



El futuro  
es de todos

Agencia de  
Renovación  
del Territorio

FACTIBILIDAD  
MUNICIPIO DE  
TARAZÁ –  
CORREGIMIENTO DE  
GUÁIMARO

CONSORCIO  
TERRITORIAL 2019



CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA  
URALES EN LA VÍA QUE CONDUCE DEL MUNICIPIO DE TARAZÁ A EL  
CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.

VOLUMEN IV – ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS

Diciembre de 2019

 <b>El futuro es de todos</b> Agencia de Renovación del Territorio	<b>ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS          PROYECTO TARAZÁ-CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO</b>		 <b>CONSORCIO TERRITORIAL 2019</b> <small>NTT No. 901.053.923-9</small>
	Contrato: SC 01521 19	Fecha: dic. 2019	



### DESTINATARIOS

DESTINATARIO	COPIA DIGITAL	COPIA IMPRESA
AGENCIA DE RENOVACIÓN DEL TERRITORIO (ART)	01	01

### EJECUCIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN

VERSIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA
01		

<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO:</b>	ESTUDIO DE SUELOS – CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA URALES EN LA VÍA QUE CONDUCE DEL MUNICIPIO DE TARAZÁ A EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.			
<b>DOCUMENTO No.:</b>	305790302646			
<b>RESPONSABLES DE LA ELABORACIÓN</b>	<b>Nombres:</b>	Ing. Civil. JUAN LEÓN LARA		
	<b>Firma:</b>			
	<b>Matrícula Profesional:</b>	13202-142865-BLV		
	<b>Fecha:</b>			
<b>RESPONSABLE POR REVISIÓN, APROBACIÓN Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD</b>	<b>Nombres:</b>	Ing. Civil RAFAEL CAMARGO		
	<b>Firma:</b>			
	<b>Matrícula Profesional:</b>	08202-365882ATL		
	<b>Fecha:</b>			
<b>APROBACIÓN CLIENTE</b>	<b>Fecha</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Firma</b>

 <b>El futuro es de todos</b> Agencia de Renovación del Territorio	ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS PROYECTO TARAZÁ-CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO		 <b>CONSORCIO TERRITORIAL 2019</b> <small>WT. No. 901.283.823-6</small>
	Contrato: SC 01521 19	Fecha: dic. 2019	

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. ALCANCE Y OBJETIVOS .....	7
2.1. ALCANCE .....	7
2.2. OBJETIVO GENERAL .....	7
2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
3. GENERALIDADES .....	8
3.1. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	9
3.2. UBICACIÓN DE LA VÍA RESPECTO A VÍAS PRINCIPALES .....	11
3.3. SECTORIZACIÓN DE LA VÍA A INTERVENIR .....	12
4. ESTUDIO DE SUELOS .....	14
4.1. METODOLOGÍA .....	14
4.2. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA .....	15
4.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO.....	15
4.3.1. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE HUMEDAD DE LA SUBRASANTE .....	16
4.3.2. GRANULOMETRÍA .....	18
4.3.3. CLASIFICACIÓN DE SUELOS .....	18
4.3.4. CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE LA SUBRASANTE .....	21
4.4. ALGUNAS CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS EN ZONA DE PUENTE VEHICULAR. ....	22
4.5. ALGUNAS CONSIDERACIONES GEOLÓGICAS .....	23
4.6. RESUMEN EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA – BASE DE DATOS.....	24
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	26
6. REFERENCIAS.....	28
7. ANEXOS .....	29
7.1. PLANOS .....	29
7.1.1. REGISTRO DE SONDEOS.....	29
7.1.2. RESULTADOS SONDEO 1. ....	30
7.1.3. RESULTADOS SONDEO 2. ....	34

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Quebrada Urales.....	8
Figura 2. Identificación de la zona de la intervención.....	9
Figura 3. Quebrada Urales.....	9
Figura 4. Localización del Proyecto (a) Departamento de Antioquia (b) Municipio de Tarazá.....	10
Figura 5. Corregimiento El Guáimaro y la cabecera municipal.....	11
Figura 6. Identificación de la Red Vial Cercana al Proyecto RUTA 25, TARAZÁ-CAUCASIA.....	12
Figura 7. Sectorización de la Intervención. ....	13
Figura 8. Límites de Atterberg.....	16

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas del puente existente. ....	13
Tabla 2. Generalidades de la Exploración Geotécnica.....	15
Tabla 3. Humedad y Consistencia.....	16
Tabla 4. Compresibilidad del Suelo.....	17
Tabla 5. Plasticidad del Suelo. ....	17
Tabla 6. Características del Suelo de Acuerdo con su Plasticidad.....	17
Tabla 7. Correlación Límites de Consistencia vs Potencial de Expansión. ....	18
Tabla 8. Resultados del Análisis Granulométrico.....	18
Tabla 9. Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO.....	19
Tabla 10. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). ....	20
Tabla 11. Clasificación de Suelos de la Exploración. ....	21
Tabla 12. Resultados de CBR (%) ....	21
Tabla 13. Resumen Valores de CBR Representativos.....	22
Tabla 14. Resumen de Resultados de la Exploración Geotécnica.....	25

	<b>ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS PROYECTO TARAZÁ- CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO</b>		
	Contrato: SC 01521 19	Fecha: dic. 2019	

## 1. INTRODUCCIÓN

El Gobierno Nacional tiene como propósito fundamental trabajar por la paz con base en los principios de legalidad y emprendimiento en aras de obtener estándares de equidad para toda la población nacional. Este ejercicio permitirá superar progresivamente las disparidades y desigualdades existentes, especialmente en los territorios rurales, víctimas del conflicto armado, creando espacios que permitan mejorar la calidad de vida de las personas y generando condiciones de desarrollo económico a través de una agenda de estabilización de territorios en posconflicto.

Es así como se trabaja por fortalecer la presencia del Estado en aquellas regiones donde diversas circunstancias históricas han sido generadoras de violencia y han deteriorado las condiciones de seguridad y de progreso. En este sentido, la implementación de estrategias de intervención en las zonas mencionadas, por parte del Gobierno Nacional, debe estar enfocada en establecer las condiciones óptimas para el desarrollo social y económico sostenible, acelerando la inclusión productiva en las zonas rurales del país a través de la presencia institucional coordinada que permita superar la pobreza.

Con el fin de dar trámite a esta iniciativa, se generaron políticas públicas enfocadas a proteger los derechos humanos, haciendo énfasis en las zonas rurales del país, donde se evidencian las consecuencias del conflicto armado y, por tanto, se requieren procesos de reincorporación y sustitución.

En este contexto, se hace necesario entonces la formulación, implementación y seguimiento de las iniciativas identificadas en cada zona de interés. Para alcanzar este objetivo, se vincula la Agencia de Renovación del territorio (ART) en aras de dar cumplimiento al punto 1 del Acuerdo de Paz con las FARC donde se establece que se debe llevar a cabo una Reforma Rural Integral (RRI), razón por la que se crearon los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET) como herramientas que se utilizarán para atender de forma prioritaria a los territorios más afectados.

El presente documento se tratan todos los aspectos inherentes al estudio de suelos para el proyecto de construcción de puente vehicular sobre la quebrada Urales en la vía que conduce del municipio de Tarazá a el corregimiento El Guáimaro, departamento de Antioquia.

Las secciones del presente informe están organizadas de la siguiente manera:

- El Capítulo 2 presenta el alcance y los objetivos del estudio.
- El Capítulo 3 sintetiza las generalidades del proyecto.
- El Capítulo 4 desarrolla el estudio de suelos para la caracterización de los materiales de fundación de las obras a proyectar.

 <p><b>El futuro es de todos</b>          Agencia de Renovación del Territorio</p>	<p>ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS          PROYECTO TARAZÁ-CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO</p>	 <p>CONSORCIO TERRITORIAL 2019          NIT: No. 901.283.823-8</p>	
	Contrato: SC 01521 19	Fecha: dic. 2019	Versión: 01

- El Capítulo 5 presenta las conclusiones del estudio y algunas recomendaciones para la ejecución del proyecto.
- El Capítulo 6 resume las referencias utilizadas para el análisis técnico y la elaboración del informe.
- Finalmente, el Capítulo 7 incluye los anexos que sustentan la información procesada a lo largo del estudio.

 <b>El futuro es de todos</b> Agencia de Renovación del Territorio	ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS PROYECTO TARAZÁ-CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO		 <b>CONSORCIO TERRITORIAL 2019</b> <small>NTT. No. 901.383.823-6</small>
	Contrato: SC 01521 19	Fecha: dic. 2019	

## 2. ALCANCE Y OBJETIVOS

### 2.1. ALCANCE

El presente documento permitirá desarrollar los estudios de suelos para el proyecto de construcción de puente vehicular sobre la quebrada Urales en la vía que conduce del municipio de Tarazá a el corregimiento El Guáimaro, departamento de Antioquia, con el fin de mejorar la intercomunicación terrestre en parte del territorio rural del municipio.

### 2.2. OBJETIVO GENERAL

Realizar los estudios correspondientes al volumen de Estudio de Suelos, a nivel de Fase III – Factibilidad, para el proyecto de construcción de puente vehicular sobre la quebrada Urales en la vía que conduce del municipio de Tarazá a el corregimiento El Guáimaro, departamento de Antioquia.

### 2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A continuación, se presentan los objetivos específicos asociados al estudio de suelos del proyecto:

- Verificar, a partir de una rigurosa exploración geotécnica, las características más relevantes de los suelos de subrasante. Entre estas: humedad, granulometría, plasticidad, clasificación, resistencia, etc.
- Identificar el tipo y la calidad de los materiales que van a servir como fundación de las obras a proyectar.
- Determinar la capacidad de soporte de la subrasante como parámetro fundamental de las metodologías de diseño de pavimentos.



### 3. GENERALIDADES

El presente proyecto consiste en la construcción de puente vehicular sobre la quebrada Urales en la vía que conduce del municipio de Tarazá a el corregimiento El Guáimaro, departamento de Antioquia.

La vía en estudio tiene una longitud aproximada de 15.03 kilómetros; actualmente en la zona del proyecto con las siguientes coordenadas 7°34'5.73"N - 75°28'8.35"O, se encuentra el cruce de la quebrada Urales; en esta no se encuentra una obra transversal que comunique el corregimiento del Guáimaro con la cabecera municipal del municipio de Tarazá, dificultando la movilidad, aumentando los tiempos de viajes y haciendo efecto en el incremento de los costos en la economía de las familias.

Figura 1. Quebrada Urales.



Fuente: *Elaboración Propia.*



Figura 2. Identificación de la zona de la intervención.



*Fuente: Elaboración propia.*

Figura 3. Quebrada Urales.



*/Fuente: Elaboración propia.*

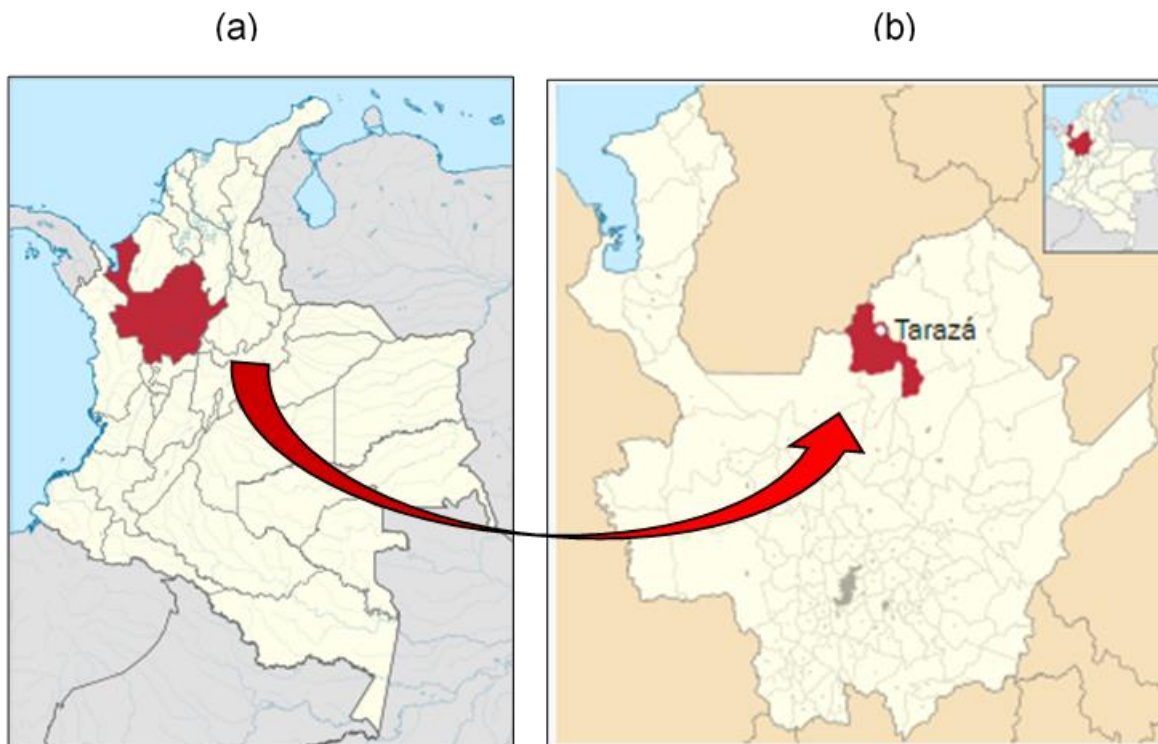
### 3.1. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Tarazá es un municipio de Colombia, localizado en la subregión del Bajo Cauca del departamento de Antioquia. Limita por el norte con el departamento de Córdoba y

el municipio de Cáceres, por el este con el municipio de Cáceres, por el sur con los municipios de Valdivia e Ituango, y por el oeste con el departamento de Córdoba. Su cabecera dista 222 kilómetros de la ciudad de Medellín, capital de Antioquia. El municipio posee una extensión de 1560 kilómetros cuadrados de los cuales 1.2 kilómetros cuadrados corresponden a la cabecera urbana y 1558 kilómetros cuadrados corresponden al área rural. Su territorio está constituido por la cuenca del río Tarazá en cuyas partes altas se tienen sistemas montañosos de hasta 3000 msnm, especialmente en los límites con el departamento de Córdoba, que los define la Serranía de Ayapel y la cuchilla de planadas. El resto del territorio está conformado por las planicies aluviales bajas del río Cauca.

En la siguiente figura se observa la ubicación del departamento de Antioquia con respecto a Colombia, y a su vez, la ubicación del municipio de Tarazá con respecto a Antioquia; posteriormente, se observa la ubicación del corregimiento El Guáimaro con respecto a la cabecera municipal.

Figura 4. Localización del Proyecto (a) Departamento de Antioquia (b) Municipio de Tarazá.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Corregimiento El Guáimaro y la cabecera municipal.



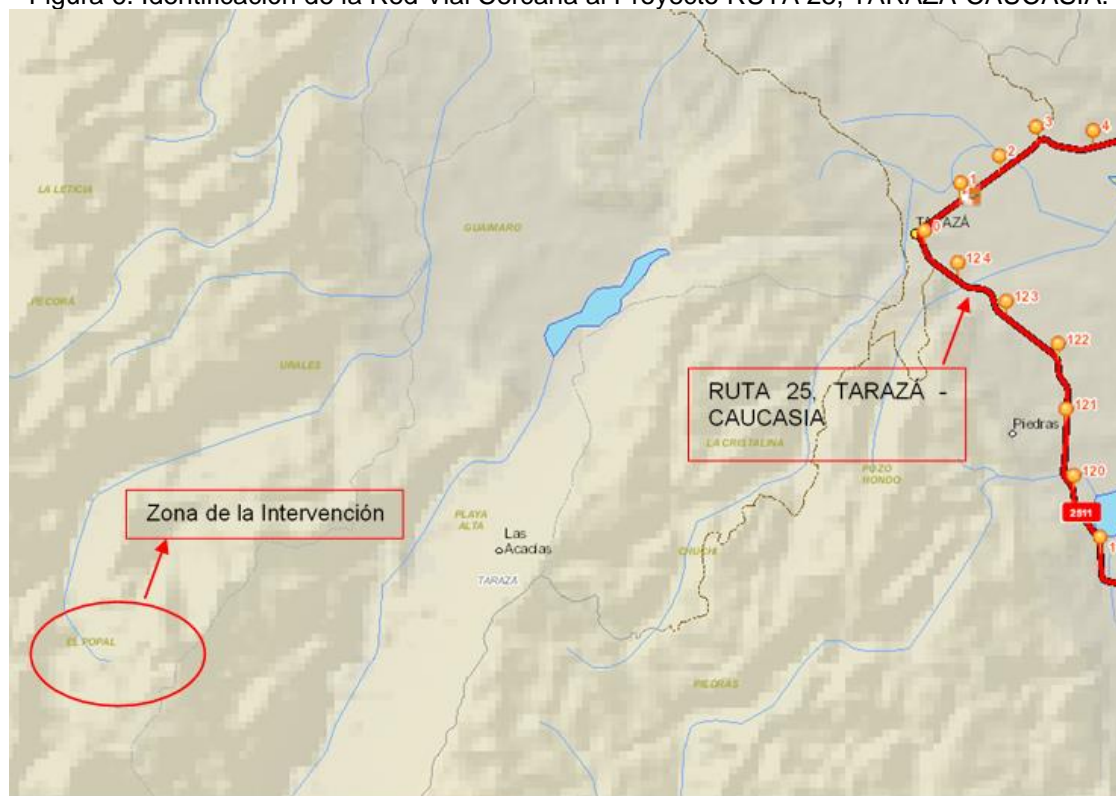
Fuente: Adaptado de Google Earth.

### 3.2. UBICACIÓN DE LA VÍA RESPECTO A VÍAS PRINCIPALES

En este subnumeral se realiza la descripción general de los corredores viales aledaños y existentes a la zona objeto de estudio. En la siguiente figura se identifica, de acuerdo con información nacional de la red vial, que El corregimiento El Guáimaro y la cabecera municipal de Tarazá, se encuentran cercanos a la RUTA 25, TARAZÁ – CAUCASIA de primer orden. De acuerdo con la RESOLUCIÓN 1530 del 2017, adoptando los criterios técnicos, la matriz y la guía metodológica para la categorización de las vías se identifica que la vía a intervenir está contemplada como una vía “veredal o de tercer orden”.



Figura 6. Identificación de la Red Vial Cercana al Proyecto RUTA 25, TARAZÁ-CAUCASIA.

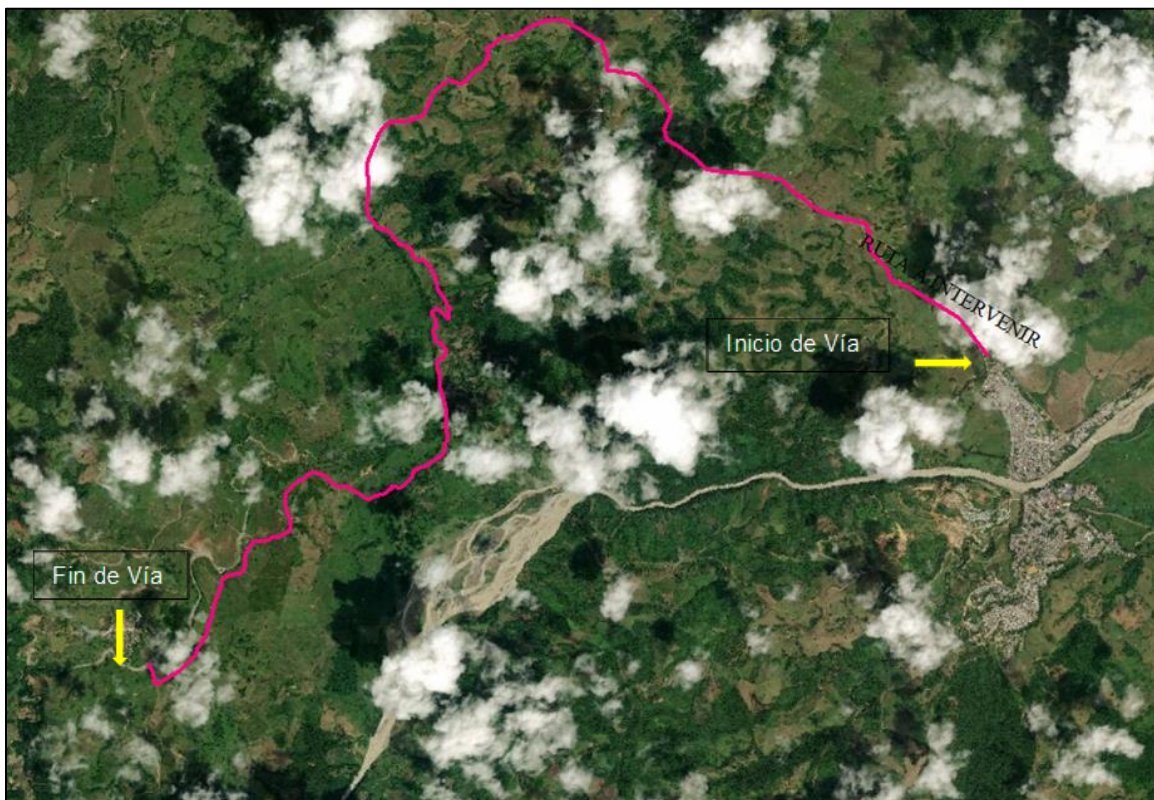


Fuente: <https://hermes.invias.gov.co/carreteras/>

### 3.3. SECTORIZACIÓN DE LA VÍA A INTERVENIR

En la siguiente figura se puede identificar una longitud total de 15.03 kilómetros aproximadamente que conecta la cabecera municipal de Tarazá hasta el corregimiento El Guáimaro, del municipio de Tarazá, Departamento de Antioquia.

Figura 7. Sectorización de la Intervención.



Fuente: Adaptado de Google Earth.

El Puente para intervenir en el análisis de este proyecto se localiza en las coordenadas que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas geográficas del puente existente.

Longitud Aproximada (m)	Coordenada Inicio	Coordenada Final
15.034	7°35'31,35"N 75°24'16,70"O	7°34'14,81"N 75°28'10,41"O

Fuente: Elaboración Propia.

 <b>El futuro es de todos</b> Agencia de Renovación del Territorio	ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS PROYECTO TARAZÁ-CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO		 <b>CONSORCIO TERRITORIAL 2019</b> <small>WT: No. 901.283.823-8</small>
	Contrato: SC 01521 19	Fecha: dic. 2019	

## 4. ESTUDIO DE SUELOS

Se debe mencionar que este volumen se limita a analizar la **geotecnia a nivel de subrasante** para la infraestructura vial a construir. En cuanto a las consideraciones geotécnicas para obras hidráulicas (por ejemplo: box culvert, dissipador de energía, entre otros) y obras estructurales (por ejemplo: puentes, muros, entre otros) referirse al volumen x-estudio de suelos y diseños de estructuras.

### 4.1. METODOLOGÍA

Para caracterizar las propiedades de los suelos existentes en el área del proyecto se desarrolló una etapa de exploración geotécnica, la cual consistió en la realización de 2 sondeos a 25,0-m de profundidad distribuidos antes y después del puente a construir.

Para la caracterización geotécnica a nivel de subrasante para la infraestructura vial a construir, se utilizaron los resultados de humedad natural, los límites de Atterberg (límite líquido (LL), límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP)) y granulometría hasta 2,0 m de profundidad de dichos sondeos. Adicionalmente, se realizaron ensayos de CBR hasta 2,0 m de profundidad sobre muestras inalteradas en las cercanías de ambos sondeos.

A partir de estas labores, se definieron los estratos del subsuelo, hasta la profundidad mencionada, con el propósito de realizar los ensayos de campo y laboratorio requeridos para estimar las propiedades de los materiales que van a servir como fundación de las obras a proyectar. En particular, se realizaron los siguientes ensayos:

- Humedad natural del suelo:
  - I.N.V. E-122-13. Determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad) de muestras de suelo, roca y mezclas de suelo – agregado.
- Límites de Atterberg:
  - I.N.V. E-125-13. Determinación del límite líquido de los suelos.
  - I.N.V. E-126-13. Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos.
- Análisis granulométrico de suelos por tamizado:
  - I.N.V. E-123-13. Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos.
- Capacidad de soporte de la subrasante:
  - I.N.V. E-148-13. CBR de suelos compactos en el laboratorio y sobre muestra inalterada.



## 4.2. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

El proyecto de 'CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA URALES EN LA VÍA QUE CONDUCE DEL MUNICIPIO DE TARAZÁ A EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA', consiste en la construcción de un puente vehicular de 35 m de longitud, accesos y aproches como obras complementarias.

Por lo anterior, la exploración geotécnica fue planeada y realizada con el objetivo de identificar las características representativas de los suelos del proyecto. Se realizaron en total 2 sondeos a 25,0-m de profundidad distribuidos antes y después del puente a construir. Para la caracterización geotécnica a nivel de subrasante para la infraestructura vial a construir, se utilizaron los resultados de humedad natural, los límites de Atterberg (límite líquido (LL), límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP)) y granulometría hasta 2,0 m de profundidad de dichos sondeos.

Tabla 2. Generalidades de la Exploración Geotécnica.

SONDEO No	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADAS		ABSCISA	PERFIL	FOTOGRAFIA	DESCRIPCIÓN
		NORTE	OESTE				
1	1.50-2.00	7°34'04.87"	75°28'07.99"	K14+582			ARENA MAL GRADUADA CON LIMO CON GRAVA SP SM
2	1.50-2.00	7°34'05.86"	75°28'08.19"	K14+635			GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA GP

Fuente: Elaboración Propia.

## 4.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

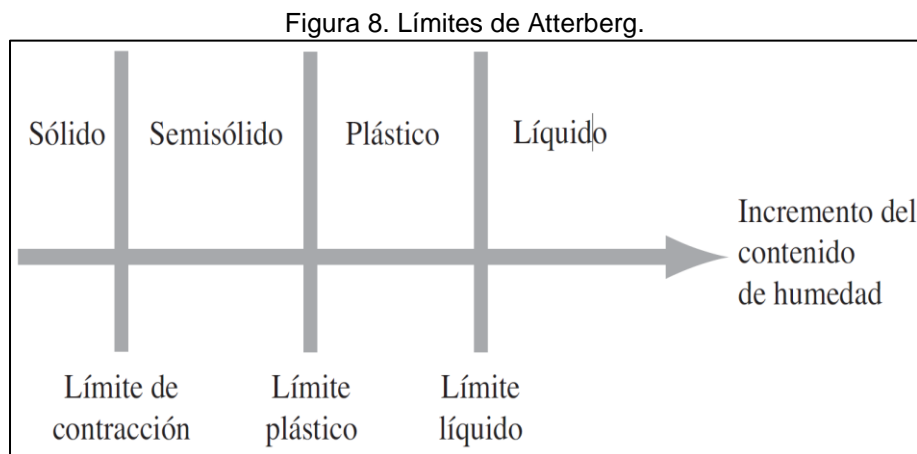
En esta sección se presentan los resultados obtenidos de los ensayos de caracterización de los suelos de subrasante, los cuales son contrastados con criterios y especificaciones definidos en la literatura técnica asociada a la mecánica de suelos y la geotécnica para pavimentos.

En particular, el análisis comprende los aspectos asociados a la humedad, plasticidad, granulometría, clasificación y capacidad de soporte de los suelos identificados en el corredor. De esta forma se busca definir si los suelos del proyecto

garantizan una fundación adecuada para las estructuras de pavimento a considerar o si se requieren labores de mejoramiento de sus propiedades mecánicas.

#### 4.3.1. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE HUMEDAD DE LA SUBRASANTE

En la literatura asociada al estudio de la mecánica de suelos se define que, dependiendo del contenido de humedad, la naturaleza del comportamiento del suelo puede ser dividido en cuatro estados básicos, delimitados por los Límites de Consistencia o Límites de Atterberg, tal como se presenta en la siguiente Figura.



A partir de los ensayos realizados a las muestras tomadas en campo, se determinaron los porcentajes de humedad natural y los límites de Atterberg, específicamente los valores de límite líquido (LL), límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP), los cuales se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3. Humedad y Consistencia.

SONDEO No	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD DEL ESTRATO (m)		HUMEDAD (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
		LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR				
1	1	1.50	2.00	6.80	NL	NP	NIP
2	1	1.50	2.00	8.05	NL	NP	NIP

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados presentados en la tabla anterior permiten estimar algunas características del suelo que serán relevantes al momento de definir sus propiedades mecánicas como material de fundación. Entre estas se pueden mencionar la compresibilidad, la plasticidad, el contenido de arcillas y el potencial de expansión o hinchamiento.

La Tabla 4 define un criterio para estimar la compresibilidad del suelo en función de su Límite Líquido.

Tabla 4. Compresibilidad del Suelo.

TÉRMINO UTILIZADO	LÍMITE LÍQUIDO (LL)
Ligera a baja compresibilidad	0 a 30
Moderada a intermedia compresibilidad	31 a 50
Alta compresibilidad	mayor a 50

Fuente: Mecánica de Suelos, K. Terzaghi.

Contrastando los valores de límite líquido de la Tabla 3 con el criterio de la Tabla 4 se puede determinar que los suelos del presente estudio, tanto en el sondeo 1 como el sondeo 2 corresponden a suelos con una **compresibilidad baja**. Por otra parte, las siguientes tablas presentan criterios definidos en función del Índice de Plasticidad para la caracterización de la plasticidad del suelo y su contenido de arcillas, respectivamente.

Tabla 5. Plasticidad del Suelo.

TÉRMINO UTILIZADO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	RESISTENCIA EN ESTADO SECO
No Plástico	0 a 3	Muy Baja
Ligeramente Plástico	4 a 15	Ligera
Medianamente Plástico	15 a 30	Mediana
Muy Plástico	Mayor a 30	Alta

Fuente: Mecánica de Suelos, K. Terzaghi.

Tabla 6. Características del Suelo de Acuerdo con su Plasticidad.

ÍNDICE DE PLASTICIDAD	CARACTERÍSTICA
$IP > 20$	Suelos Muy Arcillosos
$20 > IP > 10$	Suelos Arcillosos
$10 > IP > 4$	Suelos Poco Arcillosos
$IP = 0$	Suelos Exentos de Arcilla

Fuente: Mecánica de Suelos, K. Terzaghi.

De acuerdo con los valores de IP de la Tabla 3 y los criterios presentados en las tablas anteriores, se observa que los suelos estudiados, tanto en el sondeo 1 como en el sondeo 2, se pueden caracterizar como **suelos no plásticos** y **suelos exentos de arcilla**.

Por su parte, el Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos Para Vías Con Bajos Volúmenes De Tránsito del INVIAS presenta el siguiente criterio para calificar cualitativamente el potencial de expansión del suelo de subrasante a partir de su límite líquido y su índice de plasticidad, ver Tabla 7.

Tabla 7. Correlación Límites de Consistencia vs Potencial de Expansión.

LL (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN DEL HINCHAMIENTO POTENCIAL
> 60	> 35	Alto
50 - 60	25 - 35	Marginal
< 50	< 25	Bajo

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos Para Vías Con Bajos Volúmenes De Tránsito, INVIAS.

Finalmente, con base en este criterio, los suelos tanto en el sondeo 1 como en el sondeo 2, pueden ser categorizados con **potencial de hinchamiento bajo**.

#### 4.3.2. GRANULOMETRÍA

Para cada una de las muestras tomadas en los respectivos sondeos para la caracterización del suelo de fundación, se realizó un análisis granulométrico. Este estudio consiste en la determinación de la gama de tamaños de partículas presentes en el suelo, expresados como un porcentaje de su peso seco total. Los resultados obtenidos para las muestras estudiadas en el corredor se resumen en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultados del Análisis Granulométrico.

SONDEO No	MUESTRA No.	GRANULOMETRÍA (%) QUE PASA											
		3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 200
1	1	100	100	100	100	100	87.7	75.2	67.8	58.9	47.1	24.2	9.4
2	1	100	100	100	100	82.2	82.2	72.8	65.3	48.4	29.7	10.5	3.4

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.3.3. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

En esta sección se describen algunas metodologías reconocidas internacionalmente para clasificar los suelos en grupos y subgrupos en función de sus propiedades mecánicas y el comportamiento esperado para sus aplicaciones de ingeniería. Específicamente, se utilizarán dos sistemas de clasificación ampliamente utilizados por la comunidad ingenieril: El sistema de la American Association of State Highway Transportation Officials (AASHTO) y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Ambos sistemas están basados en las propiedades de humedad, consistencia y granulometría del suelo, las cuales fueron abordadas en secciones anteriores.

##### 4.3.3.1. SISTEMA AASHTO

Este sistema está definido por la norma ASTM D-3282. La Tabla 9 resume el método de clasificación de suelos de la AASHTO, el cual clasifica el suelo en siete grupos (A1 – A7) con algunos subgrupos particulares, y finalmente describe cualitativamente el comportamiento del suelo clasificado como material de subrasante.

Tabla 9. Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO.

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
	A-1			A-2			
Grupo de clasificación	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10	50 máx.						
Núm. 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.				
Núm. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Características de la fracción de paso núm. 40							
Límite líquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes							
	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Limo o grava arcillosa y arena			
Clasificación general de la subrasante				Excelente a bueno			
Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
					A-7		
Grupo de clasificación					A-7-5*		
Grupo de clasificación					A-7-6†		
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10							
Núm. 40							
Núm. 200		36 mín.		36 mín.	36 mín.		
Características de la fracción de paso núm. 40							
Límite líquido					40 máx.		
Índice de plasticidad		40 máx.		41 mín.	40 máx.		
		10 máx.		10 máx.	11 mín.		
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes							
				Suelos limosos	Suelos arcillosos		
Clasificación general de la subrasante				Regular a malo			
*Para A-7-5, $PI \leq LL - 30$							
†Para A-7-6, $PI > LL - 30$							

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Braja.

Adicionalmente, para complementar la evaluación de la calidad del suelo como material de subrasante de manera cuantitativa, el método incorpora un número llamado Índice de Grupo (IG), puede ser calculado con la siguiente expresión:

 <b>El futuro es de todos</b> Agencia de Renovación del Territorio	<b>ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS</b> <b>PROYECTO TARAZÁ-CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO</b>		 <b>CONSORCIO TERRITORIAL 2019</b> W.T. No. 901.283.823-8
	Contrato: SC 01521 19	Fecha: dic. 2019	

$$IG = (F - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(IP - 10)$$

Donde:

$F$  = Porcentaje que pasa el tamiz N° 200.

$LL$  = Límite Líquido.

$IP$  = Índice de Plasticidad.

En general, la calidad del comportamiento de un suelo como material de subrasante es inversamente proporcional al índice de grupo.

#### 4.3.3.2. SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

Este sistema está definido por la norma ASTM D-2487. En este, el suelo se divide en dos grandes categorías, que posteriormente se su clasifican de acuerdo con las especificaciones que se resumen en la Tabla 10.

Tabla 10. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo	
<b>Suelos de grano grueso</b> Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	<b>Gravas</b> Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW	
		Menos de 5% finos <sup>a</sup>	$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP	
	<b>Arenas</b> 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Gravas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	GM	
		Más de 12% finos <sup>a,d</sup>	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GC	
		Arenas limpias	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW	
		Menos de 5% finos <sup>b</sup>	$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SP	
	Arenas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	SM		
	Más de 12% finos <sup>b,d</sup>	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SC		
<b>Suelos de grano fino</b> 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	<b>Limos y arcillas</b> Límite líquido menor que 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2) <sup>e</sup>	CL	
		Orgánico	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) <sup>e</sup>	ML	
	<b>Limos y arcillas</b> Límite líquido 50 o más	Inorgánico	Límite líquido: secado	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$ ; vea la figura 4.2; zona OL	OL
			Límite líquido: no secado		
		Orgánico	Gráficos $PI$ en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	CH	
			Gráficos $PI$ por debajo de "A" línea (figura 4.2)	MH	
	Orgánico	Límite líquido: secado	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$ ; vea la figura 4.2; zona OH	OH	
		Límite líquido: no secado			
Suelos altamente orgánicos Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico				Pt	

<sup>a</sup>Gravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.

<sup>b</sup>Arenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

$$^c C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}; \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

<sup>d</sup>Si  $4 \leq PI \leq 7$  y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.

<sup>e</sup>Si  $4 \leq PI \leq 7$  y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo CL-ML.

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Braja.

#### 4.3.3.3. RESUMEN DE CLASIFICACIÓN

Una vez descritos los sistemas de clasificación de suelos a utilizar, se procede a la clasificación de las muestras tomadas en el corredor en estudio, cuyos resultados se resumen en la Tabla 11.



Tabla 11. Clasificación de Suelos de la Exploración.

SONDEO No	MUESTRA No.	CLASIFICACIÓN			CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE
		AASHTO	ÍNDICE DE GRUPO	SUCS	
1	1	A-1-a	0	SP SM	Excelente a bueno
2	1	A-1-a	0	GP	Excelente a bueno

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.3.4. CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE LA SUBRASANTE

De acuerdo con el Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Tránsito del INVIAS, la caracterización de las propiedades mecánicas de la subrasante se puede realizar por medio del análisis de los valores de CBR obtenidos por cada unidad definitiva de diseño.

Cumpliendo los requerimientos según la norma de I.N.V.E-148-13, esta norma que describe el procedimiento del ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado relación de soporte de california conocido como CBR, en el presente estudio se realizaron ensayos de CBR sobre muestras inalteradas en las cercanías de ambos sondeos, para caracterizar la resistencia mecánica de la subrasante que servirá de soporte para la infraestructura vial a construir.

A partir de estos resultados obtenidos en la fase de exploración geotécnica se pueden obtener los valores de CBR en los puntos de interés. El procesamiento de la información producto de los ensayos, en cada uno de los puntos de interés, se resume en la Tabla 12. Es importante mencionar que los resultados de los ensayos se presentan en el capítulo de Anexos del presente informe.

Tabla 12. Resultados de CBR (%)

SONDEO No	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD DEL ESTRATO (m)		CBR INALTERADO SIN SUMERGIR (%)	CBR INALTERADO SUMERGIDO (%)
		LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR		
1	1	1.50	2.00	5.00	4.30
2	1	1.50	2.00	5.10	4.40

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla anterior se pueden observar los valores de CBR inalterado sin sumergir y CBR inalterado sumergido, calculados a partir de los ensayos realizados. Teniendo en cuenta que se reportó nivel freático entre 0,95-1,20 m de profundidad y el hecho de que según el IDEAM en el municipio de Tarazá llueve 180 días al año,

es decir, al menos 49.32% del año la zona se encuentra bajo condiciones húmedas y por ende el suelo en condiciones saturadas, los CBR para diseño de este proyecto se tomarán en condición sumergida. Finalmente, los CBR representativos, con su respectivo análisis descriptivo, se presentan a continuación.

Tabla 13. Resumen Valores de CBR Representativos.

Sondeo No	CBR%	Media	Desviación Estándar	Coficiente de Variación
1	4.30	4.35	0.071	0.02
2	4.40			

Fuente: *Elaboración Propia.*

De la información presentada en la tabla anterior, se puede observar que existe poca variabilidad en los valores de resistencia mecánica en términos de CBR (%) en la zona para intervenir, es decir, hay una homogeneidad en el suelo de fundación. Por esta razón, bajo un criterio práctico / constructivo, para propósitos de dimensionamiento de las estructuras de pavimento, se recomienda utilizar el valor medio de CBR obtenido.

En este caso **CBR de diseño= 4.35%**, es importante mencionar que este valor es superior al 3%, por lo que no se requieren labores de mejoramiento o estabilización de suelos para garantizar una fundación adecuada para la infraestructura a construir de acuerdo con las especificaciones del INVIAS.

#### **4.4. ALGUNAS CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS EN ZONA DE PUENTE VEHICULAR.**

Para la construcción del puente vehicular sobre la quebrada Urales se realizó una perforación o sondeo en cada apoyo hasta 25 metros de profundidad. Durante la ejecución de las perforaciones se realizaron pruebas de penetración estándar (S.P.T.) según la norma ASTM D1586. Las muestras fueron descritas en campo siguiendo el procedimiento visual y manual de la norma ASTM D2488. Durante las labores de campo, se detectó aguas libres subterráneas entre 0.95 y 1.20 metros de profundidad en ambos sondeos.

La estratigrafía del subsuelo hasta las profundidades exploradas corresponde de manera homogénea a suelos del tipo arena limosa bien graduada, arenas limosas y grava mal graduada. El puente vehicular (L= 35 metros) se cimentará en sus extremos sobre una viga cabezal de concreto que apoya en pilotes preexcavados y fundidos in-situ. Mayor detalle de las consideraciones geotécnicas en zona de puente vehicular en el volumen de estructuras.

 <b>El futuro es de todos</b> Agencia de Renovación del Territorio	ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS PROYECTO TARAZÁ-CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO		 <b>CONSORCIO TERRITORIAL 2019</b> <small>WT: No. 901.383.823-6</small>
	Contrato: SC 01521 19	Fecha: dic. 2019	

#### 4.5. ALGUNAS CONSIDERACIONES GEOLÓGICAS

En la zona del proyecto se registran algunas amenazas geológicas que podrían influir en el proyecto. Entre ellas, se pueden mencionar amenazas por inundaciones, remoción de masas, erosión, avenidas torrenciales, sismicidad y antrópicas.

**Amenazas por inundación:** son de mayor ocurrencia en la parte central de la plancha, la más plana, por los desbordamientos de los ríos al superar la capacidad de conducción, principalmente en la época de lluvias. Afecta las poblaciones ribereñas de los ríos Cauca y Tarazá, especialmente en las cabeceras municipales de Cáceres y Tarazá.

**Amenazas por remoción de masas:** en Tarazá aumentan en la época de lluvias, principalmente en los taludes de las carreteras Tarazá - Uré y Tarazá - Las Acacias y en minas de aluvión con bordes inestables, debido a la explotación con retroexcavadoras. La mayor cantidad de víctimas se ha producido entre los barequeros que recogen material arrancado del talud.

**Amenazas por erosión:** La erosión natural no es un fenómeno importante en esta área, sin embargo, dadas las condiciones de explotación de los depósitos auríferos aluviales que se realizan a expensas del medio ambiente, éstas inciden con una altísima producción de sedimentos que se vierten directamente a los cursos de agua. Aparte de que la minería no ejerce ningún control sobre la carga en sedimentos, tampoco realiza ninguna restitución sobre los terrenos degradados, y deja un área totalmente desprovista de vegetación, de topografía irregular, la cual a su vez aumenta la contaminación por carga en suspensión.

A lo largo de los años de mayor auge de la minería, se han arrojado grandes cargas de material aluvial que han limitado el poder de evacuación durante las crecientes y ha producido la transformación de las vegas en pantanos, y en el caso del río Cauca, han impedido la navegación.

Otras de las causas de la erosión antrópica son la degradación y tala de la vegetación primaria por las actividades colonizadoras y agrícolas. Son evidentes, al comparar las fotografías de 1955 y 1980, los cambios en los patrones de las principales corrientes; río Tarazá, cerca de su confluencia con el Cauca, y río Cauca en toda su trayectoria a lo largo de la plancha, donde se presentan meandros abandonados, debido principalmente a la dinámica natural del río y al aumento de la sedimentación por las explotaciones mineras en sus riberas. En algunas haciendas ganaderas se puede observar la destrucción del suelo productivo debido al sobrepastoreo; muestra numerosos caminos de ganado y surcos a media ladera y a lo largo de filos, que están despejados de vegetación.

**Avenidas Torrenciales:** Este fenómeno natural está asociado al período invernal y es dado por la combinación de exceso de lluvias y el bloqueo de los cauces por la erosión lateral, deslizamientos y arrastre de material, con mayor frecuencia ocurre en las zonas montañosas, y trae como consecuencia viviendas destruidas y

 <p>El futuro es de todos</p> <p>Agencia de Renovación del Territorio</p>	<p>ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS</p> <p>PROYECTO TARAZÁ-CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO</p>		 <p>CONSORCIO TERRITORIAL 2019</p> <p>NTF No. 901.383.823-6</p>
	<p>Contrato: SC 01521 19</p>	<p>Fecha: dic. 2019</p>	

cosechas arrasadas. En Parra (1994) están reportados eventos de esta naturaleza en los Municipios de Tarazá y Cáceres.

**Amenazas por Sismicidad:** Los estudios que se han realizado con relación a las amenazas sísmicas que se presentan en Colombia, los diferentes registros de eventos sísmicos que se han presentado, así como también de la actualización que ha tenido el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, se determinó que el área de estudio, donde se planea llevar a cabo el mejoramiento, clasifica como una zona de amenaza sísmica intermedia.

Con base en los sismos registrados por la Red Sismológica Nacional desde 1993 hasta 2018 (Servicio Geológico Colombiano), ha sido posible hacer un seguimiento de las actividades sísmicas en la zona, los sismos reportados en esta zona han tenido valores máximos de 3,4 grados en la escala de Richter; considerándose como una actividad sísmica intermedia tenemos que los sismos registrados están entre los valores 3,4 y 1,3 grados en la escala de Richter.

**Amenazas Antrópicas:** En todo el municipio existen este tipo de amenazas producto del mal manejo de los recursos naturales por parte del hombre, la deforestación de cuencas o nacimientos de los ríos, la deforestación para la ganadería, disminución de caudales, contaminación de cauces, contaminación de cuerpos de aguas por sedimentación de cauces, arrastre de sólidos, oxidación del material explotado y la roca encajante, contaminación química por la utilización de mercurio para la extracción de oro, contaminación de cauces por vertimiento de aguas servidas a los cauces, entre otras.

#### 4.6. RESUMEN EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA – BASE DE DATOS

La Tabla 14 sintetiza la información más relevante obtenida en la etapa de exploración geotécnica para el proyecto de construcción del puente vehicular, accesos y aproches complementarios en una vía terciaria del municipio de Tarazá, departamento de Antioquia.

 <b>El futuro es de todos</b> Agencia de Renovación del Territorio	<b>ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS</b> <b>PROYECTO TARAZÁ-CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO</b>		 <b>CONSORCIO TERRITORIAL 2019</b> <small>NT. No. 901.283.823-6</small>
	Contrato: SC 01521 19	Fecha: dic. 2019	

Tabla 14. Resumen de Resultados de la Exploración Geotécnica.

SONDEO No	COORDENADAS		ABSCISA	MUESTRA No.	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD DEL ESTRATO (m)		HUMEDAD (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	GRANULOMETRÍA (%) QUE PASA										CLASIFICACIÓN			PUNTO CRÍTICO No		
	NORTE	OESTE				LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR					3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	AASHTO		ÍNDICE DE GRUPO	SUCS
1	7°34'04.87"	75°28'07.99"	K14+582	1	ARENA MAL GRADUADA CON LIMO CON GRAVA SP SM	1.50	2.00	6.80	NL	NP	NP	100	100	100	100	100	88	75	68	59	47.1	24.2	9.4	A-1-a	0	SP-SM	4.3
2	7°34'05.86"	75°28'08.19"	K14+635	1	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA GP	1.50	2.00	8.05	NL	NP	NP	100	100	100	100	82.2	82.2	72.8	65.3	48.4	29.7	10.5	3.4	A-1-a	0	GP	4.4

Fuente: Elaboración Propia.

 <p>El futuro es de todos</p> <p>Agencia de Renovación del Territorio</p>	<p>ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS</p> <p>PROYECTO TARAZÁ-CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO</p>		 <p>CONSORCIO TERRITORIAL 2019</p> <p>WT. No. 901.383.823-8</p>
	<p>Contrato: SC 01521 19</p>	<p>Fecha: dic. 2019</p>	

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente informe desarrolló los aspectos asociados al estudio de suelos para construcción del puente vehicular sobre la quebrada Urales, losas de aproximación e infraestructura vial en la ruta que conduce del municipio de Tarazá a el corregimiento El Guáimaro, Antioquia.

Se debe mencionar que este volumen se limitó a analizar la **geotecnia a nivel de subrasante** para la infraestructura vial a construir. En cuanto a las consideraciones geotécnicas para obras hidráulicas (por ejemplo: box culvert, dissipador de energía, entre otros) y obras estructurales (por ejemplo: puentes, muros, entre otros) referirse al volumen x -estudio de suelos y diseños de estructuras.

Se realizó una fase de exploración geotécnica con el objetivo de estimar las propiedades de los materiales que van a servir como fundación de las obras a proyectar. Las exploraciones (sondeos) fueron realizadas a una profundidad de aproximadamente 25,0 m de profundidad distribuidos antes y después del puente a construir.

Para la caracterización geotécnica a nivel de subrasante para la infraestructura vial a construir, se utilizaron los resultados de humedad natural, los límites de Atterberg (límite líquido (LL), límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP)) y granulometría hasta 2,0 m de profundidad de dichos sondeos, identificando un estrato de suelo para cada sondeo. Se reportó nivel freático entre 0,95 y 1,20m. Lo anterior, por medio de la realización de ensayos de campo y laboratorio, de acuerdo con los lineamientos definidos en las Normas de Ensayo para Materiales de Carreteras del INVIAS.

A partir de la información analizada a lo largo del documento, sintetizada en la Tabla 14, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Los valores de humedad natural del suelo se encuentran en el rango de 6.80% a 8.05%. Ningún sondeo reportó valores los límites de Atterberg, según consideraciones revisadas en este volumen estos suelos pueden caracterizar como suelos de compresibilidad baja, no plásticos, exentos de arcilla y con potencial de hinchamiento bajo.
- Utilizando las propiedades de humedad y granulometría de las muestras, se clasificaron los suelos de acuerdo con los sistemas AASHTO y SUCS. El sistema AASHTO clasifica los suelos de ambos apiques como A-1-a (fragmentos de rocas, grava y arena). Mientras el sistema SUCS clasifica el suelo del sondeo 1 como SP-SM (arena mal graduada con limo con grava) y el suelo del sondeo 2 como GP (grava mal graduada con arena). En general, ambos sistemas coinciden en la identificación de suelos tipo arenas y gravas que presentan un comportamiento de excelente a bueno como capa de subrasante.



 <p>El futuro es de todos</p> <p>Agencia de Renovación del Territorio</p>	<p>ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS</p> <p>PROYECTO TARAZÁ-CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO</p>		 <p>CONSORCIO TERRITORIAL 2019</p> <p>WT. No. 901.383.823-6</p>
	<p>Contrato: SC 01521 19</p>	<p>Fecha: dic. 2019</p>	

- Las propiedades de resistencia mecánica de la subrasante fueron valoradas por medio del ensayo CBR. Teniendo en cuenta que se reportó nivel freático entre 0,95-1,20 m de profundidad y el hecho de que según el IDEAM en el municipio de Tarazá llueve 180 días al año, es decir, al menos 49,32% del año la zona se encuentra bajo condiciones húmedas y por ende el suelo en condiciones saturadas, los CBR para diseño de este proyecto se tomaron en condición sumergida.
- Se estimaron valores de CBR entre el rango de 4,30 a 4,40%. En este orden de ideas, bajo un criterio práctico / constructivo, para propósitos de dimensionamiento de las estructuras de pavimento, se recomienda utilizar el valor de CBR medio, es decir, CBR de diseño=4,35%. Es importante mencionar que este valor identificado es superior al 3%, por lo que no se requieren labores de mejoramiento o estabilización de suelos para garantizar una fundación adecuada para la infraestructura vial a construir de acuerdo con las especificaciones del INVIAS.

 <p>El futuro es de todos</p> <p>Agencia de Renovación del Territorio</p>	<p>ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS</p> <p>PROYECTO TARAZÁ-CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO</p>		 <p>CONSORCIO TERRITORIAL 2019</p> <p>NTT. No. 901.283.823-6</p>
	<p>Contrato: SC 01521 19</p>	<p>Fecha: dic. 2019</p>	

## 6. REFERENCIAS

Braja, D (2015). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*.

INVIAS (2007). *Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito*.

INVIAS (2008). *Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías de Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Tránsito*.

INVIAS (2012). *Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras*.

INVIAS (2012). *Normas de Ensayo para Materiales de Carreteras*.

Terzaghi, K (1978). *Mecánica de Suelos*.

 <p><b>El futuro es de todos</b>          Agencia de Renovación del Territorio</p>	<p>ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS          PROYECTO TARAZÁ-CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO</p>	 <p>CONSORCIO TERRITORIAL 2019          NIT: No. 901.283.823-6</p>	
	<p>Contrato: SC 01521 19</p>	<p>Fecha: dic. 2019</p>	<p>Versión: 01</p>

## **7. ANEXOS**


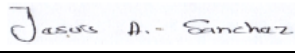

### **7.1. PLANOS**

#### **7.1.1. REGISTRO DE SONDEOS**


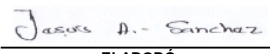
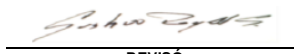
##### **7.1.1.1. REGISTRO DE CBR%**


Ver Carpeta de Anexos – Suelos – Archivo “APQ\_TARAZA.pdf” – Plano SND – 1/1

### 7.1.2. RESULTADOS SONDEO 1.

 <b>GR. INGENIEROS Y ARQUITECTOS S.A.S</b> <b>NIT.900.442.096-8</b>		<b>FORMATO DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO</b>											
<b>DEPARTAMENTO DE SUELOS</b>													
<b>PROYECTO:</b>		CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA URALES EN LA VÍA QUE CONDUCE DEL MUNICIPIO DE TARAZÁ A EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.											
<b>SOLICITANTE:</b>		CONSORCIO TERRITORIAL 2019											
<b>SONDEO:</b>		1-K14+582	<b>FECHA:</b>	AGOSTO DE 2019									
<b>LOCALIZACIÓN:</b>		LA QUEBRADA URALES-EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO											
MUESTRA #	ESC	CLASIFICACIÓN				PROFUNDIDAD Mts	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES						
		U.S.C	AASHTO	ÍNDICE DE GRUPO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Y CLASIFICACIÓN		HUMEDAD %	LÍMITES DE ATTERBERG			% PASA 200	γ <sub>hum</sub> (KN/m3)	γ <sub>sec</sub> (KN/m3)
LÍMITE LÍQUIDO %	LÍMITE PLÁSTICO %					ÍNDICE DE PLASTICIDAD %							
1	2.00	SP-SM	A-1-a	0.00	ARENA MAL GRADUADA CON LIMO CON GRAVA SP SM	1.5-2.00	6.80	NL	NP	NP	9.36	21.96	20.56
<b>COTA:</b>		<b>RELLENO DE 6M</b>											
<b>NIVEL FREÁTICO:</b>		<b>INICIAL</b>		1.10	<b>FINAL</b>		0.95						
<b>OBSERVACIONES:</b>		NO SE ENCONTRÓ NIVEL FREÁTICO											
 <b>ELABORÓ</b> Jesus Sanchez Laboratorista					 <b>REVISÓ</b> Gustavo Royet Ingeniero Civil								

 <b>El futuro es de todos</b> Agencia de Renovación del Territorio	<b>ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS</b> <b>PROYECTO TARAZÁ-CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO</b>		 <b>CONSORCIO TERRITORIAL 2019</b> NIT. No. 901.283.823-8
	Contrato: SC 01521 19	Fecha: dic. 2019	

 <b>GR. INGENIEROS Y ARQUITECTOS S.A.S</b> <b>NIT.900.442.096-8</b>	<b>FORMATO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>																																																																						
<b>DEPARTAMENTO DE SUELOS</b>																																																																							
<b>PROYECTO:</b> CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA URALES EN LA VÍA QUE CONDUCE DEL MUNICIPIO DE TARAZÁ A EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.																																																																							
<b>SOLICITANTE:</b> CONSORCIO TERRITORIAL 2019 <b>LOCALIZACIÓN:</b> LA QUEBRADA URALES-EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO																																																																							
<b>SONDEO:</b> <u>1-K14+582</u>	<b>FECHA:</b> AGOSTO DE 2019																																																																						
<table border="1"> <tr> <td><b>PROFUNDIDAD ( Mts ):</b></td> <td>1.5-2.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>MUESTRA N°:</b></td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>RECIPIENTE N° :</b></td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>W SUELO HUM + RES:</b></td> <td>287.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>W SUELO SECO + RES</b></td> <td>273.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>W RECIPIENTE:</b></td> <td>67.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>CONTENIDO DE HUM:</b></td> <td>6.80</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	<b>PROFUNDIDAD ( Mts ):</b>	1.5-2.00									<b>MUESTRA N°:</b>	1									<b>RECIPIENTE N° :</b>	1									<b>W SUELO HUM + RES:</b>	287.00									<b>W SUELO SECO + RES</b>	273.00									<b>W RECIPIENTE:</b>	67.00									<b>CONTENIDO DE HUM:</b>	6.80									
<b>PROFUNDIDAD ( Mts ):</b>	1.5-2.00																																																																						
<b>MUESTRA N°:</b>	1																																																																						
<b>RECIPIENTE N° :</b>	1																																																																						
<b>W SUELO HUM + RES:</b>	287.00																																																																						
<b>W SUELO SECO + RES</b>	273.00																																																																						
<b>W RECIPIENTE:</b>	67.00																																																																						
<b>CONTENIDO DE HUM:</b>	6.80																																																																						
<b>PESOS ESPECÍFICOS</b>																																																																							
<table border="1"> <tr> <td><b>DIÁMETRO d<sub>prom</sub> (mm):</b></td> <td>50.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>ALTURA h<sub>prom</sub> (mm):</b></td> <td>50.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>ÁREA A<sub>o</sub> (mm<sup>2</sup>):</b></td> <td>1963.50</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN V<sub>o</sub> (mm<sup>3</sup>):</b></td> <td>98174.77</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Y<sub>hum</sub> (kN/m<sup>3</sup>):</b></td> <td>21.96</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Y<sub>sec</sub> (kN/m<sup>3</sup>):</b></td> <td>20.56</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	<b>DIÁMETRO d<sub>prom</sub> (mm):</b>	50.00									<b>ALTURA h<sub>prom</sub> (mm):</b>	50.00									<b>ÁREA A<sub>o</sub> (mm<sup>2</sup>):</b>	1963.50									<b>VOLUMEN V<sub>o</sub> (mm<sup>3</sup>):</b>	98174.77									<b>Y<sub>hum</sub> (kN/m<sup>3</sup>):</b>	21.96									<b>Y<sub>sec</sub> (kN/m<sup>3</sup>):</b>	20.56																			
<b>DIÁMETRO d<sub>prom</sub> (mm):</b>	50.00																																																																						
<b>ALTURA h<sub>prom</sub> (mm):</b>	50.00																																																																						
<b>ÁREA A<sub>o</sub> (mm<sup>2</sup>):</b>	1963.50																																																																						
<b>VOLUMEN V<sub>o</sub> (mm<sup>3</sup>):</b>	98174.77																																																																						
<b>Y<sub>hum</sub> (kN/m<sup>3</sup>):</b>	21.96																																																																						
<b>Y<sub>sec</sub> (kN/m<sup>3</sup>):</b>	20.56																																																																						
<b>OBSERVACIÓN:</b>  <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">   <b>ELABORÓ</b>            Jesus Sanchez            Laboratorista         </div> <div style="text-align: center;">   <b>REVISÓ</b>            Gustavo Royet            Ingeniero Civil         </div> </div>																																																																							

 <p style="font-size: x-small;">GR. INGARQ S.A.S</p>	<p><b>GR. INGENIEROS Y ARQUITECTOS S.A.S</b></p> <p><b>NIT.900.442.096-8</b></p>	<p><b>GRADACIÓN, LÍMITES DE ATTERBERG Y CLASIFICACIÓN</b></p>
---	--	---

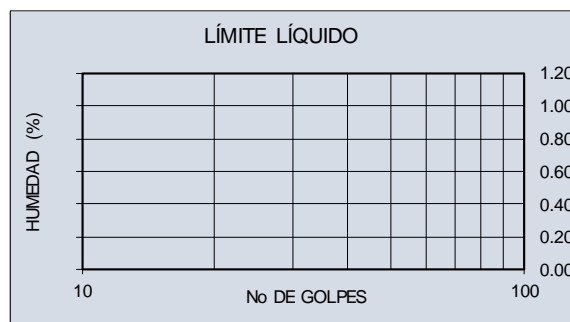
**PROYECTO:** CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA URALES EN LA VÍA QUE CONDUCE DEL MUNICIPIO DE TARAZÁ A EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA. **FECHA:** AGOSTO DE 2019

**LOCALIZACIÓN:** LA QUEBRADA URALES-EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO

**DESCRIPCIÓN:** ARENA MAL GRADUADA CON LIMO CON GRAVA SP SM

**SONDEO:** 1-K14+582 **PROFUNDIDAD:** 1.5-2.00 **MUESTRA:** M # 1

LÍMITE LÍQUIDO			
Tara No			
P1			
P2			
P3			
HUMEDAD %			



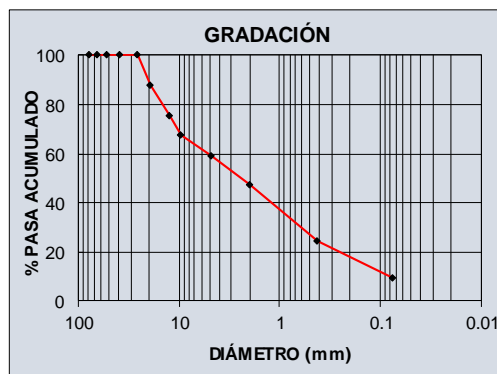
LÍMITE PLÁSTICO			
TARA No			
P1			
P2			
P3			
HUMEDAD%			

LÍMITE LÍQUIDO: NL \_\_\_\_\_ %  
LÍMITE PLÁSTICO: NP \_\_\_\_\_ %  
ÍNDICE DE PLASTICIDAD: NP \_\_\_\_\_

Turba \_\_\_\_\_ No  
M. Org \_\_\_\_\_ No  
Cu= \_\_\_\_\_ 53.8  
Cc= \_\_\_\_\_ 1.6

ÍNDICE DE GRUPO: \_\_\_\_\_ 0  
AASHTO: \_\_\_\_\_ A-1-a  
U.S.C.: \_\_\_\_\_ SP-SM

P1= 135.1 gr		P2 = 122.5 gr			
TAMIZ		RET gr	% RET	%RET ACUM	% PASA ACUM
pulg	mm				
3"	76.2		-	-	100.0
2 1/2"	63.5		-	-	100.0
2"	50.8		-	-	100.0
1 1/2"	38.1	0	0.0	0.0	100.0
1"	25.4	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.1	16.6	12.3	12.3	87.7
1/2"	12.5	16.90	12.5	24.8	75.2
3/8"	9.5	10.00	7.4	32.2	67.8
No 4	4.75	12.00	8.9	41.1	58.9
No 10	2	16.00	11.8	52.9	47.1
No 40	0.425	31.00	22.9	75.8	24.2
No 200	0.075	20.00	14.8	90.6	9.4
FONDO		12.6	9.4	-	-



OBSERVACIONES:


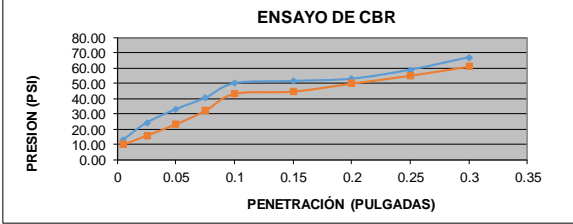
*Jesús A. Sanchez*

**ELABORÓ**  
Jesus Sanchez  
Laboratorista

*Gustavo Royet*


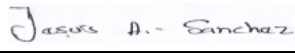

**REVISÓ**  
Gustavo Royet  
Ingeniero Civil




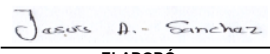
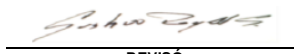
 <p style="font-size: 10px;">GR. INGENIEROS Y ARQUITECTOS S.A.S</p>	<p style="font-size: 14px;"><b>GR. INGENIEROS Y ARQUITECTOS S.A.S</b></p>	<p style="font-size: 14px;"><b>NIT.900.442.096-8</b></p>						
<b>ENSAYO DE CBR EN MUESTRAS INALTERADAS</b>								
<b>OBRA:</b>	CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA URALES EN LA VÍA QUE CONDUCE DEL MUNICIPIO DE TARAZÁ A EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.							
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	LA QUEBRADA URALES-EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO							
<b>MATERIAL:</b>	MUESTRA DE SUELO INALTERADO CBR							
<b>ESPECIFICACIÓN :</b>	I.N.V. E - 148 - 13							
<b>FECHA:</b>	AGOSTO DE 2019							
<b>SONDEO No:</b>	1-K14+582							
Diametro del molde=	15.2 cm	PESO SUELO HUMEDO= 4756 Grms						
Altura del molde =	17.8 cm	PESO SUELO SECO (Ws)= 4810.39 Grms						
Volumen =	3229.96 cm <sup>3</sup>							
Sobrecarga=	45 N							
<b>PENETRACIÓN CBR NATURAL</b>		<b>DESPUES DE INMERSION</b>						
Condición	Sin Sumergir	Sumergido	PESO INICIAL DE SUELO HUMEDO+MOLDE+BASE (Grms)	12140				
Penet. en Pulgadas	L.C (Kg)	Presion (PSI)	L.C (Kg)	Presion (PSI)	PESO FINAL DE SUELO HUMEDO + MOLDE+BASE (Grms)	13120		
0.005	18	13.23	14	10.29	PESO MOLDE + BASE (Grms)	7384		
0.025	33	24.25	22	16.17	VOLUMEN MOLDE (Cm3)	3229.96		
0.050	45	33.07	32	23.52	PESO INICIAL DEL SUELO HUMEDO (W)(Grms)	4756.00		
0.075	55	40.42	44	32.33	PESO DE AGUA ABSORBIDA (Ww)	980		
0.100	68	49.97	59	43.36	%AGUA ABSORBIDA=Ww/Ws	20.37		
0.150	70	51.44	61	44.83				
0.200	72	52.91	68	49.97				
0.250	80	58.79	75	55.11				
0.300	91	66.87	83	60.99				
0.400								
0.500								
CBR de 1" (%)	5.0		4.3					
CBR de 2" (%)	3.5		3.3					
PESO UNITARIO HUMEDO (g/cm <sup>3</sup> )	1.472							
PESO UNITARIO SECO (g/cm <sup>3</sup> )	1.489							
<b>OBSERVACIONES:</b>								
<table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width:50%; text-align: center; border: none;"> <p style="font-size: 12px;"><i>Jesús A. Sanchez</i></p> <p style="font-size: 10px;"><b>ELABORÓ</b> Jesus Sanchez Laboratorista</p> </td> <td style="width:50%; text-align: center; border: none;"> <p style="font-size: 12px;"><i>Gustavo Royet</i></p> <p style="font-size: 10px;"><b>REVISÓ</b> Gustavo Royet Ingeniero Civil</p> </td> </tr> </table>							<p style="font-size: 12px;"><i>Jesús A. Sanchez</i></p> <p style="font-size: 10px;"><b>ELABORÓ</b> Jesus Sanchez Laboratorista</p>	<p style="font-size: 12px;"><i>Gustavo Royet</i></p> <p style="font-size: 10px;"><b>REVISÓ</b> Gustavo Royet Ingeniero Civil</p>
<p style="font-size: 12px;"><i>Jesús A. Sanchez</i></p> <p style="font-size: 10px;"><b>ELABORÓ</b> Jesus Sanchez Laboratorista</p>	<p style="font-size: 12px;"><i>Gustavo Royet</i></p> <p style="font-size: 10px;"><b>REVISÓ</b> Gustavo Royet Ingeniero Civil</p>							


 <b>El futuro es de todos</b> Agencia de Renovación del Territorio	ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS PROYECTO TARAZÁ-CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO		 <b>CONSORCIO TERRITORIAL 2019</b> NIT. No. 901.283.823-8
	Contrato: SC 01521 19	Fecha: dic. 2019	

### 7.1.3. RESULTADOS SONDEO 2.

		<b>GR. INGENIEROS Y ARQUITECTOS S.A.S</b>  <b>NIT.900.442.096-8</b>				<b>FORMATO DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO</b>							
DEPARTAMENTO DE SUELOS													
PROYECTO:		CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA URALES EN LA VÍA QUE CONDUCE DEL MUNICIPIO DE TARAZÁ A EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.											
SOLICITANTE:		CONSORCIO TERRITORIAL 2019											
SONDEO:		2-K14+635					FECHA:		AGOSTO DE 2019				
LOCALIZACIÓN:		LA QUEBRADA URALES-EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO											
MUESTRA #	ESC	CLASIFICACIÓN				PROFUNDIDAD Mts	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES						
		U.S.C	AASHTO	ÍNDICE DE GRUPO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Y CLASIFICACIÓN		HUMEDAD %	LÍMITES DE ATTERBERG			% PASA 200	γhum (KN/m3)	γsec (KN/m3)
								LÍMITE LÍQUIDO %	LÍMITE PLÁSTICO %	ÍNDICE DE PLASTICIDAD %			
1		GP	A-1-a	0.00	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA GP	1.5-2.00	8.05	NL	NP	NP	3.43	20.85	19.30
COTA:		RELLENO 10CM											
NIVEL FREÁTICO:		INICIAL 1.20					FINAL 1.00						
OBSERVACIONES:		NO SE ENCONTRÓ NIVEL FREÁTICO											
 <b>ELABORÓ</b> Jesus Sanchez Laboratorista						 <b>REVISÓ</b> Gustavo Royet Ingeniero Civil							

 <b>El futuro es de todos</b> Agencia de Renovación del Territorio	<b>ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS</b> <b>PROYECTO TARAZÁ-CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO</b>		 <b>CONSORCIO TERRITORIAL 2019</b> NIT. No. 901.283.823-8
	Contrato: SC 01521 19	Fecha: dic. 2019	

 <b>GR. INGARQ S.A.S</b> <b>NIT.900.442.096-8</b>	<b>GR. INGENIEROS Y ARQUITECTOS S.A.S</b> <b>NIT.900.442.096-8</b>		<b>FORMATO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
	<b>DEPARTAMENTO DE SUELOS</b>								
<b>PROYECTO:</b> CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA URALES EN LA VÍA QUE CONDUCE DEL MUNICIPIO DE TARAZÁ A EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.									
<b>SOLICITANTE:</b> CONSORCIO TERRITORIAL 2019									
<b>LOCALIZACIÓN:</b> LA QUEBRADA URALES-EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO									
<b>SONDEO:</b> 2-K14+635		<b>FECHA:</b> AGOSTO DE 2019							
<b>PESOS ESPECÍFICOS</b>									
<b>PROFUNDIDAD ( Mts ):</b>	1.5-2.00								
<b>MUESTRA N°:</b>	1								
<b>RECIPIENTE N° :</b>	1								
<b>W SUELO HUM + RES:</b>	248.00								
<b>W SUELO SECO + RES</b>	234.00								
<b>W RECIPIENTE:</b>	60.00								
<b>CONTENIDO DE HUM:</b>	8.05								
<b>DIÁMETRO d<sub>prom</sub> (mm):</b>	50.00								
<b>ALTURA h<sub>prom</sub> (mm):</b>	45.00								
<b>ÁREA A<sub>o</sub> (mm<sup>2</sup>):</b>	1963.50								
<b>VOLUMEN V<sub>o</sub> (mm<sup>3</sup>):</b>	88357.29								
<b>Y<sub>hum</sub> (Kw/m<sup>3</sup>):</b>	20.85								
<b>Y<sub>sec</sub> (Kw/m<sup>3</sup>):</b>	19.30								
<b>OBSERVACIÓN:</b>									
 <b>ELABORÓ</b> Jesus Sanchez Laboratorista					 <b>REVISÓ</b> Gustavo Royet Ingeniero Civil				

 <p style="font-size: x-small;">GR. INGARQ S.A.S</p>	<p><b>GR. INGENIEROS Y ARQUITECTOS S.A.S</b></p> <p><b>NIT.900.442.096-8</b></p>	<p><b>GRADACIÓN, LÍMITES DE ATTERBERG Y CLASIFICACIÓN</b></p>
---	--	---

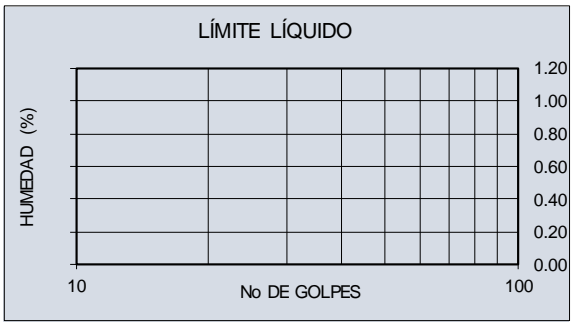
**PROYECTO:** CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA URALES EN LA VÍA QUE CONDUCE DEL MUNICIPIO DE TARAZÁ A EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA. **FECHA:** AGOSTO DE 2019

**LOCALIZACIÓN:** LA QUEBRADA URALES-EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO

**DESCRIPCIÓN:** GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA GP

**SONDEO:** 2-K14+635 **PROFUNDIDAD:** 1.5-2.00 **MUESTRA:** M # 1

LÍMITE LÍQUIDO			
Tara No			
P1			
P2			
P3			
HUMEDAD %			



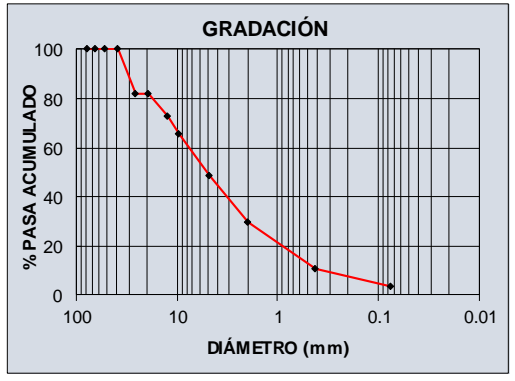
LÍMITE PLÁSTICO			
TARA No			
P1			
P2			
P3			
HUMEDAD%			

LÍMITE LÍQUIDO: NL \_\_\_\_\_ %  
 LÍMITE PLÁSTICO: NP \_\_\_\_\_ %  
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: NP \_\_\_\_\_

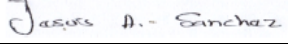
Turba \_\_\_\_\_ No  
 M. Org \_\_\_\_\_ No  
 Cu= \_\_\_\_\_ 19.8  
 Cc= \_\_\_\_\_ 1.3


ÍNDICE DE GRUPO: \_\_\_\_\_ 0  
 AASHTO: \_\_\_\_\_ A-1-a  
 U.S.C.: \_\_\_\_\_ GP

P1= 213.3 gr		P2 = 206 gr			
TAMIZ		RET gr	% RET	%RET ACUM	% PASA ACUM
pulg	mm				
3"	76.2		-	-	100.0
2 1/2"	63.5		-	-	100.0
2"	50.8		-	-	100.0
1 1/2"	38.1	0	0.0	0.0	100.0
1"	25.4	38	17.8	17.8	82.2
3/4"	19.1	0	0.0	17.8	82.2
1/2"	12.5	20.00	9.4	27.2	72.8
3/8"	9.5	16.00	7.5	34.7	65.3
No 4	4.75	36.00	16.9	51.6	48.4
No 10	2	40.00	18.8	70.3	29.7
No 40	0.425	41.00	19.2	89.5	10.5
No 200	0.075	15.00	7.0	96.6	3.4
FONDO		7.3	3.4	-	-


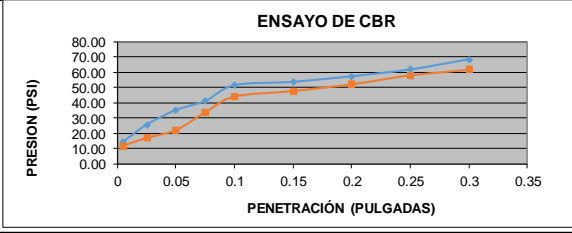
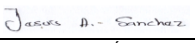
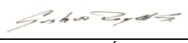


**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_

  
 \_\_\_\_\_  
**ELABORÓ**  
 Jesus Sanchez  
 Laboratorista

  
 \_\_\_\_\_  
**REVISÓ**  
 Gustavo Royet  
 Ingeniero Civil

 <b>El futuro es de todos</b> Agencia de Renovación del Territorio	<b>ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS</b> <b>PROYECTO TARAZÁ-CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO</b>		 <b>CONSORCIO TERRITORIAL 2019</b> <small>NT. No. 901.283.823-8</small>
	Contrato: SC 01521 19	Fecha: dic. 2019	

 GR. INGARQ S.A.S	<b>GR. INGENIEROS Y ARQUITECTOS S.A.S</b>	<b>NIT.900.442.096-8</b>								
<b>ENSAYO DE CBR EN MUESTRAS INALTERADAS</b>										
<b>OBRA:</b>	CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA URALES EN LA VÍA QUE CONDUCE DEL MUNICIPIO DE TARAZÁ A EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.									
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	LA QUEBRADA URALES-EL CORREGIMIENTO EL GUÁIMARO									
<b>MATERIAL:</b>	MUESTRA DE SUELO INALTERADO CBR									
<b>ESPECIFICACIÓN :</b>	I.N.V. E - 148 - 13									
<b>FECHA:</b>	AGOSTO DE 2019									
<b>SONDEO No:</b>	2-K14+635									
	Diametro del molde= 15.2 cm Altura del molde = 17.8 cm Volumen = 3229.96 cm <sup>3</sup> Sobrecarga= 45 N	PESO SUELO HUMEDO= 5856 Grms PESO SUELO SECO (Ws)= 4815.39 Grms								
<b>PENETRACIÓN CBR NATURAL</b>		<b>DESPUES DE INMERSION</b>								
Condición	Sin Sumergir		Sumergido		PESO INICIAL DE SUELO HUMEDO+MOLDE+BASE (Grms)		13240			
					PESO FINAL DE SUELO HUMEDO + MOLDE+BASE (Grms)		14120			
Penet. en Pulgadas	L.C (Kg)	Presion (PSI)	L.C (Kg)	Presion (PSI)	PESO MOLDE + BASE (Grms)		7384			
0.005	20	14.70	16	11.76	VOLUMEN MOLDE (Cm3)		3229.96			
0.025	35	25.72	23	16.90	PESO INICIAL DEL SUELO HUMEDO (W)(Grms)		5856.00			
0.050	48	35.27	30	22.05	PESO DE AGUA ABSORBIDA (Ww)		880			
0.075	56	41.15	46	33.80	%AGUA ABSORBIDA=Ww/Ws		18.27			
0.100	70	51.44	60	44.09						
0.150	73	53.64	65	47.77						
0.200	78	57.32	71	52.17						
0.250	84	61.73	79	58.05						
0.300	93	68.34	84	61.73						
0.400										
0.500										
CBR de 1" (%)	5.1		4.4							
CBR de 2" (%)	3.8		3.5							
PESO UNITARIO HUMEDO (g/cm <sup>3</sup> )	1.813									
PESO UNITARIO SECO (g/cm <sup>3</sup> )	1.491									
<b>OBSERVACIONES:</b>										
 <b>ELABORÓ</b> Jesus Sanchez Laboratorista				 <b>REVISÓ</b> Gustavo Royet Ingeniero Civil						