SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE DE VALLEDUPAR
SIVA S.A.S

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 058 – 2021

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LOS PATIOS TALLER REQUERIDOS PARA LA OPERACIÓN Y/O PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE DE VALLEDUPAR SIVA S.A.S ENTE GESTOR DEL PROYECTO SISTEMA ESTRATÉGICO DE TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO DE VALLEDUPAR SETPC EN EL MARCO DEL PROYECTO FORTALECIMIENTO Y DESARROLLO INTEGRAL DE LA GESTIÓN MISIONAL.

ÍTEM F
ESTUDIOS DE SUELOS PARA FUNDACIONES DE ESTRUCTURAS

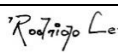
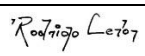
PATIO TALLER NORTE

VALLEDUPAR, JULIO DE 2023

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

ÍNDICE REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES
0		Noviembre de 2021	Emisión inicial
1		Julio de 2023	Versión Final

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

DOCUMENTO No.			**INFORME SUELOS PARA FUNDACIONES ESTRUCTURA PATIO NORTE**				
TÍTULO DOCUMENTO			**ÍTEM F - ESTUDIOS DE SUELOS PARA FUNDACIONES Y PAVIMENTOS** ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LOS PATIOS TALLER REQUERIDOS PARA LA OPERACIÓN Y/O PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE DE VALLEDUPAR SIVA S.A.S ENTE GESTOR DEL PROYECTO SISTEMA ESTRATÉGICO DE TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO DE VALLEDUPAR SETPC EN EL MARCO DEL PROYECTO FORTALECIMIENTO Y DESARROLLO INTEGRAL DE LA GESTIÓN MISIONAL.				
CLASE DE DOCUMENTO			**DOCUMENTO TÉCNICO**				
	NÚMERO DE REVISIÓN		0	1	2	3	
APROBAN	Responsable por elaboración	Nombre	**ING. EBERTO ORTEGA**	**ING. EBERTO ORTEGA**			
		Firma					
		Fecha	NOVIEMBRE DE 2021	JULIO DE 2023			
	Responsable por revisión	Nombre	**ING. RODRIGO CERÓN**	**ING. RODRIGO CERÓN**			
		Firma					
		Fecha	NOVIEMBRE DE 2021	JULIO DE 2023			
	Control de Calidad	Nombre	**ING. DIANA MUÑOZ**	**ING. DIANA MUÑOZ**			
		Firma					
		Fecha	NOVIEMBRE DE 2021	JULIO DE 2023			
	Responsable por aprobación	Nombre	**ING. ARMANDO RIVERO**	**ING. ARMANDO RIVERO**			
		Firma					
		Fecha	NOVIEMBRE DE 2021	JULIO DE 2023			

Sistema Integrado de Transporte De Valledupar SIVA SAS
NIT. 900.404.948-6

Calle 28 No. 6a -15, Valledupar, Cesar
Teléfonos: (5) 5726613 - 5898302

www.siva.gov.co

GRUPO DE TRABAJO

Ingeniero RODRIGO CERÓN Y CERÓN
Director del Proyecto
MSc en Ingeniería de Tránsito y Transporte,
Ingeniería Ambiental y Recursos Hídricos

Arquitecto RUBÉN DARÍO CERÓN GUEVARA
MSc Planificación Urbana
Coordinador General del Proyecto
Especialista en Arquitectura, Urbanismo, y Paisajismo

Ingeniero JHANNER PATIÑO
Especialista Topografía

Ingeniero WILMER PIPICANO
Especialista en Tránsito y Transporte

Ingeniero ELMER JAVIER ZÚÑIGA VEGA
Especialista en Vías – Diseño Geométrico

Ingeniero WILSON FERNÁNDEZ
Especialista Redes Húmedas – Hidrología – Hidráulica y Drenaje

Ingeniero EBERTO RAFAEL ORTEGA SINNING
MSc en Geotecnia y Pavimentos

Ingeniero MARLON MARTÍNEZ
Especialista en Estructuras

Ingeniero FRANKLIN SÁNCHEZ
Especialista Redes Secas - Eléctricas Voz y Datos

Ingeniera BRENDA LEONOR CASTRILLÓN
Biólogo LEONARDO GUEVARA
Especialista Ambiental
Sociólogo JAIME VASQUEZ
Especialista en Gestión Social

Ingeniero JORGE LÓPEZ
Especialista en Presupuesto y programación de obra

Ingeniera DIANA ELIZABETH MUÑOZ LASSO
Especialista en Administración de la calidad y productividad - Coordinadora Calidad – SGC

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 8
1. CONSIDERACIONES GENERALES 10
1.1. Objetivos del Estudio 10
1.2. Consultor Técnico Especializado 11
1.3. Alcance del Estudio y Labores Realizadas 13
1.4. Marco Normativo 14
2. LOCALIZACIÓN DE LA REGIÓN 15
2.1. Localización Local del Proyecto 15
2.2. Categoría de las Unidades de Construcción 16
3. CONSIDERACIONES CLIMATOLÓGICAS DE LA ZONA DEL PROYECTO 17
3.1. Precipitación 17
3.2. Temperatura 18
3.3. Humedad 19
3.4. Régimen de Humedad del Suelo 20
4. MARCO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO 22
4.1. Geología Local 22
4.2. Geomorfología 23
5. SISMICIDAD DEL SECTOR 24
6. ESTUDIOS PREVIOS 28
7. RECONOCIMIENTO DEL SUBSUELO 29
7.1. Exploración de Campo 29
7.2. Perfil Estratigráfico 30
7.3. Localización de los Sondeos 30
7.4. Laboratorios de Geotecnia 32
7.4.1. Ensayo de Granulometría de Suelos 32
8. ANÁLISIS DE INGENIERÍA Y GEOTECNIA 32
8.1. Análisis Granulométrico 32
8.2. Características de los Suelos 0
8.3. Susceptibilidad a la Licuación 1
8.4. Drenaje 2
8.5. Análisis de las Capacidades Portantes del Terreno 2
8.5.1. Módulo de cortante (G) 11
8.6. Calculo de Asentamientos 12
8.7. Perfil de Suelo 15
8.8. Identificación de los Suelos Expansivos 19
8.9. Coeficiente de Empuje 21
8.9.1. Coeficiente de empuje activo 21
8.9.2. Coeficiente de empuje activo 22
8.10. Coeficiente de Importancia 24
9. CONCLUSIONES 26

10. BIBLIOGRAFÍA 28
ANEXOS 29

LISTA DE FIGURAS

Figura. 1 Localización General del Proyecto 15
Figura. 2 Localización Local del Proyecto 16
Figura. 3 Valores totales mensuales de precipitación 18
Figura. 4 Temperatura media anual (°c) 19
Figura. 5 Humedad mensual de Valledupar 20
Figura. 6 Esquema Régimen de Humedad del Suelo departamento del Cesar 21
Figura. 7 Mapa geológico de Colombia 22
Figura. 8 Geomorfología local 23
Figura. 9 Mapa De Sismicidad de la zona de estudio 24
Figura. 10 Mapa de amenaza sísmica 25
Figura. 11 Mapa De Valores Coeficiente De Aceleración Horizontal Pico Efectiva (Aa) 26
Figura. 12 Mapa de Valores coeficiente de aceleración de la velocidad horizontal pico de diseño (Av.) . 27
Figura. 13 Clasificación SUCs - estudios previos ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura. 14 Clasificación ASSHTO - estudios previos ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura. 15 Capacidad de carga a una profundidad de 1.50 metros - estudios previos **¡Error! Marcador no definido.**
Figura. 16 Nivel freático - estudios previos ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura. 17 Localización de los sondeos y apiques 31
Figura. 18 Porcentaje pasa N°4 y N°200 de los sondeos 34
Figura. 19 Porcentaje de humedad de los sondeos 35
Figura. 20 Porcentaje pasa N°4 y N°200 de los apiques 36
Figura. 21 Porcentaje de humedad de los apiques 37
Figura. 22 Capacidades de carga portante 4
Figura. 23 Cálculo de asentamientos a 50%, 67% y 98% 14

Sistema Integrado de Transporte De Valledupar SIVA SAS
NIT. 900.404.948-6

Calle 28 No. 6a -15, Valledupar, Cesar
Teléfonos: (5) 5726613 - 5898302

www.siva.gov.co

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las unidades de construcción por categorías 17
Tabla 2. Zonificación de amenaza sísmica del Cesar 27
Tabla 3. Resumen de Actividades. 30
Tabla 4. Geo-referenciación de los sondeos, apiques y LWD 30
Tabla 5. Tipo de suelo 32
Tabla 6. Análisis granulométrico del laboratorio 33
Tabla 7. Especificaciones artículo 220-13 para terraplenes 0
Tabla 8. Características de los suelos 1
Tabla 9. Susceptibilidad de licuación 2
Tabla 10. Resumen capacidad Portante 11
Tabla 11. Módulo de cortante G 12
Tabla 12. Parámetros Geomecánicas 15
Tabla 13. Clasificación de los perfiles del suelo 18
Tabla 14. Valores del Fa, para la zona de periodos cortos del espectro 19
Tabla 15. Valore del coeficiente Fv, para las zonas de periodos intermedios del espectro 19
Tabla 16. Criterio de identificación de suelos expansivos 20
Tabla 17. Predicción de la expansividad a partir del límite liquido 20
Tabla 18. Predicción de la expansividad a partir del índice de plasticidad 20
Tabla 19. Características Geotécnicas según tipo de suelos. 21
Tabla 20. Coeficiente Ka de presión activa tierra para β = 90º y α= 0º 22
Tabla 21. Valores de Kp para β = 90º y α= 0º 23
Tabla 22. Valores del coeficiente de importancia 25

INTRODUCCIÓN

La administración municipal y departamental están trabajando de la mano para que Valledupar, se vuelva una ciudad más competitiva, equitativa y eficiente, brindándole a los habitantes oportunidades más seguras y económicas con respecto a la movilidad; por lo que la implementación del SETPC, generará pautas y puntos de referencia para seguir contribuyendo a la ciudad y a la región, convirtiéndolo en un megaproyecto de la región.

El Sistema Integrado de Transporte de Valledupar propone desarrollar los estudios y diseños para la futura construcción de los Patio Taller requeridos para el sistema de transporte público de la ciudad, con el fin de mejorar las condiciones de movilidad, funcionalidad de la zona y su área de influencia, bajo los principios de eficiencia, seguridad y sostenibilidad mediante la planeación, gestión, implantación y control de un sistema estratégico de transporte público mejore la calidad de vida y la preservación del medio ambiente, contribuyendo a la transformación económica y social de Valledupar, SIVA SAS en la etapa de planeación, busca desarrollar los estudios y diseños de los patios taller, que le permitan posteriormente su construcción. Estos elementos de infraestructura son fundamentales para la operación y/o puesta en marcha del Sistema Integrado de Transporte de Valledupar SIVA S.A.S ente gestor del proyecto Sistema Estratégico de Transporte Público Colectivo de Valledupar SETPC en el marco del proyecto fortalecimiento y desarrollo integral de la gestión misional.

A través de un Concurso de Méritos Abierto No 01 de 2021, cuyo objeto consiste en "LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LOS PATIOS TALLER REQUERIDOS PARA LA OPERACIÓN Y/O PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE DE VALLEDUPAR SIVA S.A.S ENTE GESTOR DEL PROYECTO SISTEMA ESTRATÉGICO DE TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO DE VALLEDUPAR SETPC EN EL MARCO DEL PROYECTO FORTALECIMIENTO Y DESARROLLO INTEGRAL DE LA GESTIÓN MISIONAL", el Consorcio Patios Valledupar, participó en la precitada convocatoria, ocupó el primer lugar en el orden de elegibilidad, y como consecuencia se firmó el contrato de consultoría No CC-058-2021, entre SIVA S.A.S y el CONSORCIO PATIOS VALLEDUPAR.

El Gobierno Nacional de Colombia, a través del documento CONPES 3656 de 2010, define lo siguiente “Se ha considerado como parte integral del proyecto los patios y talleres, pero se espera que los mismos se financien con recursos privados o con explotación colateral”, en este sentido la entidad define la estructuración técnica, legal y financiera, de las inversiones que se efectuaran en dos patios y talleres, ubicados en la zona sur – Sector Porvenir y la Zona Norte en el sector de Comfacesar, en la ciudad de Valledupar, los cuales se seleccionaron de acuerdo a la matriz de priorización que evalúa factores relacionados con kilómetros en vacío, condiciones topográficas del terreno, disponibilidad de servicios públicos y otros relacionados con elementos de tipo ambiental y uso de suelos. De forma general se presenta en la figura siguiente la localización inicial de las dos zonas destinadas para cumplir con este fin, origen y destino de viajes. Se observa desde ya, que, si bien el proceso de selección es válido, la definición precisa de localización de cada uno de los lotes se expone en todas sus dimensiones en el capítulo de generalidades, de tal suerte que corresponda a las áreas donde se emprende el ejercicio de estudios y diseños en todas sus componentes.

Sistema Integrado de Transporte De Valledupar SIVA SAS
NIT. 900.404.948-6

Calle 28 No. 6a -15, Valledupar, Cesar
Teléfonos: (5) 5726613 - 5898302

www.siva.gov.co

Desde sus inicios la geotecnia, ha sido importante dentro de las diferentes actividades de los programas y disciplinas que lo requieren. Durante muchos años ha brindado apoyo a las diferentes investigaciones que se han desarrollado a lo largo y ancho del país, así como también ha prestado sus servicios de análisis de suelos a personas particulares y a pequeños, medianos y grandes constructores y consultores. Con el fin de dar a conocer de una mejor las características físico mecánicas del suelo donde se desarrollará o ejecutará un proyecto que generara desarrollo para una comunidad y dentro de las actividades existen parámetros que se realizan de acuerdo a una normatividad que por lo general en el caso de las cimentaciones está regulada por el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistente NSR-10, por ende es indispensable que se conozca de forma concreta los procedimientos y metodologías que conlleva cada uno de los análisis que se realizan de forma rutinaria, así como análisis especiales que se implementan de acuerdo a los servicios solicitados. Actualmente los laboratorios prestan servicios de en lo que concierne a los ensayos que regula el INVIAS y se realizan con los instrumentos adecuados para tal fin.

Para la realización del presente informe se procedió a desarrollar una investigación con datos primarios por medio de un programa sistemático de Exploración del subsuelo, seguido de los Análisis de ingeniería, luego de lo anterior se procedió a realizar o establecer unas conclusiones de la clasificación a nivel expansivo de la subrasante que sirve de apoyo para las vías construidas.

El propósito principal de este informe es dar a conocer las condiciones para el **ESTUDIO GEOTECNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE LOS PATIOS DEL SIVA AL NORTE DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR, DEPARTAMENTO DEL CESAR.**

1. CONSIDERACIONES GENERALES

El presente informe contiene la recopilación de documentación técnica necesaria para el **ESTUDIO GEOTECNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE LOS PATIOS DEL SIVA AL NORTE DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR, DEPARTAMENTO DEL CESAR.**

1.1. Objetivos del Estudio

El propósito de este informe es presentar los resultados de las exploraciones de campo, ensayos de laboratorio, estudio y análisis de las características geotécnicas **PARA CONSTRUCCIÓN DE LOS PATIOS TALLERES DEL SIVA EN EL SECTOR COMFACESAR EN EL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR, DEPARTAMENTO DEL CESAR.** Establecer las condiciones viables de la zona para la construcción del proyecto referenciado.

- Detectar las alteraciones que puedan existir en cuanto a la cimentación relacionada a la geología, los materiales que componen el suelo, la topografía y a la hidrogeología de la zona escogida para la realización del proyecto.
- Elaborar el Análisis Granulométrico (Límites Líquido – Plástico e índice de Plasticidad) de las muestras obtenidas en campo.
- Determinar las amenazas y movimientos sísmicos, así como los efectos locales para el diseño resistente de la estructura.
- Realizar apique y sondeos para la determinación de los perfiles del suelo y su respectivo diseño de cimentaciones.
- Efectuar las recomendaciones indicadas en cuanto a la profundidad y el sistema de cimentación más adecuado de acuerdo a las características de la estructura, de la geología y de los suelos de la zona escogida para la construcción del proyecto.
- Calcular la capacidad expansiva de los suelos en el terreno.
- Recomendar las obras geotécnicas necesarias para mitigar los efectos de los problemas geotécnicos identificados.

1.2. Consultor Técnico Especializado

El presente estudio estuvo dirigido por el Ingeniero Civil **EBERTO RAFAEL ORTEGA SINNING**, Especialista en Vías y Transporte – Universidad del Norte y Msc. Geotecnia – Universidad Industrial del Santander UIS, con matrícula profesional N°1320274915BLV.



REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2021-986047

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que EBERTO RAFAEL ORTEGA SINNING, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 73570037, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 13202-74915 desde el 23 de Noviembre de 1998, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1423.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los dieciocho (18) días del mes de Septiembre del año dos mil veintiuno (2021).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

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

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA – COPNIA
Calle 78 Nº 9 - 57 - Teléfono: 322 0191 - Bogotá D.C.
e-mail: contactenos@copnia.gov.co
www.copnia.gov.co

1.3. Alcance del Estudio y Labores Realizadas

Cabe indicar que para definir el alcance del Estudio Geotécnico se debe incluir la totalidad de las labores encaminadas a establecer la viabilidad técnica del lote para la construcción del proyecto referenciado, parámetros de diseño y recomendaciones geotécnicas para el manejo integral de excavaciones, de acuerdo a los requerimientos del instituto nacional de vías.

En la fase de ejecución del estudio en mención se realizaron fundamentalmente las siguientes actividades:

- Búsqueda y Recopilación de información disponible referentes a estudios geotécnicos anteriores en zonas cercanas.

- Recorridos de inspección técnica al sitio de la obra, en donde se identificaron todos los aspectos que inciden directa e indirectamente en el proyecto, se puntualizaron los predios de construcciones vecinas.

- Análisis de las características geológicas y geomorfológicas de la zona objeto de estudio.

- Apiques y Sondeos con obtención de muestras a diferentes estratos acordes al Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente NSR-10.

- Práctica de ensayos de laboratorio de suelos para realizar la definición de las propiedades de los materiales explorados.

- Elaboración y Presentación de recomendaciones para el diseño y la construcción del proyecto referenciado.

- Realización de un informe y/o documento técnico que incluya las memorias de cálculo, análisis de ingeniería y conclusiones del estudio.

- Se hace menester señalar que la exploración geotécnica se considera una herramienta fehaciente para el diseño de construcción del proyecto; empero, se puede presentar el caso que al construir el proyecto pueden encontrarse nuevas condiciones, las cuales no fueron encontradas durante la realización de las actividades de campo.

1.4. Marco Normativo

El informe se ha desarrollado siguiendo las normas:

- I.N.V E- 101-13, 102-13, 123-13 y 126-13; particularmente en lo concerniente a la investigación, Descripción, Identificación, Análisis Granulométrico, Límite Plástico, e Índice de Plasticidad.
- Instituto Nacional de Vías (INVIAS).
- Reglamento de Construcción Sismoresistente NSR-10

2. LOCALIZACIÓN DE LA REGIÓN

El proyecto se desea realizar al norte de Colombia, en el municipio de Valledupar ubicado al nororiente de la Costa Atlántica colombiana, a orillas del río Guatapurí, en el valle del río Cesar formado por la Sierra Nevada de Santa Marta al occidente y la serranía del Perijá al oriente.

Figura. 1 Localización General del Proyecto



Fuente. V&O INGENIERÍA SAS

2.1. Localización Local del Proyecto

El proyecto se realizará en la zona norte del casco urbano del Municipio de Valledupar – Cesar, en el sector de Comfacesar para la construcción de los patios del SIVA.

Figura. 2 Localización Local del Proyecto





Fuente. Elaboración Propia

2.2. Categoría de las Unidades de Construcción

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 a combinación de la carga muerta más viva debida al uso y ocupación de la edificación y para la definición del número de niveles se incluirá todos los pisos del proyecto, sótanos, terrazas y pisos técnicos.

La categoría de la unidad de construcción del presente proyecto es BAJA debido a que las obras a realizarse no superan los tres niveles de altura como lo estipula la norma NSR-10 en su título H numeral H.3.1.1

Tabla 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

Fuente. NSR-10, tabla H.3.1-1

3. CONSIDERACIONES CLIMATOLÓGICAS DE LA ZONA DEL PROYECTO

El municipio de Valledupar dada a su latitud, se encuentra en la zona de dominios tropicales, donde las características generales del clima son elevadas temperaturas y escasa oscilación térmica anual.

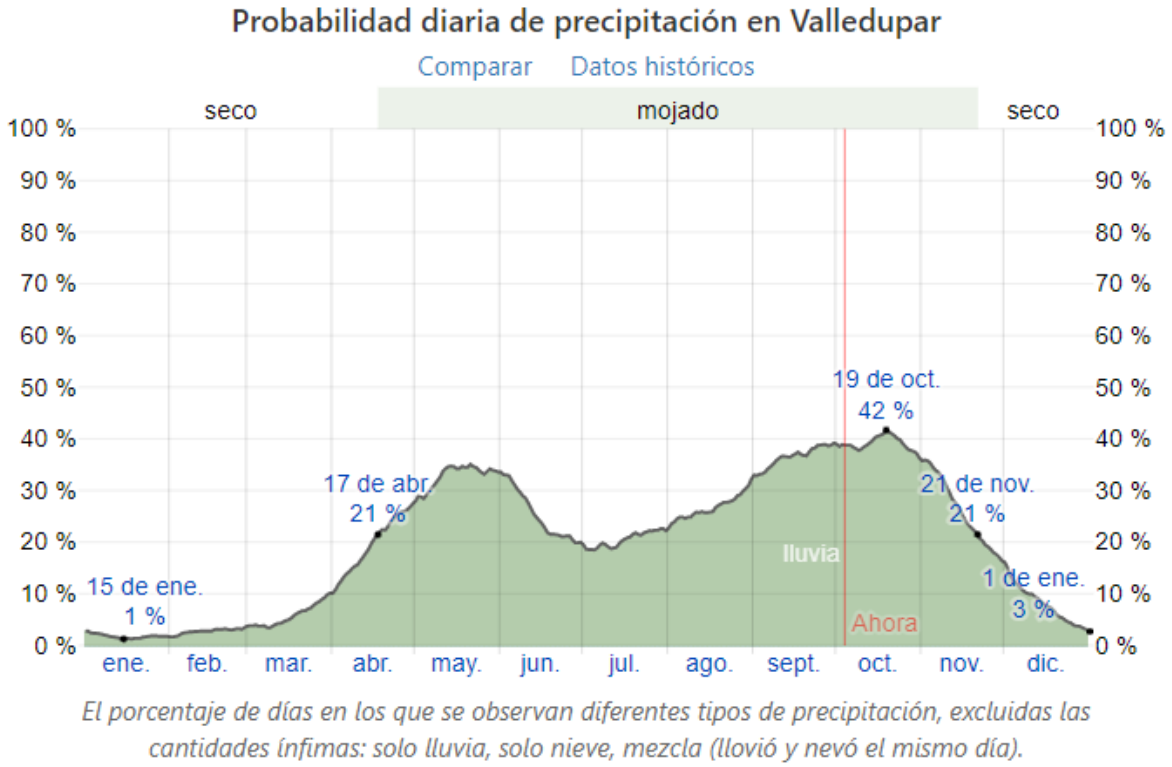
En cuanto a las temperaturas, según estudios climáticos realizados en esta zona, la temperatura media anual es de 29.2 °C, con máximas y mínimas de 35 °C y 24 °C respectivamente. El mes más caluroso es abril con un promedio de 30 °C y el más fresco octubre con 26 °C. A lo largo del año y aunque las temperaturas son bastante uniformes, se suceden diversas condiciones climáticas: el mes de enero inicia con mucha brisa y con velocidades del viento de hasta 30 nudos, que en ocasiones es causa de interrupciones en el fluido eléctrico, grandes polvaredas, dificultad para caminar contra el viento y resequedad en la piel de las personas; conforme avanzan los días, la humedad relativa desciende paulatinamente y la sensación térmica es muy agradable, sintiéndose incluso bastante fresca durante la noche

3.1. Precipitación

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Valledupar varía considerablemente durante el año. La temporada más mojada dura 7,1 meses, de 17 de abril a 21 de noviembre, con una probabilidad de más del 21 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 42 % el 19 de octubre.

La temporada más seca dura 4,9 meses, del 21 de noviembre al 17 de abril. La probabilidad mínima de un día mojado es del 1 % el 15 de enero. Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 42 % el 19 de octubre.

Figura. 3 Valores totales mensuales de precipitación

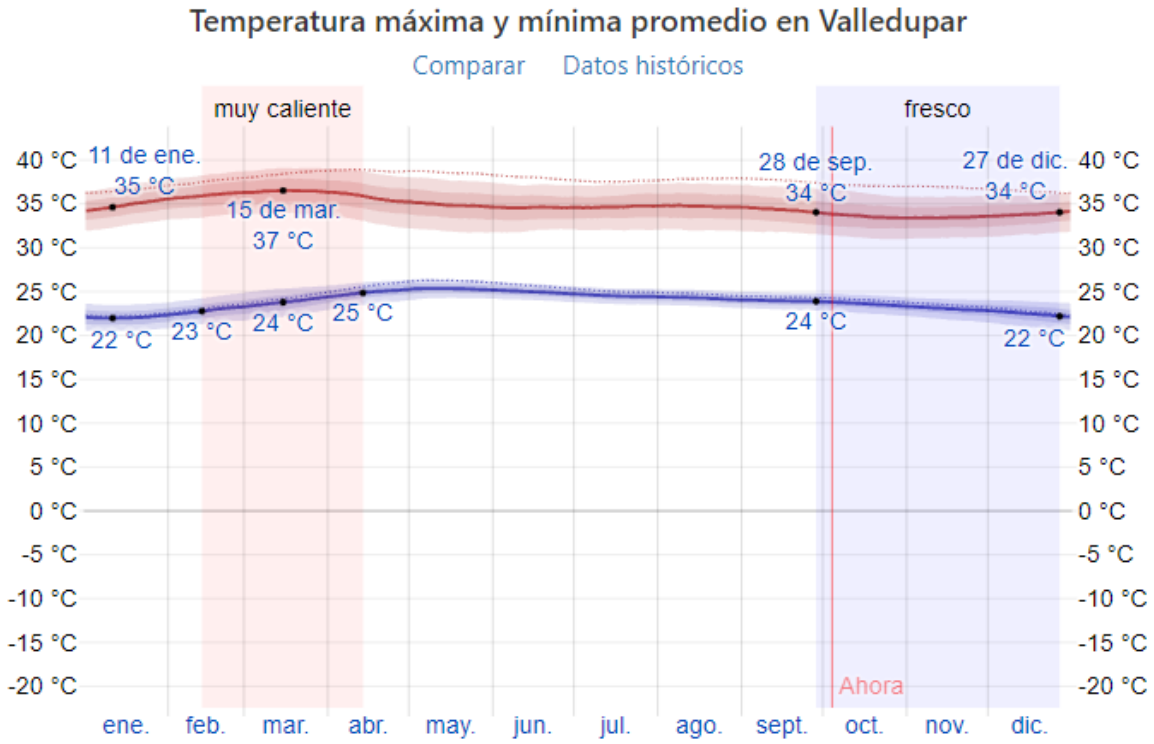


Fuente: Weather Spark

3.2. Temperatura

La temporada calurosa dura 2,0 meses, del 13 de febrero al 14 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 36 °C. El día más caluroso del año es el 15 de marzo, con una temperatura máxima promedio de 37 °C y una temperatura mínima promedio de 24 °C. La temporada fresca dura 3,0 meses, del 28 de septiembre al 27 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 34 °C. El día más frío del año es el 11 de enero, con una temperatura mínima promedio de 22 °C y máxima promedio de 35 °C.

Figura. 4 Temperatura media anual (°c)



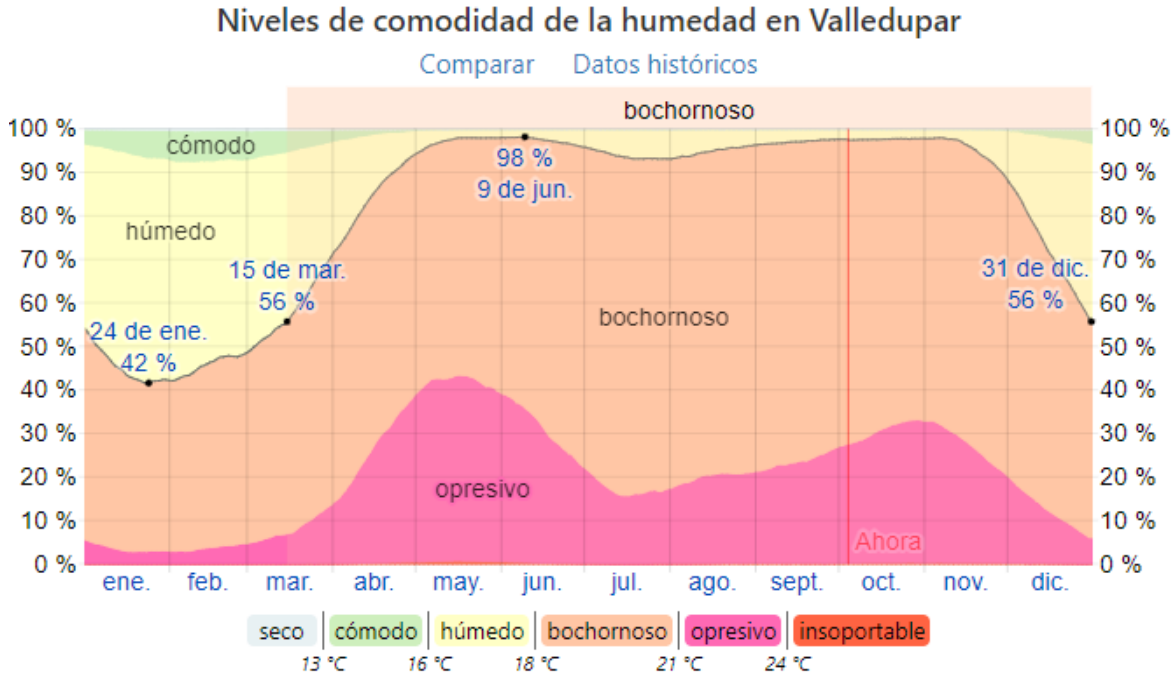
Fuente: Weather Spark

3.3. Humedad

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.
En Valledupar la humedad percibida varía extremadamente.

El período más húmedo del año dura 9,5 meses, del 15 de marzo al 31 de diciembre, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 56 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 9 de junio, con humedad el 98 % del tiempo. El día menos húmedo del año es el 24 de enero, con condiciones húmedas el 42 % del tiempo.

Figura. 5 Humedad mensual de Valledupar

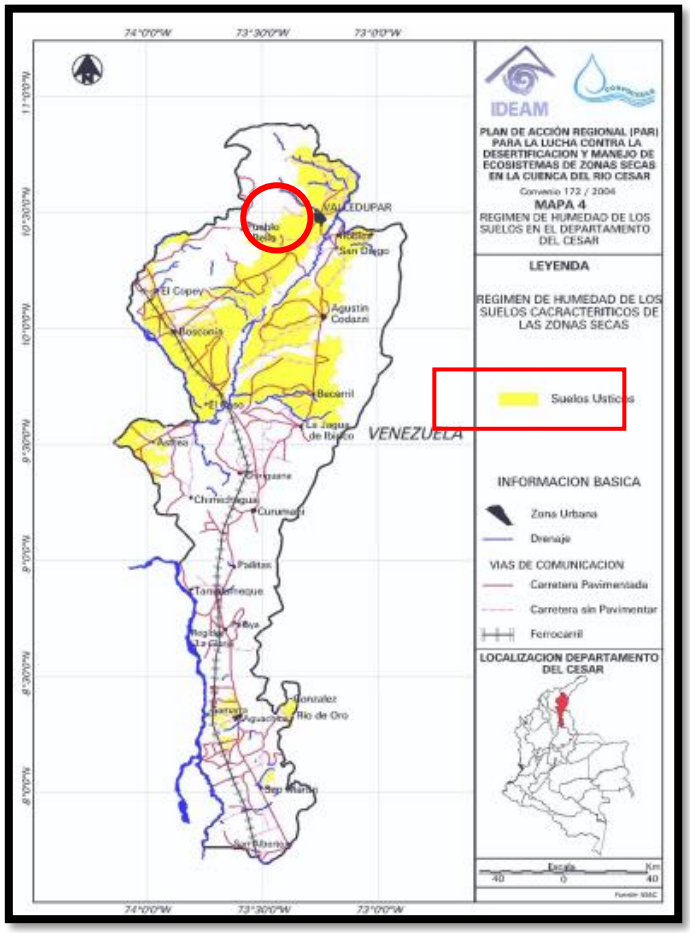


Fuente: Weather Spark

3.4. Régimen de Humedad del Suelo

De acuerdo Plan de Acción Regional (PAR) para la Lucha contra la Desertificación y la Sequía en el Departamento del Cesar, con énfasis en la región del Rio Cesar se determinó que los suelos del municipio de Valledupar son de tipos ústico, tomando como base en dos argumentos, uno, el régimen climático bimodal o de dos épocas de lluvias intercaladas con dos épocas de verano, en el cual el número de días consecutivos en que el suelo permanece completo o parcialmente húmedo es mayor de 180 días pero inferior a 270 días, y dos, la ausencia de un drenaje imperfecto.

Figura. 6 Esquema Régimen de Humedad del Suelo departamento del Cesar



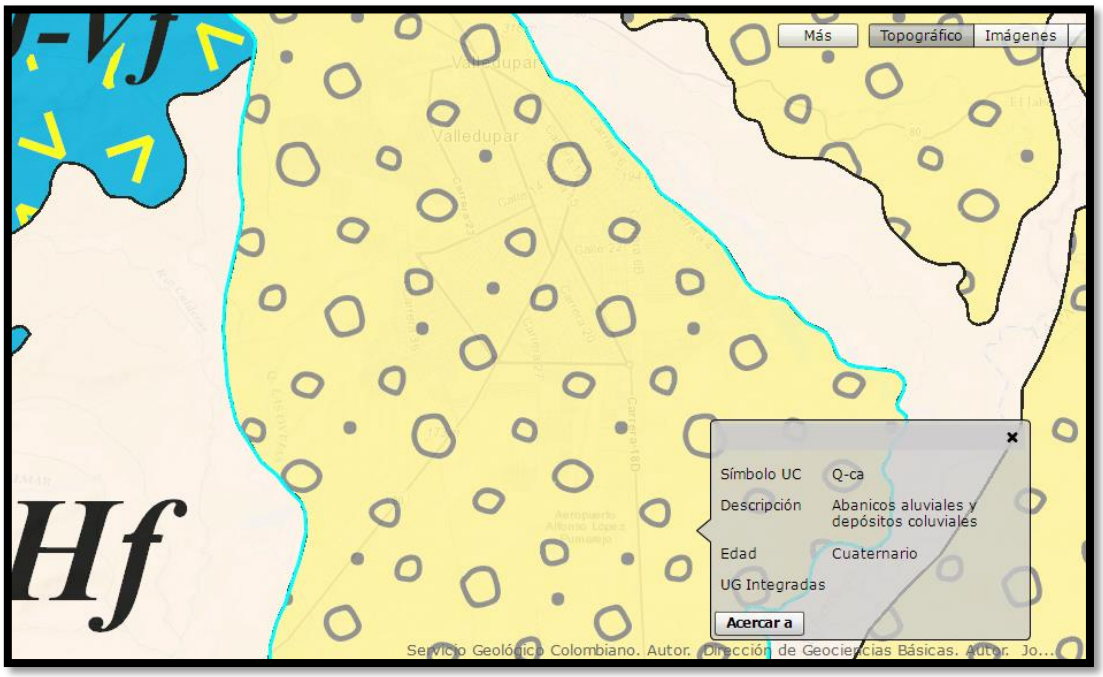
Fuente: PLAN DE GESTION AMBIENTAL REGIONAL CESAR (PGAR). 2013 – 2024.

4. MARCO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

4.1. Geología Local

El municipio de Valledupar se encuentra geológicamente demarcado por los depósitos de abanico aluvial Qca los cuales son de origen aluvial, que han desarrollado Geoformas planas, como terrazas, ligeramente inclinados hacia la dirección de la escorrentía. Son de poco espesor, generalmente cubiertos por suelo y vegetación; están constituidos por arenas, arcillas y, en menor proporción, gravas depositadas discordantemente sobre las formaciones más antiguas.

Figura. 7 Mapa geológico de Colombia



Fuente. Ingeominas- (SGC)

- **Abanicos aluviales y depósitos Coluviales (Qca)**

Los abanicos aluviales se forman en ambientes sedimentarios donde el depósito ocurre por corrientes del sistema montañoso y pierden energía con el cambio de pendiente para seguir transportando la carga formando pilas de sedimento que en planta toman la forma de abanico; la acumulación se realiza por procesos de acreción lateral o flujos en masa del material que traen las corrientes desde las partes altas a las cuencas. Estos depósitos presentan una leve inclinación natural.

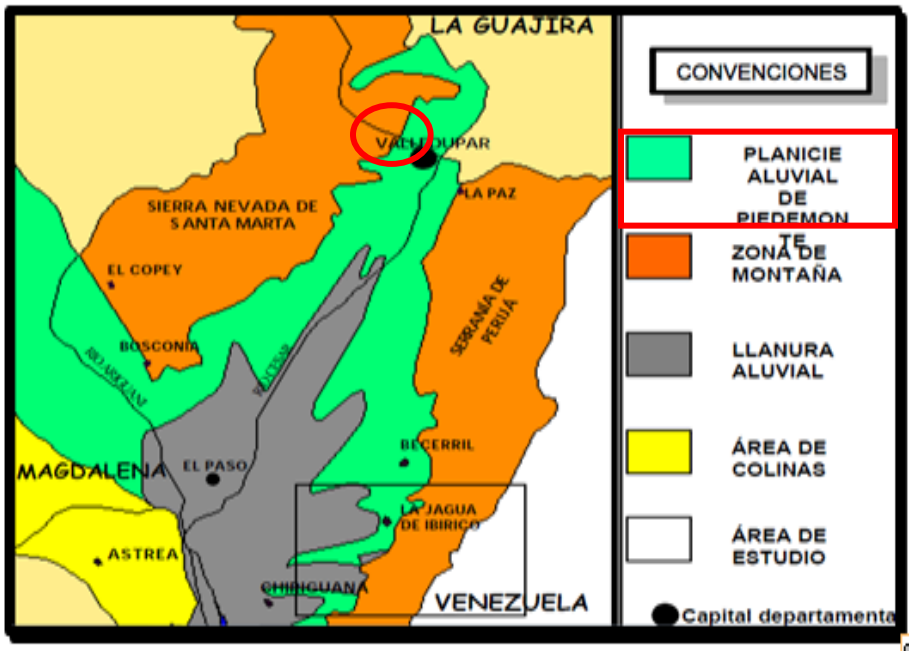
- **Depósitos Coluviales**

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

4.2. Geomorfología

La zona de estudio es la que se describe en la figura No 9 y corresponde a una Planicie Aluvial De Piedemonte, el paisaje que debe el nombre a su forma característica semicircular, con su parte superior más estrecha y empinada, llamada ápice o parte proximal que se extiende hacia la montaña siguiendo el cauce de la corriente que lo depositó. Más abajo aparece la porción intermedia o cuerpo, que cubre la mayor superficie del paisaje.

Figura. 8 Geomorfología local



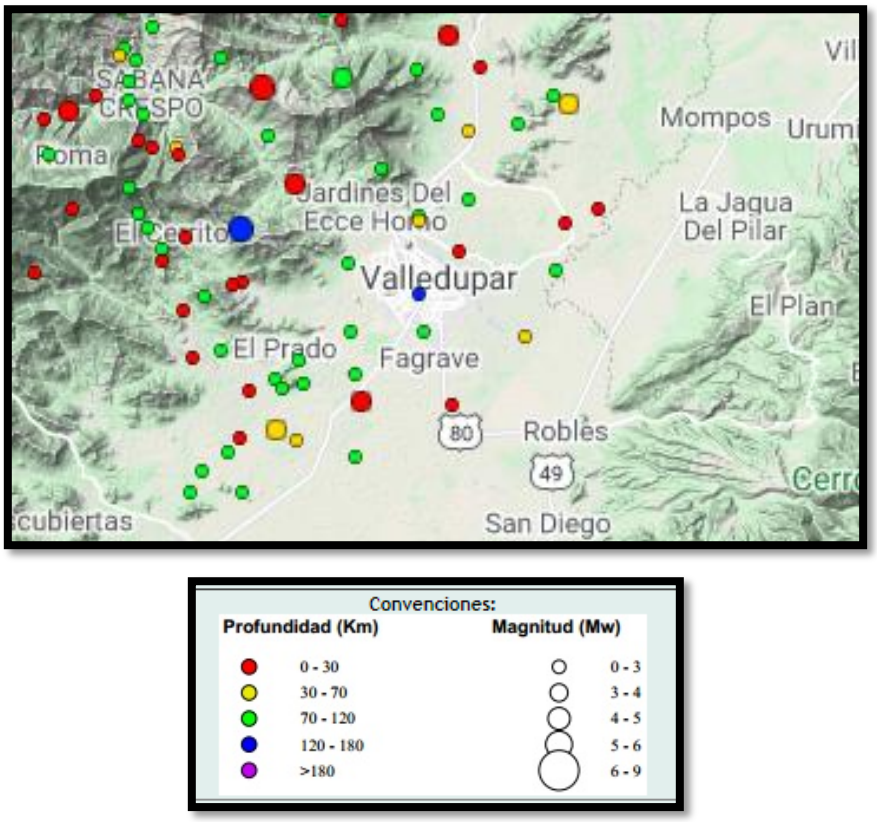
Fuente. Atlas Colombiano

- **Planicie Aluvial De Piedemonte**

El paisaje que debe el nombre a su forma característica semicircular, con su parte superior más estrecha y empinada, llamada ápice o parte proximal que se extiende hacia la montaña siguiendo el cauce de la corriente que lo depositó. Más abajo aparece la porción intermedia o cuerpo, que cubre la mayor superficie del paisaje.
Finalmente aparece el tramo distal o base, una franja angosta y suavemente inclinada, que gradualmente se confunde con la llanura contigua sobre la cual se explaya la unidad.

5. SISMICIDAD DEL SECTOR

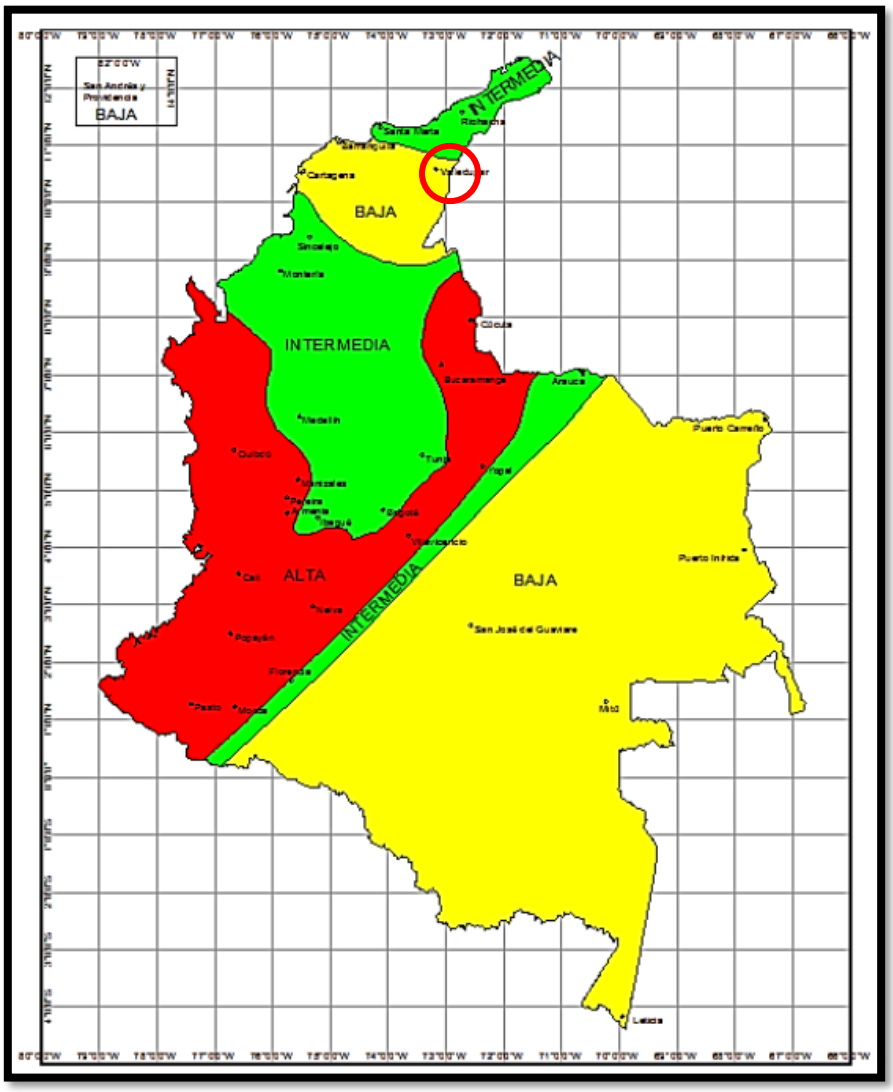
Figura. 9 Mapa De Sismicidad de la zona de estudio



Fuente.Servicio Geologico Colombiano

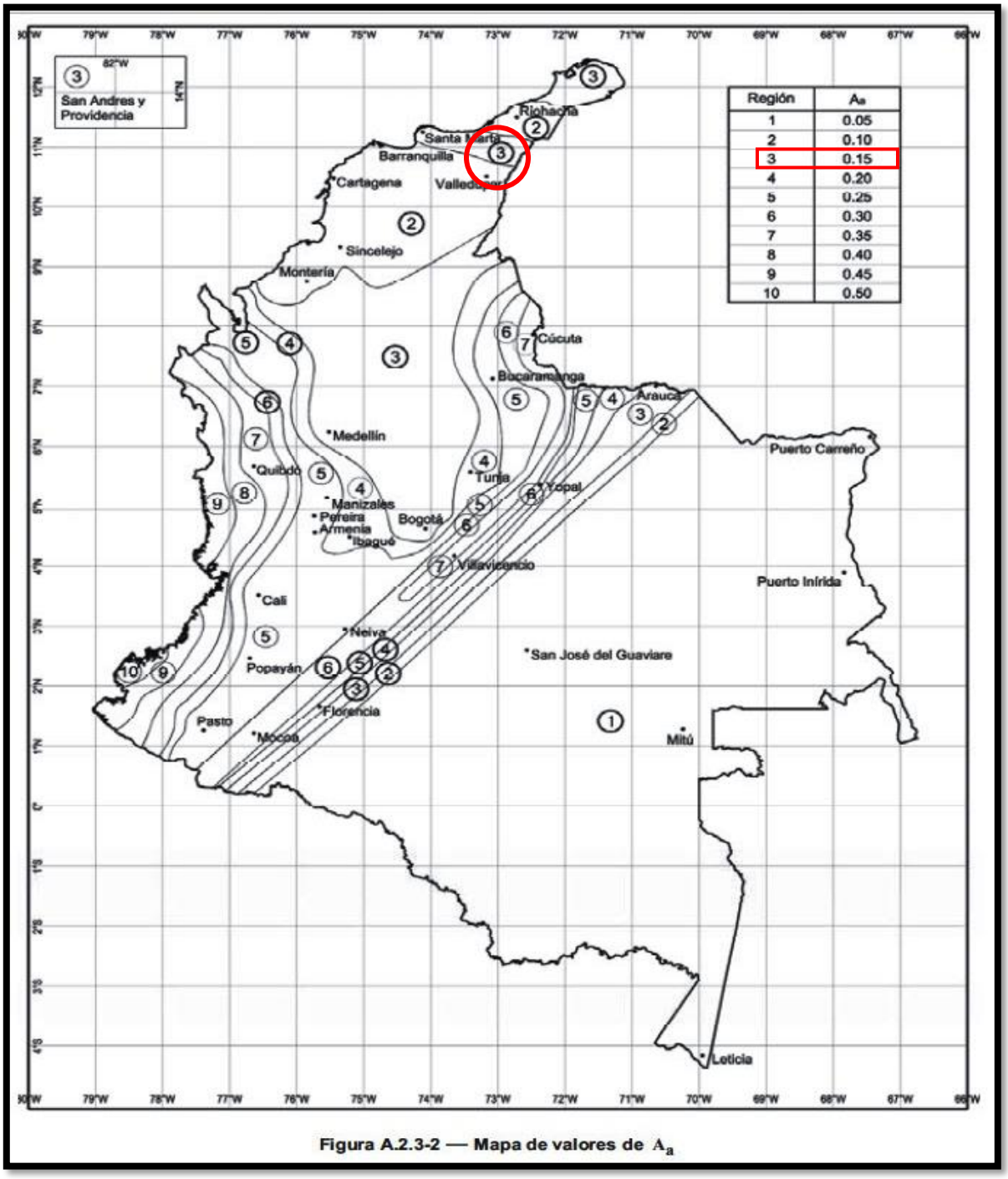
De acuerdo al mapa de sismicidad de la Red Sismológica Nacional de Colombia en la perisferia del municipio de Valledupar, ha presentado epicentros con magnitudes (MI) bajas que van desde 0-3, intermedias de 3 – 4 y con un pico de 5 – 6, con profundidades que van desde (0-30), (30-70) y (70-120) kilómetros respectivamente.

Figura. 10 Mapa de amenaza sísmica



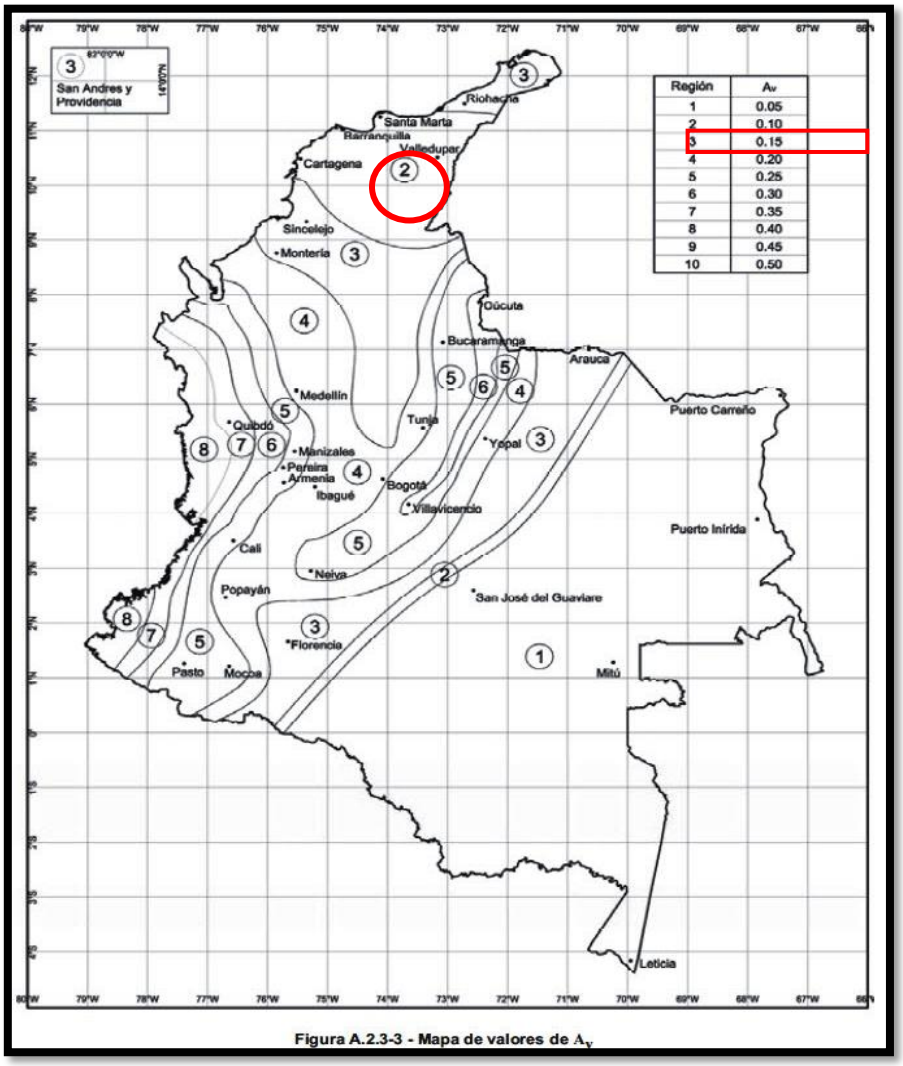
Fuente. Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR-10. Figura A-2.3-1

Figura. 11 Mapa De Valores Coeficiente De Aceleración Horizontal Pico Efectiva (Aa)



Fuente. Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR-10

Figura. 12 Mapa de Valores coeficiente de aceleración de la velocidad horizontal pico de diseño (Av.)



Fuente. Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR-10.

Para lo cual Aa (coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva) = 0.10, Av. (coeficiente de aceleración de la velocidad horizontal pico de diseño) = 0.10, Ae. (Coeficiente de aceleración pico efectiva reducida para el diseño con seguridad limitada) = 0.05 y Ad= 0.03 y de acuerdo al número de golpes N obtenido la fórmula de Ohta y Goto 1978 la cual se define a continuación:

Ohta y Goto (1978)	$V_s = 85.34N^{0.348}$	Para todo tipo de suelo

Tabla 2. Zonificación de amenaza sísmica del Cesar

Departamento del Cesar

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Valledupar	20001	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Aguachica	20011	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Agustín Codazzi	20013	0.10	0.10	Baja	0.07	0.04
Astréa	20032	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Becerril	20045	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Bosconia	20060	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Chimichagua	20175	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Chiriguaná	20178	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Curumaní	20228	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04
El Copey	20238	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
El Paso	20250	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Gamarra	20295	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
González	20310	0.20	0.15	Intermedia	0.08	0.04
La Gloria	20383	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
La Jagua de Ibirico	20400	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
La Paz	20621	0.10	0.10	Baja	0.06	0.03
Manaure	20443	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Pailitas	20517	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04
Pelaya	20550	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Pueblo Bello	20570	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Río de Oro	20614	0.20	0.15	Intermedia	0.08	0.04
San Alberto	20710	0.20	0.15	Intermedia	0.08	0.04
San Diego	20750	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
San Martín	20770	0.20	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Tamalameque	20787	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04

6. ESTUDIOS PREVIOS

Estudios realizados en el área urbana del municipio de Valledupar nos permite hacer una un sondeo de los tipos de suelo que pueden encontrarse, la capacidad de carga, el nivel freático, entre otros aspectos que se mencionan a continuación:

- **Clasificación SUCs**

Se tiene para la clasificación de suelo SUCs según los estudios previos en la ciudad de Valledupar un tipo de suelo **GM** que corresponden a grava limosa con arena.

- **Clasificación ASSHTO**

Se tiene para la clasificación de suelo ASSHTO según los estudios previos en la ciudad de Valledupar tiene una clasificación A-2-4.

- **Capacidades de carga a 1.5 metros de profundidad**

Para las capacidades de carga a una profundidad de 2.00 metros según los estudios previos el suelo podría tener una capacidad entre 16.4 y 18.5 ton/m^2

- **Nivel freático**

Para el nivel freático según los estudios previos el suelo podría encontrarse a una profundidad entre los 3.6 y 4.2 metros con relaciona a la superficie del terreno.

7. RECONOCIMIENTO DEL SUBSUELO

7.1. Exploración de Campo

Se realizaron **dieciséis (16) apiques** a una profundidad de 2.0 metros y **cuatro (4) sondeos** por el método de Ensayo Penetración Estándar (SPT) hasta una profundidad entre 2.0 metros ya que se presentó rechazo. Adicionalmente, para la nueva ubicación del patio se complementó la información con **tres (3) apiques** a una profundidad de 2.0 metros y **cuatro (4) sondeos** por el método de Ensayo Penetración Estándar (SPT) hasta una profundidad entre 4.0 metros. El número de sondeos fueron los suficientes para que permitiera la determinación del tipo de suelo, este método se utiliza tanto en suelos granulares como en suelos cohesivos, pudiendo atravesar suelos de consistencia firme a muy firme. En total se auscultaron **veintisiete (27)** puntos para validación del subsuelo.

Todo esto con el objeto de identificar los suelos que componen el área de estudio del proyecto, también se utilizaron herramientas manuales, tales como: pala, pico, palín, sacos, cinta métrica, cámara fotográfica y otros como GPS y libreta de apuntes; los cuales permitieron la toma de muestras para inspección visual y ensayos de laboratorio.

En cada una de las perforaciones, se realizó:

Columna Estratigráfica: Mediante inspección visual, posteriormente corroborada con los ensayos de laboratorio, se obtuvo la columna estratigráfica detallada. Ver. Anexo 2.

Posición del Nivel Freático: A la profundidad explorada de 2.0 metros **NO** se encontró nivel freático.

Muestreo: Se tomaron muestras en los sondeos realizados. El número de muestras fue suficiente para permitir la realización de un adecuado programa de laboratorio y su respectiva caracterización geotécnica.

Los ensayos visuales y manuales se han complementado con los ensayos de laboratorio consistente en la determinación de las propiedades índices. Los resultados de las pruebas de laboratorio se incluyen en el anexo de este informe.

En la **Tabla N°3** se presenta un resumen de las actividades realizadas en el laboratorio las cuales fundamentales en el proceso de elaboración del presente informe.

En la exploración de campo no se evidencias especies vegetales como acacias, eucalipto o alguna especie con raíces robustas dicha aclaración se corrobora en el anexo 5 (registro topográfico)

Tabla 3. Resumen de Actividades.

ENSAYOS DE CAMPO	
Sondeos	8
Apiques	19
ENSAYOS DE LABORATORIO	
Granulometrías	50
Limite liquido	50
Limite plástico	50

Fuente. V&O INGENIERIA S.A.S

7.2. Perfil Estratigráfico

Un perfil estratigráfico es una descripción de la variación del suelo con relación a la profundidad a medida que cambia las capas de los suelos del terreno sondeado, y se conforma de acuerdo a los estratos que se identifican en los sondeos que se hayan realizado. En el perfil también se incluye de manera gráfica el contenido de humedad natural y los límites de Atterberg (Límites Líquido y Plástico). Con base en los resultados del programa de exploración del subsuelo, de las pruebas de campo y de los resultados de los ensayos de laboratorio realizados por el laboratorio es posible establecer el siguiente perfil estratigráfico típico de los sondeos en análisis. (Ver Anexos N°2).

7.3. Localización de los Sondeos

En la **tabla N° 5** se muestra la Georreferenciación de los sondeos realizados en campo para la ejecución del proyecto.

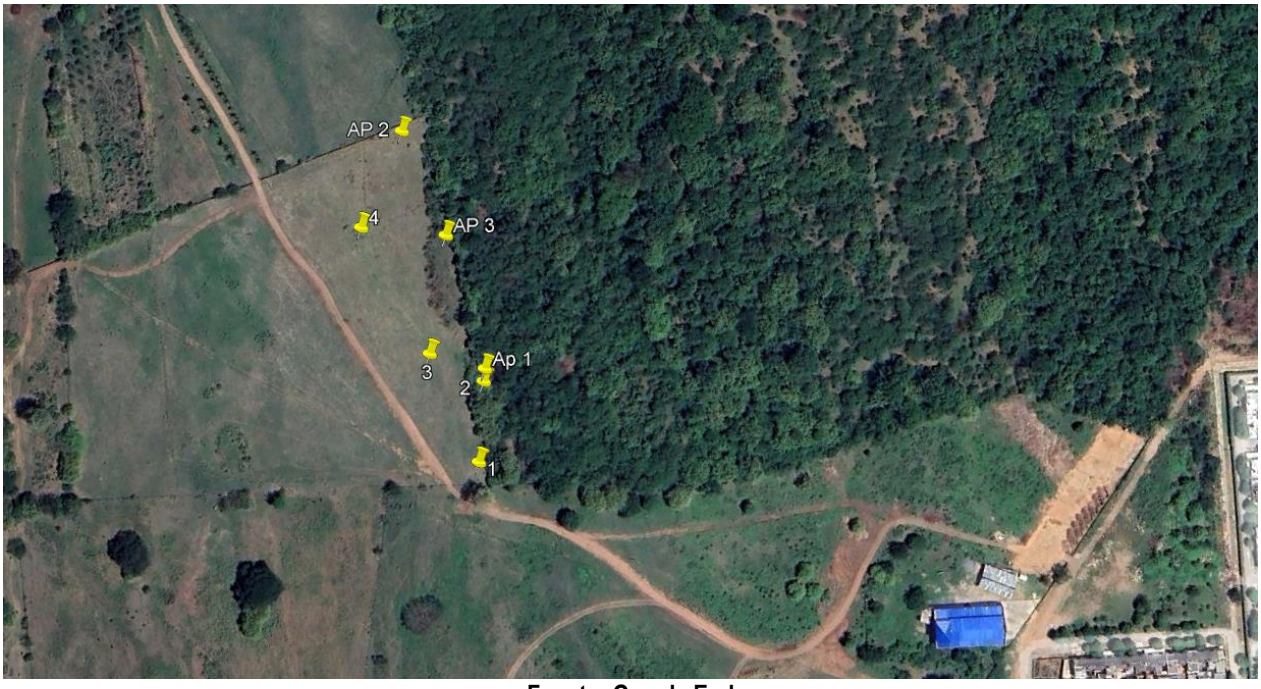
Tabla 4. Geo-referenciación de los sondeos, apiques y LWD

N° SONDEOS	LOCALIZACIÓN	N° SONDEOS	LOCALIZACIÓN

S1	10°29'31.20"N - 73°16'54.29"O	**S3**	10°29'31.98"N - 73°16'56.67"O
S2	10°29'31.57"N - 73°16'54.78"O	**S4**	10°29'32.39"N - 73°16'55.36"O
S5	10°29'25.5"N - 73°17'12.0"O	**S6**	10°29'27.0"N - 73°17'12.2"O
S7	10°29'29.4"N - 73°17'15.2"O	**S8**	10°29'27.3"N - 73°17'12.5"O
N° APIQUES	**LOCALIZACIÓN**	**N° APIQUES**	**LOCALIZACIÓN**
A1	10°29'31.20"N - 73°16'54.29"O	**A10**	10°29'31.40"N - 73°16'56.11"O
A2	10°29'31.57"N - 73°16'54.78"O	**A11**	10°29'31.88"N - 73°16'55.25"O
A3	10°29'30.80"N - 73°16'55.62"O	**A12**	10°29'32.39"N - 73°16'55.36"O
A4	10°29'31.98"N - 73°16'56.67"O	**A13**	10°29'32.99"N - 73°16'55.56"O
A5	10°29'32.01"N - 73°16'57.26"O	**A14**	10°29'33.41"N - 73°16'55.72"O
A6	10°29'31.50"N - 73°16'57.44"O	**A15**	10°29'33.83"N - 73°16'55.71"O
A7	10°29'30.91"N - 73°16'57.61"O	**A16**	10°29'34.07"N - 73°16'54.37"O
A8	10°29'31.00"N - 73°16'56.88"O	**A17**	10°29'33.00"N - 73°16'54.46"O
A9	10°29'27.2"N - 73°17'12.3"O	**A18**	10°29'31.4"N - 73°17'14.7"O

Fuente. V&O INGENIERIA S.A.S – GEOEXPLORACIONES Y DISEÑOS S.A.S.

Figura. 13 Localización de los sondeos y apiques



Fuente: Google Earh

7.4. Laboratorios de Geotecnia

La variable geotécnica está asociada a evaluar la respuesta y el comportamiento geomecánico del material que compone la rasante que sirve de fundación.
Se utiliza como soporte la información de geotecnia, con el fin de conocer las condiciones y características Geomecánicas de los suelos, evaluando los resultados de los ensayos de campo, de laboratorio, con el fin de proporcionar los parámetros necesarios para la evaluación de adecuación de pavimentos.

Esta auscultación permite identificar los diferentes tipos de suelo que conforman la rasante local y las características propias de cada una, así como la respuesta mecánica.

Sobre las muestras extraídas se programó la ejecución de los siguientes ensayos:

ESTADO Y CLASIFICACIÓN: humedad natural, límites de Atterberg (Limite líquido y plástico) Análisis Granulométrico.

7.4.1. Ensayo de Granulometría de Suelos

Este ensayo tiene por objeto la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo. Realizado según la norma INV E- 123, esta norma describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 75 µm (No.200)

8. ANÁLISIS DE INGENIERÍA Y GEOTECNIA

8.1. Análisis Granulométrico

De acuerdo con los resultados del Análisis Granulométrico realizado a cada una de las muestras del material que compone la zona de exploración se puede decir que los suelos están conformados por arenas limosas, arcillosas y mal gradadas **(SM)** y gravas limosas, mezcla de grava, arena y limo y gravas arcillosas **(GM y GC)** de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación S.U.S.C.

En la **Tabla Nº 5** se mencionan algunas características de los tipos de suelos hallados en la exploración y posterior análisis en el laboratorio.

Tabla 5. Tipo de suelo

TIPO DE SUELO	DESCRIPCION DEL MATERIAL
SUELO SM	Arenas limosas, mezcla de arena y limo
SUELO GM	Gravas limosas, mezcla de grava, arena y limo

SUELO GC	Gravas arcillosa con arena

Fuente. V&O INGENIERIA S.A.S

Tabla 6. Análisis granulométrico del laboratorio

SONDEOS	MUESTRA	PROF. (m)	S.U.CS	PROPIEDADES			% DE HUMEDAD	GRANULOMETRIA % QUE PASA	
				L.L	L.P	I.P		N° 4	N° 200
1	1	0.0 – 0.60	SM	NL	NL	NP	11.7	65.9	24.9
	2	0.60 – 2.0	SM	NL	NL	NP	14.2	79.5	16.1
2	1	0.0 – 1.05	GM	NL	NL	NP	8.4	62.4	30.1
	2	1.05 – 2.0	GM	NL	NL	NP	6.0	68.0	21.1
3	1	0.0 – 0.90	SM	NL	NL	NP	8.4	68.6	26.5
	2	0.90 – 2.0	SM	NL	NL	NP	9.1	58.4	15.8
4	1	0.0 – 0.80	GM	NL	NL	NP	7.5	62.0	28.3
	2	0.80 – 2.0	GM	NL	NL	NP	8.7	57.7	17.5
APIQUES	**MUESTRA**	**PROF. (m)**	**S.U.CS**	**PROPIEDADES**			**% DE HUMEDAD**	**GRANULOMETRIA % QUE PASA**	
				L.L	**L.P**	**I.P**		**N° 4**	**N° 200**
1	1	0.0 – 1.0	GM	NL	NL	NP	8.8	50.2	13.8
	2	1.0 – 2.0	GP - GM	NL	NL	NP	12.2	43.4	11.1
2	1	0.0 – 0.60	GM	NL	NL	NP	8.4	50.0	14.8
	2	0.60 – 2.0	GM	NL	NL	NP	8.3	52.9	14.2
3	1	0.0 – 0.40	GM	NL	NL	NP	8.2	46.9	15.4
	2	0.40 – 0.80	SM	NL	NL	NP	10.5	61.9	20.5
	3	0.80 – 2.0	SM	NL	NL	NP	14.8	64.6	23.1
4	1	0.0 – 0.70	SM	NL	NL	NP	9.2	60.7	17.4
	2	0.70 – 2.0	GP - GM	NL	NL	NP	5.8	50.5	7.4
APIQUES	**MUESTRA**	**PROF. (m)**	**S.U.CS**	**PROPIEDADES**			**% DE HUMEDAD**	**GRANULOMETRIA % QUE PASA**	
				L.L	**L.P**	**I.P**		**N° 4**	**N° 200**
5	1	0.0 – 0.50	GM	NL	NL	NP	6.6	52.4	23.8
	2	0.50 – 2.0	SM	NL	NL	NP	10.3	66.5	20.4
6	1	0.0 – 0.80	GM	NL	NL	NP	14.5	54.0	14.5
	2	0.80 – 2.0	GP - GM	NL	NL	NP	16.4	40.9	5.9
7	1	0.0 – 0.40	SM	NL	NL	NP	7.5	81.8	29.2
	2	0.40 – 2.0	GM	NL	NL	NP	10.0	54.6	12.9
8	1	0.0 – 0.60	SM	NL	NL	NP	6.3	95.1	28.5
	2	0.60 – 2.0	SM	NL	NL	NP	11.8	79.6	26.8
9	1	0.0 – 0.50	GM	NL	NL	NP	6.8	59.9	24.9
	2	0.50 – 2.0	SM	NL	NL	NP	10.6	98.4	40.8

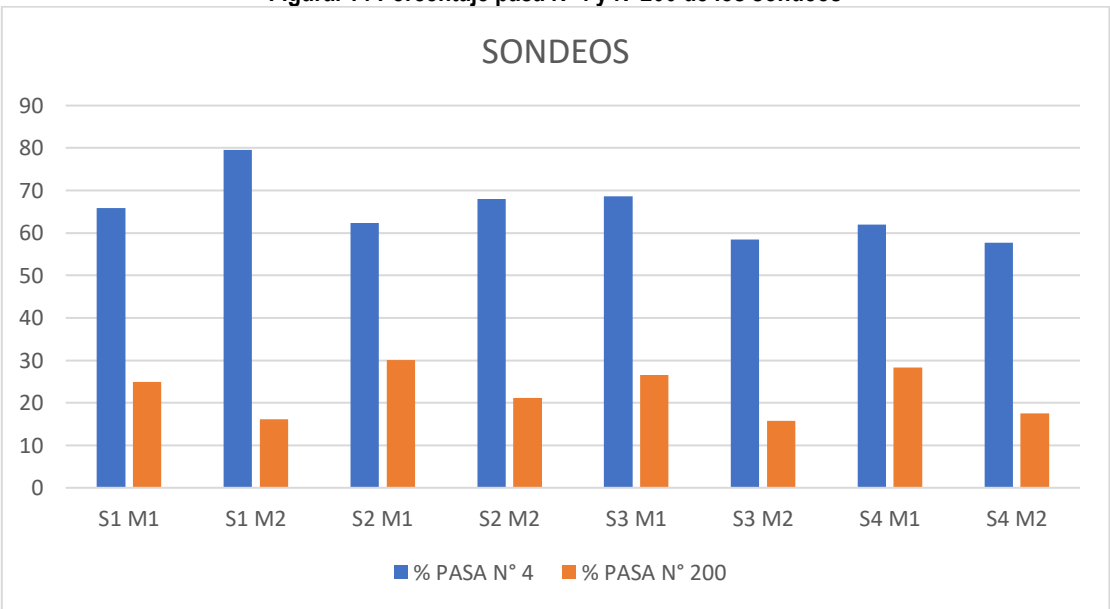
10	1	0.0 – 0.80	SM	NL	NL	NP	10.1	75.0	24.4
	2	0.80 – 2.0	SM	NL	NL	NP	7.3	75.2	26.6
11	1	0.0 – 0.70	SP - SM	NL	NL	NP	7.3	63.9	8.7
	2	0.70 – 2.0	SM	NL	NL	NP	8.8	67.6	24.3
12	1	0.0 – 0.60	SM	NL	NL	NP	10.8	66.1	19.9
	2	0.60 – 1.20	SM	NL	NL	NP	7.9	61.9	22.2
	3	1.20 – 2.0	SM	NL	NL	NP	4.7	80.3	19.7
13	1	0.0 – 0.40	GM	NL	NL	NP	8.4	52.2	15.1
	2	0.40 – 0.70	GP - GM	NL	NL	NP	6.3	52.0	12.0
	3	0.70 – 2.0	GM	NL	NL	NP	10.6	23.3	23.3
14	1	0.0 – 1.0	GP - GM	NL	NL	NP	7.9	38.5	11.9
	2	1.0 – 2.0	GP - GM	NL	NL	NP	8.7	17.7	15.0
15	1	0.0 – 1.20	SP - SM	NL	NL	NP	7.5	63.3	11.8
	2	1.20 – 2.0	GM	25.7	21.9	3.8	6.0	57.2	26.7
16	1	0.0 – 1.0	GP - GM	NL	NL	NP	6.2	49.3	9.5
	2	1.0 – 2.0	GP - GM	NL	NL	NP	6.4	40.8	6.9

Fuente. V&O INGENIERIA S.A.S

NL: No presenta límite
NP: No presenta plasticidad o baja plasticidad

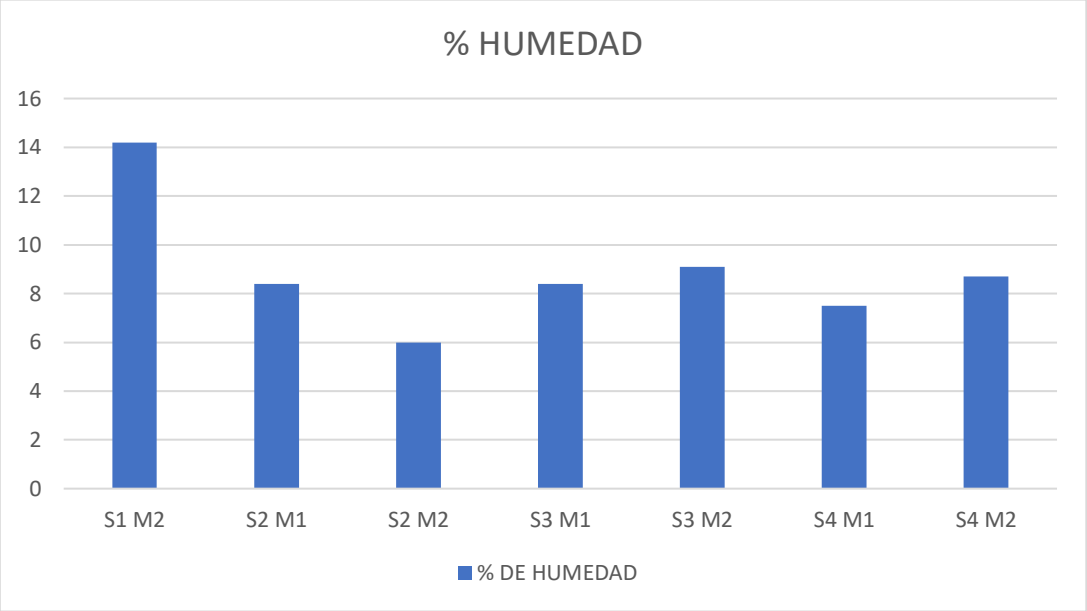
Teniendo en cuenta el análisis granulométrico de los sondeos realizados donde se desarrollará el proyecto y observando el parágrafo H.2.5 del NSR-10 se puede concluir que los suelos en donde se realizara el proyecto son **NO COHESIVOS** hasta una profundidad de 2.0 metros

Figura. 14 Porcentaje pasa N°4 y N°200 de los sondeos



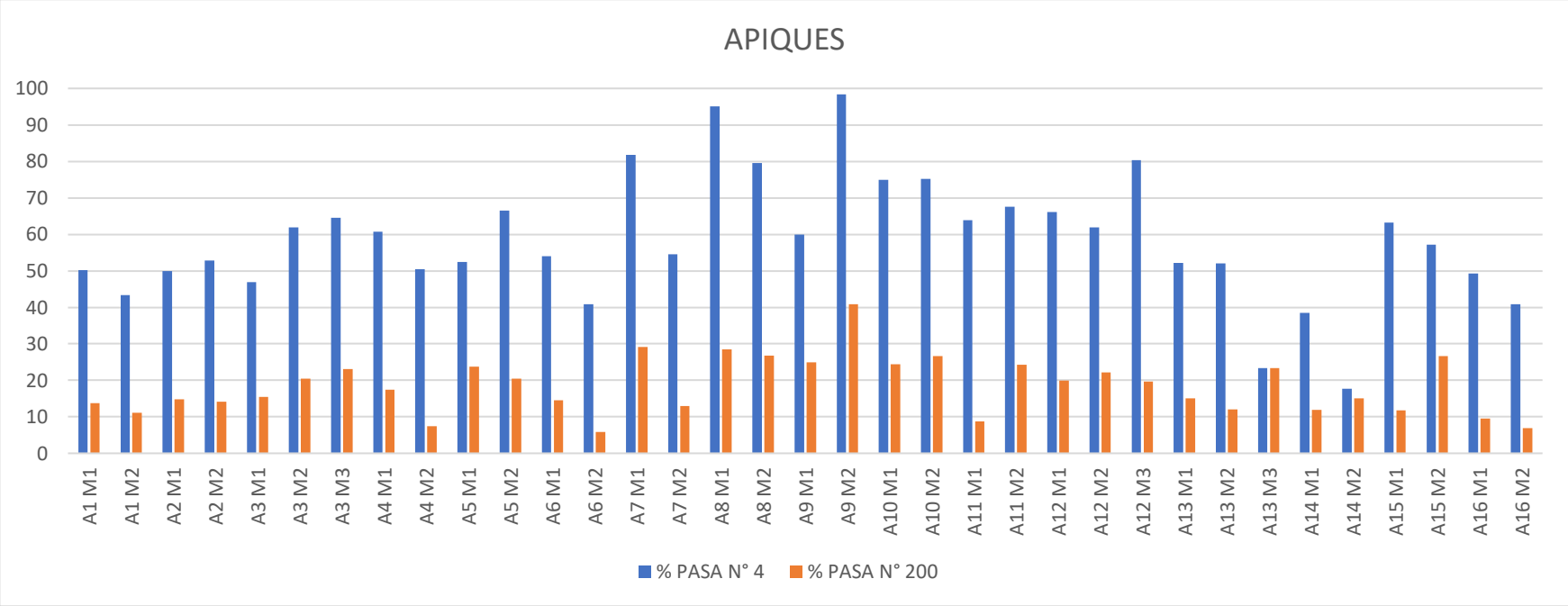
Fuente. V&O INGENIERIA S.A.S

Figura. 15 Porcentaje de humedad de los sondeos



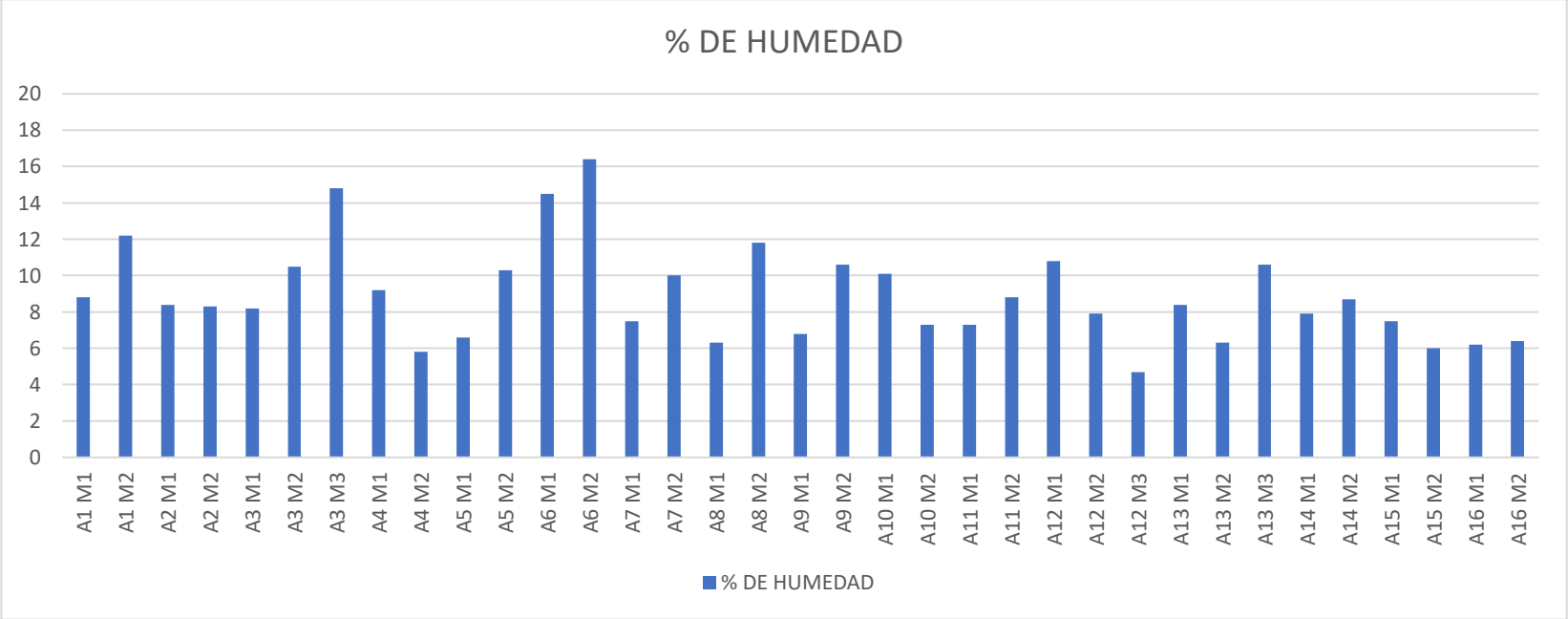
Fuente. V&O INGENIERIA S.A.S

Figura. 16 Porcentaje pasa N°4 y N°200 de los apiques



Fuente. V&O INGENIERIA S.A.S

Figura. 17 Porcentaje de humedad de los apiques



Fuente. V&O INGENIERIA S.A.S

- Al remover la capa vegetal y el relleno de materiales sobrantes de construcción existente y si es indispensable utilizar material de relleno estructural estos deben cumplir con el artículo 220-13 terraplenes (**Ver Tabla N° 7**).

Tabla 7. Especificaciones artículo 220-13 para terraplenes

CARACTERISTICAS	NORMA DE ENSAYO INV	SUELO SELECCIONADO
Partes del terraplén a las que se aplicas		Todas
Tamaño máximo, mm	E-123	75
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (Nº.10) en masa, máximo	E-123	80
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (Nº.200) en masa, máximo	E-123	25
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0,0
Limite líquido, máximo (%)	E-125	30
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10
CBR de laboratorio mínimo (%) *(NOTA 1)*	E-148	10
Expansión en prueba CBR, máximo (%)	E-148	0,0
Índice de colapso máximo (%) *(NOTA 2)*	E-157	2,0
Contenido de sales solubles, Máximo (%)	E-158	0,2

Fuente. INVIAS

8.2. Características de los Suelos

Los parámetros evaluados en este ítem corresponden a la compactación, compresibilidad, expansión, drenaje y permeabilidad; estas son propiedades mecánicas de los suelos. Es muy importantes tener en cuenta estos datos, para conocer el comportamiento del terreno ante las exigencias mínimas para el buen desarrollo ingenieril de la obra a realizar.

La compactación de los suelos es el proceso artificial mediante el cual las partículas son forzadas a estar en contacto reduciendo así el índice de vacíos. Este proceso se realiza con el fin de lograr el aumento de la resistencia y disminución de la capacidad de deformación que se obtiene al someter al suelo a técnicas convenientes, que aumentan el peso específico seco, disminuyendo sus vacíos. Los suelos presentes en la zona de estudio muestran buena compactación.

Por otro lado, la compresibilidad es el grado en que una masa de suelo disminuye su volumen bajo el efecto de una carga. Es mínima en los suelos de textura gruesa, que tienen las partículas en contacto. Aumenta a medida que crece la proporción de partículas pequeñas y llega al máximo en los suelos de grano fino que contienen materia orgánica. Las arenas y gravas mal gradadas **(SP y GP)** presentan compresibilidad y expansión casi ninguna. Sin embargo los tipos de suelos predominantes son las arenas limosas y arcillosas **(SM y GM)** las cuales el comportamiento de estas características son ligeras. Concluyendo así que la probabilidad de asentamientos es mínima.

Una de las propiedades físicas importantes es el de la permeabilidad, es decir la capacidad de permitir el pasaje del agua a través del perfil del suelo, conlleva modificaciones físico-químicas, he aquí la importancia de estimar este parámetro. Para este caso en particular, los suelos presentes en la zona de estudio tienen un buen drenaje y son permeables pero para los **SM y GM** tienen un drenaje deficiente y características de impermeabilidad. **(Ver tabla N° 8)**

Tabla 8. Características de los suelos

CLASE	CARACTERISTICAS DE COMPACTACIÓN	COMPRESIBILIDAD Y EXPANSION	DRENAJE Y PERMEABILIDAD
SM	Buena	Ligera	Drenaje deficiente, impermeable
GM	Buena	Ligera	Drenaje deficiente, semipermeable
GC	Buena	Casi ninguna	Buen drenaje permeable

Fuente. Diseño de Cimientos. Jaime Suarez Díaz.

8.3. Susceptibilidad a la Licuación

Cuando las ondas sísmicas se propagan a través de la superficie terrestre generan densificación de las partículas del suelo y a la vez aumento en los esfuerzos de corte a las que pueda estar sometida el terreno. Esto ocurre en un lapso de tiempo corto, en el que el agua que se encuentra entre los poros no puede ser drenada, generándose un incremento en la presión hidrostática sobre las partículas individuales. A medida que el número de ciclos incrementa debido a la densificación que sufren las partículas, se incrementa la presión de poros, generándose así la reducción en el esfuerzo efectivo, ocasionando la perdida de resistencia al corte.

Este fenómeno es mucho más inminente cuando se producen sismos, provocando daños en la cimentación de las estructuras, daños en las vías y en algunos casos colapso de las mismas. Los suelos que se encuentran en el área de estudio presentan las siguientes características con respecto a la susceptibilidad a la licuación.

Tabla 9. Susceptibilidad de licuación

USCS	SUSCEPTIBILIDAD A LA LICUACION
SM	Muy susceptibles si están malcompactados
GM	Media si están mal compactados
GC	No son susceptibles a la licuación cuando están bien compactados

8.4. Drenaje

Recomendaciones

- Es fundamental el manejo de aguas superficiales con el fin de garantizar la protección de las estructuras de cimentación.
- Se recomienda que al momento de la construcción debe quedar 50 cm por encima de la cota de inundación.
- En las obras proyectadas y sus alrededores, se deben construir eficientes sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias o de cualquier naturaleza.
- Se cuidará que el recorrido de tuberías por el interior de las obras proyectadas seael menor posible y antes de ponerlas en funcionamiento se realizaran pruebas de verificación**.**
- Todos los sumideros perimetrales a la obra o que se ubiquen dentro de la construcción, deben limpiarse o realizarles mantenimiento periódico.
- En caso de encontrar nivel freático implementas un sistema de bombeo para el control de este.

8.5. Análisis de las Capacidades Portantes del Terreno

La capacidad de carga en un suelo es definida como la presión que puede soportar el suelo antes de presentarse la falla en la cimentación, Para el cálculo de la capacidad portante es necesario contar con las propiedades geotécnicas del suelo (peso específico, cohesión y ángulo de fricción) o un ensayo de penetración estándar a la profundidad deseada con el fin de utilizar correlaciones empíricas para la determinación de esta capacidad de carga.

La capacidad de carga admisible es la capacidad de carga que se asume para el diseño y es calculada como la capacidad de carga ultima dividida en un factor de seguridad (FS=3).

Tomado de “principio de ingeniería Braja Das”. Considere una cimentación corrida que descansa sobre la superficie de arena densa o suelo cohesivo firme, como lo muestra la siguiente figura. Si la carga se aplica

gradualmente a la cimentación, el asentamiento se incrementará. La variación de la carga por unidad de área *q*, sobre la cimentación también se presenta en la figura mostrada. En cierto punto, cuando la carga por unidad de área es igual a *qu*, tendrá lugar una falla repentina del suelo que soporta a la cimentación y la zona de falla en el suelo se extenderá hasta la superficie del terreno. Esta carga por área unitaria que se denomina generalmente capacidad de carga última de la cimentación.

Usando el análisis de equilibrio, Terzaghi expresó la capacidad de carga última en la siguiente forma:

$$q_u = cN_c + qN_q + \tfrac{1}{2}\gamma BN_\gamma \qquad \text{(cimentación corrida)}$$

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \qquad \text{(cimentación cuadrada)}$$

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma \qquad \text{(cimentación circular)}$$

Dónde:

C= cohesión del suelo
ϒ= peso específico del suelo
q= ϒ*Df
Nc, Nq y Nϒ= factores de capacidad de carga adimensionales en función del ángulo de fricción.

$$N_c = \cot\phi \left[\frac{e^{2(3\pi/4 - \phi/2)\tan\phi}}{2\cos^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)} - 1 \right] = \cot\phi\,(N_q - 1)$$

$$N_q = \frac{e^{2(3\pi/4 - \phi/2)\tan\phi}}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)}$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2}\left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2\phi} - 1\right)\tan\phi$$

A continuación, se realiza el cálculo de capacidad de soporte, por el método racional de Terzaghi:

Figura. 18 Capacidades de carga portante

Ultimate bearing capacity: The minimum pressure that would cause the shear failure of the supporting soil immediately below and adjacent to the foundation.

Utimate bearing capacity according to Terzaghi

Ultimate bearing capacity $q_f = cN_c + \gamma DN_q + 0.5\gamma BN_\gamma$

Net ultimate bearing capacity $q_n = cN_c + \gamma DN_q + 0.5\gamma BN_\gamma - \gamma D$

Soil Properties			
Cohesion	C	[kPa]	0
Friction angle	Phi	[°]	30
Specific weight	gamma	[kN/m3]	18

Project information	
Projetc	
Date	

Foundation information			
Width of foundation	B	[m]	1
Length of foundation	L	[m]	1
Depth of foundation	D	[m]	0

Página 1

Bearing capacity factors					
Surcharge contribution	N_q	[-]	18,40	$N_q = \exp(\pi \tan\varphi)\, tan^2(45° + \frac{\varphi}{2})$	
Cohesion contribution	N_c	[-]	30,14	$N_c = (N_q - 1)\cot\varphi$	
self-weight contribution	N_γ	[-]	18,08	$N_\gamma = 1.8\,(N_q - 1)\tan\varphi$	(Brinch Hansen)
		[-]	15,67	$N_\gamma = (N_q - 1)\tan(1.4\,\varphi)$	(Meyerhof)

Shape factors (rectangular)					
Shape factor	s_q	[-]	1,00		
Shape factor	s_c	[-]	1,20		
Shape factor	s_γ	[-]	0,80	$s_\gamma = 1 - 0.2\,B/L$	(Terzaghi and Peck)

Ultimate bearing capacity							
Strip footing	q_f	kPa	**141**	(Meyerhof)	163	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_f	kPa	**113**		130	

Net ultimate bearing capacity							
Strip footing	$q_{f,n}$	kPa	**141**	(Meyerhof)	163	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	$q_{f,n}$	kPa	**113**		130	

Safety factor	SF	[-]	3

Net admissible pressure							
Strip footing	q_a	kPa	**47**	(Meyerhof)	54	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_a	kPa	**38**		43	

Ultimate bearing capacity: The minimum pressure that would cause the shear failure of the supporting soil immediately below and adjacent to the foundation.

Utimate bearing capacity according to Terzaghi

Ultimate bearing capacity $q_f = cN_c + \gamma DN_q + 0.5\gamma BN_\gamma$

Net ultimate bearing capacity $q_n = cN_c + \gamma DN_q + 0.5\gamma BN_\gamma - \gamma D$

Soil Properties

Cohesion	C	[kPa]	0
Friction angle	Phi	[°]	30
Specific weight	gamma	[kN/m3]	18

Project information	
Projetc	
Date	

Foundation information

Width of foundation	B	[m]	1
Length of foundation	L	[m]	1
Depth of foundation	D	[m]	0,5

Página 1

Bearing capacity factors

Surcharge contribution	N_q	[-]	18,40	$N_q = \exp(\pi \tan\varphi)\tan^2(45° + \frac{\varphi}{2})$
Cohesion contribution	N_c	[-]	30,14	$N_c = (N_q - 1)\cot\varphi$
self-weight contribution	N_γ	[-]	18,08	$N_\gamma = 1.8\,(N_q - 1)\tan\varphi$ (Brinch Hansen)
		[-]	15,67	$N_\gamma = (N_q - 1)\tan(1.4\,\varphi)$ (Meyerhof)

Shape factors (rectangular)

Shape factor	s_q	[-]	1,00	
Shape factor	s_c	[-]	1,20	
Shape factor	s_γ	[-]	0,80	$s_\gamma = 1 - 0.2\,B/L$ (Terzaghi and Peck)

Ultimate bearing capacity

Strip footing	q_f	kPa	**307**	(Meyerhof)	328	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_f	kPa	**278**		296	

Net ultimate bearing capacity

Strip footing	q_n	kPa	**298**	(Meyerhof)	319	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_n	kPa	**269**		287	

Safety factor	SF	[-]	3

Net admissible pressure

Strip footing	q_a	kPa	**108**	(Meyerhof)	115	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_a	kPa	**99**		105	

Sistema Integrado de Transporte De Valledupar SIVA SAS
NIT. 900.404.948-6

Calle 28 No. 6a -15, Valledupar, Cesar
Teléfonos: (5) 5726613 - 5898302

www.siva.gov.co

Ultimate bearing capacity: The minimum pressure that would cause the shear failure of the supporting soil immediately below and adjacent to the foundation.

Utimate bearing capacity according to Terzaghi

Ultimate bearing capacity $q_f = cN_c + \gamma DN_q + 0.5\gamma BN_\gamma$

Net ultimate bearing capacity $q_n = cN_c + \gamma DN_q + 0.5\gamma BN_\gamma - \gamma D$

Soil Properties			
Cohesion	C	[kPa]	0
Friction angle	Phi	[°]	30
Specific weight	gamma	[kN/m3]	18

Project information	
Projetc	
Date	

Foundation information			
Width of foundation	B	[m]	1
Length of foundation	L	[m]	1
Depth of foundation	D	[m]	1

Página 1

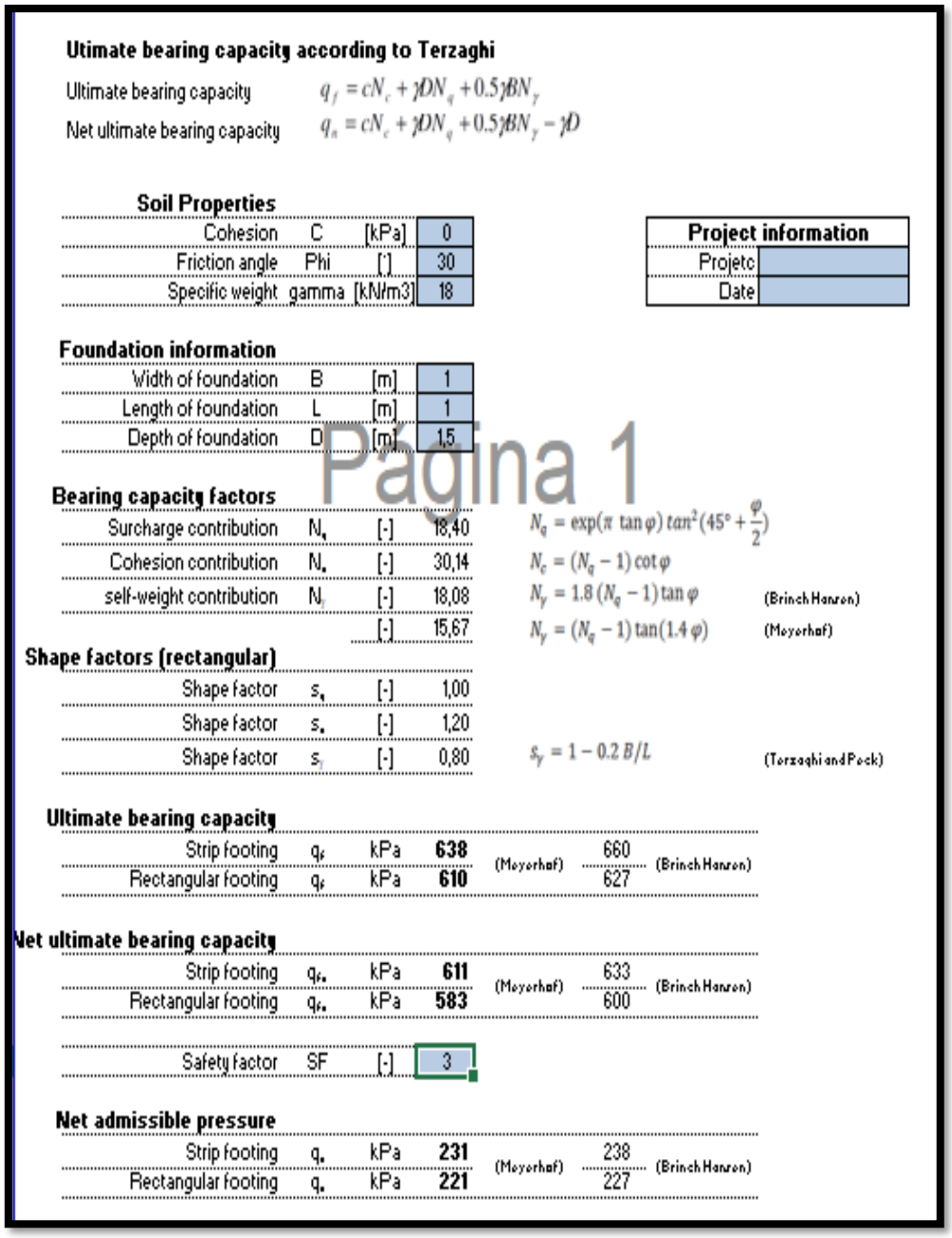
Bearing capacity factors					
Surcharge contribution	N_q	[-]	18,40	$N_q = \exp(\pi \tan\varphi)\tan^2(45° + \frac{\varphi}{2})$	
Cohesion contribution	N_c	[-]	30,14	$N_c = (N_q - 1)\cot\varphi$	
self-weight contribution	N_γ	[-]	18,08	$N_\gamma = 1.8\,(N_q - 1)\tan\varphi$	(Brinch Hansen)
		[-]	15,67	$N_\gamma = (N_q - 1)\tan(1.4\,\varphi)$	(Meyerhof)

Shape factors (rectangular)					
Shape factor	s_q	[-]	1,00		
Shape factor	s_c	[-]	1,20		
Shape factor	s_γ	[-]	0,80	$s_\gamma = 1 - 0.2\,B/L$	(Terzaghi and Peck)

Ultimate bearing capacity						
Strip footing	q_f	kPa	**472**	(Meyerhof)	494	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_f	kPa	**444**		461	

Net ultimate bearing capacity						
Strip footing	q_n	kPa	**454**	(Meyerhof)	476	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_n	kPa	**426**		443	
Safety factor	SF	[-]	3			

Net admissible pressure						
Strip footing	q_a	kPa	**169**	(Meyerhof)	177	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_a	kPa	**160**		166	



Utimate bearing capacity according to Terzaghi

Ultimate bearing capacity $q_f = cN_c + \gamma D N_q + 0.5\gamma B N_\gamma$

Net ultimate bearing capacity $q_n = cN_c + \gamma D N_q + 0.5\gamma B N_\gamma - \gamma D$

Soil Properties

Cohesion	C	[kPa]	0
Friction angle	Phi	[°]	30
Specific weight	gamma	[kN/m3]	18

Project information	
Projetc	
Date	

Foundation information

Width of foundation	B	[m]	1
Length of foundation	L	[m]	1
Depth of foundation	D	[m]	1,5

Página 1

Bearing capacity factors

Surcharge contribution	N_q	[-]	18,40	$N_q = \exp(\pi \tan\varphi)\tan^2(45° + \frac{\varphi}{2})$
Cohesion contribution	N_c	[-]	30,14	$N_c = (N_q - 1)\cot\varphi$
self-weight contribution	N_γ	[-]	18,08	$N_\gamma = 1.8(N_q - 1)\tan\varphi$ (Brinch Hansen)
		[-]	15,67	$N_\gamma = (N_q - 1)\tan(1.4\varphi)$ (Meyerhof)

Shape factors (rectangular)

Shape factor	s_q	[-]	1,00	
Shape factor	s_c	[-]	1,20	
Shape factor	s_γ	[-]	0,80	$s_\gamma = 1 - 0.2\,B/L$ (Terzaghi and Peck)

Ultimate bearing capacity

Strip footing	q_f	kPa	**638**	(Meyerhof)	660	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_f	kPa	**610**		627	

Net ultimate bearing capacity

Strip footing	q_n	kPa	**611**	(Meyerhof)	633	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_n	kPa	**583**		600	

Safety factor	SF	[-]	3

Net admissible pressure

Strip footing	q_a	kPa	**231**	(Meyerhof)	238	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_a	kPa	**221**		227	

Sistema Integrado de Transporte De Valledupar SIVA SAS
NIT. 900.404.948-6

Calle 28 No. 6a -15, Valledupar, Cesar
Teléfonos: (5) 5726613 - 5898302

www.siva.gov.co

Utimate bearing capacity according to Terzaghi

Ultimate bearing capacity $q_f = cN_c + \gamma D N_q + 0.5\gamma B N_\gamma$

Net ultimate bearing capacity $q_n = cN_c + \gamma D N_q + 0.5\gamma B N_\gamma - \gamma D$

Soil Properties

Cohesion	C	[kPa]	0
Friction angle	Phi	[°]	30
Specific weight	gamma	[kN/m3]	18

Project information	
Projetc	
Date	

Foundation information

Width of foundation	B	[m]	1
Length of foundation	L	[m]	1
Depth of foundation	D	[m]	2

Página 1

Bearing capacity factors

Surcharge contribution	N_q	[-]	18,40	$N_q = \exp(\pi \tan\varphi)\tan^2(45° + \frac{\varphi}{2})$
Cohesion contribution	N_c	[-]	30,14	$N_c = (N_q - 1)\cot\varphi$
self-weight contribution	N_γ	[-]	18,08	$N_\gamma = 1.8(N_q - 1)\tan\varphi$ (Brinch Hansen)
		[-]	15,67	$N_\gamma = (N_q - 1)\tan(1.4\varphi)$ (Meyerhof)

Shape factors (rectangular)

Shape factor	s_c	[-]	1,00
Shape factor	s_q	[-]	1,20
Shape factor	s_γ	[-]	0,80

$s_\gamma = 1 - 0.2\,B/L$ (Terzaghi and Peck)

Ultimate bearing capacity

Strip footing	q_f	kPa	**803**	(Meyerhof)	825	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_f	kPa	**775**		793	

Net ultimate bearing capacity

Strip footing	q_{f_n}	kPa	**767**	(Meyerhof)	789	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_{f_n}	kPa	**739**		757	

Safety factor	SF	[-]	3

Net admissible pressure

Strip footing	q_a	kPa	**292**	(Meyerhof)	299	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_a	kPa	**282**		288	

Sistema Integrado de Transporte De Valledupar SIVA SAS
NIT. 900.404.948-6

Calle 28 No. 6a -15, Valledupar, Cesar
Teléfonos: (5) 5726613 - 5898302

www.siva.gov.co

Utimate bearing capacity according to Terzaghi

Ultimate bearing capacity $q_f = cN_c + \gamma D N_q + 0.5\gamma B N_\gamma$

Net ultimate bearing capacity $q_n = cN_c + \gamma D N_q + 0.5\gamma B N_\gamma - \gamma D$

Soil Properties

Cohesion	C	[kPa]	0
Friction angle	Phi	[°]	30
Specific weight	gamma	[kN/m3]	18

Project information	
Projetc	
Date	

Foundation information

Width of foundation	B	[m]	1
Length of foundation	L	[m]	1
Depth of foundation	D	[m]	2,5

Página 1

Bearing capacity factors

Surcharge contribution	N_q	[-]	18,40	$N_q = \exp(\pi \tan\varphi)\tan^2(45° + \frac{\varphi}{2})$
Cohesion contribution	N_c	[-]	30,14	$N_c = (N_q - 1)\cot\varphi$
self-weight contribution	N_γ	[-]	18,08	$N_\gamma = 1.8\,(N_q - 1)\tan\varphi$ (Brinch Hansen)
		[-]	15,67	$N_\gamma = (N_q - 1)\tan(1.4\,\varphi)$ (Meyerhof)

Shape factors (rectangular)

Shape factor	s_q	[-]	1,00	
Shape factor	s_c	[-]	1,20	
Shape factor	s_γ	[-]	0,80	$s_\gamma = 1 - 0.2\,B/L$ (Terzaghi and Peck)

Ultimate bearing capacity

Strip footing	q_f	kPa	**969**	(Meyerhof)	991	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_f	kPa	**941**		958	

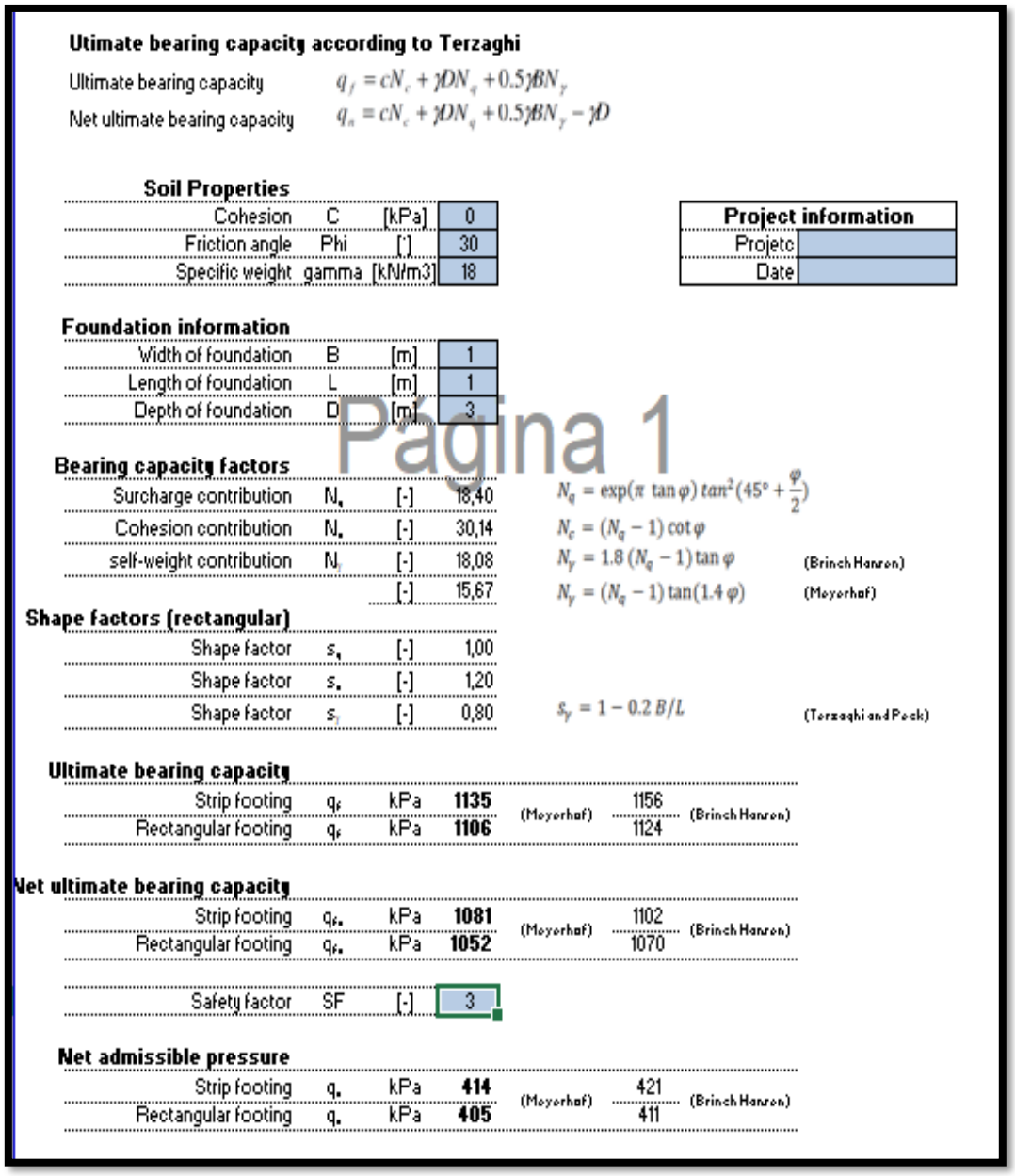
Net ultimate bearing capacity

Strip footing	q_{f_n}	kPa	**924**	(Meyerhof)	946	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_{f_n}	kPa	**896**		913	

Safety factor	SF	[-]	3

Net admissible pressure

Strip footing	q_a	kPa	**353**	(Meyerhof)	360	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_a	kPa	**344**		349	



Utimate bearing capacity according to Terzaghi

Ultimate bearing capacity $q_f = cN_c + \gamma D N_q + 0.5\gamma B N_\gamma$

Net ultimate bearing capacity $q_n = cN_c + \gamma D N_q + 0.5\gamma B N_\gamma - \gamma D$

Soil Properties

Cohesion	C	[kPa]	0
Friction angle	Phi	[°]	30
Specific weight	gamma	[kN/m3]	18

Project information	
Projetc	
Date	

Foundation information

Width of foundation	B	[m]	1
Length of foundation	L	[m]	1
Depth of foundation	D	[m]	3

Página 1

Bearing capacity factors

Surcharge contribution	N_q	[-]	18,40	$N_q = \exp(\pi \tan\varphi)\tan^2(45° + \frac{\varphi}{2})$
Cohesion contribution	N_c	[-]	30,14	$N_c = (N_q - 1)\cot\varphi$
self-weight contribution	N_γ	[-]	18,08	$N_\gamma = 1.8\,(N_q - 1)\tan\varphi$ (Brinch Hansen)
		[-]	15,67	$N_\gamma = (N_q - 1)\tan(1.4\,\varphi)$ (Meyerhof)

Shape factors (rectangular)

Shape factor	s_q	[-]	1,00	
Shape factor	s_c	[-]	1,20	
Shape factor	s_γ	[-]	0,80	$s_\gamma = 1 - 0.2\,B/L$ (Terzaghi and Peck)

Ultimate bearing capacity

Strip footing	q_f	kPa	**1135**	(Meyerhof)	1156	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_f	kPa	**1106**		1124	

Net ultimate bearing capacity

Strip footing	q_{f_n}	kPa	**1081**	(Meyerhof)	1102	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_{f_n}	kPa	**1052**		1070	

Safety factor	SF	[-]	3

Net admissible pressure

Strip footing	q_a	kPa	**414**	(Meyerhof)	421	(Brinch Hansen)
Rectangular footing	q_a	kPa	**405**		411	

Fuente: V&O INGENIERA SAS

Tabla 10. Resumen capacidad Portante

Profundidad de desplante (m)	Capacidad de carga Ton/m²
0.0	3.9
0.5	10.1
1.0	16.3
1.5	22.5
2.0	29.3
2.5	35.1
3.0	41.3

Fuente: V&O INGENIERA SAS

Para el desplante de la cimentación de las obras a realizar en el lote norte de los patios del SIVA en el municipio de Valledupar, departamento del Cesar, se recomienda excavar hasta una profundidad de 2.0 metros por debajo de la superficie del suelo y realizar el desplante a esta profundidad por medio de zapatas conectadas con vías de amarre, vigas o lozas de cimentación.

8.5.1. Módulo de cortante (G)

El módulo de cortante identificado con la letra G es la relación entre el esfuerzo y la deformación a cortante a amplitudes bajas como las de un sismo. El módulo de cortante (G) puede calcularse con base en Vs utilizando la siguiente relación elástica

$$GMAX = \gamma \times Vs2$$

- La densidad con frecuencia se estima o se mide realizando muestreo o utilizando correlaciones con otras propiedades.

- Para estimar el valor de GMAX existen una gran cantidad de correlaciones con base en otras propiedades de los suelos o resultados de ensayos de campo.

- El módulo GMAX se puede medir mediante tecnologías geofísicas.

- El valor de GMAX se utiliza para realizar actividades avanzadas de modelación sísmica y determinar la respuesta de las interacciones sueloestructura.

- El valor de G varía de acuerdo a la deformación unitaria lo cual hace que la respuesta del suelo representa una degradación del valor del módulo.

Teniendo en cuenta las los parámetros geotécnicos con una velocidad de onda cortante Vs de 203 m/s y el tipo de suelo encontrado se puede evidenciar en la tabla 12 el modulo cortante G para el tipo de suelo hallado en el análisis granulométrico.

Tabla 11. Módulo de cortante G

Table 12-1, Typical Small-Strain Shear Wave Velocity and Initial Shear Modulus
(Based on Hunt, 1984 and Kavazanjian, 1998)

Soil Type	Mass Density, ρ	Total Unit Weight, γ	Small-strain Shear Wave Velocity, V_S		Initial Shear Modulus, G_{max}	
	kg/m^3	pcf	m/s	ft/s	kPa	psi
Soft Clay	1,600	100	40 – 90	130 – 300	2,600 – 13,000	400 – 2,000
Stiff Clay	1,680	105	65 – 140	210 – 500	7,000 – 33,000	1000 – 5,700
Loose Sand	1,680	105	130 – 280	420 – 920	28,400 – 131,700	4,000 – 19,200
Dense Sand and Gravel	1,760	110	200 - 410	650 – 1,350	70,400 – 300,000	10,000 – 43,300
Residual Soil (PWR, IGM)	2,000	125	300 - 600	1,000 – 2,000	180,000 – 720,000	27,000 – 108,000
Piedmont Metamorphic and Igneous Rock (Highly – Moderately Weathered)	2,500	155	760 – 3,000	2,500 – 10,000	1,400,00 – 22,500,000	209,000 – 3,400,000
0 <RQD < 50 RQD = 65 (1) RQD = 80 (1) RQD = 90 (1) RQD = 100 (1)			600 760 1,500 2,500 3,400	2,000 2,500 5,000 8,000 11,000		
Basement Rock (Moderately Weathered to Intact)	2,600	165	> 3,400	> 11,000	> 30,000	> 4,300,000

(1) Typical Values. Linear interpolate between RQD values

Fuente. Basec on Hunt, 1984 and kavazanjian, 1998

8.6. Cálculo de Asentamientos

Se realiza la estimación de asentamientos elásticos en suelos inconsistentes, aplicando el método propuesto por BURLAND & BURBIDGE en 1984, basado en los resultados de las pruebas dinamométricas penetrométricas del tipo SPT. Según estos autores, la expresión para calcular el asentamiento, para cimientos de superficie indefinidos, en el caso más general es la siguiente:

$$S = K \bullet q \bullet B0.7$$

Donde S es el asentamiento, q la sobrecarga inducida en la base del cimiento, B al ancho de los cimientos y K un factor que es función de la geometría del fondo, del tiempo y de la remodelación del suelo.

Para estimar las liquidaciones, se ingresan los siguientes parámetros:

- Longitud de la fundación
- Ancho de la base
- Profundidad de la superficie de colocación
- Peso del volumen del suelo sobre la superficie de colocación
- Espesor de la capa compresible
- Número promedio de golpes en la prueba SPT debajo del plano inferior
- Carga inducida por la estructura en la base de la base

$$N_\gamma = N_q + 1$$

Donde:
q' = es la presión eficaz bruta;
σ'v0 = es la tensión vertical eficaz en la cota establecida de la cimentación;
B = es el ancho de la cimentación;
Ic = es el índice de compresibilidad;
fS, fH, ft = son factores correctores que consideran respectivamente la forma, el espesor del estrato comprensible y el componente viscoso de los asientos.
El índice de compresibilidad Ic está legado al valor medio NAV de Nspt al interno de una profundidad significativa zi (que el software calcula en automático):

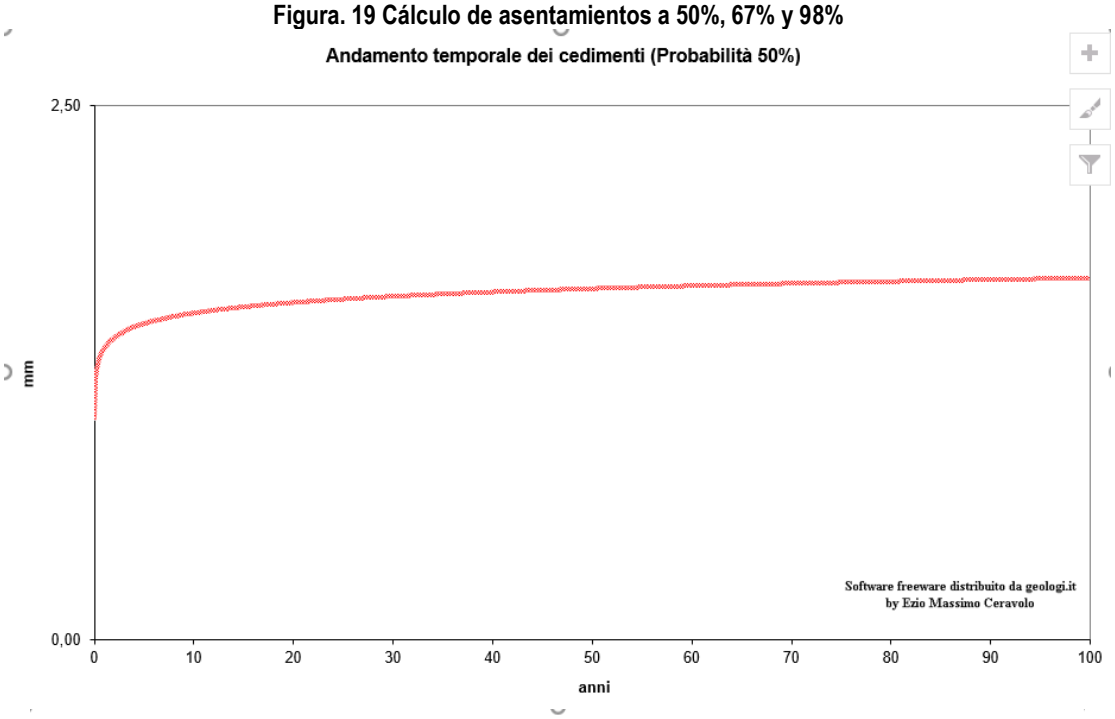
$$q' = q_{ult} \cdot (RQD)^2$$

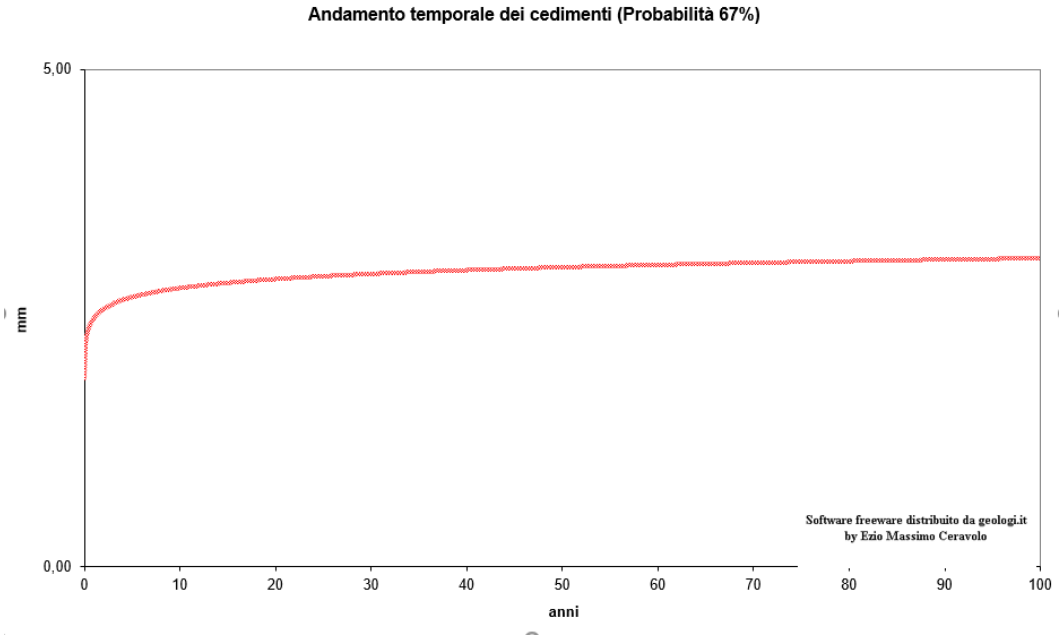
Con estos datos, los estimados de los asentamientos inmediatos se devuelven de acuerdo con 3 valores de confianza: 50%, 67% y 98% Se describe a continuación el cálculo del asentamiento:

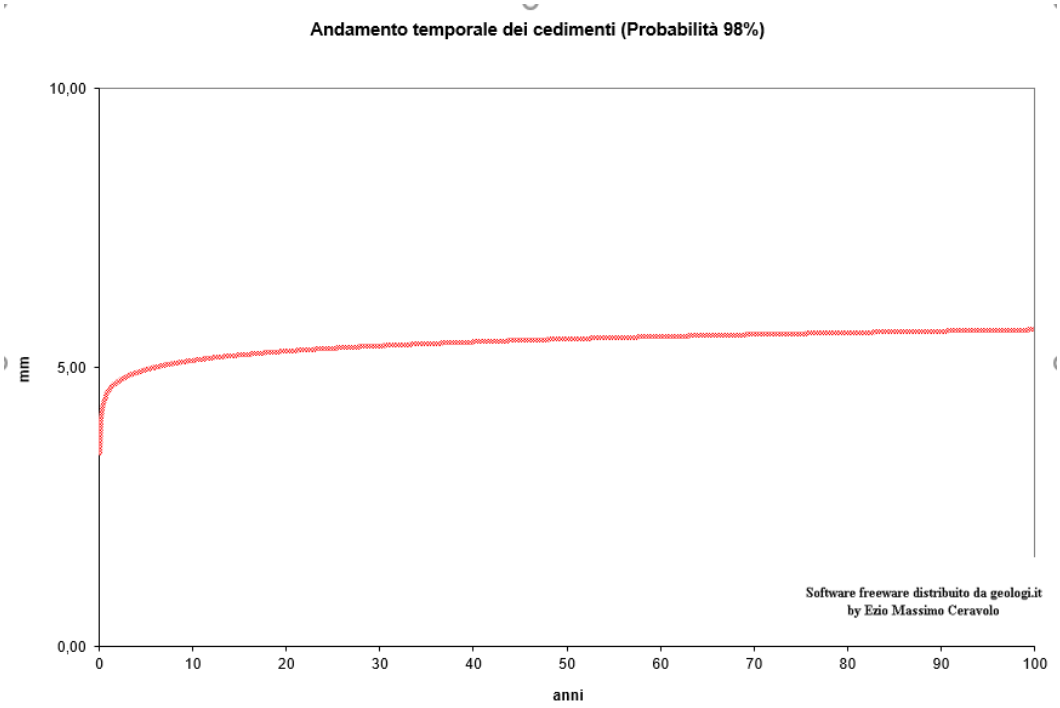
L (m)	=	1,00
B (m)	=	1,00
D (m)	=	2,0
□ (g/cm³)	=	1,80
H (m)	=	10,00
N_{spt}	=	30,00
q (Kg/cm²)	=	0,93
¿Asentamiento?	=	S

$Si_{50\%}$	=	1,07	mm
$Si_{67\%}$	=	1,97	mm
$Si_{98\%}$	=	3,60	mm

Figura. 19 Cálculo de asentamientos a 50%, 67% y 98%







Fuente: V&O INGENIERA SAS

8.7. Perfil de Suelo

Tabla 12. Parámetros Geomecánicas

PARAMETROS GEOMECANICOS	
N SPT	20
ANGULO DE FRICCION	30 GRADOS
Modelo de Winkler	1200 ton/m3
Vs Velocidad de Onda Cortante	242 m/s

Fuente. V&O INGENIERIA SAS

Para los cálculos y la determinación del perfile del suelo de tomaron se tomó la siguiente metodología:

Tabla C3.10.3.1-1 — Pasos para la Clasificación del Tipo de Perfil de Suelo

Paso	Descripción
1	Verifique las cuatro categorías para el Tipo de Perfil de Suelo F en la Tabla 3.10.3.1-1, las cuales requieren la utilización del Procedimiento Particular de Sitio. Si el sitio corresponde a cualquiera de estas categorías, clasifique el sitio como Perfil de Tipo F y realice evaluación particular de sitio.
2	Verifique la existencia de un estrato con $H > 3$ m de arcilla blanda, definida como un suelo con $IP > 20$, $w > 40\%$ y $\bar{s}_u < 25$ kPa (≈ 0.25 kgf/cm^2). Si estos criterios se cumplen, clasifique el sitio como Tipo de Perfil E.
3	Clasifique el sitio en uno de los Tipos de Perfil de Suelo de la Tabla 3.10.3.1-1 utilizando uno de los siguientes tres procedimientos para calcular los valores de los siguientes parámetros: • $\bar{v}_s$ para los 30 m superiores del perfil (Método $\bar{v}_s$) • $\bar{N}$ para los 30 m superiores del perfil (Método $\bar{N}$) • $\bar{N}_{ch}$ para los estratos de suelos no cohesivos ($IP < 20$) en los 30 m superiores del perfil y $\bar{s}_u$ para los estratos de suelos cohesivos ($IP > 20$) para los 30 m superiores del perfil (Método $\bar{s}_u$) Para efecto de realizar estos cálculos, el perfil de suelo debe subdividirse en n estratos diferenciados de suelo y roca, y en los métodos que se presentan a continuación la variable i a uno de estos estratos que van desde 1 hasta n. **Método A: método $\bar{v}_s$** La velocidad media de la onda de cortante para los 30 m superiores del perfil se obtiene por medio de:

Sistema Integrado de Transporte De Valledupar SIVA SAS
NIT. 900.404.948-6

Calle 28 No. 6a -15, Valledupar, Cesar
Teléfonos: (5) 5726613 - 5898302

www.siva.gov.co

$$\overline{v}_s = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{v_{si}}}$$

donde:

d_i = espesor del estrato i, localizado dentro de los 30 m superiores del perfil

n = número de estratos de suelo localizados en los 30 m superiores del perfil de suelo.

v_{si} = velocidad media de la onda de cortante del suelo del estrato i, medida en campo, en m/s

$\overline{v}_s$ = velocidad promedio de la onda de cortante para los 30 m superiores del perfil de suelo

$\sum_{i=1}^{n} d_i$ = 30 m siempre

Método B: método $\overline{N}$

El número medio de golpes del ensayo de penetración estándar en cualquier perfil de suelo, indistintamente que esté integrado por suelos no cohesivos o cohesivos, se obtiene por medio de:

$$\overline{N} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{N_i}}$$

donde:

N_i = número de golpes por pie obtenidos en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D1586, haciendo corrección por energía N60, correspondiente al estrato i. El valor de N_i a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder 100.

$\overline{N}$ = número de golpes promedio del Ensayo de Penetración Estándar (SPT) en golpes/pie, (Norma ASTM D 1586) para los 30 m superiores del perfil de suelo

Método C: método $\overline{s}_u$

En los estratos de suelos no cohesivos localizados en los 30 m superiores del perfil debe emplearse, la siguiente relación, la cual se aplica únicamente a los m estratos de suelos no cohesivos:

$$\overline{N}_{ch} = \frac{d_s}{\sum_{i=1}^{m} \frac{d_i}{N_i}}$$

donde:

d_s = es la suma total de los espesores de los m estratos de suelos no cohesivos localizados dentro de los 30 m superiores del perfil.

m = número de estratos de suelo no cohesivo localizados en los 30 m superiores del perfil de suelo.

N_{chi} = número de golpes del Ensayo de Penetración Estándar (SPT) en golpes/pie, (Norma ASTM D 1586) para el estrato i de suelo no cohesivo (no debe exceder 100 golpes por pie en la anterior ecuación)

$\overline{N}_{ch}$ = número de golpes promedio del Ensayo de Penetración Estándar (SPT) en golpes/pie, para los estratos de suelos no cohesivos localizados en los 30 m superiores del perfil de suelo

Para la resistencia promedio al corte no drenado, $\overline{s}_u$, obtenida de ensayos en los estratos de suelos cohesivos localizados en los 30 m superiores del perfil debe emplearse la siguiente relación, la cual se aplica únicamente a los k estratos de suelos cohesivos:

$$\overline{s}_u = \frac{d_c}{\sum_{i=1}^{k} \frac{d_i}{s_{ui}}} \qquad \textbf{(A.2.4-4)}$$

donde:

d_c = es la suma de los espesores de los k estratos de suelos cohesivos localizados dentro de los 30 m superiores del perfil

k = número de estratos de suelo cohesivo localizados en los 30 m superiores del perfil de suelo.

s_{ui} = es la resistencia al corte no drenado en kPa del estrato i, la cual no debe exceder 250 kPa (2.5 kgf/cm²) para realizar el promedio ponderado. Esta resistencia se mide cumpliendo la norma NTC 1527 (ASTM D2166) o la norma NTC 2041 (ASTM D2850)

$\bar{s}_u$ = es la resistencia promedio al corte no drenado para los estratos de suelos cohesivos localizados en los 30 m superiores del perfil de suelo

Teniendo el número de golpes más crítico es decir la condición de campo con menor número de golpes obtenido con el ensayo SPT se infiere que el perfil del suelo es tipo D de acuerdo a la tabla A.2.4.-1 (Clasificación de los perfiles de los suelos) del NSR-10

Tabla 13. Clasificación de los perfiles del suelo

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

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s> $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\bar{s}_u$
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 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Fuente: Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR-10

Teniendo en cuenta el perfil del suelo del proyecto y los parámetros de aceleración que se describieron anteriormente se procede establecer los valores a y Fv.

Tabla 14. Valores del Fa, para la zona de periodos cortos del espectro

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				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
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

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.

Fuente. Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR-10

Por lo tanto Fa (Coeficiente de ampliación que afecta la aceleración en la zona de periodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional) = 1.6

Tabla 15. Valore del coeficiente Fv, para las zonas de periodos intermedios del espectro

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.

Fuente. Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR-10

Por lo tanto Fv (coeficiente de ampliación que afecta la aceleración en la zona en periodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional) = 2.4

8.8. Identificación de los Suelos Expansivos

Se pudo observar el comportamiento de las edificaciones vecinas, en cuanto a señales de asentamientos diferenciales, perdida de verticalidad, fisuras etc. En donde se evidencia la ausencia de estas características.

En la literatura técnica se pueden encontrar diferentes correlaciones que permiten identificar el potencial de expansión de suelos, especialmente suelos arcillosos, a continuación se presentan las correlaciones con las que fueron evaluados los estratos mencionados de la zona de estudio.

Para la zona de estudio (Valledupar) el porcentaje de expansión es BAJO.

Tabla 16. Criterio de identificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm^2	Límite líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 –20	39 – 50	8 – 18	12 –34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Tabla 17. Predicción de la expansividad a partir del límite liquido

GRADO DE EXPANSIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	
	CHEN	NORMA IS 1498
Bajo	< 30	20 – 35
Medio	30 – 40	35 – 50
Alto	40 – 60	50 – 70
Muy alto	> 60	70 - 90

Fuente. INV E 132-13. Tabla 132-1

Tabla 18. Predicción de la expansividad a partir del índice de plasticidad

GRADO DE EXPANSIÓN	ÍNDICE DE PLASTICIDAD		
	HOLTZ Y GIBBS	CHEN	NORMA IS 1498
Bajo	< 20	0 – 15	< 12
Medio	12 – 34	10 – 35	12 – 23
Alto	23 – 45	20 – 55	23 – 32
Muy alto	> 32	> 35	> 32

Fuente. INV E 132-13. Tabla 132-2

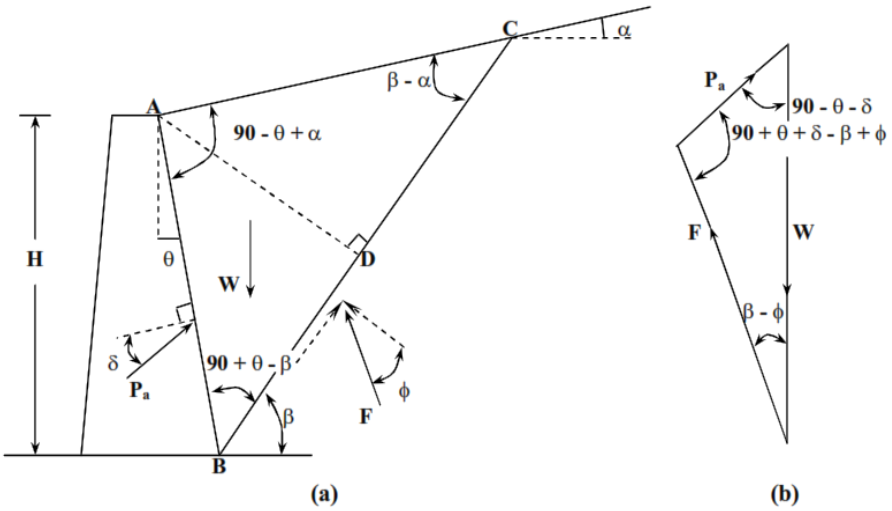
Tabla 19. Características Geotécnicas según tipo de suelos.

*Tipo de suelo**	*Permeabilidad*	*Resistencia a la tubificación*	*Resistencia al cortante*	*Compresibilidad*	*Susceptibilidad al agrietamiento*		*Susceptibilidad a la licuación*	*Manejabilidad*
GW	Permeable	Alta	Muy alta	De baja compresibilidad siempre y cuando hayan sido colocados y compactados adecuadamente. Su compactación es fundamental	No susceptible al agrietamiento		No susceptibles a la licuación cuando están bien compactados.	Muy buena
GP	Permeable a muy permeable	De alta a media	Alta					Muy buena
SW	Permeable	Alta a media	Muy alta					Muy buena
SP	Semipermeable a permeable	Baja a muy baja	Alta					De buena a correcta
GM	Semipermeable	Alta a media	Alta	Compresibilidad baja si más del 60 por ciento del material es grueso (tamaño superior a la malla No. 4). Si el material contiene menos de 35 por ciento de material grueso, se pueden estimar los asentamientos con base en la compresibilidad de finos.	Mediana a alta	Control de humedad de compactación muy importante	Media si mal compactados	Muy buena
GC	Impermeable	Muy alta	Alta				Baja	Muy buena
SM	Semipermeable a impermeable	Media a baja	Alta		Mediana a alta		Muy susceptible si mal compactados	Buena a correcta
SC	Impermeable	Alta	Alta a media		Mediana a baja		Muy baja	Buena a correcta
ML	Impermeable	Baja a muy baja	Media a baja		Muy susceptibles; deben colocarse con alto		Media a alta si mal compactados	Correcta a muy pobre

8.9. Coeficiente de Empuje

8.9.1. Coeficiente de empuje activo

El estado activo se identifica con un desplazamiento menor del muro en el sentido contrario al del bando de tierra que contiene. El valor del coeficiente activo de presión de tierra es entonces, **Ka**.



$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2\theta.\cos(\delta + \theta)\left[1 + \sqrt{\frac{sin(\delta + \phi).sin(\phi - \alpha)}{\cos(\delta - \theta).\cos(\theta - \alpha)}}\right]^2}$$

Teniendo en cuenta los valores de ángulo de fricción y un ángulo de inclinación igual a cero tenemos que el coeficiente de empuje activo Ka= 0.333

Tabla 20. Coeficiente Ka de presión activa tierra para β = 90º y α= 0º

δ(grados)⟶						
ø´↓ (grados)	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**
28	0,3610	0,3348	0,3330	0,3251	0,3203	0,3186
30	0,3330	0,3189	0,3085	0,3014	0,2973	0,2956
32	0,3073	0,2945	0,2853	0,2791	0,2755	0,2745
34	0,2827	0,2714	0,2633	0,2579	0,2549	0,2542

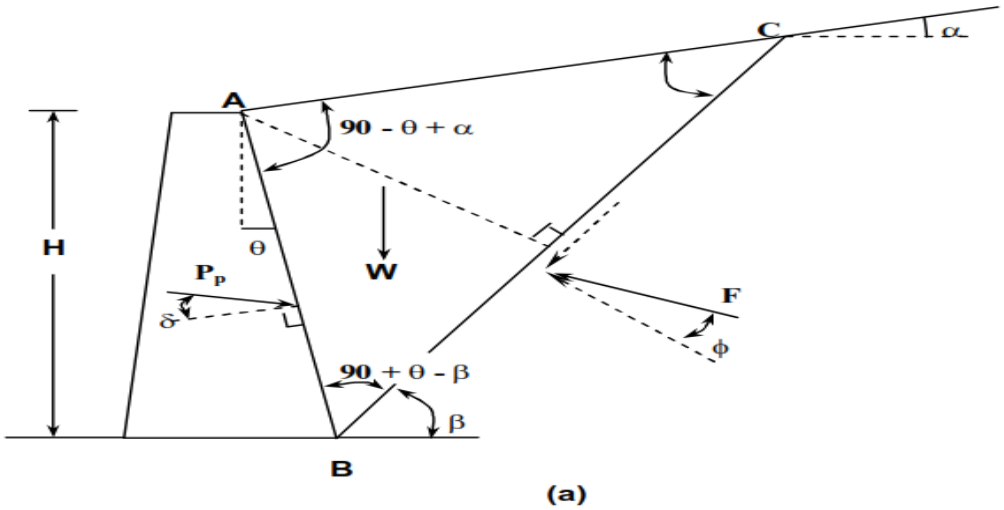
8.9.2. Coeficiente de empuje activo

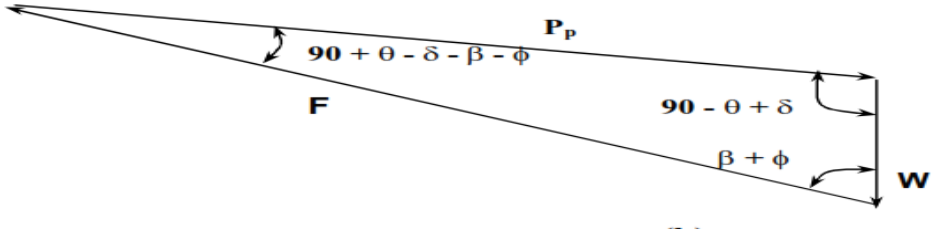
El estado pasivo se identifica con la resistencia del banco de tierra cuando es empujado por el muro; al contrario del caso activo, en este desplazamiento es considerablemente mayor. El valor del coeficiente pasivo de presión de tierras entonces **Kp.**

Sistema Integrado de Transporte De Valledupar SIVA SAS
NIT. 900.404.948-6

Calle 28 No. 6a -15, Valledupar, Cesar
Teléfonos: (5) 5726613 - 5898302

www.siva.gov.co





$$K_p = \frac{\cos^2(\phi+\theta)}{\cos^2\theta\cos(\delta-\theta)\left[1-\sqrt{\frac{sin(\theta+\delta)sin(\phi+\alpha)}{\cos(\delta-\theta)\cos(\alpha-\theta)}}\right]^2}$$

Teniendo en cuenta los valores de ángulo de fricción y un ángulo de inclinación igual a cero tenemos que el coeficiente de empuje pasivo Kp= 3.000

Tabla 21. Valores de Kp para β = 90º y α= 0º

δ (grados)→					
ø(grados)	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**
15	1.698	1.900	2.130	2.405	2.735
20	2.040	2.313	2.636	3.030	3.525
25	2.464	2.830	3.286	3.855	4.597
30	3.000	3.506	4.143	4.977	6.105
35	3.690	4.390	5.310	6.854	8.394
40	4.600	5.590	6.946	8.870	11.772

8.10. Coeficiente de Importancia

Teniendo en cuenta los grupos de tipo de uso se puede establecer el valor de coeficiente de importancia con los criterios establecidos en el NSR-10 en su artículo A.2.4.

GRUPOS DE USO: Todas las edificaciones deben clasificarse dentro de uno de los siguientes Grupos de uso:

- **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 alterno. 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.

- **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.

- **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, y
(f) Edificios gubernamentales.

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

Teniendo en cuenta los grupos de tipo de uso se puede establecer el valor de coeficiente de importancia con los criterios establecidos en el NSR-10 en su artículo A.2.4.

Grupo IV — *Edificaciones indispensables*
Grupo III — *Edificaciones de atención a la comunidad*
Grupo II — *Estructuras de ocupación especial*
Grupo I — *Estructuras de ocupación normal*

Tabla 22. Valores del coeficiente de importancia

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

De lo anterior se establece que el coeficiente de importancia corresponde al grupo de uso de Edificaciones indispensables por lo que se concluye que el coeficiente de importancia es 1,50.

9. CONCLUSIONES

- ✓ Los suelos predominantes en la zona donde se desarrollará el proyecto son **SM, GM y GC** a una profundidad de 2.0 metros

- ✓ Teniendo en cuenta el análisis granulométrico de los apiques y sondeos realizados donde se realizará el proyecto y observando el parágrafo H.2.5 del NSR-10 se puede concluir que los suelos en donde se realizara el proyecto son **NO COHESIVOS** hasta una profundidad de 2.0 metros

- ✓ A la profundidad explorada de 2,0 metros **NO** se encontró nivel freático.

- ✓ El suelo con capacidad de soporte se detectó a 2 metros de profundidad. El lote se aprecia que bajo con respecto a las calles aledañas por lo tanto se considera contemplar rellenos considerables.

- ✓ En la exploración de campo no se evidencias especies vegetales como acacias, eucalipto o alguna especie con raíces robustas dicha aclaración se corrobora en el anexo 4 (registro topográfico)

- ✓ En caso de que se requieran excavaciones mayores a 1.0 metro se recomienda la implementación de entibados y para efectos de un buen manejo en la seguridad delos trabajadores en tema de excavaciones se anexa la GUÍA DE TRABAJO SEGURO EN EXCAVACIONES del Ministerio del Trabajo, la cual debe ser empleada a cabalidad durante el período que demoren las obras contempladas en el proyecto.

- ✓ El municipio de Valledupar se encuentra geológicamente demarcado por los depósitos de abanico aluvial Qca los cuales son de origen aluvial, que han desarrollado Geoformas planas, como terrazas, ligeramente inclinados hacia la dirección de la escorrentía. Son de poco espesor, generalmente cubiertos por suelo y vegetación; están constituidos por arenas, arcillas y, en menor proporción, gravas depositadas discordantemente sobre las formaciones más antiguas.

- ✓ Para el desplante de la cimentación de las obras a realizar en el lote norte de los patios del SIVA en el municipio de Valledupar, departamento del Cesar, se recomienda retirar la capa vegetal y excavar hasta una profundidad de 1.50 metros por debajo de la superficie del suelo y realizar el desplante a esta profundidad por medio de zapatas conectadas con vías de amarre, vigas o lozas de cimentación.

Profundidad de desplante (m)	Capacidad de carga Ton/m^2
0.0	3.9
0.5	10.1
1.0	16.3
1.5	22.5
2.0	29.3
2.5	35.1
3.0	41.3

- ✓ De acuerdo al Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR-10, el proyecto se emplazará en el municipio de Valledupar -Cesar, en una zona de amenaza sísmica baja, Aa(coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva)=0.1, Av(coeficiente de aceleración de la velocidad horizontal pico de diseño)=0.1, Ae(Coeficiente de aceleración pico efectiva reducida para el diseño con seguridad limitada) =0.05 y Ad=0.03.
- ✓ Con los nuevos resultados de la exploración en el nuevo predio de Patio Norte, se logra validar la capacidad portante tenida en cuenta para este informe a un nivel de desplante de 2.0 metros a partir del terreno natural, profundidad equivalente al análisis estructural con este tipo de suelo.
- ✓ Las características sísmicas del nuevo predio son iguales y/o equivalentes a la zona circundante y concuerda con los demás estudios realizados por la consultoría.

Si se presentan condiciones no contempladas en este informe, como variación en el proyecto o diferencias en el subsuelo, se nos deberá comunicar oportunamente para establecer los ajustes necesarios a las recomendaciones formuladas

EBERTO RAFAEL ORTEGA SINNING
Ing. Civil – U. de Cartagena, Bolívar
Esp. En Vías y Transporte – U. del Norte, Barranquilla
Magíster en Geotecnia – Universidad Industrial de Santander UIS

10. BIBLIOGRAFÍA

El informe se ha desarrollado siguiendo las normas:

- I.N.V E- 101-07 INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y ROCAS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERIA
- I.N.V E-102-07 DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS
- I.N.V E- 123-07 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
- I.N.V E- 126-07 LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
- I.N.V E- 142-07 RELACIONES DE HUMEDAD – MASA UNITARIA SECA EN LOS SUELOS

Textos Bibliográficos

- los Braja M Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica, México: Thompson Learning.2001.
- Higuera Sandoval Carlos Hernando, Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos de carreteras, Colombia: U.p.t.c.2010.
- Sánchez Sabogal Fernando. Pavimentos, INVIAS, Colombia, 1980.

Sistema Integrado de Transporte De Valledupar SIVA SAS
NIT. 900.404.948-6

Calle 28 No. 6a -15, Valledupar, Cesar
Teléfonos: (5) 5726613 - 5898302

www.siva.gov.co

ANEXOS

Sistema Integrado de Transporte De Valledupar SIVA SAS
NIT. 900.404.948-6

Calle 28 No. 6a -15, Valledupar, Cesar
Teléfonos: (5) 5726613 - 5898302

www.siva.gov.co

ANEXO 1:
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Sistema Integrado de Transporte De Valledupar SIVA SAS
NIT. 900.404.948-6

Calle 28 No. 6a -15, Valledupar, Cesar
Teléfonos: (5) 5726613 - 5898302

www.siva.gov.co

ANEXO 2:
PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

Sistema Integrado de Transporte De Valledupar SIVA SAS
NIT. 900.404.948-6

Calle 28 No. 6a -15, Valledupar, Cesar
Teléfonos: (5) 5726613 - 5898302

www.siva.gov.co

ANEXO 3:
REGISTROS SÍSMICOS

FECHA	LATITUD (grados)	LONGITUD (grados)	PROFUNDIDAD (Km)	MAGNITUD MI	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
2013-04-18	10.859	-73.668	46.0	2.4	CESAR	VALLEDUPAR
2013-05-02	10.397	-73.559	78.0	2.5	CESAR	VALLEDUPAR
2013-05-17	10.934	-73.526	15.5	1.7	CESAR	VALLEDUPAR
2013-05-20	10.651	-73.353	100.5	2.8	CESAR	VALLEDUPAR
2013-06-12	10.958	-73.582	18.9	1.7	CESAR	VALLEDUPAR
2013-06-19	10.518	-73.461	4.0	1.9	CESAR	VALLEDUPAR
2013-06-22	10.885	-73.572	20.6	2.3	CESAR	VALLEDUPAR
2013-06-23	10.673	-73.330	88.2	2.0	CESAR	VALLEDUPAR
2013-06-24	10.515	-73.423	84.7	1.8	CESAR	VALLEDUPAR
2013-07-26	10.621	-73.415	82.9	1.7	CESAR	VALLEDUPAR
2013-08-20	10.305	-73.457	91.6	1.4	CESAR	VALLEDUPAR
2013-08-25	10.594	-73.306	89.9	3.9	CESAR	VALLEDUPAR
2013-08-29	10.572	-73.248	83.1	1.7	CESAR	VALLEDUPAR
2013-09-03	10.804	-73.496	62.0	2.3	CESAR	VALLEDUPAR
2013-09-11	10.551	-73.653	66.0	2.7	CESAR	VALLEDUPAR
2013-09-30	10.436	-73.375	92.6	2.5	CESAR	VALLEDUPAR
2015-06-15	10.634	-73.221	94.0	2.3	CESAR	VALLEDUPAR
2015-06-19	10.523	-73.231	98.0	2.3	CESAR	VALLEDUPAR
2015-06-24	10.712	-73.415	95.4	2.4	CESAR	VALLEDUPAR
2015-06-30	10.659	-73.371	4.0	2.7	CESAR	VALLEDUPAR
2015-08-23	10.656	-73.207	75.2	2.2	CESAR	VALLEDUPAR
2015-09-10	10.495	-73.409	84.4	2.2	CESAR	VALLEDUPAR
2015-09-16	10.703	-73.296	85.2	1.9	CESAR	VALLEDUPAR
2015-10-05	10.559	-73.348	83.0	1.5	CESAR	VALLEDUPAR
2015-11-28	10.415	-73.339	92.8	1.7	CESAR	VALLEDUPAR
2015-12-12	10.653	-73.241	88.0	3.9	CESAR	VALLEDUPAR
2016-02-06	10.738	-73.324	69.2	1.4	CESAR	VALLEDUPAR
2016-03-18	10.355	-73.363	94.4	1.9	CESAR	VALLEDUPAR
2016-04-12	10.431	-73.330	90.5	2.0	CESAR	VALLEDUPAR
2016-05-30	10.637	-73.259	91.7	1.5	CESAR	VALLEDUPAR
2016-06-09	10.804	-73.449	77.9	1.4	CESAR	VALLEDUPAR
2016-06-16	10.447	-73.300	89.2	1.3	CESAR	VALLEDUPAR
2016-08-22	10.507	-73.417	79.7	1.9	CESAR	VALLEDUPAR
2016-10-01	10.501	-73.396	4.5	1.9	CESAR	VALLEDUPAR

2016-10-19	10.487	-73.301	82.8	1.6	CESAR	VALLEDUPAR
2016-11-18	10.566	-73.202	86.8	1.6	CESAR	VALLEDUPAR
2016-12-01	10.530	-73.429	78.0	1.4	CESAR	VALLEDUPAR
2016-12-12	10.513	-73.259	91.8	1.4	CESAR	VALLEDUPAR
2016-12-15	10.475	-73.363	21.8	1.6	CESAR	VALLEDUPAR
2017-01-18	10.540	-73.282	90.0	2.5	CESAR	VALLEDUPAR
2017-02-08	10.579	-73.428	84.7	1.8	CESAR	VALLEDUPAR
2017-02-08	10.644	-73.310	87.2	1.8	CESAR	VALLEDUPAR
2017-03-04	10.851	-73.479	63.5	1.8	CESAR	VALLEDUPAR
2017-06-09	10.770	-73.325	93.4	2.7	CESAR	VALLEDUPAR
2017-06-11	10.368	-73.386	89.9	2.3	CESAR	VALLEDUPAR
2017-06-17	10.557	-73.423	4.0	1.9	CESAR	VALLEDUPAR
2017-07-20	10.758	-73.308	85.8	2.2	CESAR	VALLEDUPAR
2017-07-31	10.488	-73.409	0.0	1.6	CESAR	VALLEDUPAR
2017-08-09	10.813	-73.444	24.0	2.6	CESAR	VALLEDUPAR
2017-09-29	10.604	-73.375	78.4	1.6	CESAR	VALLEDUPAR
2017-10-19	10.590	-73.428	99.9	1.8	CESAR	VALLEDUPAR
2017-11-06	10.740	-73.381	84.1	1.3	CESAR	VALLEDUPAR
2017-11-18	10.549	-73.399	4.0	1.2	CESAR	VALLEDUPAR
2017-11-18	10.553	-73.415	20.0	1.4	CESAR	VALLEDUPAR
2017-12-08	10.420	-73.344	86.4	1.6	CESAR	VALLEDUPAR
2018-01-05	10.605	-73.434	32.0	2.8	CESAR	VALLEDUPAR
2018-01-17	10.356	-73.393	94.9	1.7	CESAR	VALLEDUPAR
2018-01-24	10.376	-73.297	97.2	1.4	CESAR	VALLEDUPAR
2018-02-10	10.495	-73.386	77.8	1.5	CESAR	VALLEDUPAR
2018-02-12	10.506	-73.293	59.0	1.6	CESAR	VALLEDUPAR
2018-02-17	10.482	-73.236	45.9	1.5	CESAR	VALLEDUPAR

Sistema Integrado de Transporte De Valledupar SIVA SAS
NIT. 900.404.948-6

Calle 28 No. 6a -15, Valledupar, Cesar
Teléfonos: (5) 5726613 - 5898302

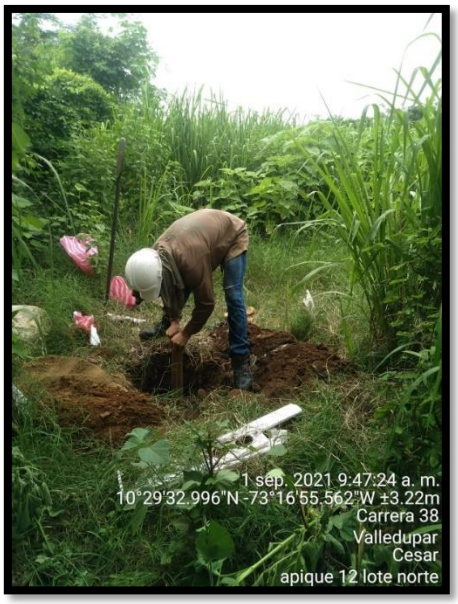
www.siva.gov.co

ANEXO 4:
REGISTRO FOTOGRÁFICO

Sistema Integrado de Transporte De Valledupar SIVA SAS
NIT. 900.404.948-6

Calle 28 No. 6a -15, Valledupar, Cesar
Teléfonos: (5) 5726613 - 5898302

www.siva.gov.co










1 sep. 2021 10:18:10 a. m.
10°29'33.435"N -73°16'55.73"W ±3.22m
Calle 1 / Avenida Sierra Nevada
Valledupar
Cesar
apique 13


1 sep. 2021 10:51:09 a. m.
10°29'32.333"N -73°16'55.316"W ±3.22m
Carrera 38
Valledupar
Cesar
apique 11 lote norte


1 sep. 2021 10:51:12 a. m.
10°29'32.338"N -73°16'55.327"W ±3.22m
Carrera 38
Valledupar
Cesar
apique 11 lote norte


1 sep. 2021 9:47:16 a. m.
10°29'33.057"N -73°16'55.574"W ±3.22m
Carrera 38
Valledupar
Cesar
apique 12 lote norte

Sistema Integrado de Transporte De Valledupar SIVA SAS
NIT. 900.404.948-6

Calle 28 No. 6a -15, Valledupar, Cesar
Teléfonos: (5) 5726613 - 5898302

www.siva.gov.co







Sistema Integrado de Transporte De Valledupar SIVA SAS
NIT. 900.404.948-6

Calle 28 No. 6a -15, Valledupar, Cesar
Teléfonos: (5) 5726613 - 5898302

www.siva.gov.co










10.4915N 73.2876W
Valledupar - Cesar
Nuevo Patio Norte Siva
4/4/2023 11:15:35


10.4916N 73.2870W
Valledupar - Cesar
Nuevo Patio Norte Siva
4/4/2023 15:01:22


Abril - 4 - 2023
VALLEDUPAR / CESAR
NUEVO PATIO NORTE
SIVA
10.4921N 73.2874W
Valledupar - Cesar
Nuevo Patio Norte Siva
4/4/2023 14:45:31


10.4915N 73.2876W
Valledupar - Cesar
Nuevo Patio Norte Siva
4/4/2023 11:21:09