213-E214 NTC 4630	
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA LIMOSA CON TRAZAS DE ARENA GRUESA INORGÁNICA COLOR IABANA, VETA GRISACEA.		CODIGO:	MSPC OFA 078-25	
			REMISIÓN:	OFA 078-25	

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS I.N.V. E-125-22
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS I.N.V. E-126-22

LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba No. 1	1	2	3
No. Golpes	15	25	35
Recipiente No.	58	70	87
Vidrio + Suelo Humedo, gr	30,41	27,30	28,16
Vidrio + Suelo Seco, gr	24,82	22,70	23,60
Peso del Agua, gr	5,59	4,60	4,56
Peso vidrio, gr	8,30	8,30	8,30
Peso Suelo Seco, gr	16,52	14,40	15,30
Contenido de agua, %	30,18	28,05	28,36

LÍMITE PLÁSTICO		W. Natural
1	2	3
6	42	19
37,50	44,00	1040,0
32,10	37,41	880,2
5,40	6,59	160,8
6,70	6,70	48,0
25,40	30,71	832,2
21,28	21,46	19,2

ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213
/ DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ
No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

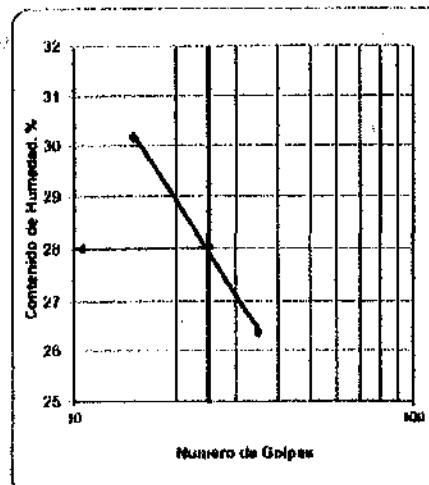
P1 = 222,5 P2 = 65,7

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	100,0
No. 4	3,6	1,6	98,4
No. 10	7,1	3,2	96,8
No. 40	30,5	13,7	86,3
No. 200	44,5	20,0	80,0
Pasa No. 200	136,8	61,5	
TOTAL	222,5	100,0	

1,6	36,9	61,5
GRAVAS	ARENAS	FINOS

% Fracción menor del Tamiz No. 200 por lavado: 61,48

D15		COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (Cu)		HUMEDAD NATURAL
D30				
D60				
PRUEBA LIMITE DE CONTRACCIÓN		COEFICIENTE DE CURVATURA (Cc)		19,2%
CL	1,00	LC	R	CV
		20,86	1,96	0,7



CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	
Límite Líquido (%)	28,00
Límite Plástico (%)	21,38
Índice de Plasticidad (%)	6,64
Índice de Consistencia	1,32
Índice de grupo	2
AASHTO	A-4
USCS	CL-ML

EQUIPO UTILIZADO:					
Equipo	Estado	Verificación	Cumple	No Cumple	Observaciones del equipo
001	Buena	Cumple	X		Tamiz
042	Buena	Cumple	X		Balanza digital
083	Buena	Cumple	X		Plástico

[Firma]
Andrés Lorena García Restrepo
 Laboratorio de suelos
 El Estero

[Firma]
Ingeniero Oscar Fernando Arevalo Parra
 Coordinador Operativo
 Revisado/Aprobado

MECÁNICA DE
SUELOS,
PAVIMENTOS Y
CONCRETOS S.A.S.

ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 /
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200
MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

Código: CE-F-003

Versión: 01

Fecha: 1-sep-23

Página: 40 de 52

PROYECTO:

MUESTRA:

FECHA:

ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA
IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA

SONDEO No. 3 M # 1

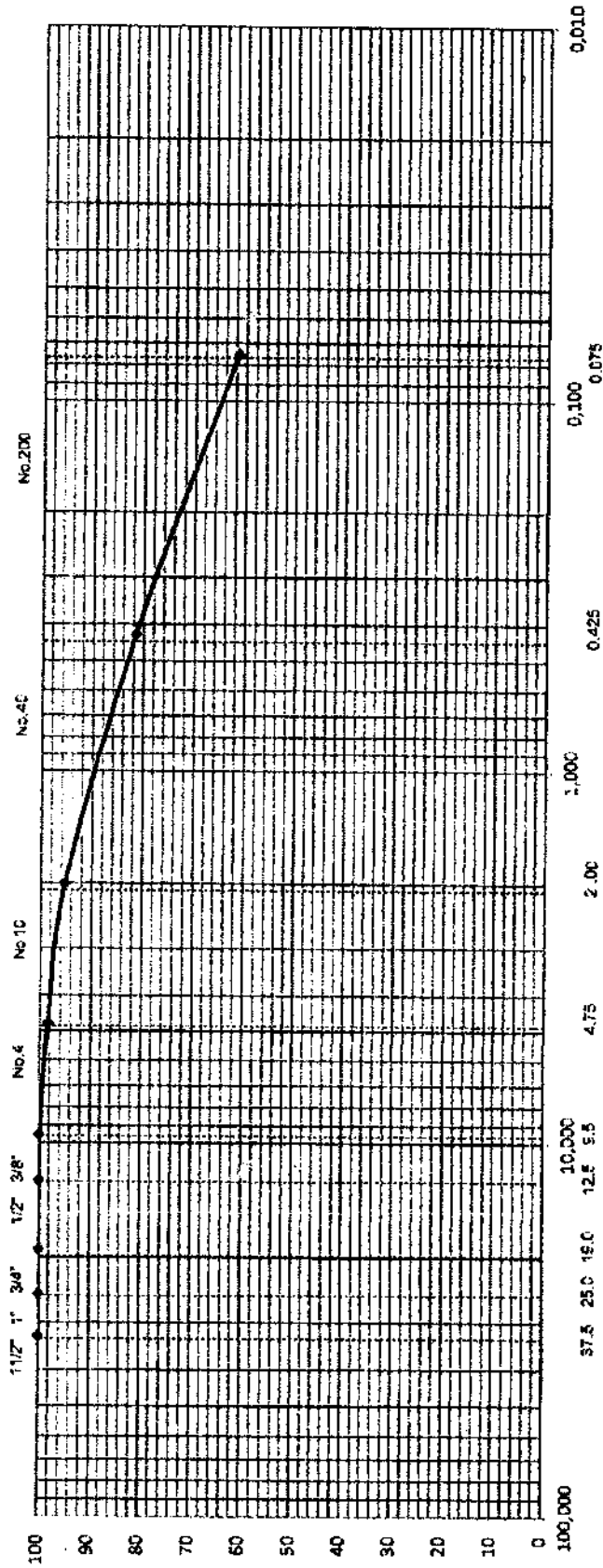
13 de octubre de 2025

CÓDIGO: MSPC OFA 076-25

REMISIÓN: OFA 076-25

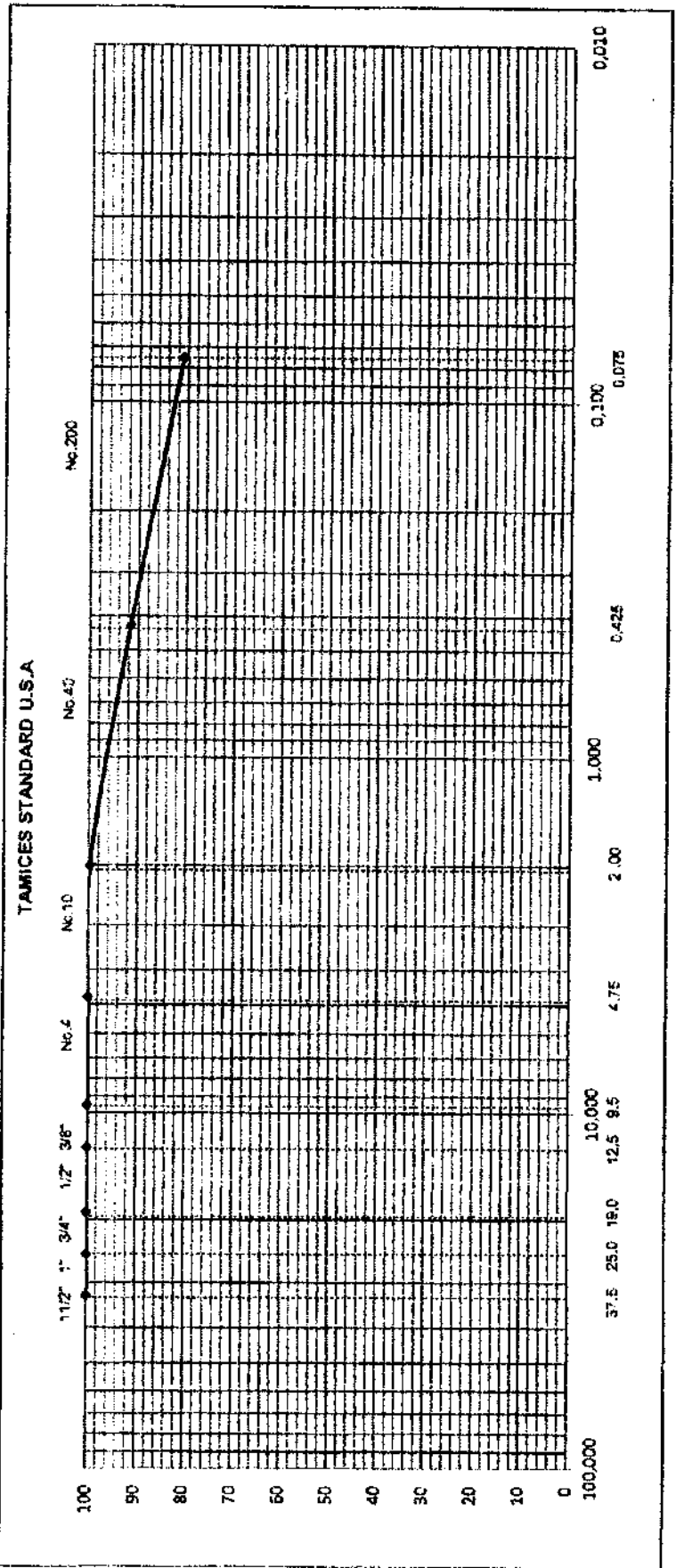
SONDEO: 3

TAMICES STANDARD U.S.A

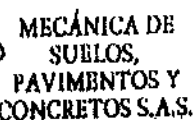


	ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 / DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214		Código:	CE-F-003	
			Versión:	01	
			Fecha:	1-sep-23	
			Página:	42	de

PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.	
MUESTRA:	SONDEO No. 3 M # 2	
FECHA:	13 de octubre de 2025	
CÓDIGO:	MSPC OFA 076-25	
REMISIÓN:	OFA 076-25	
SONDEO:	3	



44
429



**COMPRESION INCONFINADA EN MUESTRAS
DE SUELOS I.N.V. E-152**

Código:	CE-F-004
Versión:	01
Fecha:	1-sep-23
Página:	43 de 52

OBRA:

ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO,
GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACION
VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.

FECHA: 13-oct.-25

LOCALIZACION:

VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN

NORMA: NSR-10 / INVIAS-22

UBICACIÓN:

SONDEO No. 3 M # 2

ENSAYO: E-152

DESCRIPCION:

ARCILLA LIMOSA CON TRAZAS DE ARENA GRUESA INORGÁNICA
COLOR HABANA. VETA GRISACEA.

CÓDIGO: MSPC OFA 076-25

REMISION: OFA 076-25

Demographics:

3.60

Area A0(cm²):

11,34

Altura(cm):

8.00

Volume 101:

90.73

Mass(e):

168,1

Peso Unitario húmedo(g/cm³):

ndc{g/c

Contenido de Humedad, w%:

25.81

Peso Untarrio seco(g/cm³):

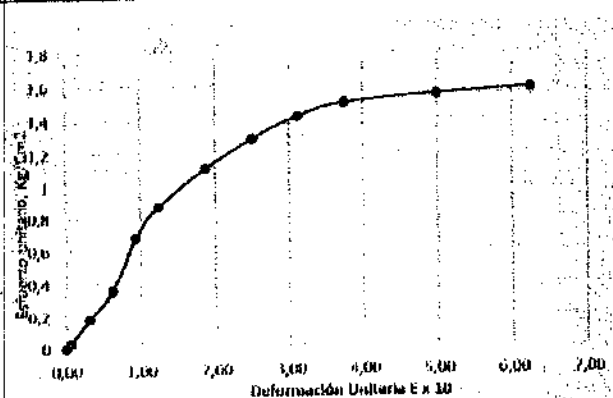
1,404

LRC:

Condición de la prueba:

Frusthercia

Resistencia compesión Inconfnada (kg/cm²) q	1,58
Cohesión (kg/cm²) = qu/2	0,79
TIPO DE FALLA:	DESMORAMIENTO





**MECÁNICA DE SUELOS,
PAVIMENTOS Y
CONCRETOS S.A.S.**

**SISTEMA UNIFICADO DE
CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA
PROPÓSITOS DE INGENIERÍA I.N.V.
E-181-22 (SONDEOS, APIQUES Y
CALICATAS)**

Código: CE-F-002

Versión: 01

Fecha: 1-sep-23

Página: 44 de 52

OBRA: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, NUBLA.

UBICACIÓN: VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN

MUESTRA: SONDEO No. 3 M # 3

PROFUNDIDAD: 2,50 - 3,60 m.

DESCRIPCION: ARCILLA LIMOSA CON TRAZAS DE ARENA GRUESA INORGÁNICA COLOR HABANA.

FECHA: 13 de octubre de 2025

NORMA: INVIAS-22 / NTC / NSR-10

ENSAYO: E122-E125-E128-E213-E214 NTC 4630

CODIGO: MSPC OFA 078-25

REMISIÓN: OFA 076-25

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS I.N.V. E-125-22
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS I.N.V. E-126-22

LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba No. 1	1	2	3
No. Golpes	15	25	35
Recipiente No.	15	10	22
Vitrío + Suelo Humedo, gr	28,95	33,00	32,25
Vitrío + Suelo Seco, gr	23,31	25,75	25,50
Peso del Agua, gr	6,64	7,25	6,75
Peso vitrio, gr	8,80	6,80	6,80
Peso Suelo Seco, gr	18,51	18,95	18,70
Contenido de agua, %	40,22	38,26	36,10

LÍMITE PLÁSTICO			W. Natural
1	2	3	
8	11	28	
35,00	38,00	882,5	
28,36	32,58	727,2	
5,64	5,42	165,3	
6,50	6,50	14,2	
22,88	26,08	883,0	
24,67	24,62	24,2	

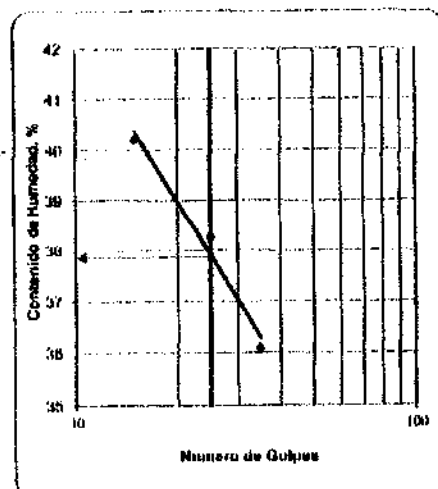
ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213
/ DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ
No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

P1 = 283,6 P2 = 109,6

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	100,0
No. 4	2,2	0,8	99,2
No. 10	6,7	2,4	97,6
No. 40	40,4	17,4	79,4
No. 200	61,3	18,1	61,4
Pasa No. 200	174,0	61,4	
TOTAL	283,6	100,0	

0,8	37,9	61,4
GRAVAS	ARENAS	FINOS
% Fracción menor del Tamiz No. 200 por lavado		61,36

D10		COEFICIENTE UNIFORMIDAD (Cu)		HUMEDAD NATURAL
D30				
D60		COEFICIENTE CURVATURA (Cc)		24,2%
PRUEBA LÍMITE DE CONTRACCIÓN		LC	R	CV
CL	1,00	31,67	1,92	0,8



CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	
Límite Líquido (%)	37,95
Límite Plástico (%)	24,64
Índice de Plasticidad (%)	13,31
Índice de Consistencia	1,03
Índice de grupo	7
AASHO	A-6
USCS	CL-M.

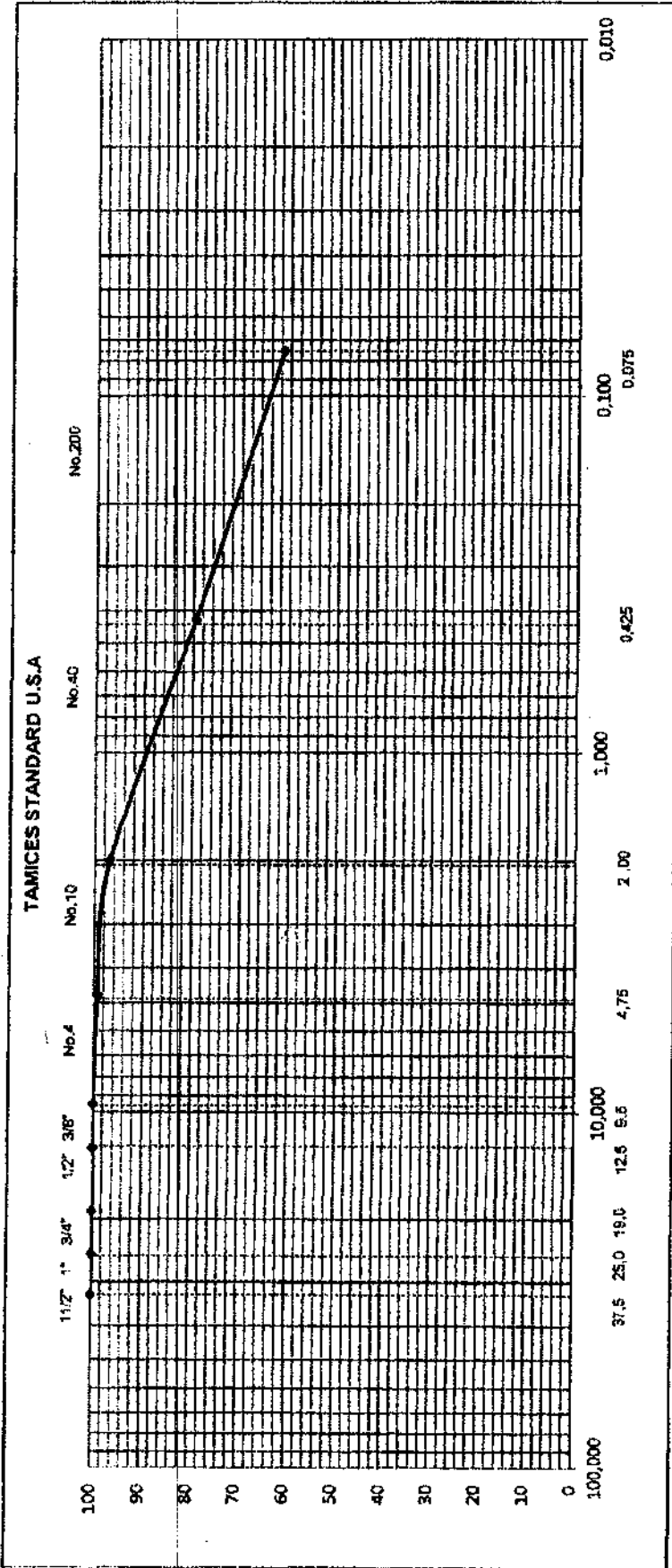
EQUIPO UTILIZADO:					
Equipo	Estado	Verificación	Cumple	No Cumple	Observaciones del equipo
001	Bueno	Cumplido	X		Terminó
042	Bueno	Cumplido	X		Estadística original
083	Bueno	Cumplido	X		Terminó

Angie Lorena García Restrepo
Angie Lorena García Restrepo
Laboratorista de suelos
Elaboró

Ingeniero Osvaldo Fernando Araya Parra
Ingeniero Osvaldo Fernando Araya Parra
Coordinador Operativo
Revisó y aprobó

	ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 / DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214		Código:	CE-F-003	
			Versión:	01	
			Fecha:	1-sep-23	
			Página:	45	de

PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.	
MUESTRA:	SONDEO No. 3 M # 3	
FECHA:	13 de octubre de 2025	
CÓDIGO:	MSPC OFA 076-25	
REMISIÓN:	OFA 076-25	
SONDEO:	3	





**MECÁNICA DE
SUELOS,
PAVIMENTOS Y
CONCRETOS S.A.S.**

**COMPRESION INCONFINADA EN MUESTRAS
DE SUELOS I.N.V. E-152**

Código: CE-F-004

Versión: 01

Fecha: 1-sep-23

Página: 46 de 52

OBRA: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.

FECHA: 13-oct-25

LOCALIZACION: VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN

NORMA: NSR-10 / INVIAS-22

UBICACIÓN: SONDEO No. 3 M # 3

ENSAYO: E-152

DESCRIPCION: ARCILLA LIMOSA CON TRAZAS DE ARENA GRUESA INORGANICA COLOR HABANA.

CÓDIGO: MSPC OFA 076-25

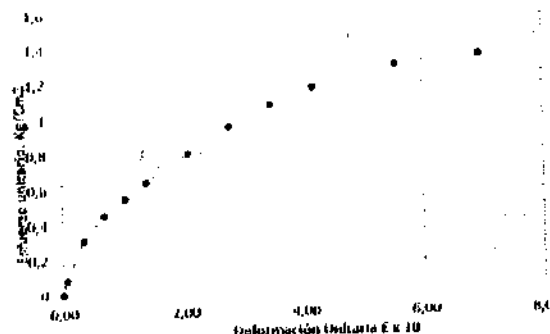
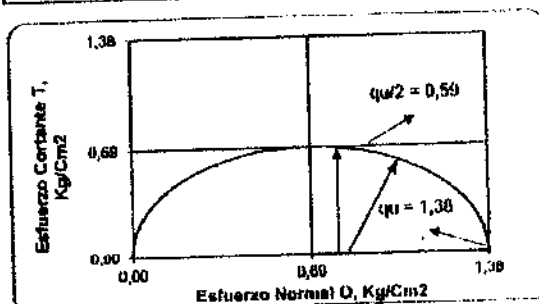
REMISIÓN: OFA 076-25

Diámetro(cm): 3,60 **Area A₀(cm²):** 9,82 **Altura(cm):** 7,20 **Volumen(cm³):** 69,27

Masa(g): 125,5 **Peso Unitario húmedo(g/cm³):** 1,812 **Contenido de Humedad, w%:** 24,20

Peso Unitario seco(g/cm³): 1,459 **I.R.C.:** 2,08 **Condición de la probeta:** Intacta

Leitura del Deformímetro ($\times 10^{-2}$)	Deformímetro de carga (unidades)	Deformímetro de la muestra D.L. (mm)	Deformímetro Unitario D.R.L. ($\times 10^{-2}$)	Área C.I. 1-a	Área Corregida, A' cm ² $A = A_0(1-E)$	Carga Total sobre la muestra (col 2 x I.R.C)	Esfuerzo sobre la muestra Kg/cm ²
5	0,70	0,05	0,0894	0,990	9,83	0,8	0,08
25	3,00	0,25	0,3472	0,987	9,85	3,0	0,31
50	4,38	0,50	0,6944	0,993	9,69	4,4	0,45
75	5,20	0,75	1,0417	0,990	9,72	5,3	0,54
100	6,18	1,00	1,3889	0,986	9,76	6,2	0,64
150	7,72	1,50	2,0833	0,979	9,83	7,7	0,80
200	9,18	2,00	2,7778	0,972	9,90	9,2	0,95
250	10,35	2,50	3,4722	0,965	9,97	10,4	1,07
300	11,25	3,00	4,1667	0,958	10,04	11,3	1,18
400	12,48	4,00	5,5556	0,944	10,19	12,5	1,29
500	12,99	5,00	6,9444	0,931	10,34	13,0	1,34
Resistencia compresión inconfiada (kg/cm ²) q				1,34			
Cohesión (kg/cm ²) = $qu/2$				0,67			
TIPO DE FALLA:				PLANO INCLINADO			



 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA I.N.V. E-101-22 (SONDEOS, APIQUES Y CALICATAS)		Código:	CE-F-002	
			Versión:	01	
			Fecha:	1-sep-23	
			Página:	47	de 52

OBRA:	ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.				
UBICACIÓN:	VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN	FECHA:	13 de octubre de 2026		
MUESTRA:	SONDEO No. 3 M # 4	NORMA:	INVIAS-22 / NTC / NSR-10		
PROFUNDIDAD:	3,50 - 4,50 m.	ENSAYO:	E122-E125-E126-E213-E214 NTC 4630		
DESCRIPCION:	ARCILLA LIMOSA CON TRAZAS DE ARENA DE BAJA PLASTICIDAD INORGÁNICA COLOR HABANO.	CODIGO:	MSPC OFA 076-25		
		REMISION:	OFA 076-25		

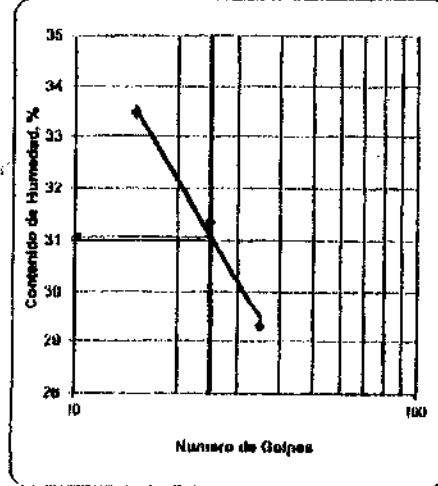
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS I.N.V. E-125-22
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS I.N.V. E-126-22

LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba No. 1	1	2	3
No. Golpes	15	25	35
Recipiente No.	15	7	6
Vidrio + Suelo Humedo, gr	20,00	28,00	32,82
Vidrio + Suelo Seco, gr	23,41	22,89	27,00
Peso del Agua, gr	5,60	5,11	5,02
Peso vidrio, gr	6,70	8,60	6,80
Peso Suelo Seco, gr	18,71	16,29	20,20
Contenido de agua, %	33,45	31,37	29,31

LÍMITE PLÁSTICO		W. Natural
1	2	2
12	8	19
38,00	38,00	790,0
32,32	32,35	845,0
5,66	5,66	145,0
7,00	7,00	48,0
26,32	26,35	697,0
22,43	22,29	24,3

ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213
/ DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ
No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

P1 =	186,5	P2 =	70,5
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	100,0
No. 4	0,0	0,0	100,0
No. 10	1,1	0,6	99,4
No. 40	36,2	19,4	80,0
No. 200	42,2	22,6	57,4
Pasa No. 200	107,0	57,4	
TOTAL	186,5	100,0	



GRAVAS	0,0	42,6	57,4
ARENAS			
FINOS			
% Fracción menor del Tamiz No. 200 por lavado			57,37

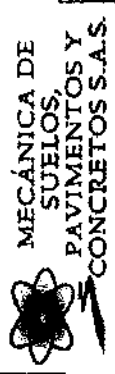
D10		COCIENTE		HUMEDAD
D30		CURVATURA (Cc)		NATURAL
D60				
PRUEBA LÍMITE DE CONTRACCIÓN		COCIENTE CURVATURA (Cc)		24,3%
CL	1,00	LC	R	CV
				8,7

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	
Límite Líquido (%)	31,10
Límite Plástico (%)	22,38
Índice de Plasticidad (%)	8,74
Índice de Consistencia	0,78
Índice de grupo	3
AASHO	A-4
USCS	CL-ML

EQUIPO UTILIZADO:					
Equipo	Estado	Verificación	Cumple	No Cumple	Observaciones del equipo
001	Bueno	Cumplido	X		Límite
042	Bueno	Cumplido	X		Material digital
063	Bueno	Cumplido	X		Material

[Firma]
Técnica Angie Lorena García
 Laboratorio de suelos
 Elaboró

[Firma]
Ingeniero Oscar Fernando Arevalo Peralta
 Coordinador Operativo
 Revisó y Aprobó



ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 /
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200
MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

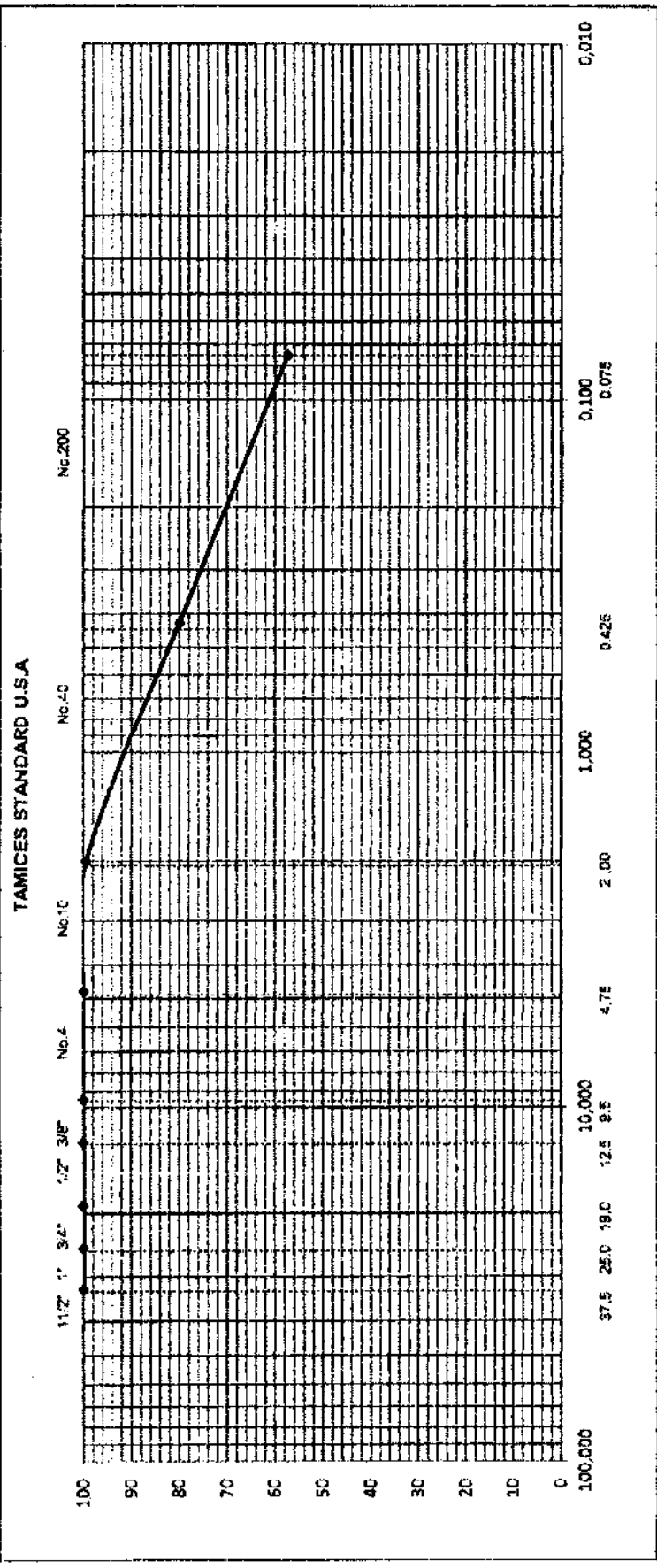
Código:	CE-F-003
Versión:	01
Fecha:	1-sep-23
Página:	48 de 52

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA
IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.

MUESTRA: SONDEO No. 3 M # 4

FECHA: 13 de octubre de 2025

CÓDIGO:	MSPC OFA 076-25
REMISIÓN:	OFA 078-25
SONDEO:	3



419
432

 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S.	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA I.N.V. E-181-22 (SONDEOS, APIQUES Y CALICATAS)		Código:	CE-F-082	
			Versión:	01	
			Fecha:	1-sep-23	
			Página:	48	de

OBRA: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACIÓN VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA		FECHA:	13 de octubre de 2025
UBICACIÓN:	VEREDA LAS CHINAS MPIO DE SAN AGUSTIN	NORMA:	ENVIAS-22 / NTC / NSR-10
MUESTRA:	SONDEO No. 3 M # 6	ENSAYO:	E122-E125-E126-E213-E214 NTC 4830
PROFUNDIDAD:	4,50 - 5,50 m.	CODIGO:	MSPC OFA 076-25
DESCRIPCIÓN:	LIMO ARENOSO INORGANICO DE BAJA PLÁSTICIDAD, COLOR HABANO, VETA GRISACEA.	REMISIÓN:	OFA 076-25

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS I.N.V. E-125-22
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS I.N.V. E-126-22

LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba No. 1	1	2	3
No. Golpes	15	25	35
Recipiente No.	7	12	44
Vidrio + Suelo Humedo, gr	28,00	26,00	33,00
Vidrio + Suelo Seco, gr	20,75	20,09	26,50
Peso del Agua, gr	5,25	5,01	6,50
Peso vidrio, gr	8,45	8,44	8,45
Peso Suelo Seco, gr	14,3	14,65	20,05
Contenido de agua, %	35,71	34,43	32,42

LÍMITE PLÁSTICO		W. Natural
1	2	3
36	57	8
18,35	20,36	1170,0
15,64	17,17	978,0
2,71	3,18	182,0
6,30	8,30	47,3
9,34	10,87	830,7
28,01	29,35	20,8

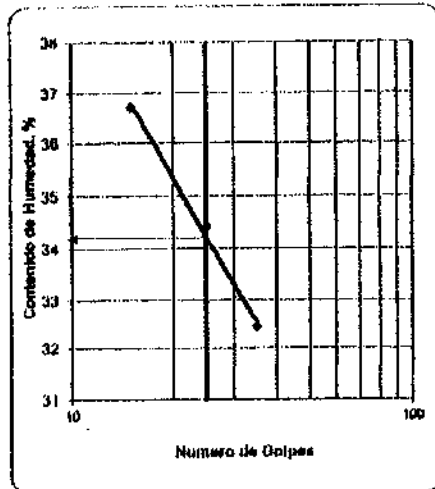
ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213
/ DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ
No. 200 MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

P1 = 182,2 P2 = 82,0

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	100,0
No. 4	1,3	0,7	99,3
No. 10	13,2	6,9	92,5
No. 40	26,4	13,7	78,7
No. 200	41,1	21,4	57,3
Pasa No. 200	110,2	57,3	
TOTAL	182,2	100,0	

0,7	42,0	67,3
GRAVAS	ARENAS	FINOS

% Fracción menor del Tamiz No. 200 por lavado: 57,34



D10		COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (Cu)		HUMEDAD NATURAL
D30				
D60				
PRUEBA LÍMITE DE CONTRACCIÓN			COEFICIENTE DE CURVATURA (Cc)	20,6%
CL	1,00	32,37	R	CV
			1,68	0,7

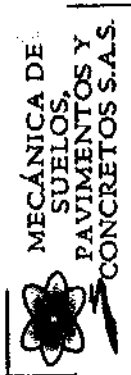
CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	
Límite Líquido (%)	34,20
Límite Plástico (%)	20,18
Índice de Plasticidad (%)	5,02
Índice de Consistencia	2,70
Índice de grupo	2
AASHO	A-4
USCS	ML

EQUIPO UTILIZADO:					
Equipo	Estado	Verificación	Cumple	No Cumple	Observaciones del equipo
001	Bueno	Cumple	X		Tamiz
042	Bueno	Cumple	X		Balance digital
003	Bueno	Cumple	X		Norma

[Firma]
Técnica Muelle Lorena García
 Laboratorista de suelos
 Elaboró

[Firma]
Ingeniero Oscar Fernando Araya Parilla
 Coordinador Operativo
 Revisó / Aprobó

Dirección: Calle 2 No 7-59 Valparaiso Parilla - Iquitos / Huila. Correo: oscararaya@meca.com.co / Tel: 31025 10087



ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 /
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200
MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

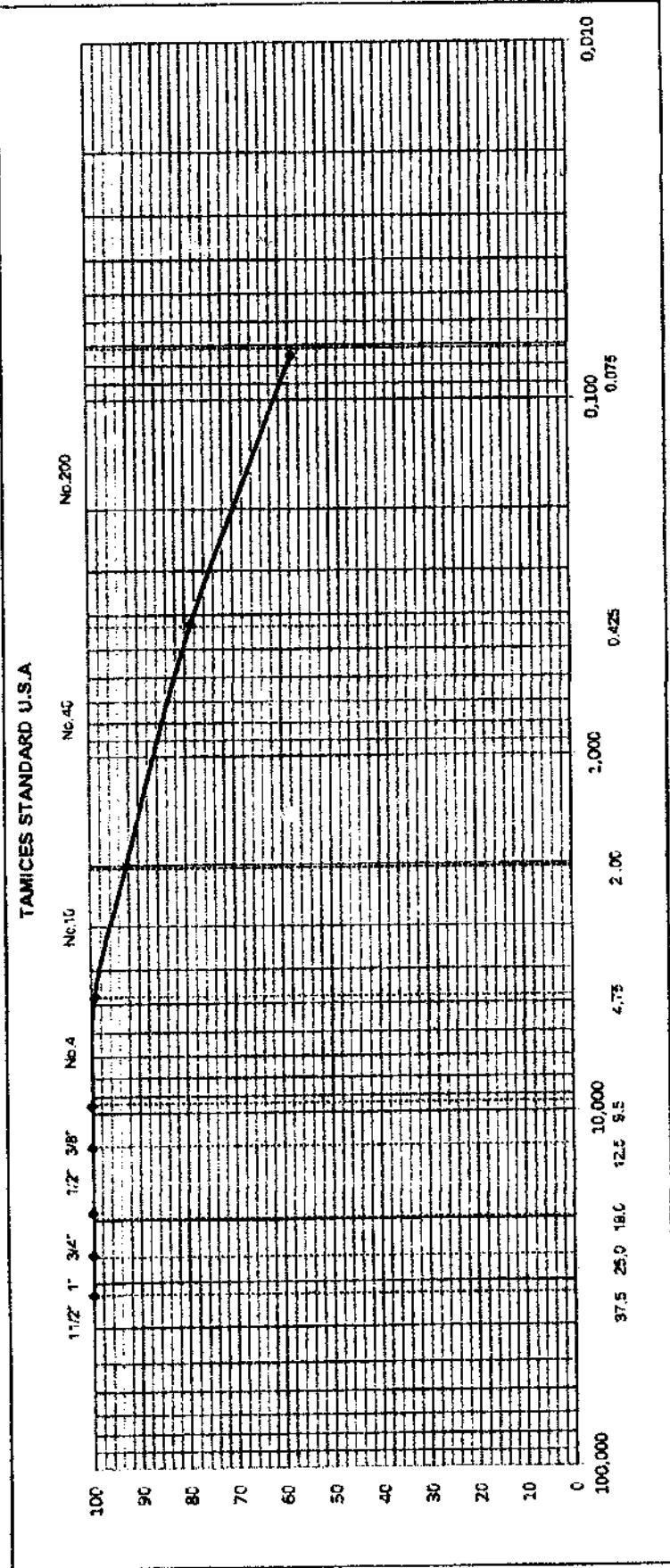
Código:	CE-F-003
Versión:	01
Fecha:	1-sep-23
Página:	50 de 52

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO E ILUMINACION VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPID, SAN AGUSTIN, HUILA.

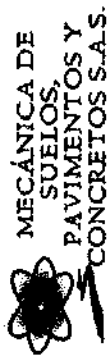
MUESTRA: SONDEO No. 3 M # 5

FECHA: 13 de octubre de 2025

CÓDIGO: MSPC OFA 076-25
REMISIÓN: OFA 076-25
SÓNDEO: 3



433
418



ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS - I.N.V. E-213 /
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200
MEDIANTE LAVADO - I.N.V. E-214

Código:	CE-F-003		
Versión:	01		
Fecha:	1-sep-23		
Página:	52	de	52

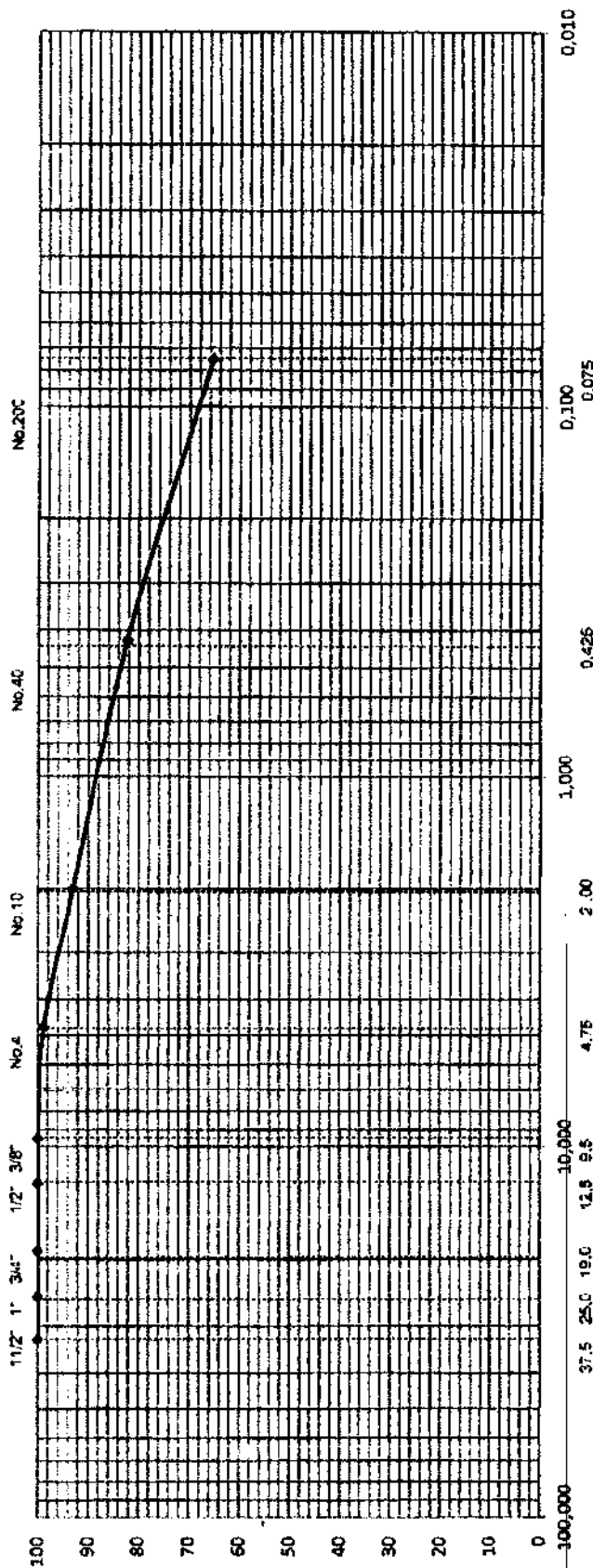
PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO CONSTRUCCION CUBIERTO, GRADERIAS, CERRAMIENTO CONTRA
IMPACTO E ILUMINACION VEREDA ALTON LAS CHINAS, MPIO. SAN AGUSTIN, HUILA.

MUESTRA: SONDEO No. 3 M # 6

FECHA: 30 de mayo de 2025

CÓDIGO: MSPC OFA 076-25
REMISIÓN: OFA 076-25
SONDEO: 3

TAMICES STANDARD U.S.A



434
419

