



**Universidad**  
Popular del Cesar

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA

**ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS EN LA CIUDAD DE  
VALLEDUPAR (CESAR) MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN SISTEMA DE  
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**



**AUTORES:**

**Gustavo Cadena Carrillo  
Olga Vanessa Palacio Pacheco**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR – CESAR  
2019**

**ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS EN LA CIUDAD DE  
VALLEDUPAR (CESAR) MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN SISTEMA DE  
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**



**AUTORES:**

**Gustavo Cadena Carrillo  
Olga Vanessa Palacio Pacheco**

**Proyecto presentado como requisito para optar al título de Ingenieros  
Ambientales y Sanitarios**

**Director**

**Eberto Ortega Sinning  
Ingeniero civil**

**Asesor**

**Angélica Vanegas Padilla  
Ingeniera ambiental y Sanitaria**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR – CESAR**

**2019**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Jurado**

---

**Jurado**

Valledupar, Cesar 20 de febrero de 2019

## Dedicatorias

A mis padres, hermanas y sobrinos por el apoyo que me han brindado a lo largo de mis estudios.

A la familia Muqueza Sánchez por su compañía durante toda mi carrera, en especial al Nicolas por su apoyo y amor incondicional.

A toda mi familia, en especial a mi abuelo Catalino por enseñarme el valor de la honestidad y el trabajo duro.

***Olga V. Palacio Pacheco***

A mis padres y familiares, por sus esfuerzos para ayudarme a culminar con éxito uno de los sueños más importantes de mi vida.

A mis amigos y colegas por compartir conmigo esta experiencia y poder vernos crecer cada día en esta etapa de nuestras vidas.

***Gustavo Cadena Carrillo***

## Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento:

A los laboratorios, V & O ingenierías, Leixer Alfonso Rivero Londoño Estructuras Vías Geotecnia Concretos, Ernesto Altahona S.A.S, Armando Rivero Ingenieros S.A.S., por sus aportes para la realización de este trabajo.

A Oscar Beleño, por su aporte en la realización de este trabajo de grado.

Al ingeniero Eberto Ortega Sinning, por su guía y colaboración, así como también a los demás docentes de la Universidad Popular del Cesar que a través de los años nos han preparado para nuevos caminos.

## CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	14
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
3.	JUSTIFICACIÓN .....	16
4.	OBJETIVOS .....	17
4.1.	OBJETIVO GENERAL.....	17
4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
5.	MARCO REFERENCIAL .....	18
5.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
5.2.	MARCO TEÓRICO .....	19
5.2.1.	Generalidades .....	19
5.2.2.	Zonificación geotécnica .....	19
5.2.3.	Sistemas de información geográfica.....	20
5.2.4.	El suelo y su origen .....	21
5.2.5.	Tamaño de las partículas del suelo .....	21
5.2.6.	Clasificación de los suelos.....	22
5.2.7.	Propiedades de los suelos y su determinación.....	24
5.3.	MARCO CONCEPTUAL.....	29
5.4.	MARCO CONTEXTUAL .....	30
5.4.1.	Localización.....	30
5.4.2.	Geología .....	32
5.4.3.	Geomorfología y erosión .....	32
5.4.4.	Paisajes .....	33

5.4.5.	Clima .....	33
5.4.6.	División municipal .....	33
5.5.	MARCO LEGAL.....	35
6.	MARCO METODOLÓGICO.....	37
6.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	37
6.2.	POBLACIÓN.....	37
6.3.	DESARROLLO METODOLÓGICO.....	39
6.3.1.	Etapa 1: Revisión de la información técnica e instrumentos de recolección de la información.....	39
6.3.2.	Etapa 2: Procesamiento de datos.....	40
6.3.3.	Etapa 3: Análisis y discusión de los resultados .....	40
7.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	41
7.1.	Tipificación de suelos de la ciudad de Valledupar mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCs). (Anexo 1).....	41
7.2.	Tipificación de los suelos de la ciudad de Valledupar mediante la American Association of State Highway Officials (AASTHO). (Anexo 2) .....	51
7.3.	Profundidad del nivel freático en la ciudad de Valledupar (Anexo 3).....	54
7.4.	Porcentaje de la humedad natural en el suelo de la ciudad de Valledupar. (Anexo 4). .....	55
7.5.	Índice de plasticidad (Anexo 5).....	56
7.6.	Capacidad de carga (anexo 6) .....	57
7.7.	Ángulo de fricción interna (Anexo 7).....	58
7.8.	Ensayo de penetración estándar (SPT). (Anexo 8). .....	59
7.9.	Modelo de Winkler (Anexo 9) .....	61
7.10.	Velocidad de onda de corte (Anexo 10).....	62



DISCUSIONES .....	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	64
BIBLIOGRAFÍA.....	65

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 símbolos de grupo SUCS.....	23
Figura 2 Tipología de suelos (SUCS).....	23
Figura 3 Clasificación de suelos AASTHO.....	24
Figura 4 ubicación geográfica de Valledupar .....	31
Figura 5 Mapa territorial de Valledupar.....	32
Figura 6 Delimitación área de estudio.....	37
Figura 7 Clasificación SUCs: comuna 1.....	43
Figura 8 Clasificación SUCs: comuna 2.....	44
Figura 9 Clasificación SUCs: comuna 3.....	46
Figura 10 Clasificación SUCs: comuna 4.....	47
Figura 11 Clasificación SUCs: comuna 5.....	48
Figura 12 Clasificación SUCs: comuna 6.....	49
Figura 13 nivel freático: comuna 5 .....	54
Figura 14 humedad natural: comuna 2 .....	55
Figura 15. Índice de plasticidad: comuna 4.....	56
Figura 16 Ángulo de fricción interna: comuna 4.....	58
Figura 17 modelo de Winkler .....	61
Figura 18 Velocidad de onda de corte .....	62

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Puntos de delimitación .....	38
Tabla 2. Área por tipología de suelos SUCs. ....	42
Tabla 3 Área por tipología de suelos AASTHO .....	52
Tabla 4 clasificación AASTHO .....	53
Tabla 5 capacidad de carga .....	57
Tabla 6 Ensayo de penetración estándar (SPT) .....	60



## LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Distribución porcentual de los suelos de la ciudad de Valledupar de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCs). .....	40
Grafica 2. Distribución porcentual de los suelos de la ciudad de Valledupar de acuerdo a la American Association of State Highway Officials (AASTHO). .....	50

## ANEXOS

ANEXO 1 SUCs .....	69
ANEXO 2 AASTHO .....	70
ANEXO 3 Nivel Freatico.....	71
ANEXO 4 Humedad natural .....	72
ANEXO 5 Indice de plasticidad .....	73
ANEXO 6 Capacidad de carga.....	74
ANEXO 7 Angulo de Fricción interna .....	75
ANEXO 8 SPT.....	76
ANEXO 9 Modelo de Winkler .....	77
ANEXO 10 Velocidad de onda de corte .....	78
ANEXO 11 Algunos Resultados de Ensayos de laboratorio. ....	79

## RESUMEN

La zonificación geotécnica de los suelos en la ciudad de Valledupar (cesar) mediante la utilización de un sistema de información geográfica, se dio en un área delimitada debido a que los estudios realizados en la ciudad, cubren solo el área que ya ha sido habitada o que se encuentra en desarrollo.

La recolección de datos en los diferentes laboratorios de suelos de la ciudad, así como también la aplicación de estudios como la granulometría, corte directo, y demás procedimientos y cálculos llevaron a la obtención de la base de datos con la que se logró crear la zonificación en el SIG.

Se obtuvieron mapas en los que se observan las diferentes características de los suelos, y en los cuales se pueden identificar las áreas relevantes para cada una.

Los principales suelos encontrados fueron SC, SM que reflejan arenas con componentes arcillosos, así como también suelos GW (gravas) que se presentan en todas las comunas de la ciudad.

También es importante recalcar que el nivel freático se encontró a profundidades desde 1,2 m en zonas como la comuna 5.

Desde el punto de vista del reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento Básico (RAS), podemos decir que se cumple con las especificaciones necesarias para los estudios previos.

**Palabras claves:** Zonificación, geotecnia, SIG, suelos, nivel freático.



## ABSTRACT

The geotechnical zoning of the soils in the city of Valledupar (Cesar) through the use of a geographic information system, occurred in an area delimited because the studies carried out in the city, cover only the area that has already been inhabited or which is in development.

The collection of data in the different soil laboratories of the city, as well as the application of studies such as granulometry, direct cutting, and other procedures and calculation led to the obtaining of the database with which the zoning was created. in the SIG.

Maps were obtained in which the different characteristics of the soils are observed, and in which the relevant areas for each one can be identified.

The main soils found were SC, SM that reflect sands with clay components, as well as GW soils (gravels) that occur in all the city's districts.

It is also important to note that the water table was found at depths of 1.2 m in areas such as commune 5.

From the point of view of the technical regulation of the Drinking Water and Basic Sanitation (RAS) sector, we can say that the necessary specifications for the previous studies are met.

**Keywords:** Zoning, geotechnics, SIG, soils, water table.

## 1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Valledupar está localizada en un valle con altas ondulaciones, con una elevación de 168 m.s.n.m, rodeada de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía del Perijá, por lo cual presenta una gran variabilidad de suelos. Con la reciente expansión de la ciudad y el aumento de proyectos para remodelación de infraestructuras como son las redes de acueducto y alcantarillado, es necesario conocer cómo están constituidos los suelos.

Para la realización de dichos proyectos es necesario realizar estudios previos, por lo que es preciso contar con una herramienta que nos ayude a constatar la distribución de los suelos en la ciudad, facilitándonos así la toma de decisiones.

Para la elaboración de la zonificación se tomó información de estudios realizados por diferentes laboratorios de suelo y concreto de la ciudad, así como también de estudios realizados por los investigadores; donde se indicaron características como la clasificación de suelos usando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCs), y el sistema AASHTO, ubicación del nivel freático, capacidad portante de los suelos, porcentajes de humedad, entre otros. Todos estos datos se tuvieron en cuenta para complementar la investigación y ampliar la información que se tiene de los suelos de la ciudad de Valledupar.

Al finalizar se obtuvo una base de datos con la que se logró realizar la ilustración en un Sistema de información geográfica, dando como resultado 10 mapas que detallan cada una de las características estudiadas.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el censo de 2005, la población en la ciudad de Valledupar sin incluir corregimientos, veredas y/o su área metropolitana era de 354.449 habitantes, y las proyecciones para el año 2019 rondan los 493.342 habitantes, el crecimiento acelerado de la población en la cabecera municipal conllevó al aumento apresurado en la construcción de viviendas, al aumento en la cobertura de las vías, redes de acueducto y alcantarillado a lo largo y ancho de toda la ciudad.

Para la realización de este tipo de obras e infraestructuras, según las normas colombianas aplicables a cada situación, es necesaria la realización de estudios previos de las áreas a tratar para el reconocimiento de sus características.

La ciudad de Valledupar, no contaba con una zonificación que pudiera brindar información preliminar sobre los tipos de suelos y sus propiedades, lo que implicaba que las obras sanitarias que se realizaban en la ciudad debían intervenir los suelos antes de ser realizadas, para conocer dichas características lo que podía causar un decaimiento ambiental en las zonas donde se pretendían realizar dichas obras.

Por lo cual fue necesaria la realización de una zonificación geotécnica de la ciudad de Valledupar.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Para la realización de una zonificación, existen diversos métodos los cuales tienden a alcanzar un mismo objetivo, que es el de crear un modelo gráfico de un área o zona específica tomando como base información geotécnica.

Durante varios años, diferentes laboratorios de suelos han realizado numerosos análisis geotécnicos que muestran las capacidades y otras características que poseen los suelos y subsuelos de la ciudad de Valledupar, que tanto el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico pide tener en cuenta a la hora de desarrollar proyectos de saneamiento, así como también otras normativas aplicadas en la construcción de infraestructuras los requieren a la hora de realizar sus estudios previos.

Partiendo de esta información se pudo realizar una zonificación geotécnica de los suelos en la ciudad de Valledupar, mediante la utilización de un sistema de información geográfica, donde se llegó a un modelo conceptual avanzado que dio a conocer la problemática geotécnica o geológica del suelo, con el cual se puede realizar estudios preliminares para las obras tales como adecuaciones, ampliaciones y/o reposiciones de acueducto y alcantarillado, entre otras obras ingenieriles.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar la zonificación geotécnica de los suelos en la ciudad de Valledupar (Cesar), mediante la utilización de un sistema de información geográfica.

### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Identificar las propiedades geotécnicas de los suelos que constituyen la ciudad de Valledupar, mediante los resultados de ensayos de laboratorio que han sido realizados en la ciudad.

Representar mediante un sistema de información geográfica las características geotécnicas de los suelos de Valledupar

Analizar las áreas geotécnicas en función del uso del suelo y la ejecución de proyectos basados en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.

## 5. MARCO REFERENCIAL

### 5.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

(Leas y Montoya, 2017) realizaron como proyecto de grado una caracterización geotécnica del subsuelo en la zona norte de la cabecera municipal de Valledupar, tomando dos muestras en 30 apiques en la zona en cuestión, en dicho proyecto se evidenciaron algunas características como que, el límite líquido y el índice de plasticidad son bajos, el nivel freático se encuentra a más de 1,50 mts de profundidad, así como también los suelos presentan una buena compactación, compresibilidad de casi ninguna a mediana y buen drenaje. Con esta información se comenzó a realizar una base de datos para la ciudad de Valledupar, debido a que históricamente no se ha contado con estudios de zonificación de suelos que permitan el conocimiento de su estado.

(DE DESASTRES, 2010) realizaron un informe técnico para el estudio de zonificación sismo-geotécnica para siete distritos del área metropolitana de Lima, con lo que se elaboró un sistema de información geográfica y análisis de recursos esenciales para la respuesta y recuperación temprana ante la ocurrencia de un sismo y/o tsunami en el área metropolitana de Lima y Callao, en el que además se identificaron los tipos de suelos según la clasificación SUCS y determinaron la capacidad portante del suelo, entre otros aspectos como geomorfológicos, geológicos y sísmicos.

El municipio de Barrancabermeja al encontrarse en la zona andina presenta características particulares que lo llevan a presentar problemas de inestabilidad a la hora de las construcciones de obras civiles de todo tipo, por lo cual (López y Robayo, 2007) realizaron un trabajo de grado sobre la Zonificación geotécnica preliminar del casco urbano del municipio de Barrancabermeja, donde recopilaron información de apiques y sondeos realizados desde 1995 hasta 2005, en búsqueda de una mejor planificación y desarrollo urbanístico de dicha ciudad.

## 5.2. MARCO TEÓRICO

### 5.2.1. Generalidades

Según el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), se debe contar con estudios preliminares que permitan conocer el tipo de suelos y/o subsuelos en los que se pueda llegar a realizar obras tales como la actualización de una red de acueducto y/o alcantarillado o la puesta en marcha de nuevas redes, así como también es necesario de este tipo de estudios para obras civiles de diferente naturaleza; es entonces indispensable realizar una zonificación geotécnica.

### 5.2.2. Zonificación geotécnica

El término zonificación se puede entender como la subdivisión de un área bajo un criterio establecido, produciéndose una sectorización de acuerdo con los niveles o valores de ese criterio. La zonificación geotécnica consiste en delimitar sectores relativamente homogéneos, con características físicomecánicas similares, donde se identifican parámetros fundamentales que prevén algunos problemas constructivos que pueden presentarse, además permite conocer la aptitud del terreno para los diferentes usos desde el punto de vista del desarrollo urbano (Forero y Dueñas ,1994).

Las metodologías de zonificación son muy diversas, pero tienden siempre a llegar a un mismo objetivo, que es el de modelar gráficamente una zona partiendo de información geológica y geotécnica. Algunas de las características generales que tiende a incluir una metodología son:

- Incluye los parámetros básicos necesarios
  
- Plantea un procedimiento de análisis flexible, esto dependiendo de la magnitud del problema y de las implicaciones que este traiga consigo.

- Aplicable a diversos análisis específicos y a diversas escalas de trabajo.
- El resultado final debe ser comprensible por personas ajenas a la actividad; su lenguaje debe ser técnico pero a la vez simple<sup>1</sup>.

### **5.2.3. Sistemas de información geográfica.**

El término Sistema de Información Geográfica (SIG) suele aplicarse a sistemas informáticos orientados a la gestión de datos espaciales que constituyen la herramienta informática más adecuada y extendida para la investigación y el trabajo profesional en Ciencias de la Tierra y Ambientales<sup>2</sup>.

Un sistema de información geográfica (SIG) es un sistema empleado para describir y categorizar la Tierra y otras geografías con el objetivo de mostrar y analizar la información a la que se hace referencia espacialmente. Este trabajo se realiza fundamentalmente con los mapas.

#### **5.2.3.1. Aspectos claves de SIG.**

Un SIG recurre a un modelo de información geográfica basado en capas para caracterizar y describir nuestro mundo. Modela la información geográfica como un conjunto lógico de capas o temas.

Las capas de información geográfica se representan mediante una serie de estructuras de datos SIG comunes:

**Clases de entidad:** cada clase de entidad es una colección lógica de entidades de un tipo común.

---

<sup>1</sup> López florez, L.V., Robayo González, F.A. Zonificación geotécnica preliminar del casco urbano del municipio de Barrancabermeja, Santander. Colombia. 2007. P 19-22.

<sup>2</sup> Bosque Sendra, J. Sistemas de información geográfica. 1992. P. 451.

**Datasets ráster:** los rásteres son datasets basados en celdas que se emplean para contener imágenes, modelos digitales de elevación y otros datos temáticos.

**Atributos e información descriptiva:** se trata de información tabular tradicional utilizada para describir entidades y categorías acerca de los objetos geográficos que contiene cada dataset.

Como con las capas de un mapa, se hace referencia geográficamente a los datasets SIG de manera que se superpongan unos con otros y se pueden localizar sobre la superficie de la Tierra.<sup>3</sup>

#### 5.2.4. El suelo y su origen

A través de un proceso de desintegración mecánica y descomposición química, las rocas de la corteza terrestre forman los materiales sueltos que se encuentran en ella<sup>4</sup>.

En el sentido general de ingeniería, el suelo se define como —el agregado no cementado de granos de minerales y materia orgánica descompuesta (parte sólida) junto con líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas—. En Geotecnia, el suelo es el material blando sin consolidar de la superficie. No se utiliza el concepto de elemento esencial para la vida (edafológico).

#### 5.2.5. Tamaño de las partículas del suelo

Independientemente de su origen, los tamaños de partículas que conforman el suelo pueden variar en un amplio intervalo. Los suelos son generalmente

---

<sup>3</sup> ESRI. Introducción al SIG. <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000t000000.htm>

<sup>4</sup> Crespo Villalaz , Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5ª Edición. Editorial Limusa. 2005.

llamados grava, arena, limo o arcilla, dependiendo del tamaño predominante de las partículas dentro del suelo. Para describir los suelos por su tamaño de partícula, varias organizaciones han desarrollado límites de separación de tamaño de suelo.

Las gravas son fragmentos de rocas con partículas ocasionales de cuarzo, feldespato y otros minerales.

En las partículas de arena predominan el cuarzo y el feldespato. A veces también pueden estar presentes granos de otros minerales.

Los limos son las fracciones microscópicas del suelo que consisten en fragmentos de cuarzo muy finos y algunas partículas en forma laminar que son fragmentos de minerales micáceos. Las arcillas son en su mayoría partículas en forma de láminas microscópicas y submicroscópicas de mica, minerales de arcilla y otros minerales.

Las arcillas se definen generalmente como partículas menores de 0.002 mm. En algunos casos las partículas de tamaño entre 0.002 y 0.005 mm también. Las partículas se clasifican como arcilla sobre la base de su tamaño, ya que no pueden contener necesariamente minerales de arcilla<sup>5</sup>.

#### **5.2.6. Clasificación de los suelos**

Los suelos con propiedades similares pueden ser clasificados en grupos y subgrupos en función de las características mecánicas y su comportamiento para la ingeniería. Los sistemas de clasificación proporcionan un lenguaje común para expresar de forma concisa las características generales de los suelos, que son infinitamente variadas, sin una descripción detallada. En la actualidad, dos elaborados sistemas de clasificación que utilizan la distribución granulométrica y la plasticidad de los suelos son comúnmente utilizados para aplicaciones

---

<sup>5</sup> Das, B. M., Fundamentos de ingeniería geotécnica. Cengage Learning. 2015.

ingenieriles. Se trata del American Association of State Highway Officials (AASHTO) y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCs).<sup>3</sup>

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrememente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	H

**Figura 1 símbolos de grupo SUCs**

Fuente: Manual de Carreteras

En función de estos símbolos, se pueden establecerse diferentes combinaciones que definen uno y otro tipo de suelos:

SÍMBOLO	Características generales		
GW GP GM GC	GRAVAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos<5%)	Bien graduadas
		Con finos (Finos>12%)	Pobrememente graduadas
SW SP SM SC	ARENAS (<50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos<5%)	Componente limoso
		Con finos (Finos>12%)	Componente arcilloso
ML MH	LIMOS	Baja plasticidad (LL<50)	
		Alta plasticidad (LL>50)	
CL CH	ARCILLAS	Baja plasticidad (LL<50)	
		Alta plasticidad (LL>50)	
OL OH	SUELOS ORGÁNICOS	Baja plasticidad (LL<50)	
		Alta plasticidad (LL>50)	
Pt	TURBA	Suelos altamente orgánicos	

**Figura 2 Tipología de suelos (SUCs)**

Fuente: Manual de Carreteras

DIVISIÓN GENERAL	Materiales Granulares (pasa menos del 35% por el tamiz ASTM #200)							Materiales limo-arcillosos (más del 35% por el tamiz ASTM #200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
Subgrupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b> (% que pasa por cada tamiz)												
Serie ASTM	#10	≤ 50										
	#40	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
	#200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36
<b>ESTADO DE CONSISTENCIA</b> (de la fracción de suelo que pasa por el tamiz ASTM #40)												
Límite líquido			NP	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	>41 (IP<LL-30)	>41 (IP>LL-30)
Índice de plasticidad	≤ 6			≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≥ 11
ÍNDICE DE GRUPO	0	0	0	≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 20	≤ 20			
TIPOLOGÍA	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
CALIDAD	EXCELENTE A BUENA						ACEPTABLE A MALA					

**Figura 3 Clasificación de suelos AASTHO**

Fuente: Manual de Carreteras<sup>6</sup>

## 5.2.7. Propiedades de los suelos y su determinación

### 5.2.7.1. Análisis granulométrico por tamizado.

#### Normas de referencia

ASTM D 422-63 (Reaprobada 1998)

AASHTO T 88 00 (2004)

El análisis granulométrico tiene por objeto la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo. La norma INV E 123-7 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).

<sup>6</sup> Bañon, L., & Beviá, J. F. Manual de carreteras. Alicante: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, SA, 2000. P. 2, 5

Los resultados se presentarán: (1) en forma tabulada, o (2) en forma gráfica; siendo esta última forma, la indicada cada vez que el análisis comprenda un ensayo completo de sedimentación<sup>7</sup>

### **5.2.7.2. Limite líquido de los suelos**

#### **Normas de referencia**

AASHTO T 89-02

ASTM D 4318- 00

El límite líquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado en el horno, cuando éste se halla en el límite entre el estado líquido y el estado plástico.<sup>8</sup>

### **5.2.7.3. Limite plástico e índice de plasticidad de los suelos**

#### **Normas de referencia**

AASHTO T 90-00 (2004)

ASTM D 4318-00

Norma chilena 8102.4

El límite plástico de un suelo es el contenido más bajo de agua, determinado por este procedimiento, en el cual el suelo permanece en estado plástico. El índice de plasticidad de un suelo es el tamaño del intervalo de contenido de agua, expresado como un porcentaje de la masa seca de suelo, dentro del cual el

---

<sup>7</sup> Instituto Nacional De Vías, Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado: Especificaciones y Normas I.N.V. E – 123 – 07. Disponible en:  
[ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_INV07/Normas/Norma%20INV%20E-123-07.pdf](ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV07/Normas/Norma%20INV%20E-123-07.pdf)

<sup>8</sup> Instituto Nacional De Vías, Determinación del Límite Líquido de los Suelos I.N.V. E – 125 – 07. Disponible en:  
[ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_INV07/Normas/Norma%20INV%20E-125-07.pdf](ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV07/Normas/Norma%20INV%20E-125-07.pdf)

material está en un estado plástico. Este índice corresponde a la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico del suelo.<sup>9</sup>

#### **5.2.7.4. Contenido de humedad**

##### **Normas de referencia**

ASTM D 2216-98

El contenido de agua del material se define como la relación, expresada en porcentaje, entre la masa de agua que llena los poros o "agua libre", en una masa de material, y la masa de las partículas sólidas de material.<sup>10</sup>

#### **5.2.7.5. Peso específico**

##### **Normas de referencia**

AASHTO T 100 – 2003

ASTM D 854 – 00

La Gravedad específica es la relación entre la masa de un cierto volumen de sólidos a una temperatura dada y la masa del mismo volumen de agua destilada y libre de gas, a la misma temperatura. Se determina por medio de un Picnómetro, Cuando el suelo está compuesto solo de partículas que pasan por el tamiz de 4.75 mm (No. 4).<sup>11</sup>

---

<sup>9</sup> Instituto Nacional De Vías, Límite Plástico E Índice De Plasticidad De Suelos I.N.V. E – 126 – 07. Disponible en: [ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_I NV-07/Normas/Norma%20INV%20E-126-07.pdf](ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_I NV-07/Normas/Norma%20INV%20E-126-07.pdf)

<sup>10</sup> Instituto Nacional De Vías, Determinación En Laboratorio del Contenido de Agua (Humedad) del Suelo, Roca y Mezclas de Suelo -Agregado I.N.V. E – 122 – 07. Disponible en: [http://labsuelocivil.upbbga.edu.co/sites/default/files/Norma%20INV%20E-122-07\\_0.pdf](http://labsuelocivil.upbbga.edu.co/sites/default/files/Norma%20INV%20E-122-07_0.pdf)

<sup>11</sup> Instituto Nacional De Vías, Instituto Nacional de Vías, Determinación de la Gravedad Específica de los Suelos y del Llenante Mineral I.N.V. E – 128 – 07. Disponible en: [ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_I](ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_I)

#### **5.2.7.6. Resistencia al corte por método de corte directo**

##### **Normas de referencia**

ASTM D 3080 – 98

AASHTO T 236 – 03

La norma INV E -154 - tiene por objeto establecer el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, empleando el método de corte directo. El ensayo se podrá hacer con un corte sencillo o un corte doble. Este ensayo se puede realizar sobre todos los tipos de suelos, ya sean muestras inalteradas o remoldeadas.<sup>12</sup>

#### **5.2.7.7. Capacidad de carga del suelo**

Se denomina como capacidad de carga admisible de una cimentación aquella carga que al ser aplicada no provoque falla o daños en la estructura soportada, con la aplicación de un factor de seguridad. La capacidad de carga no solo está en función de las características del suelo sino que depende del tipo de cimentación y del factor de seguridad adoptado.<sup>13</sup>

#### **5.2.7.8. Ensayo de penetración estándar (SPT)**

Se emplea para conocer la resistencia de un terreno y su capacidad de deformarse, conocido también como ensayo dinámico está especialmente

---

NV-07/Normas/Norma%20INV%20E-128-07.pdf

<sup>12</sup> Instituto Nacional De Vías, Determinación de la Resistencia al Corte Método de Corte Directo (CD) (Consolidado Drenado) I.N.V. E – 154 – 07. Disponible en:  
[ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_INV07/Normas/Norma%20INV%20E-154-07.pdf](ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV07/Normas/Norma%20INV%20E-154-07.pdf)

<sup>13</sup> Juárez Badillo E. y Rico Rodríguez A. Mecánica de suelos, tomo II. (2ª Edición; México: Editorial LIMUSA, 2003)

indicado para arenas debido a que en suelos arcillosos presenta bastantes dificultades de interpretación, también en suelos que contengan gravas deberá de tenerse cuidado con la influencia del tamaño de partículas del suelo. Consiste en determinar el número de golpes necesarios (N) para hincar un muestreador a cierta profundidad en el suelo.

El valor de N debe ser multiplicado por un factor de corrección debido a la presión efectiva del suelo. Uno de los factores más utilizados es el de Liao y Whitman (1986):

$$F_C = \sqrt{\frac{P_0''}{\sigma'_V}}$$

Dónde:  
 $\sigma'_V =$  *esfuerzo o presión intergranular*  
 $\sigma'_V = 2ksf = 95.76 \text{ kPa} = 1 \text{ ton}/\text{pie}^2$ ,  
*(presión de sobrecarga de referencia tomada arbitrariamente)*

En ciertos casos el valor corregido de N suele ser elevado, cuando el subsuelo está formado por arena fina bajo el nivel freático, entonces es necesario hacer la siguiente corrección:

$$N' = 15 + 0.5 \cdot (N - 15)$$

Dónde:

N = número de penetración estándar obtenido en campo y que resulte mayor a 15 en la corrección por presión intergranular.<sup>14</sup>

#### 5.2.7.9. Velocidad de onda de corte.

La determinación de la velocidad de propagación de las ondas de corte (VS) es de gran utilidad en la geotecnia, ya que con este valor se puede: 1) determinar el módulo de rigidez al esfuerzo cortante (G), 2) inferir densidad en campo, 3)

---

<sup>14</sup> Bowles, Joseph E. Foundation analysis and design. (4ª Edición; Estados Unidos: Editorial McGraw Hill. 1988.

estimar el estado de esfuerzos, 4) estimar la cementación natural o 5) evaluar la alteración de una muestra.<sup>15</sup>

### 5.3. MARCO CONCEPTUAL

**Angulo de fricción interna:** es una propiedad de los materiales granulares el cual tiene una interpretación física sencilla, al estar relacionado con el ángulo de reposo o máximo ángulo posible para la pendiente de un conjunto de dicho material granular.<sup>16</sup>

**Capacidad portante:** Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo<sup>17</sup>.

**Cohesión:** se define como la fuerza interarticular producida por el agua de constitución del suelo, siempre y cuando este no esté saturado.<sup>6</sup>

**Ensayo de penetración estándar. El SPT (Standard Penetration Test) o ensayo de penetración estándar:** determina la Capacidad y la Capacidad de Soporte del suelo no cohesivo.

**Geotecnia** (*geotechnics*) *Geol.* Parte de la geología aplicada que estudia las propiedades mecánicas de las rocas, de los sedimentos y de los suelos en los cuales se van a realizar obras de arquitectura o de ingeniería.

---

<sup>15</sup> Stokoe K.H. II, Rix G.J. y Nazarias S. "In-Situ seismic testing with surface waves", Proc. 12th Int. Conf. Soil Mech. Fond. Engr., Río de Janeiro, Brasil, 1989. P. 331-334.

<sup>16</sup> J. A. Bustabad Rey. El Bulk Carrier en la Práctica. URMO, S.A. de Ediciones Bilbao, 1980 (pág. 102)

<sup>17</sup> Naranjo Aguay, H., & Dranichnikov, T. Cálculo de capacidad portante basado en geofísica y método convencional. Perú. 2013. P. 55.

**Índice de plasticidad:** calculado como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico. Este límite indica el margen de contenidos de agua en que es trabajable una arcilla y se dice que una arcilla es “más plástica” que otra si tiene un índice de plasticidad superior.

**Nivel freático:** Superficie que separa la zona del subsuelo inundada con agua subterránea de la zona en la que las grietas están rellenas de agua y aire.<sup>18</sup>

**Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés Geographic Information System):** es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión geográfica.<sup>19</sup>

## **5.4. MARCO CONTEXTUAL**

### **5.4.1. Localización**

Valledupar, capital del departamento del Cesar, se encuentra ubicada entre la serranía del Perijá y la Sierra Nevada de San marta, al margen de los ríos Guatapurí y cesar. Geográficamente, la ciudad está ubicada al norte de América del Sur y al norte de Colombia. En las Coordenadas 10°27'37" N 73°15'35" O

---

<sup>18</sup> Pilán C., Fernandez, H. R., Pilán, M. T., Unt, F. F. L., Fcn-Unt, F. C. E., & Unse, T. Glosario De Ingeniería Hidráulica Y Limnología: Nuevos Avances.2007. P. 6.

<sup>19</sup> Nodos, N. Sistemas de Información Geográfica.1995.



**Figura 4 ubicación geográfica de Valledupar**

Fuente: [http://valledupar-cesar.gov.co/mapas\\_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1374838](http://valledupar-cesar.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1374838)



#### **5.4.4. Paisajes**

En la municipalidad se encuentran nueve (9) tipologías de paisajes asociados a la unidad climática y las características de las diferentes clases de suelos, ellas son:

- Montañas modeladas por erosión glaciárica en rocas ígneas y remoción en masa en relieves escarpados.
- Montañas erosionables con modelos Fluvioglaciárico en rocas ígneas.
- Montañas erosionables en rocas ígneas metamórficas.
- Montaña erosionable en rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.
- Montañas erosionables en rocas ígneas sedimentarias.
- Abanicos aluviales en aluviones.
- Abanicos aluviales en rocas sedimentarias calcáreas.
- Complejo de diques y bacines en material heterogéneo.
- Complejos sedimentarios de calizas con inclusión de rocas ígneas.

#### **5.4.5. Clima**

El territorio se ubica a diferentes altitudes, y posee climas variados que van desde el ecuatorial o cálido, subandino o templado, andino o frío hasta el páramo y las temperaturas van los 0 hasta 32 grados. En el municipio, desde el punto de vista de las regiones bioclimáticas de la Sierra Nevada y del Valle del río Cesar, hay provincias con clima húmedo árido y semiárido en las zonas planas y semihúmedo en sectores altos de la Sierra.

#### **5.4.6. División municipal**

Valledupar tiene como extensión geográfica de 4.694 km cuadrado dividido en seis comunas así:

**Comuna Uno:** Conformada por los barrios Centro, Loperena, Hernando de Santana, Las Delicias, Guatapurí, La Granja, Gaitán, La Garita, El Carmen, Kennedy, Santo Domingo, San Antonio, Sicarare, Las Palmas, San Jorge, Cerezo, San Vicente, Alfonso López y Altagracia, y cuenta con zonas de alto riesgo denominadas: Paraíso, Esperanza Oriente, El Edén, Zapato en Mano, Canta Rana, 11 de Noviembre, Pescaíto, Nueve de Marzo y Nueva Colombia.

**Comuna Dos:** La conforman los barrios Villa Castro, Versailles, Candelaria Sur, Villa del rosario, Villa Clara, Santa Rita, Cinco de Noviembre, Santa Rosa, 12 de Octubre, Simón Bolívar, Mayales I II III, Los Cocos, Los Milagros, Panamá, San Fernando, San Jorge, Urb. Galán Sarmiento, Urb. María Elena, Casa Campo y Urb. Bosques de Rancho Mío.

**Comuna Tres:** Primero de Mayo, San Martín, Villa Leonor, Valle Meza, Siete de Agosto, Los Álamos I, Villa Olga, San Francisco, El Prado, Rueda, La manuelita, La Felicidad, Villa Fuentes, El Oasis, Don Carmelo, Mareigua, Rincón de Ziruma, Altos de Ziruma, Veinticinco de Diciembre y Conjunto residencial OGB, Urb. Mayales Aeropuerto, Urb. La 27, Nuevo Milenio y El Páramo. Villa Haydith, Villa Mile, La Fe, Altos del Valle y 16 de Julio, que hacen parte de esta zona, son asentamientos que están fuera del perímetro urbano.

**Comuna Cuatro:** A esta pertenecen los barrios Dangond, Los Caciques, Los Fundadores, Sabanas del Valle, Casimiro Maestre, Manantial, Edgardo Pupo, Villa Corelca, El Cerrito, Álamos II, III, IV, Urb. María Camila, Villa Miriam, Francisco de Paula Santander, Villa Luz, El Hogar, Villa Taxi, La Victoria, El Progreso, Cicerón Maestre, Buena Vista, Galán, Villa Algenia, Limonar, Maruamake, Urb. La Floresta, Urb. Valle Hermoso, San Marino, Ciudadela 450 años, 8 de Diciembre, Villa Magdala, Urb. Lindaraja, Las Acacias, Gerizin, Urb. Populandia, San Jerónimo y Girasoles.

**Comuna Cinco:** Esta comuna está compuesta por los sectores de Villalba, Urb. Altos del Villalba, Altos del Rosario, Urbanización María Raiza, Enrique Pupo, Pedro Nel Martínez, Dundakare, Arizona, San Isidro, Villa Carel, Los Cortijos, Azúcar Buena, Santa Rosa, Las Flores, La Popa, Garupal, Iracal, El Amparo, Ichagua, La Esperanza, Villa Mónica, Candelaria Norte, Nueva Esperanza, Villa

Concha, Villa Fanny, Concepción Pérez, Veinte de Julio, Cinco de Enero, Divino Niño, Urbanización la Ceiba, Urbanización Ceiba Alta Gracia, Urbanización Altagracia, Urbanización Francisco el Hombre, La Nevada, Urbanización Ciudad Tayrona, Urbanización Don Alberto, Urbanización El Refugio, Bello Horizonte, San Isidro, Calleja Real, Conj. Cerrado Los Rosales, Urb. Santo Tomás, Nuevo Amanecer, Urb. María Camila Norte, Rosario Norte, Balcones de Santa Elena, Portal del Rosario, Altos del Rosario, Los Corales, San Pedro, Conjunto Cerrado San Pedro, Quintas del Rosario, Don Lucas, Rocas del Valle y Veinte de Julio.

**Comuna Seis:** La componen el Conjunto Residencial del Norte, Los Cárpanos, Rosanía, Pasadena, Los Ángeles, Serranilla, Aremasin, Ciudad Jardín, Pontevedra, San Carlos, Villa del Rosario Norte, San Joaquín, San Clemente, Novalito, Chimila, Alfonso López, Obrero, Cañaguante, Guajira, San Vicente y Urb. Santa Rosalía.<sup>20</sup>

## 5.5. MARCO LEGAL

NTC 1493 — Suelos. Ensayo para determinar el límite plástico y el índice de plasticidad. (ASTM D 4318)

NTC 1494 — Suelos. Ensayo para determinar el límite líquido. (ASTM D 4318).

NTC 1495 — Suelos. Ensayo para determinar el contenido de agua. (ASTM D 2216)

NTC 1504 — Suelos. Clasificación para propósitos de ingeniería. (ASTM D 2487)

NTC 1522 — Suelos. Ensayo para determinar la granulometría por tamizado

---

<sup>20</sup> Anuario estadístico del municipio de Valledupar. República De Colombia Alcaldía Municipal De Valledupar, Oficina Asesora De Planeación Municipal.2008. P 121- 133.

NTC 1917 — Suelos. Determinación de la resistencia al corte. Método de corte directo (CD). (ASTM D 3080)

NTC 4630 — Método de ensayo para la determinación del límite líquido, del límite plástico y del índice de plasticidad de los suelos cohesivos.

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).

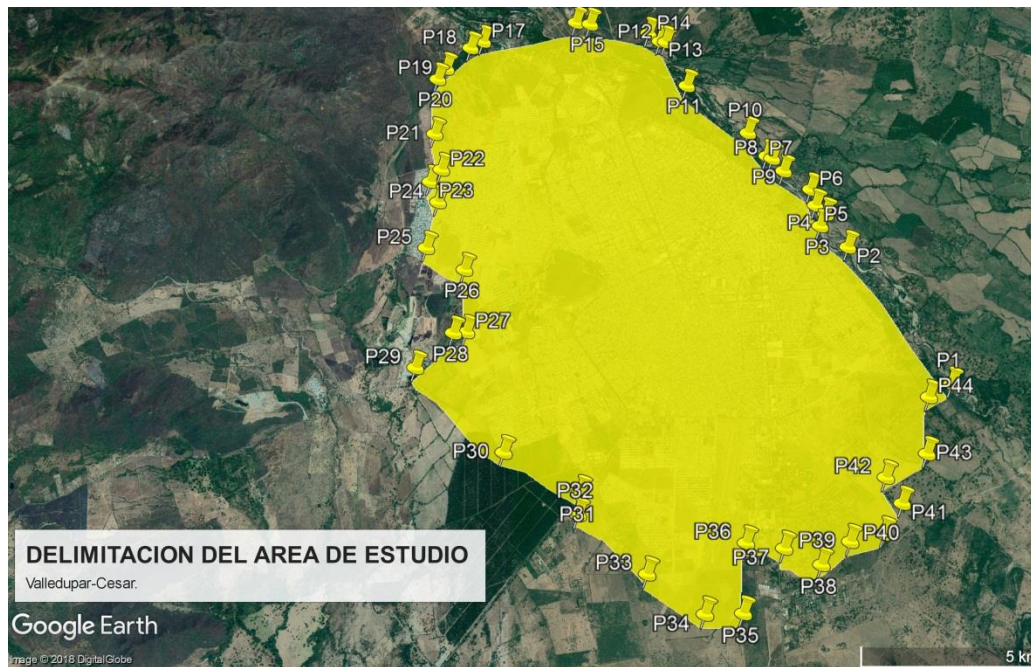
## 6. MARCO METODOLÓGICO

### 6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto tuvo un alcance descriptivo y explicativo, donde se identificaron las propiedades geo mecánicas mediante exploraciones del subsuelo e interpretación de datos existentes.

### 6.2. POBLACIÓN

La investigación busca abarcar la ciudad de Valledupar sin contemplar veredas, corregimientos y/o área metropolitana, por lo cual se delimita el área en 44 puntos como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 6 Delimitación área de estudio**  
Fuente: Google Earth

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de los puntos de delimitación:

<b>PUNTOS LIMITES</b>	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>PUNTOS LIMITES</b>	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>
P1	10°26'56.62"N	73°12'59.37"O	P23	10°28'41.51"N	73°17'36.88"O
P2	10°28'8.38"N	73°13'52.11"O	P24	10°28'30.42"N	73°17'32.31"O
P3	10°28'19.61"N	73°14'6.69"O	P25	10°28'5.59"N	73°17'37.82"O
P4	10°28'26.11"N	73°14'3.68"O	P26	10°27'54.12"N	73°17'16.98"O
P5	10°28'30.78"N	73°14'8.97"O	P27	10°27'21.13"N	73°17'15.07"O
P6	10°28'39.46"N	73°14'11.47"O	P28	10°27'20.57"N	73°17'21.90"O
P7	10°28'49.44"N	73°14'25.91"O	P29	10°27'2.14"N	73°17'41.33"O
P8	10°28'56.28"N	73°14'32.04"O	P30	10°26'19.04"N	73°16'53.85"O
P9	10°28'57.51"N	73°14'34.91"O	P31	10°25'59.17"N	73°16'13.67"O
P10	10°29'10.27"N	73°14'45.01"O	P32	10°25'48.04"N	73°16'14.79"O
P11	10°29'36.36"N	73°15'18.20"O	P33	10°25'18.98"N	73°15'38.91"O
P12	10°30'0.94"N	73°15'29.80"O	P34	10°24'59.61"N	73°15'9.41"O
P13	10°30'1.33"N	73°15'33.00"O	P35	10°25'0.22"N	73°14'49.86"O
P14	10°30'5.81"N	73°15'39.28"O	P36	10°25'34.87"N	73°14'48.15"O
P15	10°30'10.79"N	73°16'11.61"O	P37	10°25'32.42"N	73°14'28.55"O
P16	10°30'11.65"N	73°16'19.37"O	P38	10°25'24.53"N	73°14'9.59"O
P17	10°30'0.25"N	73°17'10.52"O	P39	10°25'36.13"N	73°13'54.55"O
P18	10°29'56.52"N	73°17'17.20"O	P40	10°25'40.10"N	73°13'36.99"O
P19	10°29'44.62"N	73°17'30.24"O	P41	10°25'55.49"N	73°13'27.18"O
P20	10°29'38.62"N	73°17'34.72"O	P42	10°26'8.48"N	73°13'35.30"O
P21	10°29'7.95"N	73°17'35.37"O	P43	10°26'20.73"N	73°13'13.52"O
P22	10°28'48.27"N	73°17'31.10"O	P44	10°26'49.81"N	73°13'11.43"O

**Tabla 1 Puntos de delimitación**

Fuente: Autor

### **6.3. DESARROLLO METODOLÓGICO**

#### **6.3.1. Etapa 1: Revisión de la información técnica e instrumentos de recolección de la información.**

Creación de la base de datos: para esto se recolectó información secundaria, en los diferentes laboratorios que efectuaron estudios de las características geomecánicas de los suelos en la ciudad de Valledupar.

Identificación de áreas de muestreo: se ubicaron los puntos anteriormente recolectados en un mapa en Google Earth Pro, lo que facilitó la ubicación de las áreas donde se realizaron los muestreos.

Identificación de los puntos de muestreo: luego de identificadas las áreas, estas fueron visitados y según sus características se identificaron los puntos de fácil acceso para la toma y recolección de muestras.

Pruebas de campo: se realizó el reconocimiento de las áreas y la recolección de las muestras. Se realizaron apiques a 1-2 m, se tomaron duplicados de las muestras y se realizaron los siguientes ensayos:

- Análisis granulométricos
- Clasificación de suelos en los AASTHO y SUCs
- Calculo de la capacidad de carga admisible
- Ángulo de fricción interna
- Determinación de limite líquido
- Determinación de limite plásticos
- Determinación de resistencia al corte.

Se incluyó información como el nivel freático encontrado dentro del alcance de la profundidad de los apiques.

### **6.3.2. Etapa 2: Procesamiento de datos**

En esta fase se completó la base de datos con los resultados de laboratorio y demás información recolectada, luego se procesó en un sistema de información geográfica con el método de interpolación IDW. Con lo cual se logró la elaboración de la representación geotécnica de los suelos.

### **6.3.3. Etapa 3: Análisis y discusión de los resultados**

Se analizaron las áreas geotécnicas en función del uso del suelo basados en los requerimientos necesarios para los estudios preliminares que pide el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, mostrando las características más relevantes de las comunas de la ciudad, incluyendo la identificación de los tipos de suelos, la profundidad del nivel freático, entre otras.

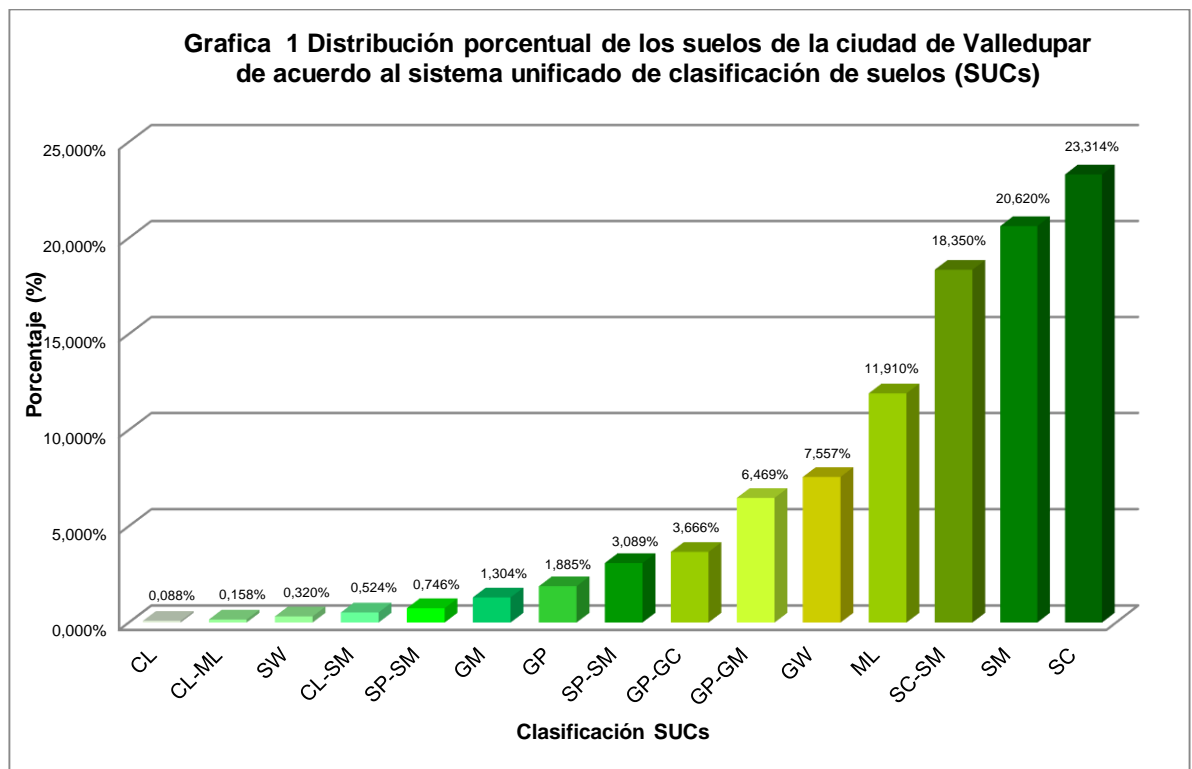
Se creó un documento final que contiene toda la información recolectada y procesada, dicho documento será entregado al momento de ser aprobado por el comité, además Se dio a conocer los resultados obtenidos con la zonificación geotécnica a los diferentes laboratorios que participaron con su información en el estudio.

## 7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados y debidos análisis fueron tratados característica por característica, para ser de fácil manejo toda la información.

### 7.1. Tipificación de suelos de la ciudad de Valledupar mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCs). (Anexo 1)

**Grafica 1.** Distribución porcentual de los suelos de la ciudad de Valledupar de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCs).



Fuente: Autores.

El área de estudio es de 5089,593 Ha, de los cuales predomina un tipo de suelos SC (arena mal graduadas, arenas con gravas, con poco o nada de fino /arenas limosas, mezcla de arena y limo), según la clasificación del Sistema Unificado de

clasificación de Suelos (SUCs) con un 23,314% del área de estudio que en relación con el área total arroja un equivalente de 1186,5752 Ha.

En la misma clasificación se tienen en un menor porcentaje el tipo de suelos CL (arenas arcillosas, mezcla de arena y arcilla) con un área equivalente de 4,4787 Ha en relación del área total de la ciudad.

En la siguiente tabla se muestra el área específica para cada tipo de suelo en la ciudad.

<b>SUCs</b>	<b>ÁREA ESPECIFICA (Ha)</b>
CL	4,48
CL-ML	8,04
SW	16,29
CL-SM	26,67
SP-SM	37,97
GM	66,37
GP	95,94
SP-SM	157,22
GP-GC	186,58
GP-GM	329,24
GW	384,62
ML	606,16
SC-SM	933,93
SM	1049,46
SC	1186,58

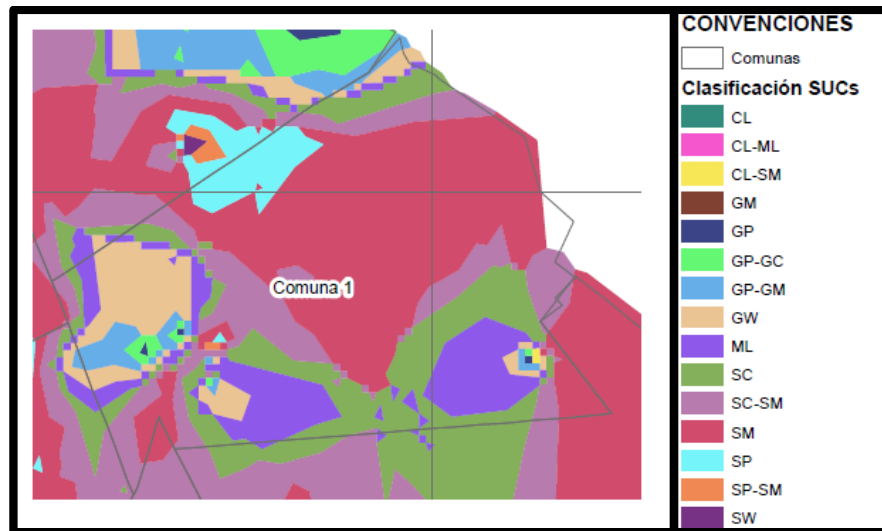
**Tabla 2.** Área por tipología de suelos SUCs.  
**Fuente:** Autores.

La ciudad de Valledupar está distribuida en 6 comunas las cuales se tienen en cuenta en el desarrollo del proyecto, por lo cual se realizó la interpretación de los resultados de acuerdo a esto:

### Comuna 1

Es el área más pequeña, donde se encontró suelos tipo Grava bien graduada, mezcla de grava y arena con poco o nada finos, siendo este tipo de suelo el que se halló en mayor cantidad.

También se hallaron suelos como son SM (arenas limosas, mezcla de arena y limo), SC–SM (arenas arcillosas, mezcla de arenas y arcilla / arenas limosas, mezcla de arenas y limo), SC (arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla, MI=limos inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos o arcillosos ligeramente plásticos), GW (gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos), SP (arenas mal graduadas, arena con gravas, con poco o nada de finos).



**Figura 7 Clasificación SUCs: comuna 1**

Fuente: Autores

Esta comuna presenta suelos del tipo SM, los cuales presenta un comportamiento mecánico de aceptable a bueno, su capacidad de drenaje es aceptable a buena, una compresibilidad baja, y son suelos que pueden ser semipermeables a permeables, de igual forma se encuentra en gran parte suelos del tipo SC (arenas arcillosas, mezcla de arenas y arcillas), que tienen un comportamiento mecánico que va de malo a aceptable, con una capacidad de drenaje mala a impermeable, compresibilidad baja y permeabilidad del tipo impermeable.

### Comuna 2

Es un área más grande que la anterior y en ella se encontraron una variedad de suelos tales como SC-SM (arenas arcillosas, mezcla de arenas y arcilla / arenas limosas, mezcla de arenas y limo), SM (arenas limosas, mezcla de arena y limo), MI (limos inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos o arcillosos ligeramente plásticos), GP-GC (grava limosa, mezclada de grava , arena y limo), GP-GM (gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos/gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcillas), GM (gravas limosas, mezcla de grava, arena y limo).

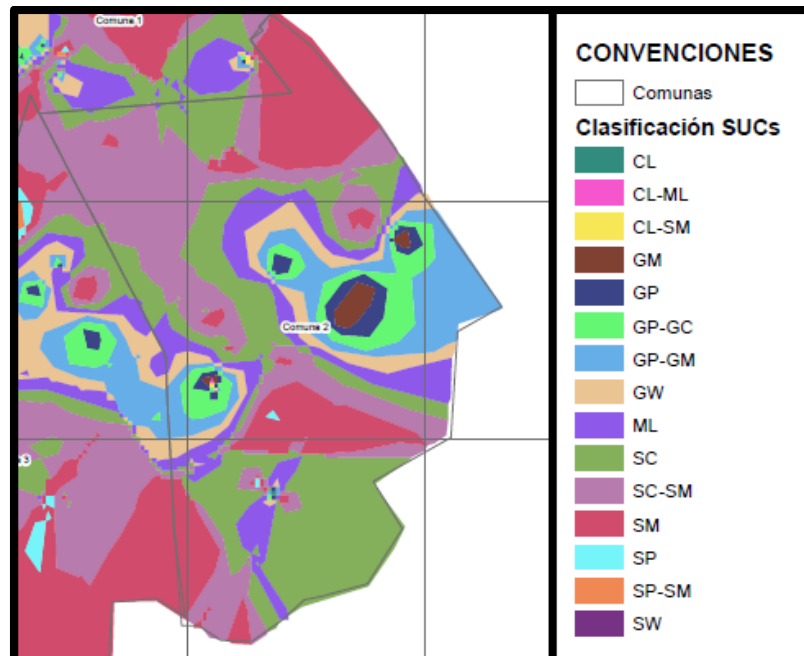


Figura 8 Clasificación SUCs: comuna 2

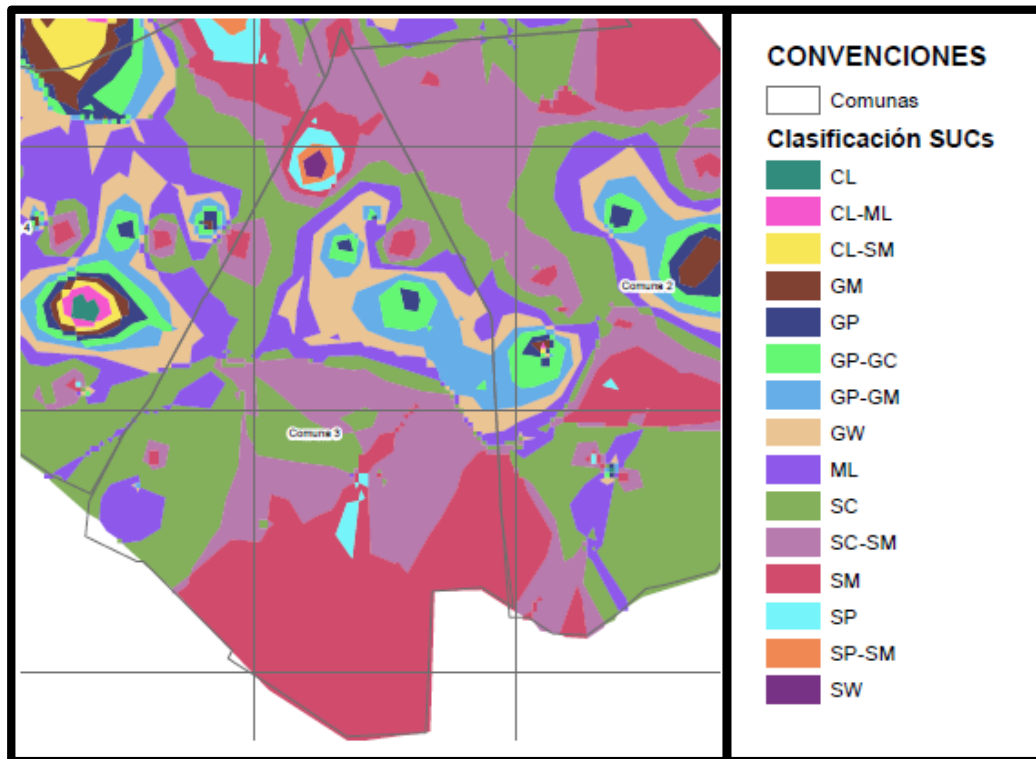
Fuente: Autores

En la comuna 2 predominan 3 tipos de suelos el SC con un comportamiento mecánico malo a aceptable, capacidad de drenaje mala a impermeable, compresibilidad baja permeabilidad impermeable, SC-SM que tiene comportamiento mecánico aceptable, capacidad de drenaje mala, compresibilidad baja y son suelos semipermeables y SM que tienen comportamientos mecánicos aceptables a buenos, una capacidad de drenaje aceptable a mala compresibilidad baja y son suelos semipermeables a impermeables.

En esta zona se presentan en menor proporciones suelos del tipo ML con comportamiento mecánico malo a aceptable, capacidad de drenaje aceptable a mala, compresibilidad media y son suelos del tipo impermeables debido a su composición de limos inorgánicos, polvos de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos, también se presentan suelos con altos porcentajes de grava como lo son el tipo GP-GM con comportamiento bueno a excelente, capacidad de drenaje aceptable, compresibilidad despreciable y son suelos del tipo permeables, GP-GC con comportamiento mecánico bueno capacidad de drenaje impermeable compresibilidad baja y son suelos del tipo permeables y GW que son suelos con comportamientos mecánicos excelentes, capacidades de drenaje excelentes y son suelos de tipo permeables.

### **Comuna 3**

Se pudo observar tipos de suelos que cuentan con una variedad muy diferente y a mayor proporción que las comunas anteriores como son el caso de SM (arenas limosas, mezcla de arena y limo), SC-SM(arenas arcillosas, mezcla de arenas y arcilla / arenas limosas, mezcla de arenas y limo), SC (arena mal graduadas, arenas con gravas, con poco o nada de fino /arenas limosas, mezcla de arena y limo), GW (gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos), GP-GM (gravas mal graduadas , mezclas de grava y arena con poco o nada de finos/gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcillas), GP-GC (grava limosa, mezclada de grava , arena y limo), SP (arenas mal graduadas, arena con gravas, con poco o nada de finos).



**Figura 9 Clasificación SUCs: comuna 3**

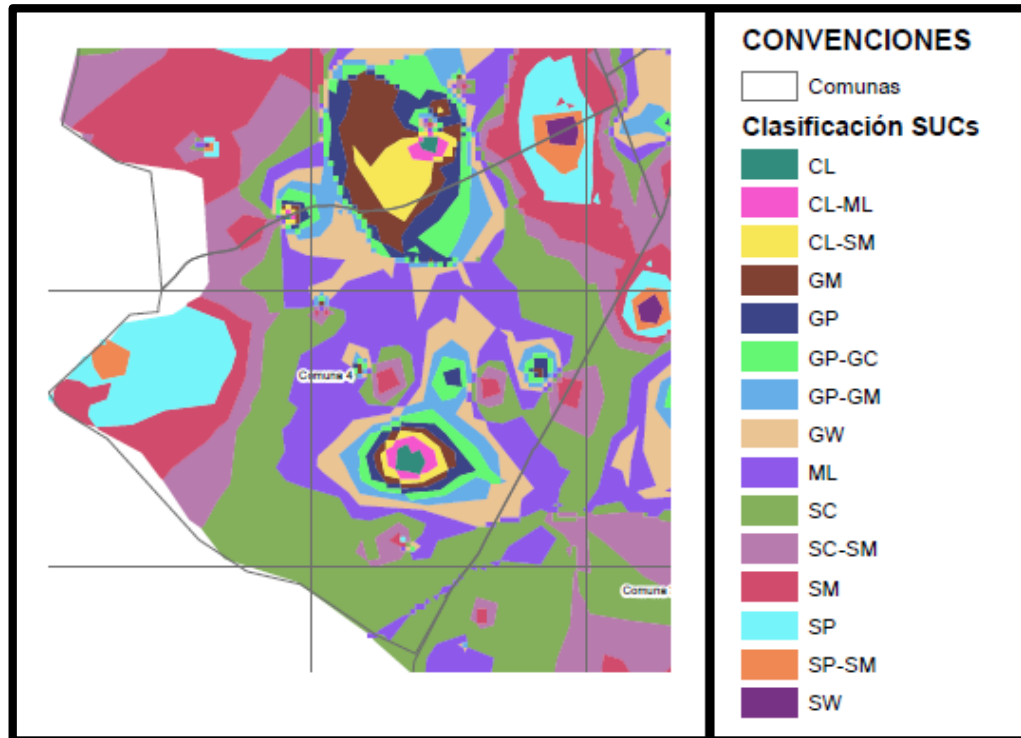
Fuente: Autores.

La mayor parte de esta comuna muestra tipo de suelo SM que presenta un comportamiento mecánico de aceptable a bueno, capacidad de drenaje de aceptable a mala, una compresibilidad mala y es un tipo de suelo que va de semipermeable a impermeable y en menor proporción el tipo de suelo SW con un comportamiento mecánico bueno, capacidad de drenaje despreciables y son suelos permeables.

#### **Comuna 4**

Presentó características de suelo mucho más amplias ya que cuenta con suelos tipo SC(arena mal graduadas, arenas con gravas, con poco o nada de fino /arenas limosas, mezcla de arena y limo), MI (limos inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos o arcillosos ligeramente plásticos), GW gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos), GP (gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos), SM(arenas limosas, mezcla de arena y limos), GM(gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo), SC-SM

(arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla/ arenas limosas mezcla de arena y limo), SP (arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca nada de finos).



**Figura 10 Clasificación SUCs: comuna 4**

Fuente: Autores

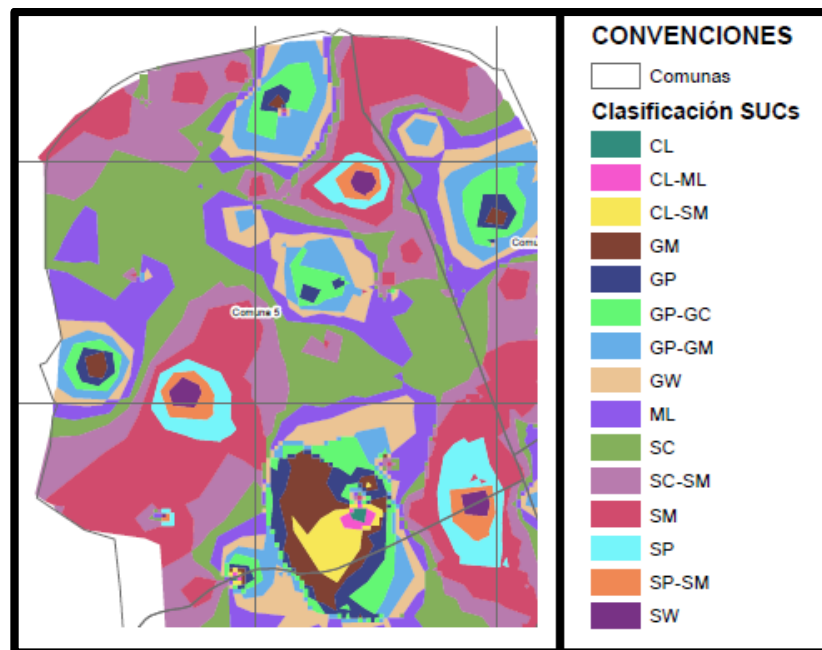
Esta comuna presento una de las mayores variabilidad de suelos en la ciudad de Valledupar, en ella se pudo observar suelos del tipo CL este tipo de suelos tienen un comportamiento mecánico malo a aceptable, una capacidad de drenaje casi impermeable con compresibilidad media y es del tipo impermeable, CL-ML tiene un comportamiento mecánico malo o aceptable, compresibilidad media y es del tipo impermeable, SM con comportamiento mecánico aceptable a bueno, capacidad de drenaje aceptable a mala, compresibilidad baja y son suelos del tipo semipermeables a impermeables.

Los tipos de suelos que representan esta zona son SC en mayor proporción con un comportamiento mecánico malo a aceptable, capacidad de drenaje mala a impermeable, compresibilidad baja y son suelos del tipo impermeables y SW en

menor proporción con un comportamiento mecánico bueno, capacidad de drenaje excelente, compresibilidad despreciable y son suelos del tipo permeable.

### Comuna 5

Es la comuna más grande que se encontró en el mapa, en ella halló una variedad de suelos vistos anteriormente como son los suelos: SC(arena mal graduadas, arenas con gravas, con poco o nada de fino / arenas limosas, mezcla de arena y limo), SM(arenas limosas, mezclas de arena y limo), SC-SM (arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla / arenas limosas, mezcla de arena y limo), GP-GM (gravas mal graduadas , mezclas de grava y arena con poco o nada de finos/gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcillas), GP-GC(gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos / gravas arcillosas, mezcla de gravas, arenas y arcilla), SP(arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos), SW( arenas bien graduadas, arena con gravas, con poco o nada de finos), ML( limos orgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos), GP (gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos).

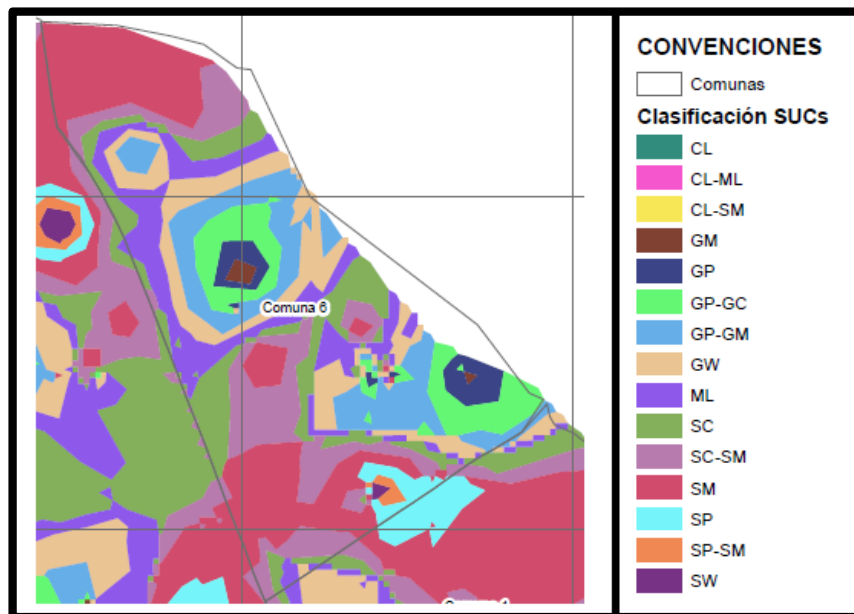


**Figura 11 Clasificación SUCs: comuna 5**

Fuente: Autores

Esta comuna tiene edificaciones y proyectos de más de 5 niveles en la ciudad de Valledupar, esta zona tienen suelos del tipo SC con un comportamiento mecánico malo a aceptable, capacidad de drenaje mala a impermeable, compresibilidad baja y son suelos del tipo semipermeables a impermeables, cuenta con otro tipos de suelo como lo son, SM con una capacidad mecánica aceptable a buena, capacidad de drenaje aceptable a mala, compresibilidad baja y son suelos que van de semipermeables a impermeables, SC-SM con un comportamiento mecánico aceptable, capacidad de drenaje mala, compresibilidad baja y son suelos semipermeables y ML con comportamiento mecánico malo a aceptable, capacidad de drenaje aceptable a mala, compresibilidad media y son suelos impermeables.

### Comuna 6



**Figura 12 Clasificación SUCs: comuna 6**

Fuente: Autores

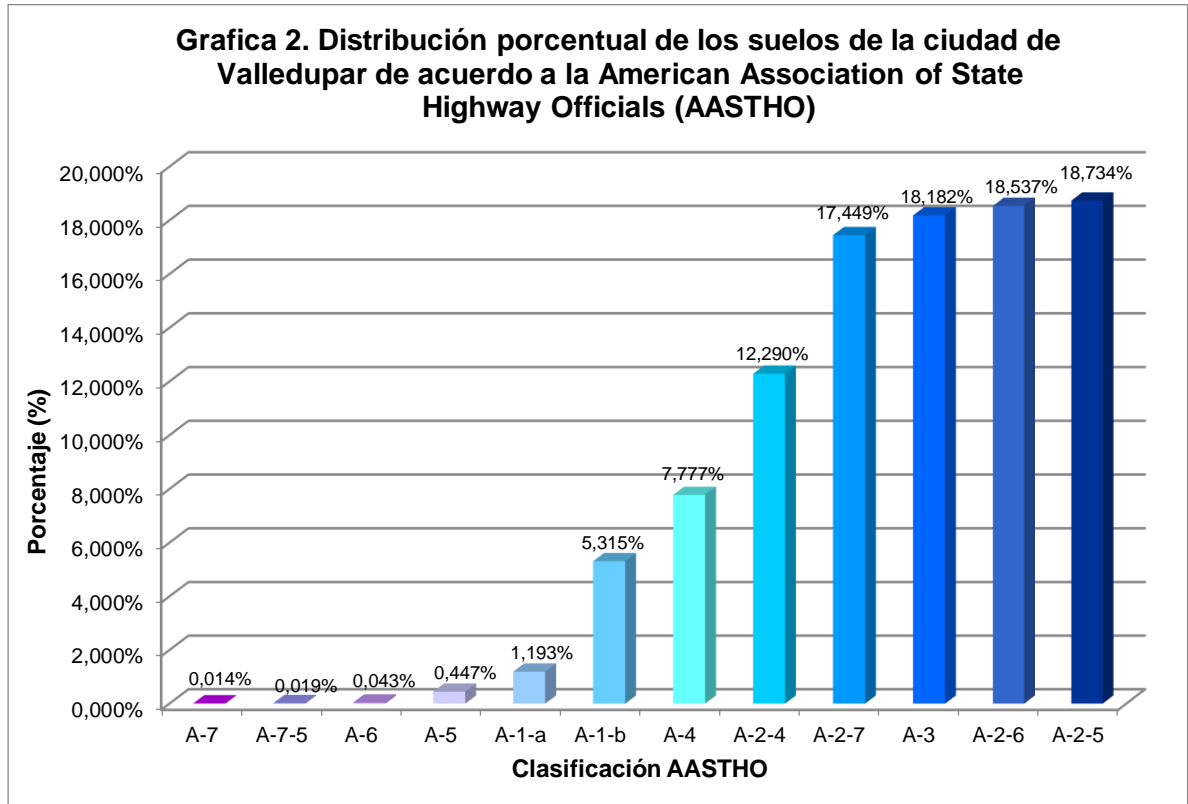
Es sin duda la más pequeña que se representa en el mapa, pero aun así presentó una variedad de suelos con características muy particulares tales como son SM(arenas limosas, mezclas de arena y arcilla), GP-GC (gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos / gravas arcillosas, mezcla de gravas, arenas y arcilla), ML( limos orgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos), SC-SM (arenas arcillosas, mezclas de arena y

arcilla / arenas limosas, mezcla de arena y limo), SP (arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos, GM(gravas limosas, mezcla de grava, arena y limo).

La comuna 6 tiene una mayor cercanía al cauce del Rio Guatapurí, en esta zona se encontró en su mayoría suelos del tipo SC-SM con un comportamiento mecánico aceptable, capacidad de drenaje mala, compresibilidad baja y son suelos semipermeables, GP-GM con una capacidad mecánica bueno a excelente, capacidad de drenaje aceptable, compresibilidad despreciable y son suelos del tipo permeables, GP-GC con un comportamiento mecánico bueno capacidad de drenaje impermeable, compresibilidad baja y son suelos del tipo permeables, GM con un comportamiento mecánico de bueno a excelente, capacidad de drenaje aceptable a mala, una compresibilidad despreciable y son suelos del tipo semipermeables, GW con un comportamiento mecánico excelente, capacidad de drenaje excelente, compresibilidad despreciable y son suelos del tipo permeables y en menor cantidad se encuentran suelos del tipo SP con un comportamiento mecánico aceptable a bueno, capacidad de drenaje excelente, compresibilidad muy baja y son suelos que va de semipermeables a permeables y GP con un comportamiento mecánico bueno a excelente capacidad de drenaje excelente, compresibilidad despreciable y son suelos que van de permeables a muy permeables.

## 7.2. Tipificación de los suelos de la ciudad de Valledupar mediante la American Association of State Highway Officials (AASTHO). (Anexo 2)

**Grafica 2.** Distribución porcentual de los suelos de la ciudad de Valledupar de acuerdo a la American Association of State Highway Officials (AASTHO).



Fuente: Autores.

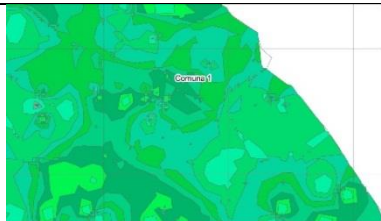
En la ciudad de Valledupar se puede encontrar suelos del tipo A-7 un área de 0,7125 Ha en relación con un área de estudio total que es de 5089,593 Ha, siendo este tipo de suelo los que menos se encuentran en la zona, de igual forma tipo de suelo A-2-5 es el que se encuentra en mayor parte de esta área de estudio que es de 953,474 Ha, en la siguiente tabla se encuentran las áreas para cada tipo de suelo encontrados en la ciudad según esta clasificación.

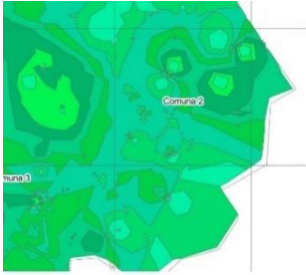
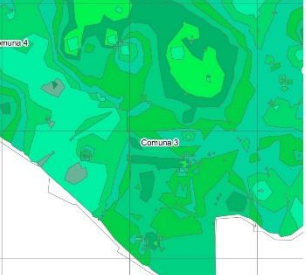

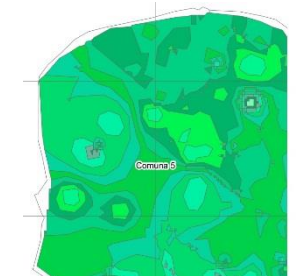
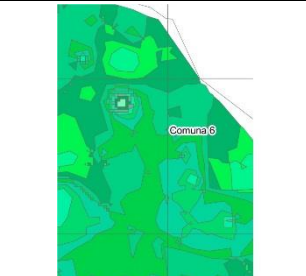
<b>AASHTO</b>	<b>ÁREA ESPECIFICA</b>
A-7	0,71
A-7-5	0,97
A-6	2,19
A-5	22,75
A-1-a	60,72
A-1-b	270,51
A-4	395,81
A-2-4	625,50
A-2-7	888,07
A-3	925,38
A-2-6	943,45
A-2-5	953,47

**Tabla 3** Área por tipología de suelos AASTHO

**Fuente:** Autores

Al ser Valledupar una ciudad en la que se encuentran en su mayoría suelos arenosos y con altos porcentaje de gravas al comparar los dos mapas de las clasificaciones de suelo SUCs y AASHTO, se observan muy diferentes ya que en el de SUCs se encuentra una mayor variabilidad de suelos porque esta clasificación separa los suelos arenosos y gravosos a diferencia del AASHTO que no lo hace, en la clasificación SUCs se encuentran en mayor cantidad suelos del tipo SC y en menor proporción CL, en AASHTO se encuentran en mayor proporción suelos del tipo A-2-5 y en menor cantidad suelos del tipo A-7.

<b>Comuna</b>	<b>Descripción</b>
	En la comuna 1 se encuentran suelos de grupo A-2 y A-3, que representan suelos con arenas finas, cascajos y arenas limosos y arcillosos, en mayor parte de su área se presentan el tipo de suelos A-2-4, A-2-6 y el A-2-5.

	<p>En la comuna 2 se presenta en su mayor parte del área suelos del grupo A-2 cascajos y arenas limosas o arcillosas, A-3 arenas finas, y A-4 suelos limosos, al igual se encontraron los subgrupos A-2-7, A-2-6.</p>
	<p>En la comuna 3 se encuentra en se encuentran A-2-5, A-2-4, A-2-6, en la mayor parte del área de esta comuna y en su minoría se encuentran A-4 y A-5 que son suelos limosos.</p>
	<p>En la comuna 4 se encuentran en mayor parte de la comuna A-2-5 y en menor proporción encontramos el tipo de suelo A-4 que son suelos limosos.</p>
	<p>En la comuna 5 encontramos suelos de el tipo A-2-4, A-2-6 y A-3, en menor proporción se preentan suelos de el tipo A-1-a.</p>
	<p>En la comuna 6 se encuentran suelos del tipo A-1-a y A-1-b que representan al grupo de suelos grueso granulares con cascajos y arenas, los subgrupos A-2-4, A-2-5 y A-2-6 que pertenecen a grupo granular con presencia de cascajos y arenas limosas y arcillosas.</p>

**Tabla 4 clasificación AASTHO**

**Fuente:** Autores

### 7.3. Profundidad del nivel freático en la ciudad de Valledupar (Anexo 3)

Valledupar es una de las ciudades que cuentan con grandes cantidades de aguas subterráneas, por lo que tiene suelos con capacidades de drenajes buenas y permeabilidad en el subsuelo, llevando el agua de lluvia a zonas de recarga, por lo que se puede encontrar el nivel freático a profundidades de 1,2 m en barrios como Garupal (comuna 5).

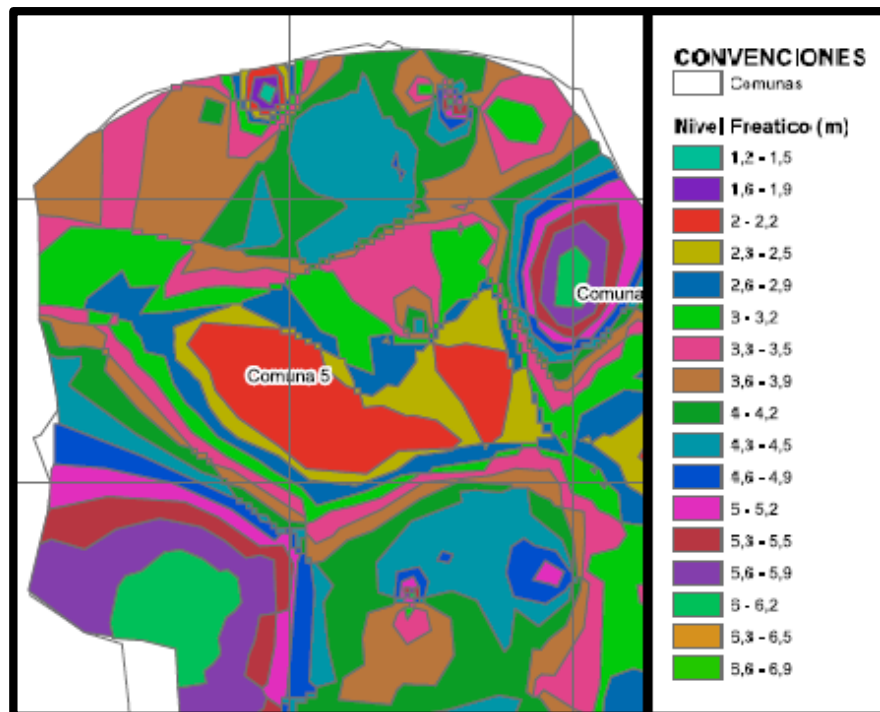


Figura 13 nivel freático: comuna 5

Fuente: Autores

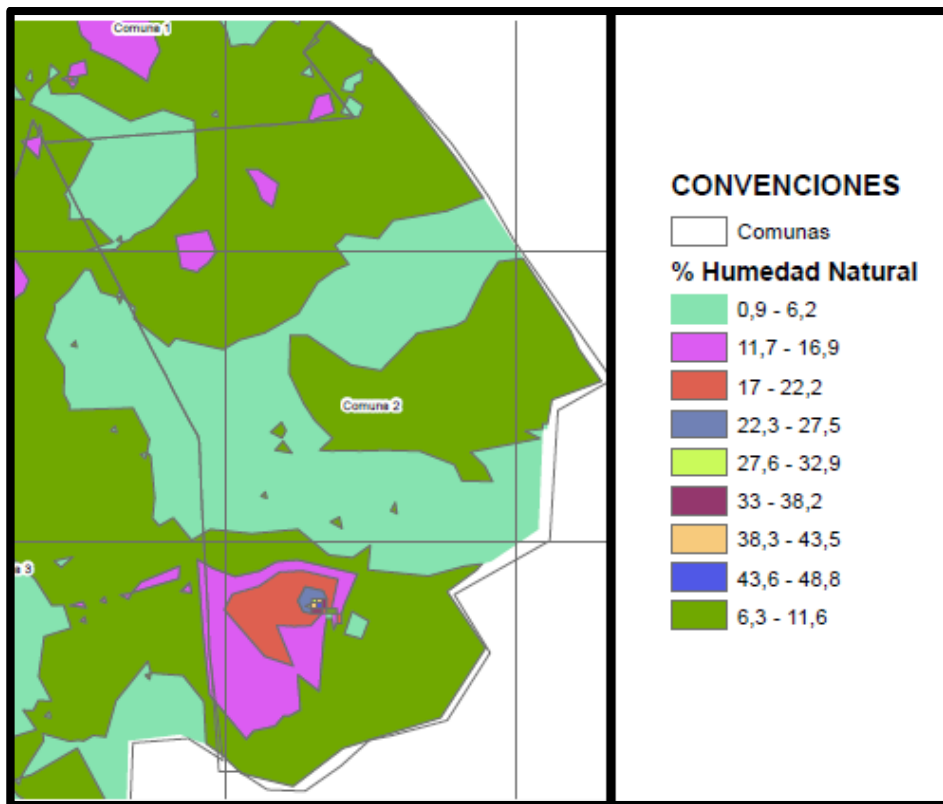
En las comunas 4 y 6 se encontró que el nivel freático se localiza a profundidades que van desde 5 a 5,2 y los 6 a 6,2 metros respectivamente.

En las cercanías del Río Guatapurí la profundidad del nivel freático es de 2 a 2,2 metros como mínimo y un máximo de 4 a 5,2 metros.

#### 7.4. Porcentaje de la humedad natural en el suelo de la ciudad de Valledupar. (Anexo 4).

A nivel general se encontró que la humedad natural del terreno, va de 6,3-11,8%.

En la comuna 2, se puede observar que el rango de 0,9 a 6,2% predomina. Siendo este el rango menor hallado.



**Figura 14 humedad natural: comuna 2**

Fuente: autores

En una pequeña proporción se encuentran valores entre 43,6-48,8% siendo el rango más elevado encontrado indicando que es un área con una alta compresibilidad del suelo.

### 7.5. Índice de plasticidad (Anexo 5)

Se observó en el mapa que, Valledupar en su mayoría presenta un índice de plasticidad entre 0,4 a 2,5. Lo que indica que se presentan mayor cantidad de suelos con trazas de arcilla o poca arcilla.

La comuna cuatro es la que presenta mayor variabilidad, mostrando rangos desde 0-2,5 a 10,2 – 12,6. Lo que indica que esta comuna tiene una mayor compresibilidad respecto a las otras.

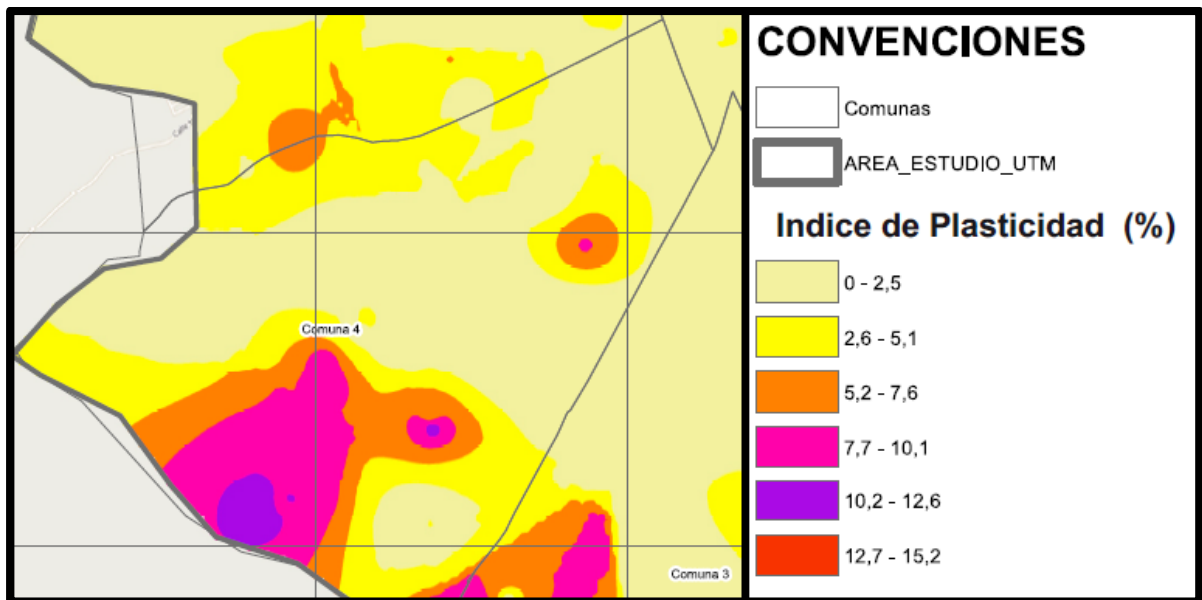


Figura 15. Índice de plasticidad: comuna 4

Fuente: Autores

## 7.6. Capacidad de carga (anexo 6)

En este mapa se pudo observar que la capacidad de carga es relativa a la profundidad ya que a mayor profundidad mayor será la resistencia del suelo.

Para el análisis de este ítem se tomó en consideración la profundidad y los rangos con mayor y menor presencia según el área abarcada por cada uno.

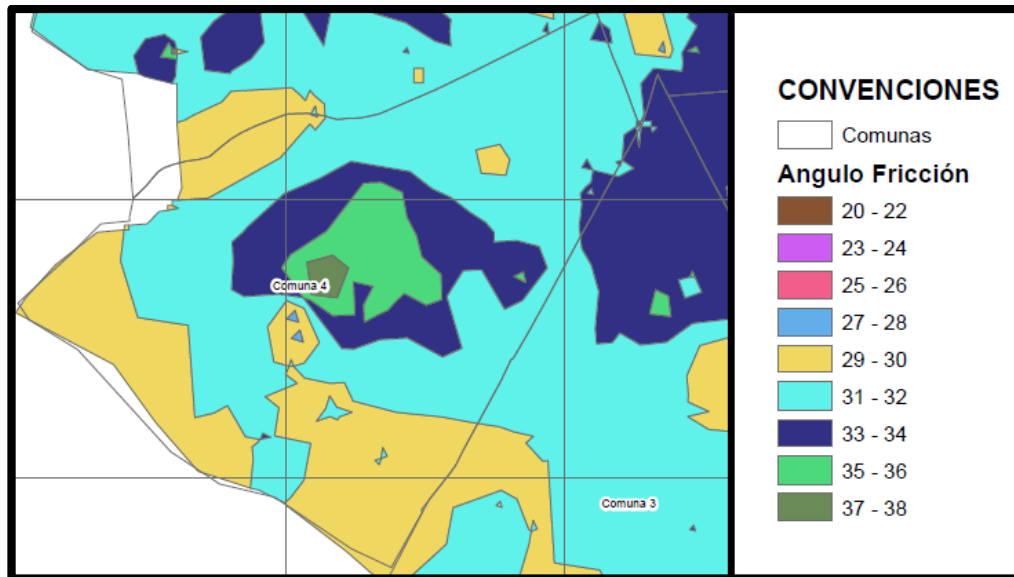
<b>Profundidad</b>	<b>Rangos con mayor presencia</b>	<b>Rangos con menor presencia</b>
50 cm	8,1 – 9,1	13,8 – 14,9
100 cm	10,2 – 12,1	22,1 - 23,9
150 cm	14,2 – 16,3, 16,4 – 18,5	25,3 – 27, 4
200 cm	20,3 – 22,9	33,7 -36,2
250 cm	22,3 – 26	45,1 - 48
300 cm	29,6 – 32,2	51,1 – 56,4
350 cm	27,1 – 32,2	74,9 – 95,4
400 cm	35,5 – 36,9	72 – 114,8

**Tabla 5 capacidad de carga**

Fuente: autores

### 7.7. Ángulo de fricción interna (Anexo 7)

En forma general se puede observar en un rango de 31 – 32°, sin embargo, En la parte central de la comuna 4 (La victoria, Populandia, Villa Miriam Francisco de Paula) presenta variaciones desde 32 a 38° y en la zona sur de la comuna 4 (Ciudadela 450 años, San Gerónimo y Girasoles) de 29-30°.



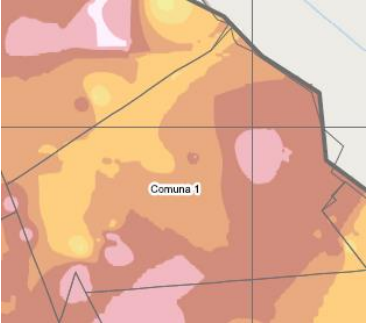
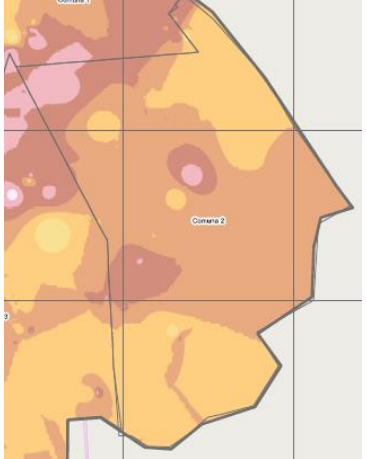
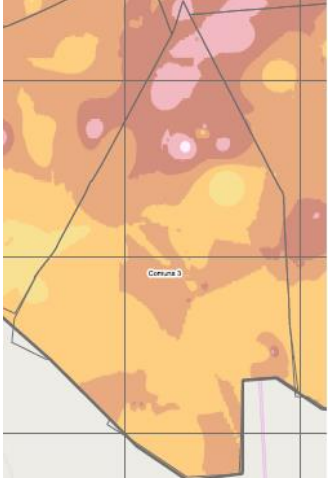
**Figura 16 Ángulo de fricción interna: comuna 4**

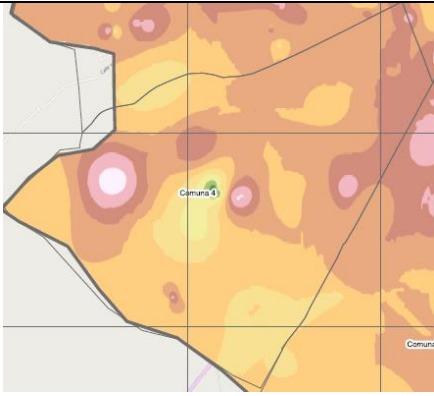
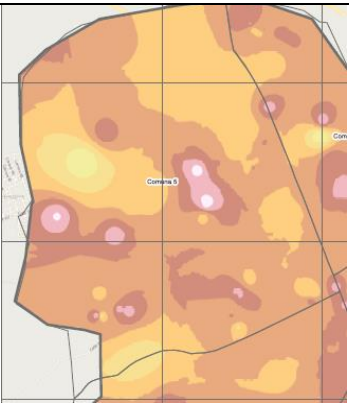
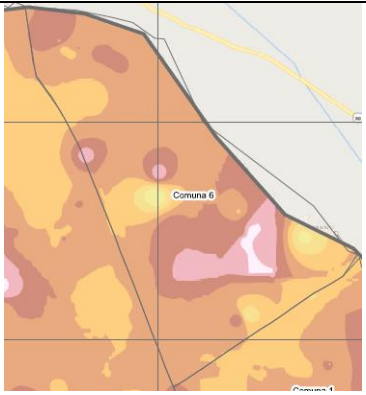
Fuente: Autores.

Con esta propiedad se puede interpretar de forma más sencilla los materiales granulares debido, a que está relacionado con el ángulo de reposo, también está relacionado con la cohesión por fricción y la forma de las partículas. Este valor es importante para la mecánica de los suelos para la determinación de las capacidades portantes.

**7.8. Ensayo de penetración estándar (SPT). (Anexo 8).**

Se muestran los siguientes resultados:

Comuna	Descripción
	<p>Comuna 1: se presenta variaciones significativas desde 3-6 hasta 30-32.</p>
	<p>Comuna 2: muestra un rango 20-22 en gran parte de su área, y una porción que presenta un rango de 17-19.</p>
	<p>Comuna 3: en esta comuna predomina los valores de 17-19 aunque en la zona norte de la comuna se presentan pequeñas zonas con valores de 30-32.</p>

	<p>Comuna 4: en la zona norte de la comuna se presentan valores de 20-22 mientras que en la zona sur se presentan valores de 17-19.</p>
	<p>Comuna 5: Se observa una gran variación de los rangos, aunque el rango de 20-22 tiene una gran preponderancia.</p>
	<p>Comuna 6: predomina el rango de 20-22 aunque también se observan con valores de 26-29 y de 30-32.</p>

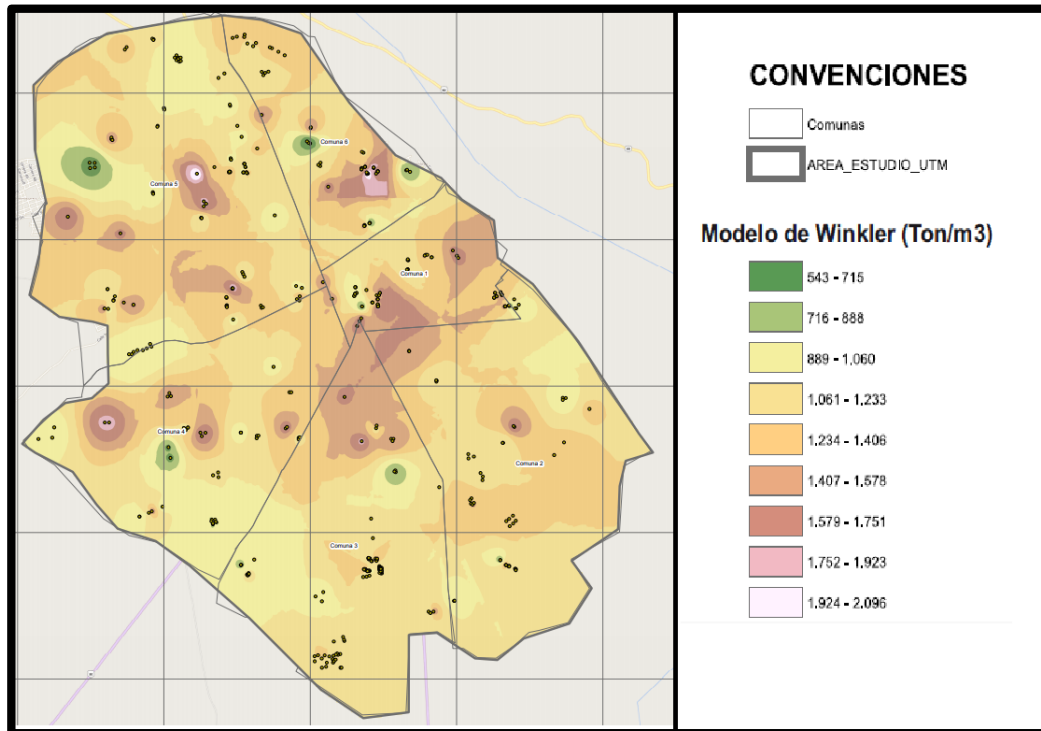
**Tabla 6** Ensayo de penetración estándar (SPT)

**Fuente:** Autores

Con el ensayo de penetración estándar se utiliza para hacer un reconocimiento geotécnico de los suelos, ya que permite caracterizar los suelos granulares (arenas y gravas arenosas), así como también en terrenos arcillosos conocer la humedad natural del terreno.

### 7.9. Modelo de Winkler (Anexo 9)

Se puede observar en el mapa que predominan los rangos de 1.061- 1.233 y 1.234 – 1.406 mientras que en menos medida se encuentra el rango de 1.924-2.096.



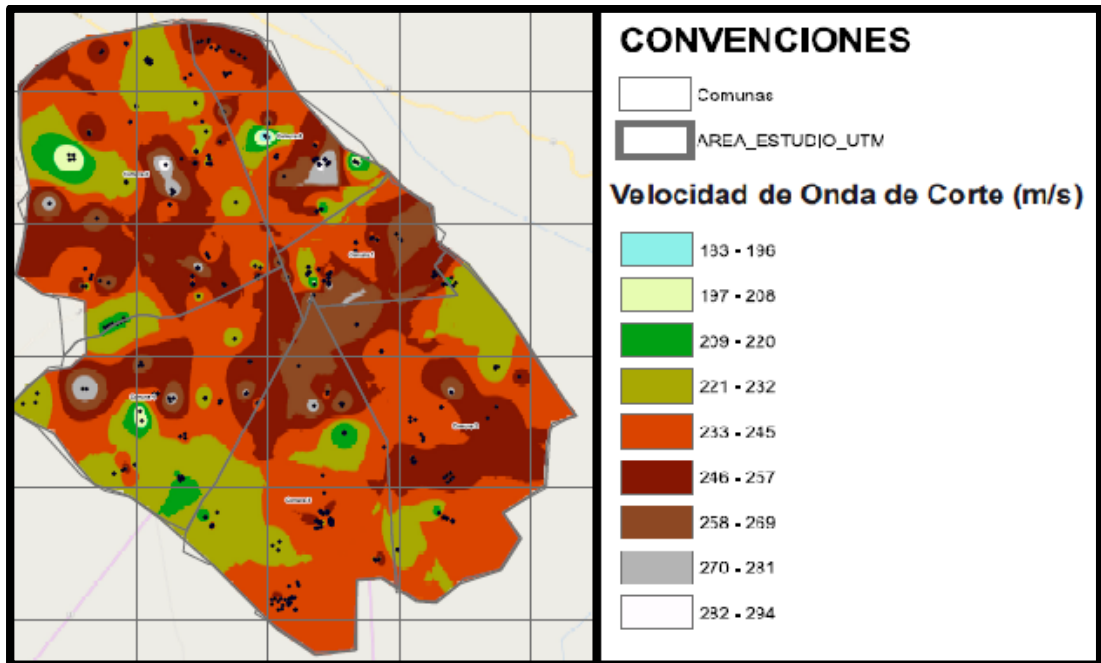
**Figura 17 modelo de Winkler**  
Fuente: Autores

La aplicación de la teoría de Winkler permite una fácil asimilación de la interacción suelo- estructura, lo que tiene aplicaciones no solo en cimentaciones de terreno, sino que tiene muchas aplicaciones en la geotecnia.

### 7.10. Velocidad de onda de corte (Anexo 10)

La velocidad de onda de corte está relacionada con la rigidez y la densidad del terreno por donde es propagada, por lo que es un parámetro geofísico empleado para conocer la respuesta sísmica de los terrenos estudiados.

En todas las comunas se evidencio que existe una velocidad de onda de corte común que es de 233- 245 m/s.



**Figura 18 Velocidad de onda de corte**

Fuente: Autores

## DISCUSIONES

De las clasificaciones de suelos que se tuvieron en cuenta están la SUCs y la AASHTO entre los cuales se muestran pocas similitudes debido a los grupos y subgrupos este último contiene, haciendo más certero para los propósitos de esta investigación el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCs), que es la usada por los laboratorios de la ciudad para la construcción.

Con la zonificación arrojada se pudo observar que en la ciudad priman los suelos arenosos y gravas, en cuanto a la capacidad de carga se tiene que a partir de los 0,5 m de profundidad hasta los 4 m (profundidades estudiadas) se nota el aumento paulatino debido al aumento de profundidad, se define que la ciudad puede soportar cimientos para edificación de más de 10 niveles siendo la capacidades de carga a los 4 m superior a los 50 ton/m<sup>2</sup>, en zonas con altos porcentajes de grava, estas áreas serán las de mayor incidencia a la hora de aumentar la cobertura de redes de acueducto y alcantarillado por lo que los presentes estudios ayudaran a observar con mayor claridad las condiciones de las áreas a tratar.

La mayor parte del área de estudio esta urbanizada y en las que no, están proyectadas para futuras construcciones.

Con la inclusión de los estudios en la realización del Sistema de Información Geográfico, se pudo comprobar que la ciudad es rica en aguas subterráneas al poder encontrar un nivel freático bajo a 1,2 m de profundidad, también cabe destacar el hecho de que se pudo encontrar el nivel freático en la mayoría de los de los estudios que se usaron para la base de datos usada en la zonificación.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el área estudiada de la ciudad de Valledupar se encontraron en mayor porcentaje suelos de tipo SC, GW, ML, GP-GM, SP-SM, SM y SC-SM, estos suelos por sus características son usados para la construcción, por contener porcentajes altos de la combinación de gravas, arenas y arcillas, tener capacidades de carga altas y comportamiento mecánico buenos a excelentes.

Considerando la profundidad del nivel freático en la ciudad, hay zona en la que se encontró a niveles menores de 2 m de profundidad, en estas zonas es mejor evitar edificaciones de niveles altos, al igual que construcciones de estructuras de acueductos y alcantarillados como pozos de inspección, tanques elevados y alcantarillados pluviales, esto se presenta con mayor incidencia en pequeñas zonas de la comuna 1 y 5 que son cercanas al río Guatapurí.

Esta zonificación geotécnica se hace como referente de estudios previos (preliminares) para obras de infraestructura como lo son las redes acueductos y alcantarillados, ya que los mapas cumplen a cabalidad con lo considerado como requisito previo de estudios de suelos en el RAS para obras de agua potable y saneamiento básico, en el que se requieren datos como la determinación de la clasificación de suelos, permeabilidad, nivel freático, entre otros estudios geotécnicos.

La investigación también tiene utilidad en otras áreas del conocimiento como son la ingeniería civil, la arquitectura y la ingeniería sanitaria; ya que nos permite conocer las condiciones ambientales del entorno en el que se desea trabajar antes de realizar una intervención.

Se deja como base la información del presente proyecto para la realización de proyecto similares o para la actualización de los mapas ya realizados. Se recomienda la creación de una aplicación como herramienta que permita a los estudiantes la inclusión de nueva información a la base de datos, tomadas en campo con la que se pueda ampliar y unificar la información sobre los suelos de la ciudad y que sea de fácil acceso para los futuros investigadores y/o comunidad universitaria.

## BIBLIOGRAFÍA

Anuario estadístico del municipio de Valledupar (2008). República De Colombia Alcaldía Municipal De Valledupar, Oficina Asesora De Planeación Municipal.

Bañon, L., & Beviá, J. F. (2000). Manual de carreteras. Alicante: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, SA.

Bosque Sendra, J. (1992). Sistemas de información geográfica (No. 005.75/B74s).

Bowles, Joseph E. Foundation analysis and design. (1988) 4ª Edición; Estados Unidos: Editorial McGraw Hill.

Crespo Villalaz, C. C. (2005). Mecánica de suelos y cimentaciones. 5ª Edición. Editorial Limusa.

Das, B. M., & González, S. R. C. (2015). Fundamentos de ingeniería geotécnica. Cengage Learning.

DE DESASTRES, P. A. (2010). Investigación sobre el PELIGRO DE TSUNAMI en el Área Metropolitana de Lima y Callao.

ESRI. Introducción al SIG. Disponible en:  
<http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000t000000.htm>

Forero Dueñas, C. A. (1994) Conceptos y Metodología Básica de Zonificación Geotécnica. V Congreso Colombiano de Geotecnia. Medellín.

Glosario de Geología de la Real Academia de Ciencias Exactas, Física y Naturales, (2016) 1ra edición. Disponible en:  
[http://www.ugr.es/~agcasco/personal/rac\\_geologia/rac.htm#V](http://www.ugr.es/~agcasco/personal/rac_geologia/rac.htm#V)

Instituto Nacional De Vías, Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado: Especificaciones y Normas I.N.V. E – 123 – 07. Disponible en:  
[ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_I NV-07/Normas/Norma%20INV%20E-123-07.pdf](ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_I NV-07/Normas/Norma%20INV%20E-123-07.pdf)

Instituto Nacional De Vías, Determinación del Límite Líquido de los Suelos I.N.V. E – 125 – 07. Disponible en: [ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_I NV-07/Normas/Norma%20INV%20E-125-07.pdf](ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_I NV-07/Normas/Norma%20INV%20E-125-07.pdf)

Instituto Nacional De Vías, Determinación En Laboratorio del Contenido de Agua (Humedad) del Suelo, Roca y Mezclas de Suelo -Agregado I.N.V. E – 122 – 07. Disponible en: [http://labsueloscivil.upbbga.edu.co/sites/default/files/Norma%20INV%20E-122-07\\_0.pdf](http://labsueloscivil.upbbga.edu.co/sites/default/files/Norma%20INV%20E-122-07_0.pdf)

Instituto Nacional De Vías, Instituto Nacional de Vías, Determinación de la Gravedad Específica de los Suelos y del Llenante Mineral I.N.V. E – 128 – 07. Disponible en: [ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_I NV-07/Normas/Norma%20INV%20E-128-07.pdf](ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_I NV-07/Normas/Norma%20INV%20E-128-07.pdf)

Instituto Nacional De Vías, Determinación de la Resistencia al Corte Método de Corte Directo (CD) (Consolidado Drenado) I.N.V. E – 154 – 07. Disponible en: [ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_I NV-07/Normas/Norma%20INV%20E-154-07.pdf](ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_I NV-07/Normas/Norma%20INV%20E-154-07.pdf)

Instituto Nacional De Vías, Límite Plástico E Índice De Plasticidad De Suelos I.N.V. E – 126 – 07. Disponible en: [ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_I NV-07/Normas/Norma%20INV%20E-126-07.pdf](ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_I NV-07/Normas/Norma%20INV%20E-126-07.pdf)

Juárez Badillo, E., Rico Rodríguez, A. (2003) Mecánica de suelos, tomo II. (2ª Edición; México: Editorial LIMUSA.

Leas Cotés, C.A., Montoya López, A.J. (2017). Caracterización geotécnica del subsuelo en la zona norte de la cabecera municipal de Valledupar. Universidad popular del Cesar. Valledupar.

López Flórez, L.V., Robayo González, F.A. (2007). Zonificación geotécnica preliminar del casco urbano del municipio de Barrancabermeja, Santander. Universidad de la Salle Bogotá Distrito capital.

Naranjo Aguay, H., & Dranichnikov, T. (2013). Cálculo de capacidad portante basado en geofísica y método convencional. Perú.

Nodos, N. (1995). Sistemas de Información Geográfica.

Pilán, M., Fernandez, H. R., Pilán, M. T., Unt, F. F. L., Fcn-Unt, F. C. E., & Unse, T. Glosario De Ingeniería Hidráulica Y Limnología: Nuevos Avances.

Stokoe K.H. II, Rix G.J., Nazarias S. (1989). "In-Situ seismic testing with surface waves", Proc. 12th Int. Conf. Soil Mech. Fond. Engr., Río de Janeiro, Brasil, 1: 331-334.



# ANEXOS



## ANEXO 1 SUCs



## ANEXO 2 AASTHO



## ANEXO 3 Nivel Freatico



## ANEXO 4 Humedad natural



## ANEXO 5 Índice de plasticidad



## ANEXO 6 Capacidad de carga



# ANEXO 7 Angulo de Fricción interna



## ANEXO 8 SPT

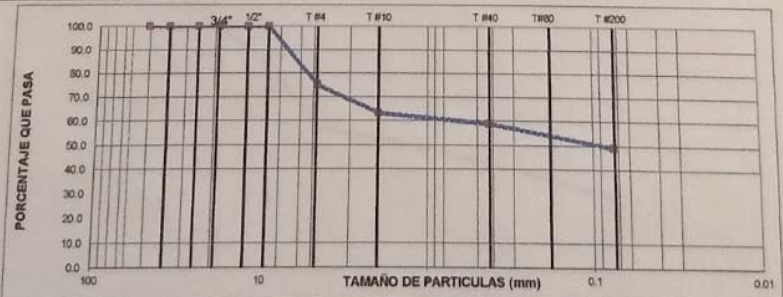
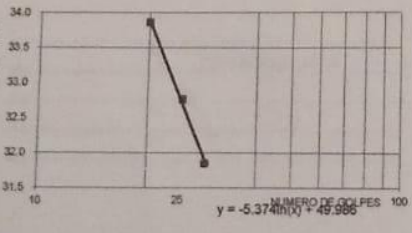


## ANEXO 9 Modelo de Winkler



# ANEXO 10 Velocidad de onda de corte

ANEXO 11 Algunos Resultados de Ensayos de laboratorio.

<b>LEIXER ALFONSO RIVERO LONDONO</b> ESTRUCTURAS GEOTECNIA CONCRETOS CALLE 15 6-54 - TEL 5742635 - LABORATORIO CALLE 15 N° 19B 34 TEL. 5958081 VALLEDUPAR		ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO Y LIMITES DE ATTERBERG NORMA DE ENSAYO INV E-123, E-125 Y E-126																																																																																													
SOLICITANTE: MANUEL NAVARRO		Localización: CARRERA 7 # 25C-25, URBANIZACIÓN VERSALLES, MUNICIPIO DE VALLEDUPAR																																																																																													
OBRA: CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO DE APARTAMENTOS		Profundidad: 0,20 - 1,00 mt      Sondeo 1 Muestra 1																																																																																													
DESCRIPCION: ARENA ARCILLOSA, COLOR PARDO		FECHA: MAYO 2018																																																																																													
<b>NORMAS DE ENSAYO</b>																																																																																															
Análisis Granulométrico: I.N.V. E-123		Límite Líquido: I.N.V. E-125																																																																																													
Límite Plástico e Índice de Plasticidad: I.N.V. E-126																																																																																															
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>		<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>PESO</th> <th>PORCENT</th> <th>PORCENT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3"</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>2"</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>3/4 "</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>No. 4</td> <td>201.0</td> <td>24.9</td> <td>75.1</td> </tr> <tr> <td>No. 10</td> <td>96.0</td> <td>11.9</td> <td>63.1</td> </tr> <tr> <td>No. 40</td> <td>35.3</td> <td>4.4</td> <td>58.8</td> </tr> <tr> <td>No. 200</td> <td>78.0</td> <td>9.7</td> <td>49.1</td> </tr> <tr> <td>FONDO</td> <td>395.6</td> <td>49.1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SUMATORIA</td> <td>805.9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ERROR</td> <td>0.0</td> <td>Bien</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		TAMIZ	PESO	PORCENT	PORCENT	3"	0.0	0.0	100.0	2"	0.0	0.0	100.0	1 1/2"	0.0	0.0	100.0	1"	0.0	0.0	100.0	3/4 "	0.0	0.0	100.0	1/2"	0.0	0.0	100.0	3/8"	0.0	0.0	100.0	No. 4	201.0	24.9	75.1	No. 10	96.0	11.9	63.1	No. 40	35.3	4.4	58.8	No. 200	78.0	9.7	49.1	FONDO	395.6	49.1		SUMATORIA	805.9			ERROR	0.0	Bien		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No. DE GOLPES</th> <th>29</th> <th>25</th> <th>20</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RECIPIENTE No.</td> <td>42</td> <td>41</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)</td> <td>53.4</td> <td>55.6</td> <td>54.0</td> </tr> <tr> <td>PESO RECIP. + MAT. SECO (g)</td> <td>43.4</td> <td>46.1</td> <td>43.3</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL AGUA (g)</td> <td>10.0</td> <td>9.5</td> <td>10.8</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL RECIPIENTE (g)</td> <td>12.0</td> <td>17.1</td> <td>11.5</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL MATERIAL SECO (g)</td> <td>31.4</td> <td>29.0</td> <td>31.8</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>31.8</td> <td>32.8</td> <td>33.9</td> </tr> </tbody> </table>		No. DE GOLPES	29	25	20	RECIPIENTE No.	42	41	29	PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	53.4	55.6	54.0	PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	43.4	46.1	43.3	PESO DEL AGUA (g)	10.0	9.5	10.8	PESO DEL RECIPIENTE (g)	12.0	17.1	11.5	PESO DEL MATERIAL SECO (g)	31.4	29.0	31.8	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	31.8	32.8	33.9
TAMIZ	PESO	PORCENT	PORCENT																																																																																												
3"	0.0	0.0	100.0																																																																																												
2"	0.0	0.0	100.0																																																																																												
1 1/2"	0.0	0.0	100.0																																																																																												
1"	0.0	0.0	100.0																																																																																												
3/4 "	0.0	0.0	100.0																																																																																												
1/2"	0.0	0.0	100.0																																																																																												
3/8"	0.0	0.0	100.0																																																																																												
No. 4	201.0	24.9	75.1																																																																																												
No. 10	96.0	11.9	63.1																																																																																												
No. 40	35.3	4.4	58.8																																																																																												
No. 200	78.0	9.7	49.1																																																																																												
FONDO	395.6	49.1																																																																																													
SUMATORIA	805.9																																																																																														
ERROR	0.0	Bien																																																																																													
No. DE GOLPES	29	25	20																																																																																												
RECIPIENTE No.	42	41	29																																																																																												
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	53.4	55.6	54.0																																																																																												
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	43.4	46.1	43.3																																																																																												
PESO DEL AGUA (g)	10.0	9.5	10.8																																																																																												
PESO DEL RECIPIENTE (g)	12.0	17.1	11.5																																																																																												
PESO DEL MATERIAL SECO (g)	31.4	29.0	31.8																																																																																												
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	31.8	32.8	33.9																																																																																												
		<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>																																																																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>RECIPIENTE No.</th> <th>30</th> <th>31</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)</td> <td>23.0</td> <td>23.8</td> </tr> <tr> <td>PESO RECIP. + MAT. SECO (g)</td> <td>21.8</td> <td>22.5</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL AGUA (g)</td> <td>1.2</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL RECIPIENTE (g)</td> <td>16.1</td> <td>16.7</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL MATERIAL SECO (g)</td> <td>5.7</td> <td>5.8</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>21.1</td> <td>22.4</td> </tr> </tbody> </table>		RECIPIENTE No.	30	31	PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	23.0	23.8	PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	21.8	22.5	PESO DEL AGUA (g)	1.2	1.3	PESO DEL RECIPIENTE (g)	16.1	16.7	PESO DEL MATERIAL SECO (g)	5.7	5.8	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.1	22.4																																																																							
RECIPIENTE No.	30	31																																																																																													
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	23.0	23.8																																																																																													
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	21.8	22.5																																																																																													
PESO DEL AGUA (g)	1.2	1.3																																																																																													
PESO DEL RECIPIENTE (g)	16.1	16.7																																																																																													
PESO DEL MATERIAL SECO (g)	5.7	5.8																																																																																													
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.1	22.4																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>GRAVA (%)</th> <th>ARENA (%)</th> <th>PASA/200</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.0</td> <td>50.9</td> <td>49.1</td> </tr> </tbody> </table>		GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200	0.0	50.9	49.1																																																																																								
GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200																																																																																													
0.0	50.9	49.1																																																																																													
																																																																																															
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>LÍMITE LÍQUIDO</td> <td>24.0</td> </tr> <tr> <td>LÍMITE PLÁSTICO</td> <td>18.0</td> </tr> <tr> <td>IND. PLÁSTICIDAD</td> <td>6.0</td> </tr> <tr> <td>I. DE GRUPO</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>A.A.S.H.O.</td> <td>A-2-6</td> </tr> <tr> <td>U.S.C.</td> <td>SC</td> </tr> </tbody> </table>		LÍMITE LÍQUIDO	24.0	LÍMITE PLÁSTICO	18.0	IND. PLÁSTICIDAD	6.0	I. DE GRUPO	0.0	A.A.S.H.O.	A-2-6	U.S.C.	SC																																																																																
LÍMITE LÍQUIDO	24.0																																																																																														
LÍMITE PLÁSTICO	18.0																																																																																														
IND. PLÁSTICIDAD	6.0																																																																																														
I. DE GRUPO	0.0																																																																																														
A.A.S.H.O.	A-2-6																																																																																														
U.S.C.	SC																																																																																														
LABORATORISTA _____		INGENIERO JEFE _____																																																																																													

<b>FEIXER ALFONSO RIVERO LONDONO</b> <b>ESTRUCTURAS VÍAS GEOTECNIA CONCRETOS</b> OFICINAS Y LABORATORIO CALLE 15 N° 19C-80 TELEFAX 5809248 VALLEDUPAR		<del>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO Y LÍMITES DE ATTERBERG</del> <del>NORMA DE ENSAYO INV-E-123, E-125 Y E-136</del>																																																																																													
SOLICITANTE: CARLOS MURGAS GUERRERO Y MARIA VICTORIA DAVILA		Localización: CALLE 15 N° 19C-80, BARRIO LAS FLORES																																																																																													
OBRA: CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR LAS FLORES		Profundidad: 0,00 - 1,00 mt Sondo 1 Muestra 1																																																																																													
DESCRIPCION: ARENA GRAVOSA, COLOR PARDO		FECHA: JULIO DE 2015																																																																																													
<b>NORMAS DE ENSAYO</b>																																																																																															
Análisis Granulométrico: I.N.V. E-123		Límite Líquido: I.N.V. E-125																																																																																													
Límite Plástico e Índice de Plasticidad: I.N.V. E-126																																																																																															
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>		<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>																																																																																													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>PESO</th> <th>PORCENT</th> <th>PORCENT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3"</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>2"</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>3/4 "</td> <td>176.2</td> <td>9.6</td> <td>90.4</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>91.8</td> <td>5.0</td> <td>85.4</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>179.9</td> <td>9.8</td> <td>75.6</td> </tr> <tr> <td>No. 4</td> <td>264.3</td> <td>14.4</td> <td>61.2</td> </tr> <tr> <td>No. 10</td> <td>203.7</td> <td>11.1</td> <td>50.1</td> </tr> <tr> <td>No. 40</td> <td>189.0</td> <td>10.3</td> <td>39.8</td> </tr> <tr> <td>No. 200</td> <td>185.4</td> <td>10.1</td> <td>29.7</td> </tr> <tr> <td>FONDO</td> <td>545.1</td> <td>29.7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SUMATORIA</td> <td>1835.4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ERROR</td> <td>0.0</td> <td>Bien</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		TAMIZ	PESO	PORCENT	PORCENT	3"	0.0	0.0	100.0	2"	0.0	0.0	100.0	1 1/2"	0.0	0.0	100.0	1"	0.0	0.0	100.0	3/4 "	176.2	9.6	90.4	1/2"	91.8	5.0	85.4	3/8"	179.9	9.8	75.6	No. 4	264.3	14.4	61.2	No. 10	203.7	11.1	50.1	No. 40	189.0	10.3	39.8	No. 200	185.4	10.1	29.7	FONDO	545.1	29.7		SUMATORIA	1835.4			ERROR	0.0	Bien		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No. DE GOLPES</th> <th>31</th> <th>25</th> <th>21</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RECIPIENTE No.</td> <td>53</td> <td>52</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td>PESO RECIP.+ MAT. HUMEDO (g)</td> <td>48.8</td> <td>49.1</td> <td>49.0</td> </tr> <tr> <td>PESO RECIP.+ MAT. SECO (g)</td> <td>41.5</td> <td>41.5</td> <td>41.1</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL AGUA (g)</td> <td>7.3</td> <td>7.6</td> <td>7.9</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL RECIPIENTE (g)</td> <td>11.4</td> <td>11.9</td> <td>11.6</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL MATERIAL SECO (g)</td> <td>30.1</td> <td>29.6</td> <td>29.5</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>24.3</td> <td>25.7</td> <td>26.8</td> </tr> </tbody> </table>		No. DE GOLPES	31	25	21	RECIPIENTE No.	53	52	51	PESO RECIP.+ MAT. HUMEDO (g)	48.8	49.1	49.0	PESO RECIP.+ MAT. SECO (g)	41.5	41.5	41.1	PESO DEL AGUA (g)	7.3	7.6	7.9	PESO DEL RECIPIENTE (g)	11.4	11.9	11.6	PESO DEL MATERIAL SECO (g)	30.1	29.6	29.5	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	24.3	25.7	26.8
TAMIZ	PESO	PORCENT	PORCENT																																																																																												
3"	0.0	0.0	100.0																																																																																												
2"	0.0	0.0	100.0																																																																																												
1 1/2"	0.0	0.0	100.0																																																																																												
1"	0.0	0.0	100.0																																																																																												
3/4 "	176.2	9.6	90.4																																																																																												
1/2"	91.8	5.0	85.4																																																																																												
3/8"	179.9	9.8	75.6																																																																																												
No. 4	264.3	14.4	61.2																																																																																												
No. 10	203.7	11.1	50.1																																																																																												
No. 40	189.0	10.3	39.8																																																																																												
No. 200	185.4	10.1	29.7																																																																																												
FONDO	545.1	29.7																																																																																													
SUMATORIA	1835.4																																																																																														
ERROR	0.0	Bien																																																																																													
No. DE GOLPES	31	25	21																																																																																												
RECIPIENTE No.	53	52	51																																																																																												
PESO RECIP.+ MAT. HUMEDO (g)	48.8	49.1	49.0																																																																																												
PESO RECIP.+ MAT. SECO (g)	41.5	41.5	41.1																																																																																												
PESO DEL AGUA (g)	7.3	7.6	7.9																																																																																												
PESO DEL RECIPIENTE (g)	11.4	11.9	11.6																																																																																												
PESO DEL MATERIAL SECO (g)	30.1	29.6	29.5																																																																																												
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	24.3	25.7	26.8																																																																																												
		<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>																																																																																													
		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>RECIPIENTE No.</th> <th>74</th> <th>77</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO RECIP.+ MAT. HUMEDO (g)</td> <td>22.3</td> <td>20.5</td> </tr> <tr> <td>PESO RECIP.+ MAT. SECO (g)</td> <td>20.7</td> <td>19.2</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL AGUA (g)</td> <td>1.6</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL RECIPIENTE (g)</td> <td>12.0</td> <td>11.8</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL MATERIAL SECO (g)</td> <td>8.7</td> <td>7.4</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>18.4</td> <td>17.6</td> </tr> </tbody> </table>		RECIPIENTE No.	74	77	PESO RECIP.+ MAT. HUMEDO (g)	22.3	20.5	PESO RECIP.+ MAT. SECO (g)	20.7	19.2	PESO DEL AGUA (g)	1.6	1.3	PESO DEL RECIPIENTE (g)	12.0	11.8	PESO DEL MATERIAL SECO (g)	8.7	7.4	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.4	17.6																																																																							
RECIPIENTE No.	74	77																																																																																													
PESO RECIP.+ MAT. HUMEDO (g)	22.3	20.5																																																																																													
PESO RECIP.+ MAT. SECO (g)	20.7	19.2																																																																																													
PESO DEL AGUA (g)	1.6	1.3																																																																																													
PESO DEL RECIPIENTE (g)	12.0	11.8																																																																																													
PESO DEL MATERIAL SECO (g)	8.7	7.4																																																																																													
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.4	17.6																																																																																													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>GRAVA (%)</th> <th>ARENA (%)</th> <th>PASA/200</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>24.4</td> <td>45.9</td> <td>29.7</td> </tr> </tbody> </table>		GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200	24.4	45.9	29.7																																																																																								
GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200																																																																																													
24.4	45.9	29.7																																																																																													
		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>LÍMITE LÍQUIDO</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>LÍMITE PLÁSTICO</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>IND. PLÁSTICIDAD</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>I. DE GRUPO</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>A.A.S.H.O.</td> <td>A-2-4</td> </tr> <tr> <td>U.S.C.</td> <td>SW</td> </tr> </tbody> </table>		LÍMITE LÍQUIDO	0.0	LÍMITE PLÁSTICO	0.0	IND. PLÁSTICIDAD	NP	I. DE GRUPO	0.0	A.A.S.H.O.	A-2-4	U.S.C.	SW																																																																																
LÍMITE LÍQUIDO	0.0																																																																																														
LÍMITE PLÁSTICO	0.0																																																																																														
IND. PLÁSTICIDAD	NP																																																																																														
I. DE GRUPO	0.0																																																																																														
A.A.S.H.O.	A-2-4																																																																																														
U.S.C.	SW																																																																																														
LABORATORISTA _____		INGENIERO JEFE _____																																																																																													



**ERNESTO ALTAHONA SUÁREZ**

Laboratorio de Suelos, Asfaltos y concretos  
Calle 3 N° 8-07, Interior 2, Los Campanos,  
Tel: (057) 5839275 - 313 5662495

INFORME DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO Y LÍMITES DE ATTERBERG  
NORMAS DE ENSAYO  
INV E-122, INV E-123, INV E-125 Y INV E-126  
EQUIVALENTES : ASTM D2216, ASTM D422, ASSHTO T88, ASSHTO T89, ASSHTO T90

VERSIÓN 02

VIGENCIA:  
14 ENERO 2012

PAG 1 DE 1

CONSECUTIVO No 10-01-1-13-10-16

NOMBRE DEL CLIENTE: TECNOELECTRO Y MANTENIMIENTO S.A.S

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: ARENA CON PORCENTAJE APRECIABLE DE FINOS ARCILLOSOS Y LIMOSOS

DIRECCIÓN DEL CLIENTE:

LOCALIZACIÓN:

OBRA Y LOCALIZACIÓN: COLEGIO CALLEJA REAL

COLOR: ROJISO

RESPONSABLE TOMA DE LA MUESTRA:

Apique No 2 Profundidad ( m)

FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:

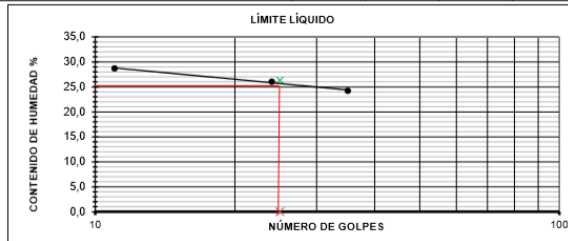
Muestra No 1 0,35

FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				LÍMITE LÍQUIDO								
	P <sub>1</sub> =	3244,6 g	P <sub>2</sub> =	2023,5	RECIPIENTE No.	23	50	59				
TAMIZ	PESO RET. (g)	PORCENT RET. (%)	PORCENT PASA (%)		No. DE GOLPES	11	24	35				
2 1/2"		0,0	100,0	PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	42,10	43,20	44,00					
2"		0,0	100,0	PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	36,50	37,60	38,40					
1 1/2"		0,0	100,0	PESO DEL RECIPIENTE (g)	17,00	16,10	15,30					
1"		0,0	100,0	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	28,7	26,0	24,2	-				
3/4"		0,0	100,0	LÍMITE PLÁSTICO				HUM.NAT GRANULOMETRÍA				
1/2"		0,0	100,0						RECIPIENTE No.	2	79	8
3/8"	7,7	0,2	99,8	PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	10,00	10,10	10,00	169,0				
No. 4	107,3	3,3	96,5	PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	9,70	9,70	9,70	153,7				
No. 10	373,3	11,5	85,0	PESO DEL RECIPIENTE (g)	8,20	8,00	8,10	39,1				
No. 40	1360,8	41,9	43,0	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20,0	23,5	18,8	13,4				
No. 200	174,4	5,4	37,6	LÍMITE LÍQUIDO								
FONDO :	1221,1	37,6							CONTENIDO DE HUMEDAD %			
SUMATORIA :	3244,6								NÚMERO DE GOLPES			
ERROR :	0,0	Bien										

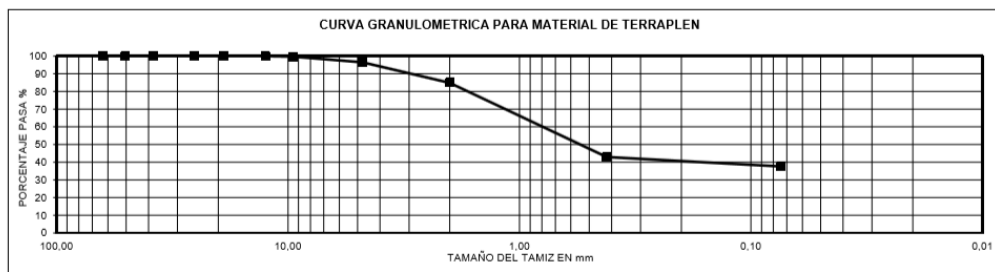
GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200 (%)	HUM NAT (%)
3,5	58,8	37,6	13,4

LÍMITE LÍQUIDO (%)	26,3	I. DE GRUPO	0
LÍMITE PLÁSTICO (%)	20,8	A.A.S.H.T.O.	A-4
IND. PLÁSTICIDAD (%)	5,6	U.S.C.S.	SM-SC



OBSERVACIONES:

Suelos	Aplicación	Tamaño máximo	Pasa No 200	Límite Líquido	Índice Plástico
Seleccionados	Corona, Núcleo o Cimiento	3"	< 25%	< 30	< 10
Adecuados	Corona, Núcleo o Cimiento	4"	< 35%	< 40	< 15
Tolerables	Núcleo o Cimiento	6"	< 35%	< 40	-



- Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico o laboratorista y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen validez.
- Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.
- Este informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.
- El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.

*Ernesto Althona Suárez*

ERNESTO ALTAHONA SUAREZ



**ERNESTO ALTAHONA SUÁREZ**

Laboratorio de Suelos, Asfaltos y concretos  
Calle 3 N° 8-07, Interior 2, Los Campanos,  
Tel: (057) 5839275 - 313 5662495

INFORME DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO Y LÍMITES DE ATTERBERG  
NORMAS DE ENSAYO  
INV E-122, INV E-123, INV E-125 Y INV E-126  
EQUIVALENTES : ASTM D2216, ASTM D422, ASSHTO T88, ASSHTO T89, ASSHTO T90

VERSIÓN 02

VIGENCIA:  
14 ENERO 2012

PAG 1 DE 1

CONSECUTIVO No 10-01-1-13-10-16

<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:</b>	ARENA CON PORCENTAJE APRECIABLE DE FINOS LIMOSO
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b>	<b>LOCALIZACIÓN:</b>	VLLEDUPAR
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b>	<b>COLOR:</b>	ROJISO
<b>RESPONSABLE TOMA DE LA MUESTRA:</b>	<b>Apique No</b>	1 Profundidad ( m)
<b>FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:</b>	<b>Muestra No</b>	1 0,35
<b>FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO:</b>		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				LÍMITE LÍQUIDO				
	P <sub>1</sub> =	2654,0 g	P <sub>2</sub> =	1983,9	RECIPIENTE No.	31	59	3
TAMIZ	PESO RET. (g)	PORCENT RET. (%)	PORCENT PASA (%)	No. DE GOLPES	11	26	34	
2 1/2"		0,0	100,0	PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	43,40	45,80	41,20	
2"		0,0	100,0	PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	36,60	38,40	35,40	
1 1/2"		0,0	100,0	PESO DEL RECIPIENTE (g)	16,40	14,00	15,00	
1"		0,0	100,0	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	33,7	30,3	28,4	-
3/4"		0,0	100,0					
1/2"		0,0	100,0					
3/8"	5,0	0,2	99,8					
No. 4	106,3	4,0	95,8					
No. 10	369,6	13,9	81,9					
No. 40	1316,9	49,6	32,3					
No. 200	186,1	7,0	25,2					
FONDO :	670,1	25,2						
SUMATORIA :	2654,0							
ERROR :	0,0	Bien						

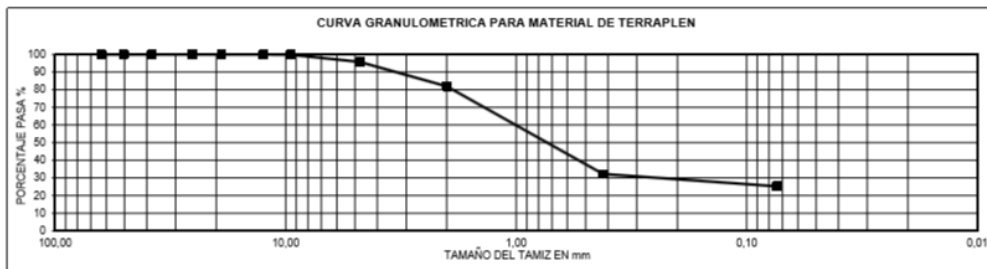
GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200 (%)	HUM NAT (%)
4,2	70,6	25,2	14,0
LÍMITE LÍQUIDO (%)	30,8	I. DE GRUPO	0
LÍMITE PLÁSTICO (%)	27,4	A.A.S.H.T.O.	A-2-4
IND. PLÁSTICIDAD (%)	3,4	U.S.C.S.	SM

LÍMITE PLÁSTICO				HUM NAT GRANULOMÉTRICO
RECIPIENTE No.	2	79	8	A
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	11,00	10,90	10,70	168,9
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	10,50	10,30	10,10	153,0
PESO DEL RECIPIENTE (g)	8,70	8,10	7,90	39,1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	27,8	27,3	27,3	14,0



OBSERVACIONES:

Suelos	Aplicación	Tamaño máximo	Pasa No 200	Límite Líquido	Índice Plástico
Seleccionados	Corona, Núcleo o Cimiento	3"	< 25%	< 30	< 10
Adecuados	Corona, Núcleo o Cimiento	4"	< 35%	< 40	< 15
Tolerables	Núcleo o Cimiento	6"	< 35%	< 40	-



- Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico o laboratorista y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.
- Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.
- Este Informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.
- El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.

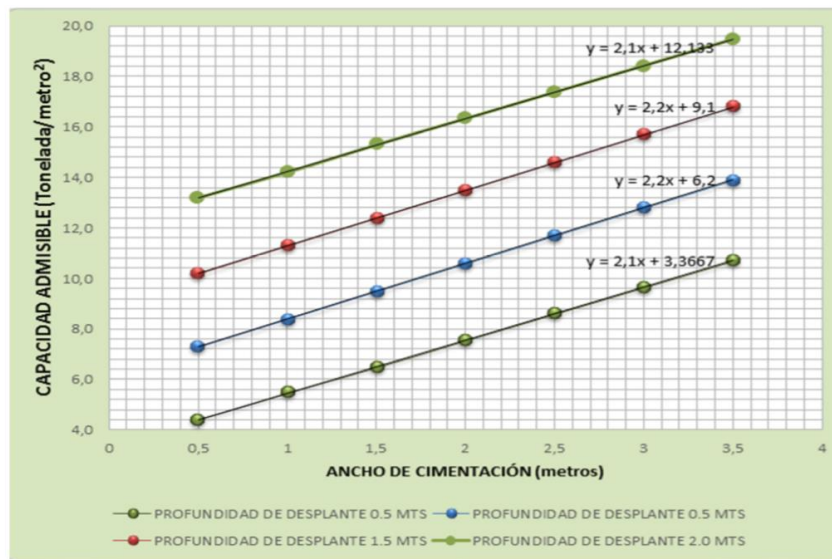
*Ernesto Altahona Suárez*

**ERNESTO ALTAHONA SUAREZ**  
GERENTE

## ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CONJUNTO RESIDENCIAL “DON MIGUEL” UBICADO EN LA CIUDAD DE VALLEDUPAR, DEPARTAMENTO DEL CESAR.

SONDEO/ APIQUE	N°MUESTRA	CLASIFICACION DEL SUELO	PROF	PROPIEDADES			W%	GRANULOMETRIA % QUE PASA	
				L.L	L.P	I.P		N° 4	N° 200
SONDEO 1	1	GM	0-1m	39,2	22,3	5,8	2,6	61,8	35,5
	2	GM	1m- 2m	39,6	25,7	13,9	4,5	67	39,6
	3	GM	2m- 3m	NP	NP	NP	1	41,6	21,4
	4	GP	3m- 4m	NP	NP	NP	7,9	30,8	2,4
SONDEO 2	1	GM	0-1m	38,7	26,3	12,4	2,6	67,6	39,4
	2	GM	1m- 2m	39,6	25,7	14	6,2	60,3	35,3
	3	GM	2m- 3m	NP	NP	NP	4,5	39,6	18,7
	4	GP	3m- 4m	NP	NP	NP	7,9	27,7	3,5
SONDEO 3	1	GM	0-1m	38,4	35,6	2,8	2,1	53,7	27,2
	2	GM	1m- 2m	36,8	27,7	9,1	4,1	59	32,8
	3	GP	2m- 3m	NP	NP	NP	7,9	26	2,7
	4	GP	3m- 4m	NP	NP	NP	7,9	30,2	4,2
SONDEO 4	1	GM	0-1m	38,7	29	9,7	4,7	63	38,8
	2	GM	1m- 2m	39,6	25,7	14	6,2	60,3	35,3
	3	GP	2m- 3m	NP	NP	NP	7,9	13,5	3,1
	4	GP	3m- 4m	NP	NP	NP	21,8	6	4,3

		ANCHO DE CIMENTACIÓN(m)						
		0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5
PROFUNDIDAD(m)	0.5	4.4	5.5	6.5	7.6	8.6	9.7	10.7
	1	7.3	8.4	9.5	10.6	11.7	12.8	13.9
	1.5	10.2	11.3	12.4	13.5	14.6	15.7	16.8
	2	13.2	14.2	15.3	16.3	17.4	18.4	19.5
		CAPACIDAD AD ADMISIBLE(Ton/m <sup>2</sup> )						



Ecuaciones que explican el comportamiento lineal representativo para cada profundidad.

ECUACIONES LINEALES				PROFUNDIDAD DE DESPLANTE
Qadm	=	4.1	+ 3.5 B	0.5
Qadm	=	8.2	+ 3.5 B	1
Qadm	=	12.4	+ 3.5 B	1.5
Qadm	=	16.5	+ 3.5 B	2

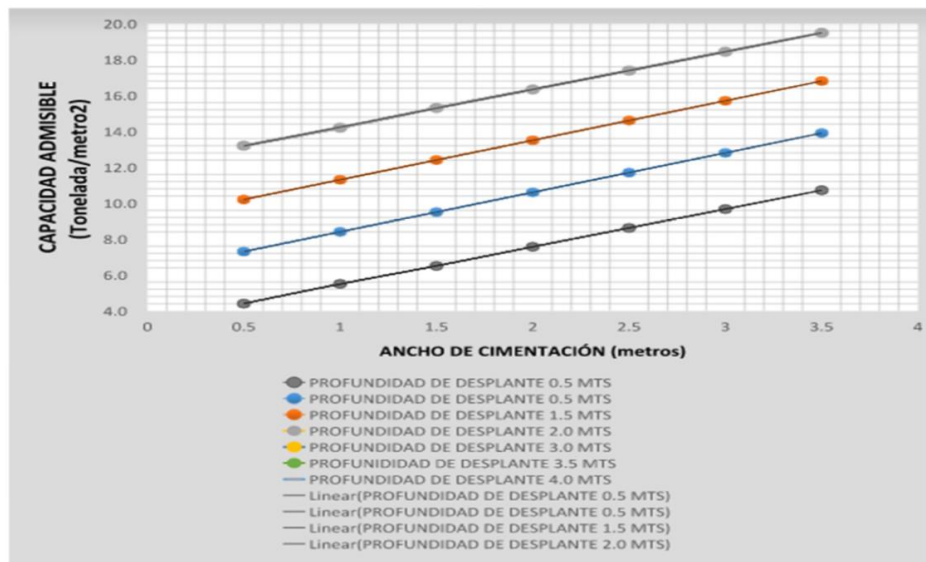
Qadm= Capacidad Admisibile(metodo ASD Allowble Stresses Design)

B= Ancho de cimentación

## ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CONJUNTO RESIDENCIAL “DON CLEMENTE” UBICADO EN LA CIUDAD DE VALLEDUPAR, DEPARTAMENTO DEL CESAR.

SONDEO/APIQUE	MUESTRA	PROF	CLASIFICACION S.U.C.S	PROPIEDADES			GRANULOMETRIA % QUE PASA	
				L.L	L.P	I.P	Nº 4	Nº 200
SONDEO 1	1	0-1m	SM	NP	NP	NP	96,7	28,1
	2	1m-2m	GP-GM	NP	NP	NP	30,6	6,7
	3	2m-4m	GP-GM	NP	NP	NP	23,7	0,8
SONDEO 2	1	0-1m	SM	NP	NP	NP	95,8	20
	2	1m-2m	GP-GM	NP	NP	NP	28,9	8,7
	3	2m-4m	GP-GM	NP	NP	NP	22,7	3,7
SONDEO 3	1	0-1m	SM	NP	NP	NP	95,1	26,4
	2	1m-2m	GP-GM	NP	NP	NP	26,4	5,2
	3	2m-4m	GP-GM	NP	NP	NP	19,5	4,8
APIQUE 1	1	0-1m	SM	NP	NP	NP	96,8	24,4
	2	1m-2m	GP-GM	NP	NP	NP	34	7,2
APIQUE 2	1	0-1m	SM	NP	NP	NP	96	26,8
	2	1m-2m	GP-GM	NP	NP	NP	29,1	6,5
APIQUE 3	1	0-1m	SM	NP	NP	NP	98,7	26,8
	2	1m-2m	GM	NP	NP	NP	42	12,5
APIQUE 4	1	0-1m	SM	NP	NP	NP	99,2	35
	2	1m-2m	GM	NP	NP	NP	49,9	12,6
APIQUE 5	1	0-1m	SM	NP	NP	NP	97,7	19,4
	2	1m-2m	GP-GM	NP	NP	NP	44,4	9,7
APIQUE 6	1	0-1m	SM	NP	NP	NP	95,8	26,6
	2	1m-2m	GP	NP	NP	NP	34	2,3
APIQUE 7	1	0-1m	SP-SM	NP	NP	NP	95	6,6
	2	1m-2m	GP	NP	NP	NP	28	3,8
APIQUE 8	1	0-1m	SM	NP	NP	NP	92,4	30,7
	2	1m-2m	GP	NP	NP	NP	25,3	0,8
APIQUE 9	1	0-1m	SM	NP	NP	NP	98,8	30,8
	2	1m-2m	GP-GM	NP	NP	NP	34,3	10,9
APIQUE 10	1	0-1m	SM	NP	NP	NP	95,7	17,3
	2	1m-2m	GP-GM	NP	NP	NP	44,4	9,8
APIQUE 11	1	0-1m	SM	NP	NP	NP	95,8	16,2
	2	1m-2m	GP-GM	NP	NP	NP	27,4	6,2
APIQUE 12	1	0-1m	SM	NP	NP	NP	93,9	33,8
	2	1m-2m	GP-GM	NP	NP	NP	33,1	8,8
APIQUE 13	1	0-1m	SM	NP	NP	NP	96,9	15,7
	2	1m-2m	GP-GM	NP	NP	NP	45,5	7,4
APIQUE 14	1	0-1m	SM	NP	NP	NP	97	37,9
	2	1m-2m	GP-GM	NP	NP	NP	28,4	4,8
APIQUE 15	1	0-1m	SM	NP	NP	NP	96,6	22,5
	2	1m-2m	GP-GM	NP	NP	NP	41,5	7,2

		ANCHO DE CIMENTACIÓN(m)						CAPACIDAD ADMISIBLE(Ton/m <sup>2</sup> )
		0.5	1	1.5	2	2.5	3	
PROFUNDIDAD(m)	0.5	4.4	5.5	6.5	7.6	8.6	9.7	10.7
	1	7.3	8.4	9.5	10.6	11.7	12.8	13.9
	1.5	10.2	11.3	12.4	13.5	14.6	15.7	16.8
	2	13.2	14.2	15.3	16.3	17.4	18.4	19.5




Ecuaciones que explican el comportamiento lineal representativo para cada profundidad.

ECUACIONES LINEALES				PROFUNDIDAD DE DESPLANTE
Qadm	=	3.4	+ 2.1 B	0.5
Qadm	=	6.2	+ 2.2 B	1
Qadm	=	9.1	+ 2.2 B	1.5
Qadm	=	12.1	+ 2.1 B	2

Qadm= Capacidad Admisible(metodo ASD Allowble Stresses Design)

B= Ancho de cimentación

	<p><b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b></p> <p><b>FORMATO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA</b></p> <p><b>NORMAS DE ENSAYO INV E-123, E-125 Y E-126</b></p>
---	---

DATOS DEL REMITENTE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
FECHA DE ENSAYO: Abril-27-2018 FECHA DE MUESTRA: Abril-27-2018	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: ARENA CON FINOS COMPONENTES ARCILLOSOS LOCALIZACIÓN: 10°27'33.09"N, 73°16'55.52"O APIQUE N°: 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
P <sub>1</sub> = 438,2 g		P <sub>2</sub> = 700,0	
TAMIZ	PESO RET. (grs)	PORCENT RET. (%)	PORCENT PASA (%)
	0	0,0	100,0
	0	0,0	100,0
	0,0	0,0	100,0
	0,0	0,0	100,0
3/8"	10,1	2,3	97,7
No. 4	45,3	10,3	87,4
No. 50	32,0	7,3	80,1
No. 80	30,0	6,8	73,2
No. 140	150,5	34,3	38,9
No. 325	100,0	22,8	16,0
FONDO	70,3	16,0	0,0

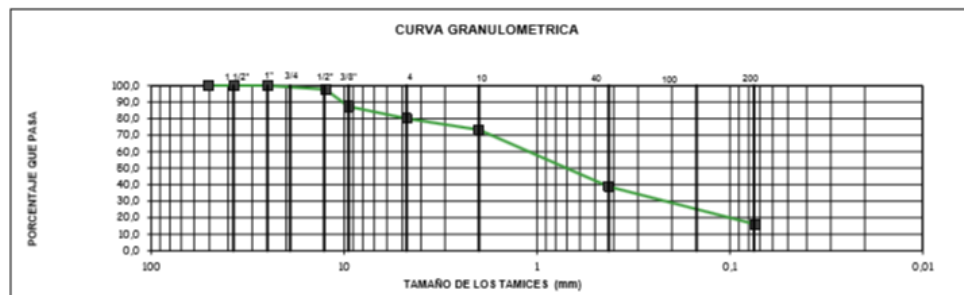
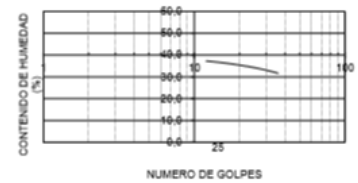
LÍMITE LÍQUIDO			
No. DE GOLPES	12	24	36
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	38,1	42,9	48,0
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	32,3	38,3	40,4
PESO DEL AGUA (g)	5,8	6,6	7,6
PESO DEL RECIPIENTE (g)	16,9	18,7	18,7
PESO DEL MATERIAL SECO (g)	15,4	19,6	23,7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	37,7	33,7	32,1

LÍMITE PLÁSTICO			
RECIPIENTE No.	B	E	H
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	10,8	11,3	12,5
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	10,1	10,7	11,7
PESO DEL AGUA (g)	0,7	0,6	0,8
PESO DEL RECIPIENTE (g)	6,5	7,3	7,5
PESO DEL MATERIAL SECO (g)	3,6	3,4	4,2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19,4	17,6	19,0


GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200	HUMEDAD NATURAL (%)
19,9	64,0	16,0	12,4

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL	
AASHTO	A-2-6
USC	SC

LÍMITE LÍQUIDO	31,0
LÍMITE PLÁSTICO	15,0
IND. PLÁSTICIDAD	16,0
ÍNDICE DE GRUPO	(0)



■ Gradación del Material

	<b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b>
	<b>FORMATO N° 04_ ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO Y LIMITES DE CONSISTENCIA</b> <b>NORMAS DE ENSAYO INV E-123, E-125 Y E-126</b>

DATOS REMITENTES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
FECHA DE ENSAYO: Mayo-04-2017 FECHA DE MUESTRA: Mayo-04-2018	DESCRIPCION DE LA MUESTRA: LOCALIZACION: 10°27'34.38"N, 73°15'48.82"O APIQUE N°: 2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
TAMIZ	PESO RET. (g)	PORCENT RET. (%)	PORCENT PASA (%)
	0	0,0	100,0
	0	0,0	100,0
	0,0	0,0	100,0
3/8"	24,7	5,7	94,3
No. 4	50,0	11,5	82,8
No. 50	313,9	72,3	10,5
No. 80	24,0	5,5	5,0
No. 140	10,1	2,3	2,7
No. 150	4,2	1,0	1,7
No. 325	4,5	1,0	0,7
FONDO :	3,0	0,7	0,0

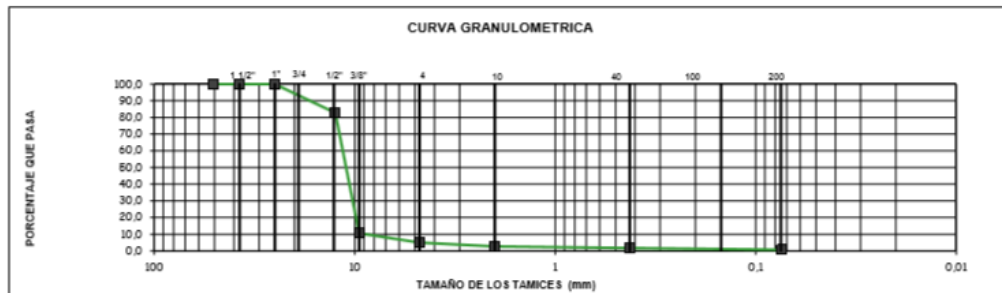
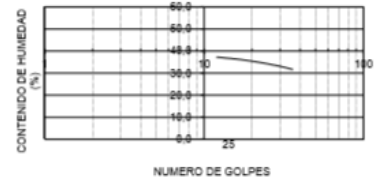
LÍMITE LÍQUIDO			
No. DE GOLPES	12	24	36
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	38,1	42,9	48,0
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	32,3	36,3	40,4
PESO DEL AGUA (g)	5,8	6,6	7,6
PESO DEL RECIPIENTE (g)	16,9	16,7	16,7
PESO DEL MATERIAL SECO (g)	15,4	19,6	23,7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	37,7	33,7	32,1

LÍMITE PLÁSTICO			
RECIPIENTE No.	B	E	H
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	10,8	11,3	12,5
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	10,1	10,7	11,7
PESO DEL AGUA (g)	0,7	0,6	0,8
PESO DEL RECIPIENTE (g)	6,5	7,3	7,5
PESO DEL MATERIAL SECO (g)	3,6	3,4	4,2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19,4	17,6	19,0

GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200	HUMEDAD NATURAL (%)
0,0	53,2	46,8	13,1

LÍMITE LÍQUIDO	38,0
LÍMITE PLÁSTICO	18,7
IND. PLÁSTICIDAD	19,3
ÍNDICE DE GRUPO	(0)

CLASIFICACION DEL MATERIAL	
AASHTO	A-2-6
USC	SW



■ Gradación del Material