



INGENIERO GEOTECNISTA

LUIS DAVID RAMIREZ MUÑOZ

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción,
Análisis Químicos de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

**MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL FORTALECIMIENTO DE
LA CONECTIVIDAD DEL CORREDOR REGIONAL CANTAGALLO – SAN PABLO –
SIMITÍ EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO, BOLÍVAR**

ESTUDIO GEOLOGICO

**MUNICIPIO DE SAN PABLO BOLIVAR
FEBRERO DE 2026**

CONTROL DE ELABORACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN DE DOCUMENTOS EXTERNOS

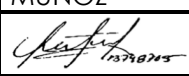
Proyecto	:	MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA CONECTIVIDAD DEL CORREDOR REGIONAL CANTAGALLO – SAN PABLO – SIMITÍ EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO, BOLÍVAR
Título documento	:	Estudio Geológico San Pablo
Documento No.	:	D:\GERMAN\2026\BOLIVAR\SAN PABLO
Versión No.	:	1
Fecha Versión	:	11 de FEBRERO DE 2026
A P R O B A C I Ó N		
Responsable por Elaboración	Nombre	GERMAN HERNANDEZ A
	Firma	
	Fecha	
Responsable por Aprobación	Nombre	Ing; LUIS DAVID RAMIREZ MUÑOZ
	Firma	
	Fecha	

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	OBJETIVOS	6
2.1	OBJETIVO GENERAL	6
2.2	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....	7
3	LOCALIZACIÓN DEL SECTOR.....	14
4	ZONIFICACIÓN GEOLÓGICO	16
4.1	ESTRATIGRAFIA.....	17
4.2.	Formación Real (Tmr)	17
5.	GEOLOGIA ESTRUCTURAL.	20
5.1.	Sistema de Fallas de la Salina (SFLS)	21
5.1.1.	Falla de San Juan	22
5.1.2.	Falla de Cimitarra	22
5.1.3.	Falla de Infantas	22
6.	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	23
7.	FUENTES DE MATERIALES Y LOGÍSTICA DE ABASTECIMIENTO (NORMA INVÍAS)	24
7.1	Parámetros de Calidad Obligatorios (Normas de Ensayo):.....	24
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del Municipio de San Pablo – Bolívar, vía en estudio a intervenir..... 14

1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio pretende mostrar las características geológicas del municipio de San Pablo, y su incidencia en el MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA CONECTIVIDAD DEL CORREDOR REGIONAL CANTAGALLO – SAN PABLO – SIMITÍ EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO, BOLÍVAR. Este estudio es fundamental porque nos describe el asiento estructural de la cuenca sedimentaria del valle Del Magdalena Medio, donde la carrera 13 del casco urbano se localiza geográficamente paralela a la dinámica fluvial del Río Magdalena lo que condiciona directamente la naturaleza de sus suelos de fundación.

A nivel litológico, el trazado completo de la vía intercepta depósitos aluviales y de terraza del Cuaternario Reciente (Qal). Estos depósitos se caracterizan por una alternancia irregular de sedimentos no consolidados, compuestos principalmente por limos elásticos, arcillas expansivas de origen lacustre y fluvial, e intercalaciones de lentes arenosos y gravas finas provenientes de los arrastres de la Serranía de San Lucas y el cauce principal del río.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Conocer las características geológicas de la zona de estudio y su incidencia en los estudios y diseños para el MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA CONECTIVIDAD DEL CORREDOR REGIONAL CANTAGALLO – SAN PABLO – SIMITÍ EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO, BOLÍVAR.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la geología local de la zona en estudio y aplicarla a los diferentes estudios en el comportamiento del suelo y fuentes de materiales.
- Identificar fuentes de materiales y su disponibilidad para posible uso en el proyecto.
- Conceptuar sobre posibles recomendaciones que ayuden a generar una mejor alternativa de diseño acorde a la geología local del municipio de San Pablo, Bolívar.

2.2 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Para la realización del presente estudio se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Recopilación de información existente en el sector donde se proyecta la construcción.
- Visita a campo y reconocimiento del área para enmarcarlo dentro la geología local del municipio.
- Referenciación geológica y geotécnica del lote en estudio, con base a las observaciones de campo y la información existente en el sector.

3 LOCALIZACIÓN DEL SECTOR

El área en estudio se encuentra limitado por las vías que agrupan la Carrera 13 entre calles 8 y 16 y sus tramos conexos en el municipio de San Pablo departamento de Bolívar.

A continuación, se presenta la localización general del tramo a intervenir:

Tabla 1. localización general del tramo a intervenir:

Fuente: Autor

EL municipio de San Pablo se encuentra ubicado en el extremo Sur del Departamento de Bolívar a 576 kilómetros de la Capital de la República, sobre la margen izquierda del Río Magdalena en su recorrido medio. Territorialmente ocupa hacia el occidente un alto porcentaje de la Serranía de San Lucas. Principal sistema orográfico de la región de Bolívar. Su posición geográfica es la 7° 09' 00" de Latitud Norte y 75° 56' 00" de longitud.

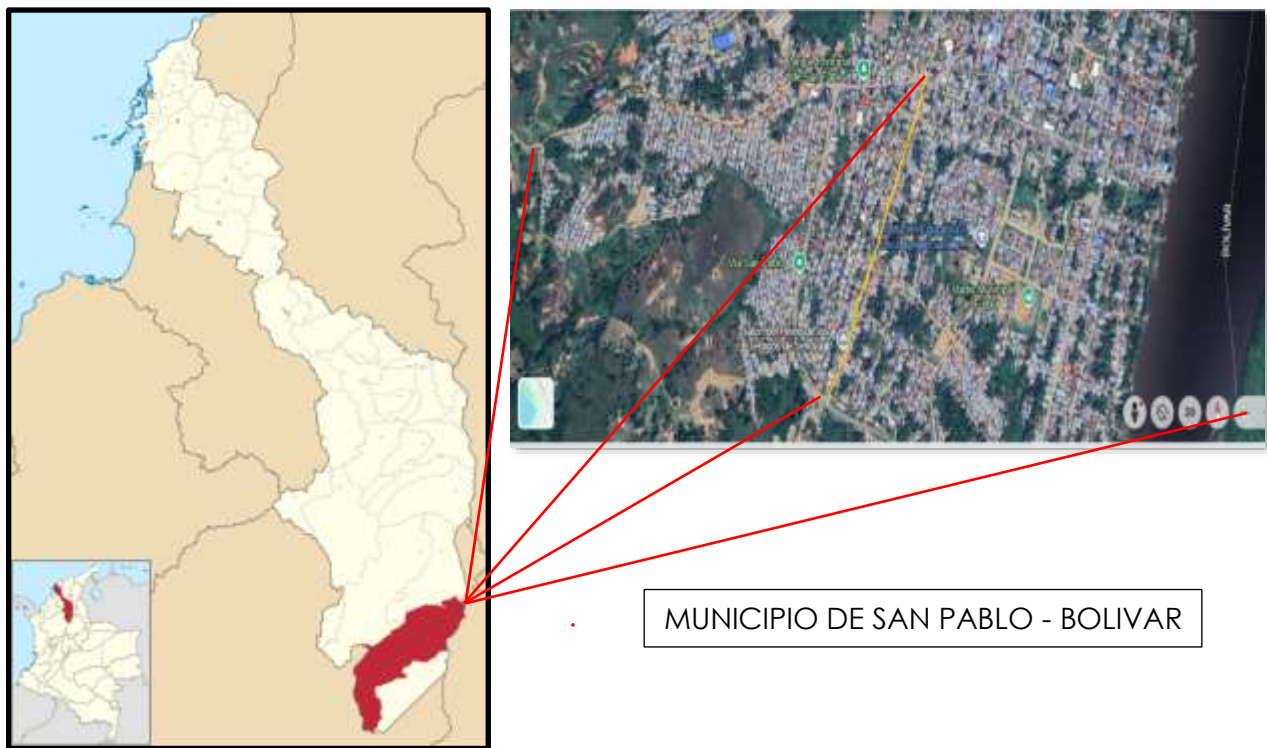


Figura 1. Ubicación geográfica del Municipio de San Pablo – Bolívar, vía en estudio a intervenir

San Pablo, limita al Norte con el municipio de Santa Rosa del Sur y Simití departamento de Bolívar, al sur con el municipio de Cantagallo, al oeste con Remedios y Segovia departamento de Antioquia y al este con el municipio de Puerto Wilches, Departamento de Santander.

El sector donde se va llevar a cabo el proyecto de pavimentación se ubica con las coordenadas WGS en punto inicial 7°28'22.98"N y 73°55'45.96 "O – punto final 7°28'37.03"N, 73°55'26.41"O Google Earth y en el sistema de referencia Bogotá GAUSS KRUGER con las coordenadas 1017090.692 E y 1318497.377 N.

4 ZONIFICACIÓN GEOLÓGICO

Parte del estudio, determinación y ubicación de las unidades litológicas, geomorfológicas y procesos morfodinámicos, se basa en la manipulación de información secundaria generada principalmente por entidades afines tales como: IDEAM, IGAC, INGEOMINAS.

La población de San Pablo se encuentra localizada sobre la margen izquierda del río Magdalena, a 800 m. aproximadamente, aguas abajo de la desembocadura del río Cimitarra. En la zona de San Pablo, afloran rocas sedimentarias estratificadas e inclinadas, formación real; sobre las cuales discordantemente aflora la formación Mesa.

La Formación Real. La sección estudiada, sobre el último sector del talud izquierdo del río Cimitarra, consiste de una serie de rocas sedimentarias estratificadas. Tiene un rumbo N25 -35E y buza t5° SE, y pertenece a la Formación Real.

La parte inferior de la serie en el sector descrito, comienza con un nivel de areniscas arcillosas de grano medio a grueso, color marrón amarillento, friables. Un nivel suprayacente formado por la alternancia de areniscas de grano medio a grueso, color crema con manchas de óxido de hierro, y estratos de arcillas arenosas color rojo, crema; textura superficial de cavidades elipsoides de 1 cm de radio mayor y 0.4 cm de radio menor. (textura de panal).

La parte superior de las areniscas en contacto con las arcillas también presentan, la textura superficial de aquellas. Suprayacente al nivel anterior, aflora un estrato de 1 a 1.5 m de espesor, de argilitas arenosas color crema con manchas de óxido de hierro. Suprayacente al anterior, un estrato de 0.3 a 0.5 m de espesor de arenisca de grano grueso, conglomerático

Finalmente, hacia el tope de la serie, estratos de argilitas color crema con manchas de óxido de hierro

La formación Mesa (grupo), está aquí representada por un conglomerado débilmente compactado, el cual consiste de cantos de 7 cm de diámetro en promedio: de rocas sedimentarias e ígneas, con un ligamento arenoso-arcilloso, ferruginoso; muy erosionable.

Los clastos de rocas ígneas se encuentran completamente meteorizados habiendo perdido su consistencia original, aunque pueden conservar, su textura.

La Formación Mesa suprayace discordantemente la Formación Real. Presenta una forma aterrazada, con taludes verticales.

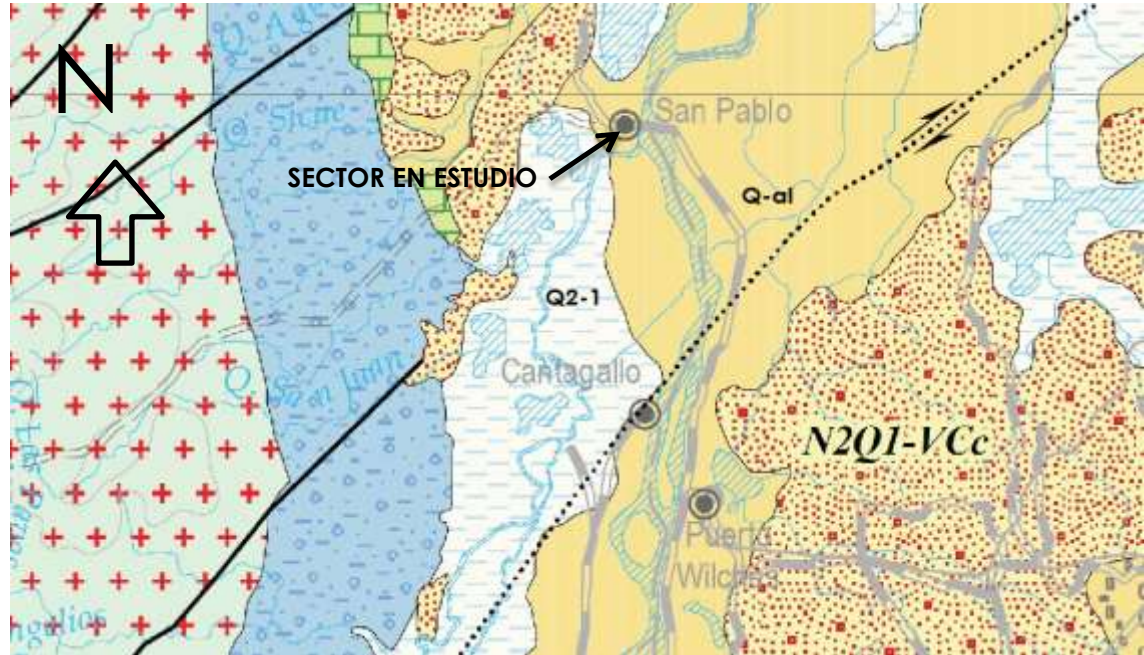
4.1 ESTRATIGRAFIA

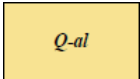
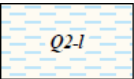
En este capítulo se desea ilustrar las características litológicas y sedimentológicas de las unidades de roca del subsuelo que están comprometidas en la amplitud de investigación de los sondeos, además de evaluar y comprender las propiedades de permeabilidad y porosidad de las unidades que están en capacidad de almacenar el agua subterránea; es decir nos interesa detallar la estratigrafía de las capas de roca que estarían incluidas en el futuro proyecto. Se entiende que a profundidades mayores a las del Estudio Geotécnico, existen diferentes unidades de roca que para nuestro objetivo exploratorio no implican repercusiones importantes en la viabilidad del proyecto y por ello no se describen en el presente informe.

4.2. Formación Real (Tmr)

Mioceno plioceno: aflora en el extremo más oriental de la Serranía. Se trata de una gruesa secuencia de shales grises, areniscas grises, localmente conglomeráticas y conglomerados, localmente se encuentran carbones que conservan su forma original. El espesor en la carretera Bucaramanga, Puerto Wilches es de aproximadamente 1.700 m. Estas rocas han sido interpretadas como depositadas en un ambiente continental. La edad Mioceno-plioceno, ha sido obtenida por medio de dataciones paleontológicas.

Figura 2. Zonificación Geológica



	Depósitos aluviales y llanuras aluviales		Depósitos paludales
	Zona en estudio		Arenitas Feldespáticas y líticas, arcillolitas y conglomerados con abundantes líticas de andesitas y dacitas

Fuente: INGEOMINAS

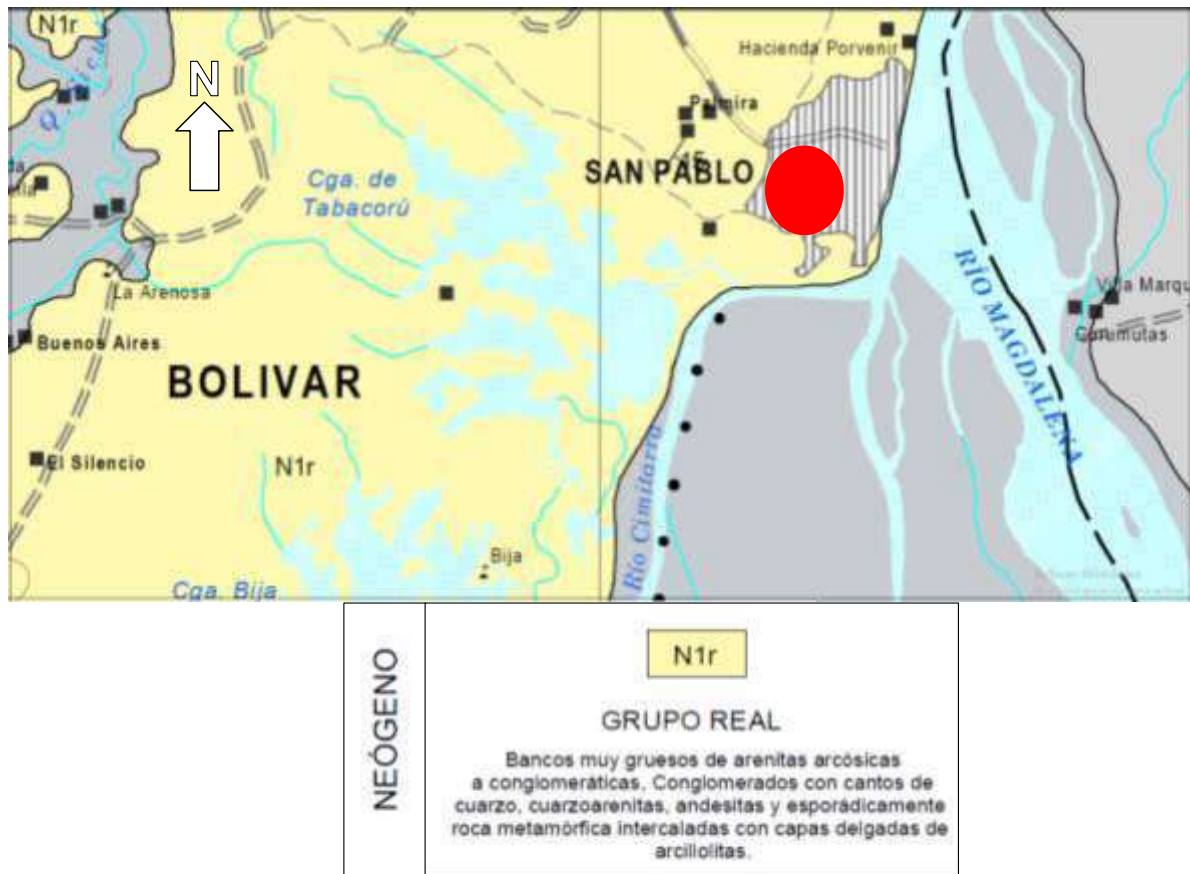


Figura 3. Zonificación Geológica

5. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

La cuenca limita al Oeste con rocas pre Cretácicas de la Cordillera Central, y al Este con el piedemonte occidental de la Cordillera Oriental. Se caracteriza por tener dos márgenes bien diferenciados, uno al Oeste donde se tiene un borde pasivo, instalado en parte sobre materiales de la Cordillera Central con una geometría monoclinial, y con notables truncaciones de las formaciones Cretácicas que desaparecen en dirección a la cordillera, con un progresivo recubrimiento de sedimentos Terciarios (Taborda, 1965); y otro hacia la Cordillera Oriental donde la deformación se incrementa de manera continua y se pasa a un complicado margen compresional (Mojica y Franco, 1990).

Se diferenciaron tres provincias estructurales en esta región: Una provincia oriental de la cual en la plancha no se observan los anticlinales y sinclinales alargados que la caracterizan pero ya influye la Falla La Salina; una Provincia Central definida por un amplio monoclinial inclinado al Este y la Provincia Occidental que se extiende a lo largo del flanco Este de la Cordillera Central hasta el Alto de Cáchira - Infantas en la Plancha 119 - Barrancabermeja y la Falla Infantas en la Plancha 108.

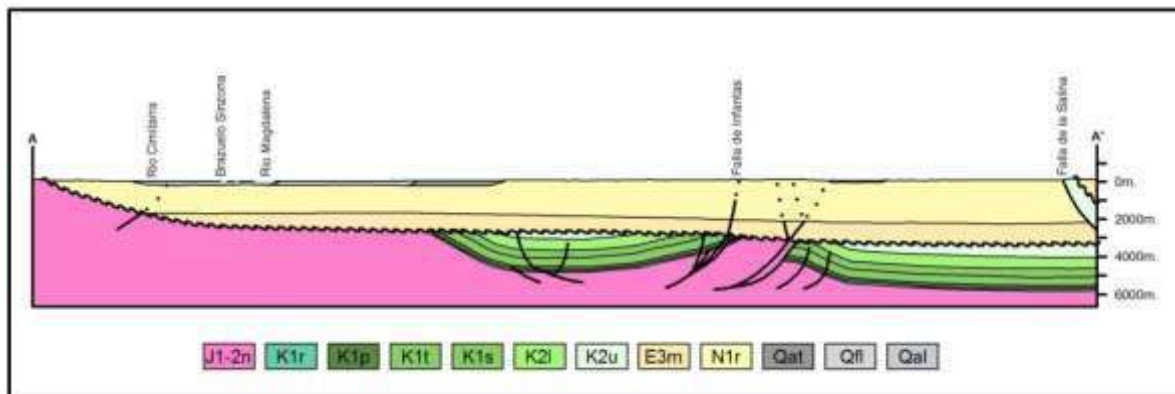


FIG. 4. MAPA ESTRUCTURAL DE LA PLANCHA 108 "PUERTO WILCHES" CON LA LOCALIZACION DE SECCIONES Y LINEAS SISMICAS INTERPRETADAS – INGEOMINAS

A partir de la interpretación de la información sísmica se puede observar que en general la geometría de la cuenca, en este sector, se presenta como un monoclinal buzando al Este, el cual está constituido por un basamento Jurásico cubierto por una secuencia sedimentaria Cretácica que gradualmente se acuña hacia el suroeste contra este basamento, además se observan algunos paleo altos con rocas Cretácicas en sus flancos y que en su parte central han sido fuertemente erodados y cubiertos por la secuencia terciaria que en algunos sectores alcanza un buen desarrollo.

5.1. Sistema de Fallas de la Salina (SFLS)

Está localizada en el extremo sureste de la Plancha 108, la cual pone al Este de la plancha rocas de la Formación Umir en contacto con rocas de las Formaciones Mugrosa y del Grupo Real. Esta estructura es de naturaleza inversa con vergencia Oeste que pone en contacto rocas Cretácicas en el bloque cabalgante con rocas Terciarias en el bloque yacente. Se caracteriza por ser una estructura de alto ángulo, que involucra el basamento Pre-Cretáceo.

Corresponde a un sistema de cabalgamientos regionales con vergencia Oeste que pone en contacto rocas del Cretáceo Superior - Paleógeno con rocas del Mioceno – Oligoceno registrando un salto estratigráfico cercano a los 3000 m.

El carácter regional, la geometría de la falla, el control estratigráfico y estructural que ejerce

sobre las secuencias que afecta, permiten clasificarla como una estructura “clave” en el desarrollo del margen Oeste del rift Mesozoico del Norte de Colombia y en la configuración del borde Oeste de la Cordillera Oriental (INGEOMINAS – GRP, 2008).

Durante la Orogenia Andina principalmente en el Cenozoico, la Falla de La Salina se reactivó creando una dirección de esfuerzos compresionales, oblicuo a las antiguas estructuras, dando lugar a la reactivación de las mismas y en consecuencia, al origen de estructuras cuya arquitectura se asocia con estos movimientos de carácter transpresivo.

Esta reactivación estuvo relacionada con los cabalgamientos más externos del SFLS involucrando rocas del Paleógeno – Neógeno, que se ven cortadas por cabalgamientos con vergencia Este con el desarrollo de estructuras pseudo - triangulares en las secuencias Meso - Cenozoicas y despegues en los sedimentos Terciarios.

5.1.1. Falla de San Juan

Hace parte de un sistema transpresivo con dirección N22E, que fractura sedimentos volcanosedimentarios, del Jurásico Medio - Temprano de la Formación Norean cuadrículas 1A y 1B. Rasgos fisiográficos como la rectitud que toman las Quebradas Contrí aguas y Sicué y también la presencia apófisis de material volcánico que coinciden con el rumbo de la falla.

5.1.2. Falla de Cimitarra

Se extiende en dirección SO - NE, dislocando bloques de la Formación Norean en las cuadrículas 2D, 2E y 1F y luego queda cubierta por debajo de los depósitos fluvio - lacustres. Se extiende como una falla de rumbo de componente dextral y vergencia al Este que hace parte de una estructura transpresiva regional, evidencias de esta se localizan sobre las quebradas la Sopera y San Lorenzo, líneas sísmicas como la transandina que se extiende en dirección SE - NO desde el flanco Oeste de la Cordillera Oriental hasta estribaciones de la Serranía de San Lucas, muestra un levantamiento brusco, dentro de un modelo en flor por transpresión, dejando fallas sintéticas y anti sintéticas, al sistema principal. El dominio es afectado por las fallas de rumbo, en forma de relevos en echelon hacia el Oeste, a lo largo de fallas.

5.1.3. Falla de Infantas

Como continuación de esta estructura proveniente del Sur es considerada una de las fallas más importante en este sector a partir de la interpretación sísmica se puede observar como una falla inversa de basamento que afecta toda la secuencia sedimentaria, con rumbo de dirección Norte – Sur y vergencia hacia el Oeste, la cual coloca en contacto superficial a

formaciones Terciarias, incluso en algunos sectores sedimentos de una misma formación.

La interpretación de la sísmica realizada en la Plancha 119 - Barrancabermeja, permite visualizar que, hacia el Sur, el Paleo Alto de Infantas - Cáchira cabecea debajo del Sistema de Fallas de Infantas (SFI), estructura con un comportamiento típico de carácter Andino con vergencia Oeste. La Falla de Infantas es lítrica con superficies de despegue estructural en horizontes pre Jurásicos (INGEOMINAS –GRP, 2008). En la Plancha 108 – “Puerto Wilches” no se encontraron evidencias de esta falla en sedimentos del Grupo Real y mucho menos sobre los depósitos de la Meseta de San Rafael, aunque podría coincidir con algunos ligeros rasgos de lineamientos más no con estructuras de falla. En la interpretación sísmica su evidencia más Norte corresponde a un rasgo estructural con una expresión clara como lineamiento y evidencia de falla a partir de la observación de la discontinuidad de estratos buzantes hacia el Este.

6. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Sus vías son casi rectas, relativamente planas con desniveles máximos del orden de 0,10m, suelos de textura arenosa con materiales fragmentados superficialmente, terreno seco superficialmente con poca vegetación, la altitud del lote es aproximadamente 162msnm. su área lineal es aproximadamente 1200m.

7. FUENTES DE MATERIALES Y LOGÍSTICA DE ABASTECIMIENTO (NORMA INVÍAS)

El aseguramiento de la calidad de los agregados pétreos es indispensable para alcanzar el Módulo de Rotura (MR) del concreto. Dada la geología económica regional, se establecen las siguientes procedencias oficiales que operan con títulos de la Agencia Nacional de Minería (ANM) y cumplen la normativa de calidad vial en Colombia:

- Agregados Finos (Arenas de Concreto): Abastecimiento procedente de depósitos aluviales y playas autorizadas del Río Magdalena (sectores de San Pablo y Simití). Se exige un proceso estricto de lavado para garantizar un Equivalente de Arena > 75%, eliminando trazas de limos orgánicos.
- Agregados Gruesos y Base (Roca Triturada): Se descarta el uso exclusivo de cantos rodados del río para la mezcla estructural. Se prescribe el suministro de material triturado proveniente de las formaciones de roca dura de la Serranía de San Lucas (Santa Rosa del Sur) o, alternativamente, de los distritos mineros consolidados de Aguachica (Cesar) y Barrancabermeja.

7.1 Parámetros de Calidad Obligatorios (Normas de Ensayo):

- Desgaste Máquina de Los Ángeles (INV E-218): Inferior al 30% para asegurar la resistencia al impacto físico.
- Sanidad en Sulfatos (INV E-220): Pérdida máxima del 12% para resistir ambientes tropicales húmedos.
- Reactividad Alkali-Sílice (ASR): Evaluación petrográfica obligatoria para descartar sílice reactiva en materiales del Río Magdalena que generen fisuración interna expansiva.

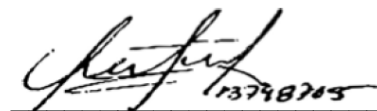
8. BIBLIOGRAFÍA

- BRAJA DAS, "Ingeniería de Cimentaciones", Ciudad de México, 1996.
- BOWLES, Joseph, "Foundation analysis and design". Nueva York, 1996.
- EOT de San Pablo, Departamento de Bolívar.
- GUTIERREZ ELORZA, Mateo "Geomorfología" Madrid 2008
- Norma NSR – 10. Bogotá, 2010
- RUIZ VAZQUEZ, Mariano "Geología aplicada a la ingeniería civil" México 2008
- SUAREZ DIAZ, Jaime "Deslizamientos Vol. 1". Bucaramanga, 2009.

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD PARA ESTUDIO GEOLOGICO

Yo, **LUIS DAVID RAMIREZ MUÑOZ**, identificado con cédula de ciudadanía No 13.748.765, de profesión Ingeniero Civil, Especialista en Geotecnia Ambiental con T.P. N° 68202-106933STD, con más de cinco (5) años de experiencia de ejercicio profesional, en el ejercicio de la facultad conferida por el Decreto 926 de 2010 NSR-10, modificado por el Decreto 2525 del 13 de julio de 2010, por medio del presente documento declaro que asumo toda responsabilidad de los cálculos, y datos geológicos contenidos en las memorias del proyecto denominado MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA CONECTIVIDAD DEL CORREDOR REGIONAL CANTAGALLO – SAN PABLO – SIMITÍ EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO, BOLÍVAR. Eximiendo a la secretaria de planeación municipal de cualquier responsabilidad o perjuicio relacionado o producido por el estudio geotécnico. Teniendo en cuenta lo anterior hago las siguientes consideraciones geotécnicas: Según la exploración en campo y el análisis de las muestras obtenidas a través de los ensayos, las recomendaciones dadas, van dirigidas como parámetro esencial para que el ingeniero correspondiente, desarrolle el tipo de estructura de pavimento adecuada.

Para constancia de lo anterior, se firma en la ciudad de Barrancabermeja, a los 20 días del mes de febrero de 2026.



LUIS DAVID RAMIREZ MUÑOZ
ING. CIVIL – ESP. GEOTECNIA AMBIENTAL
Matrícula N° 68202-106933STD



INGENIERO GEOTECNISTA

LUIS DAVID RAMIREZ MUÑOZ

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción,
Análisis Químicos de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

**MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL FORTALECIMIENTO DE
LA CONECTIVIDAD DEL CORREDOR REGIONAL CANTAGALLO – SAN PABLO –
SIMITÍ EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO, BOLÍVAR**

ESTUDIO GEOTECNICO

**MUNICIPIO DE SAN PABLO BOLIVAR
FEBRERO DE 2026**

CONTROL DE ELABORACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN DE DOCUMENTOS EXTERNOS

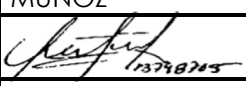
Proyecto	: MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA CONECTIVIDAD DEL CORREDOR REGIONAL CANTAGALLO – SAN PABLO – SIMITÍ EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO, BOLÍVAR		
Título documento	: Estudio de suelos San Pablo v1		
Documento No.	: D:\GERMAN\2026\BOLIVAR\SAN PABLO		
Versión No.	: 1		
Fecha Versión	: 11 de FEBRERO DE 2026		
A P R O B A C I Ó N			
Responsable por Elaboración	Nombre	GERMAN HERNANDEZ A	
	Firma		
	Fecha		
Responsable por Aprobación	Nombre	Ing; LUIS DAVID RAMIREZ MUÑOZ	
	Firma		
	Fecha		

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	7
2	OBJETIVOS.....	8
2.1	OBJETIVO GENERAL	8
2.2	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....	9
3	LOCALIZACIÓN DEL SECTOR.....	10
4	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	14
4.1	SISMICIDAD DE ACUERDO A LA NSR – 10	15
5	EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA	17
6.0	INVESTIGACIONES PRELIMINARES	19
6.1	SONDEOS MECANICOS	19
6.1.1	METODOLOGÍA	22
6.1.2	METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LABORATORIOS	23
6.1.3	LOCALIZACIÓN DE SONDEOS.....	23
6.1.4	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE EXPLORACIÓN	24
7.	RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO	25
7.1	ESTRATIGRAFÍA.....	25
7.2	NIVEL FREÁTICO	27
7.3	RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO	27
8.	DETERMINACION DEL CBR DE DISEÑO PARA EL CALCULO DE LOS ESPESORES DE LA SUBBASE Y LOSA DE CONCRETO	30
8.1.	CRITERIO TÉCNICO ADOPTADO	30
8.2	Dimensionamiento De La Subbase	31

8.2.1 Correlación Con El Módulo De Reacción De La Subrasante (K)	31
8.2.2 Justificación Técnica Del Espesor De 20 Cm	33
9.0 NUMERO DE GOLPES ENSAYO SPT	34
9.1 CORRELACIÓN GOLPES N EN CAMPO Y N CORREGIDOS	34
9.2. INTERPRETACIÓN DE LOS ENSAYOS SPT	35
10. DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO DEL SECTOR	37
11. DEFINICIÓN DEL TIPO DE SUELO	40
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
13. BIBLIOGRAFÍA	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del Municipio de San Pablo – Bolívar,.....	11
Figura 2 Localización específica del sector en estudio.....	12
Figura 3. Temperatura del departamento de Bolívar	13
Figura 4 Sismicidad fuente Norma NSR 10	15
Figura 5. Localización De Los Sondeos.....	19
Figura 6. ENSAYO DE CBR	29
Figura 7. Módulo de reacción de la subrasante para distinto valor de CBR	32

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. localización general del tramo a intervenir:	10
Tabla 2. Amenaza Sísmica según Valores de A_a y de A_v	16
Tabla 3. Referenciación de los sondeos	20
Tabla 4. Resumen ensayos de Laboratorio	27
Tabla 5. Clasificación de subrasante	29
Tabla 6. Resumen tramos homogéneos	30
Tabla 7. Resumen de resultados de ensayos de CBR de laboratorio	30
Tabla 8. Numero de golpes de cada sondeo a las diferentes profundidades	34
Tabla 9. Factores de corrección SPT N60	34
Tabla 10. Factores de corrección por profundidad	35
Tabla 11. Tablas para correlacionar la interpretación de los ensayos SPT	36
Tabla 12. Cálculo de capacidad admisible del suelo para los sondeos realizados ...	36

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

fotografía 1. Apique N. Carrera 13 Con 16	20
fotografía 2. Apique N3. Carrera 13 Con Calle 13	21
fotografía 3. Apique N. Carrera 13 Con Calle 12	21
fotografía 4. Apique N 4. Carrera 13 Con Calle 10	22
fotografía 5. Sonda No. 1	24
fotografía 6. – denota el sector entre relaciona el sector vial entre K0 + 040 y K0+050 donde se proyecta muro de contención.....	38
fotografía 7. – relaciona el desnivel existente entre la vía y las viviendas adyacentes abscisas K0 + 535 al K0+595.....	39
fotografía 8. viviendas en nivel inferior a la vía, abscisas K0 + 535 al K0+595	39

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio esta direccionado a la exploración del suelo y la identificación de los parámetros geotécnicos para MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA CONECTIVIDAD DEL CORREDOR REGIONAL CANTAGALLO – SAN PABLO – SIMITÍ EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO, BOLÍVAR, siguiendo los dispuesto en el titulo H de la Norma NSR 10 de Colombia. Atendiendo la solicitud realizada por la alcaldía municipal de San Pablo, Bolívar. Al diseñar la ampliación mejoramiento de la malla vial de los barrios de San Pablo Bolívar, en especial la Carrera 13 entre calles 8 y 16 que mediante la pavimentación en concreto rígido de sus calles. se hace necesario realizar el presente estudio de suelos, para obtener los parámetros geotécnicos necesarios para el diseño de la estructura de pavimento al igual la identificación de medidas que describen los aspectos geológicos, climatológicos, comportamiento geomecánica, análisis de estabilidad del suelo, y se plantean soluciones a los posibles problemas encontrados en el sitio.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar las características físicas y el comportamiento geomecánica del suelo en el lugar de estudio donde se proyecta el MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA CONECTIVIDAD DEL CORREDOR REGIONAL CANTAGALLO – SAN PABLO – SIMITÍ EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO, BOLÍVAR, mediante ensayos de campo y laboratorio con el fin de establecer la capacidad de soporte del terreno para la definición de la estructura que conforma el pavimento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las limitaciones relacionadas con la formación geológica, los materiales del suelo, los cuerpos de agua y niveles freáticos.
- Determinar la calidad de los suelos mediante ensayos de campo y laboratorio.
- Caracterizar el suelo mediante los resultados de los ensayos de laboratorio.
- Obtener los parámetros geotécnicos que se requieren para el diseño.
- Determinar la capacidad de soporte del suelo de fundación.
- Realizar recomendaciones geotécnicas que se requieren para mitigar los efectos de los problemas geotécnicos observados.
- Realizar ensayo de SPT para puntos donde se proyecten estructuras de contención o hidráulicas.

2.2 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Para la realización del presente estudio se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Recopilación de información existente en el sector donde se proyecta la construcción.
- Visita de inspección y reconocimiento de todas las vías que conforman la malla vial del sector en estudio Carrera 13 entre calles 8 y 16 del municipio de San Pablo Bolívar.
- Referenciación geológica y geotécnica del lote en estudio, con base a las observaciones de campo y la información existente en el sector.
- Ejecución de sondeos para identificar parámetros que nos ayuden en la estructura de contención.
- Observar la estructura proyectada y el tipo de cimentación probable.
- Clasificación del suelo encontrado de acuerdo con los ensayos de laboratorio realizados.
- Realización de apique y toma de muestra para CBR
- Evaluación de capacidad admisible para cimentar la futura estructura de contención e hidráulicas proyectada de acuerdo al diseño geométrico vial.

3 LOCALIZACIÓN DEL SECTOR

El área en estudio se encuentra limitado por las vías que agrupan la Carrera 13 entre calles 8 y 16 en el municipio de San Pablo departamento de Bolívar.

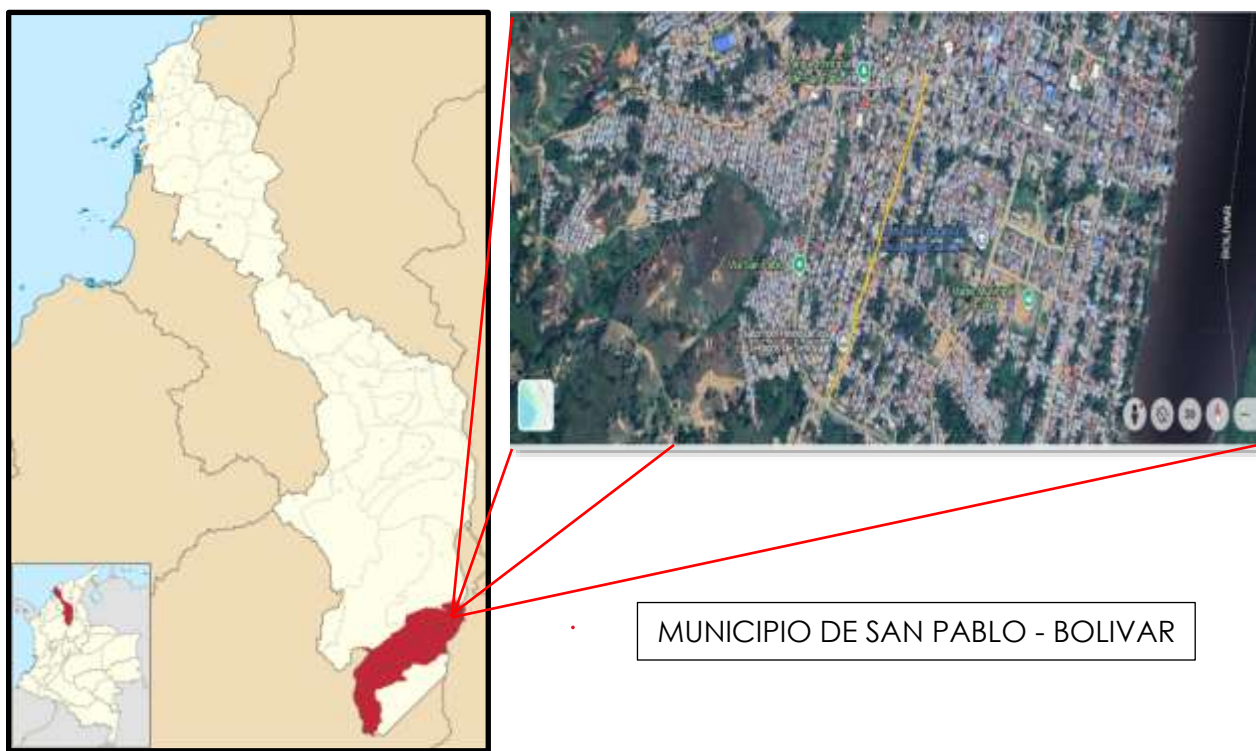
A continuación, se presenta la localización general del tramo a intervenir:

Tabla 1. localización general del tramo a intervenir:

CUADRO DE COORDENADAS						
LOCALIZACIÓN	LONGITUD M	COORDENADA DE INICIO	COORDENADA FINAL	INICIO TRAMO	FINAL TRAMO	ANCHO CALZAD A
BARRIONUEVO CARRERA 13 ENTRE CALLES 8 Y 16						
TRAMOS CALLES						
TRAMO 1 – Carrera 13 entre calle 8 y Calle 9	101.76	7°28'22.98 N 73°55'45.96 O	7°28'26.22 N 73°55'44.31 O	K0+000	K0+101.76	7.00
TRAMO 2 – Carrera 13 entre calle 9 y Calle 10	120.51	7°28'26.22 N 73°55'44.31 O	7°28'29.724 N 73°55'42.70 O	K0+000	K0+120.51	7.00
TRAMO 3 – Carrera 13 entre calle 10 y Calle 11	116.80	7°28'29.724 N 73°55'42.70 O	7°28'33.084 N 73°55'41.22 O	K0+000	K0+116.80	8.00
TRAMO 4 – Carrera 13 entre calle 11 y Calle 12	171.89	7°28'33.084 N 73°55'41.22 O	7°28'38.238 N 73°55'39.06 O	K0+000	K0+171.89	8.00
TRAMO 5 – Carrera 13 entre calle 12 y Calle 13	86.31	7°28'38.238 N 73°55'39.06 O	7°28'40.86 N 73°55'37.73 O	K0+000	K0+086.31	8.00
TRAMO 6 – Carrera 13 entre calle 13 y Calle 15	110.71	7°28'40.86 N 73°55'37.73 O	7°28'44.136 N 73°55'36.37 O	K0+000	K0+110.71	8.00
TRAMO 7 – Carrera 13 entre calle 15 y Calle 16	95.72	7°28'37.03 N 73°55'26.41 O	7°28'37.96 N 73°55'28.77 O	K0+000	K0+095.72	8.00

Fuente: Autor

EL municipio de San Pablo se encuentra ubicado en el extremo Sur del Departamento de Bolívar a 576 kilómetros de la Capital de la República, sobre la margen izquierda del Río Magdalena en su recorrido medio. Territorialmente ocupa hacia el occidente un alto porcentaje de la Serranía de San Lucas. Principal sistema orográfico de la región de Bolívar. Su posición geográfica es la 7° 09' 00" de Latitud Norte y 75° 56' 00" de longitud.



MUNICIPIO DE SAN PABLO - BOLIVAR

Figura 1. Ubicación geográfica del Municipio de San Pablo – Bolívar,

vía en estudio a intervenir

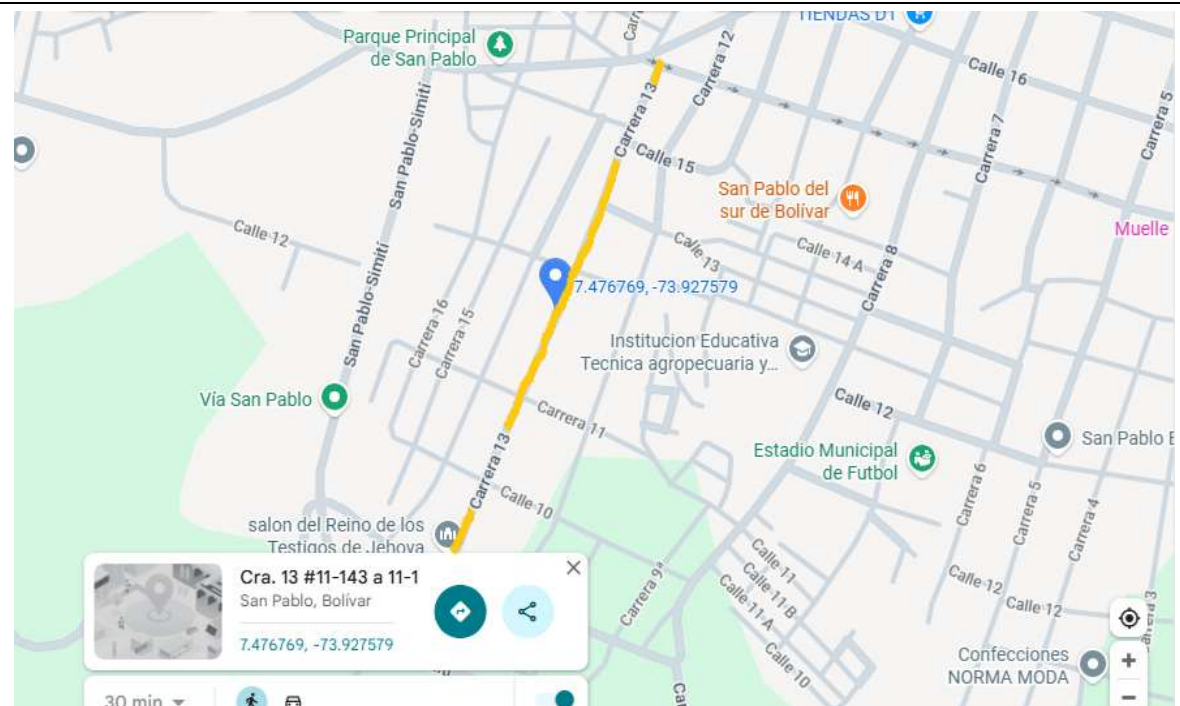
San Pablo, limita al Norte con el municipio de Santa Rosa del Sur y Simití departamento de Bolívar, al sur con el municipio de Cantagallo, al oeste con Remedios y Segovia departamento de Antioquia y al este con el municipio de Puerto Wilches, Departamento de Santander.

Figura 2 Localización específica del sector en estudio

Lugar en Estudio



Fuente: Consultor

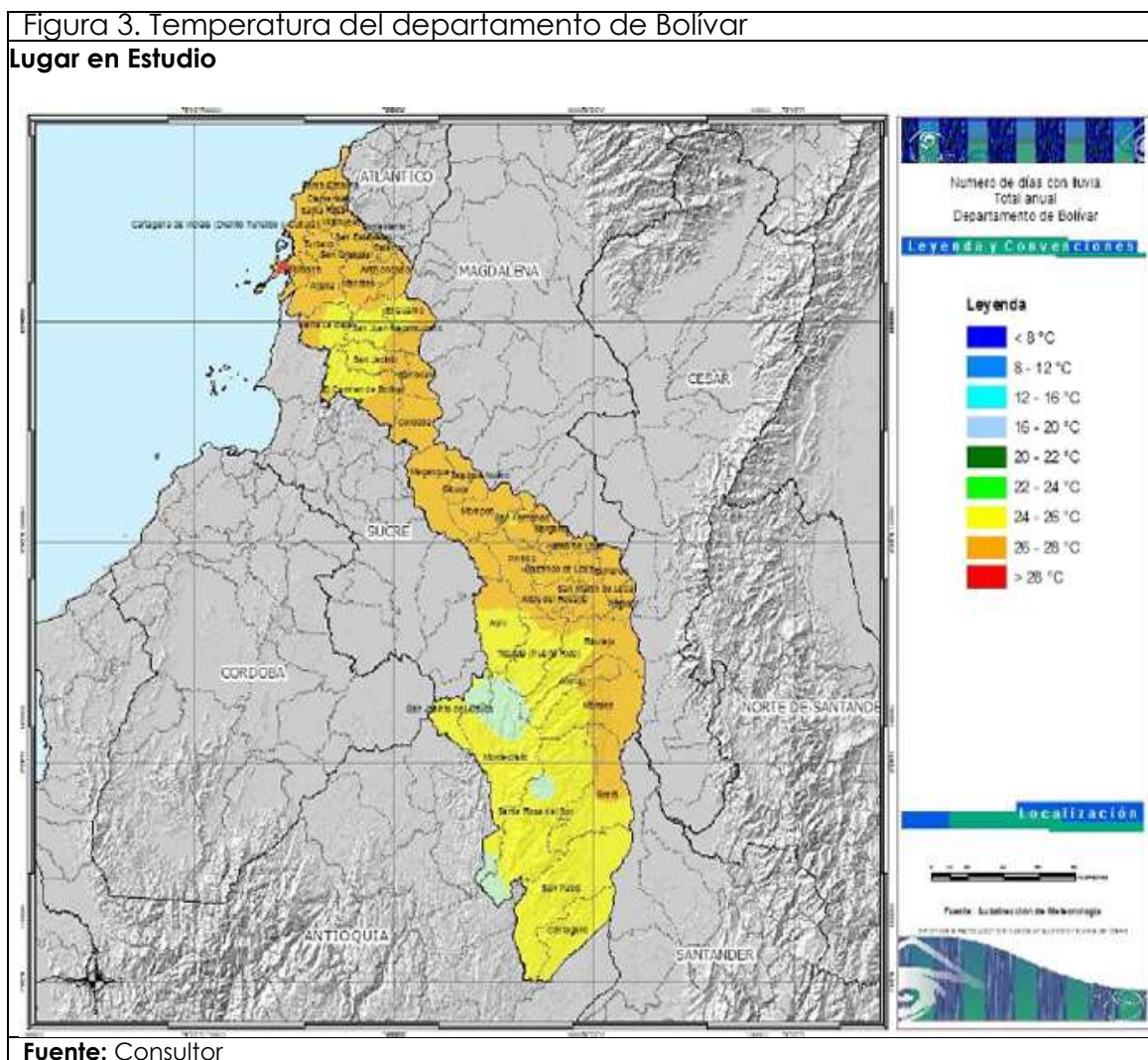


Fuente: autor

El sector donde se va llevar a cabo el proyecto de pavimentación se ubica con las coordenadas WGS en punto inicial 7°28'22.98"N y 73°55'45.96 "O – punto final 7°28'37.03"N, 73°55'26.41"O Google Earth y en el sistema de referencia Bogotá GAUSS KRUGER con las coordenadas 1017090.692 E y 1318497.377 N.

3.1. CLIMA

San Pablo presenta un clima tropical húmedo, característico del Magdalena medio, tiene una temperatura media anual que oscila entre 27-28 °C, la precipitación anual supera los 2000mm, la humedad relativa es elevada con promedios entre el 75 y 90% . (IDEAM, 2018).



4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el lugar en estudio se proyecta el MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA CONECTIVIDAD DEL CORREDOR REGIONAL CANTAGALLO – SAN PABLO – SIMITÍ EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO, BOLÍVAR, el cual cuenta con un área limitada por las calles y carreras con ancho definido en el diseño geométrico.

se proyecta construcción de pavimento en concreto rígido, ancho de calzada de 7.00 m entre las abscisas K0+000 a la K0+220 y ancho de 8mts entre las abscisas K0 +220 a la K0+ 801, bordillos de 15 cm y andenes a lado y lado de la vía de ancho promedio 1.20mts

Las calles y carreras cuentan con edificaciones en su gran mayoría de un nivel, así mismo con disponibilidad de servicios públicos.



4.1 SISMICIDAD DE ACUERDO A LA NSR – 10

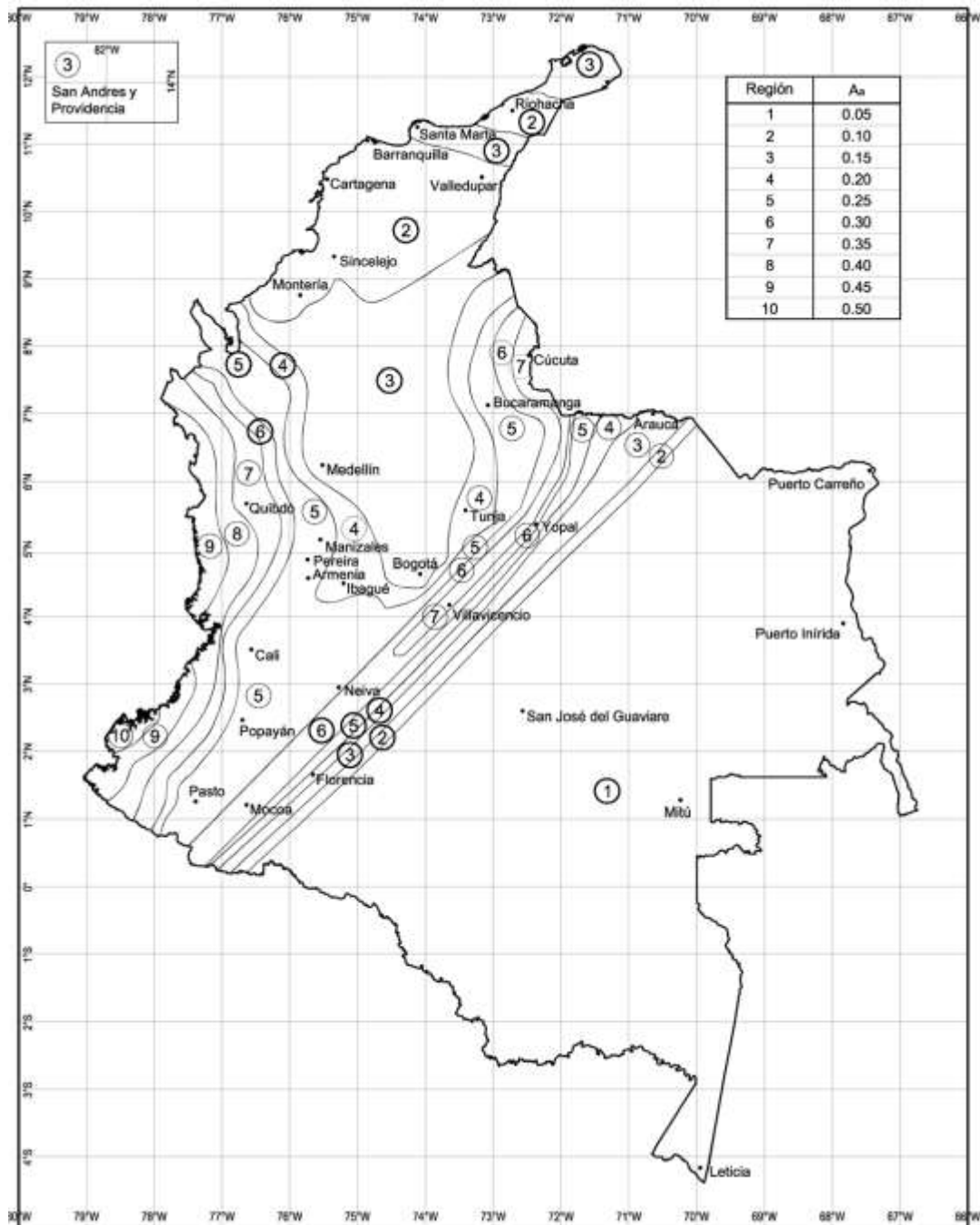


Figura 4 Sismicidad fuente Norma NSR 10

Tabla 2. Amenaza Sísmica según Valores de A_a y de A_v

Mayor valor entre A_a y A_v	Asociado en mapas de las figuras A.2.3-2 y A.2.3-3 a Región N°	Amenaza Sísmica
0.50	10	Alta
0.45	9	Alta
0.40	8	Alta
0.35	7	Alta
0.30	6	Alta
0.25	5	Alta
0.20	4	Intermedia
0.15	3	Intermedia
0.10	2	Baja
0.05	1	Baja

Teniendo en cuenta los valores coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva A_a y coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva A_v representado en los mapas podemos determinar que el área de estudio se encuentra en zona sísmica intermedia.

5 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

5.1 CRITERIOS UTILIZADOS

Para la planeación de las investigaciones geotécnicas se utilizaron los criterios generales de la norma NSR 2010, las Normas Geotécnicas y los lineamientos establecidos en el contrato.

5.1.1 Criterios Generales Aplicados

Conformidad con la Norma NSR-10

- **Caracterización del subsuelo:** Se aplicaron los lineamientos del **Capítulo H.3 de la NSR-10**, que establece la necesidad de determinar las propiedades geotécnicas del terreno a través de exploraciones directas e indirectas.
- **Clasificación sísmica del suelo:** Según el **Capítulo H.4**, se realizó la clasificación del suelo en función de su capacidad de soportar cargas y su respuesta dinámica frente a eventos sísmicos, utilizando el perfil estratigráfico, valores de velocidad de onda de corte (V_s), y resultados de ensayos de laboratorio.
- **Determinación de la capacidad portante y asentamientos:** Se consideraron los requisitos de diseño geotécnico establecidos en la NSR-10 para asegurar la estabilidad y seguridad de las estructuras propuestas.

Especificaciones Contractuales

- **Definición del alcance del estudio:** Se planificaron actividades específicas (sondeos, ensayos de laboratorio, modelaciones) según las necesidades del proyecto y las condiciones del contrato.
- **Cobertura geotécnica del área:** Se garantizó que las investigaciones abarcaran toda el área de influencia del proyecto, según lo especificado en el contrato.
- **Calidad de los procedimientos:** Se incluyeron procedimientos certificados y equipos calibrados, conforme a las condiciones técnicas y de calidad requeridas contractualmente.

Criterios de Planeación Específicos

En infraestructura lineal (vías, puentes, tuberías), los puntos de exploración se dispusieron cada cierta distancia, según el tipo de terreno y el alcance definido. Conforme a la NSR-10 (H.3.2.5), se debe justificar la densidad de exploración por kilómetro lineal o espaciamiento físico (mínimo 4 apiques/sondeos por kilómetro para vías urbanas secundarias/locales).

Ensayos de laboratorio y campo: Incluyeron ensayos estándar como granulometría, límites de Atterberg, consolidación y permeabilidad. Además, pruebas sísmicas y geofísicas para caracterización dinámica del suelo, conforme a la NSR-10.

Análisis de aguas subterráneas: Requisito importante según el Capítulo H.5, para evaluar su influencia en la estabilidad de taludes y en el diseño de cimentaciones.

Metodología de Evaluación del Riesgo Geotécnico

Identificación y zonificación de posibles amenazas geotécnicas (deslizamientos, licuación, subsidencia) conforme a la NSR-10.

Implementación de estudios específicos en zonas críticas identificadas en el análisis preliminar.

Documentación y Reporte

El informe geotécnico final incluyó todos los análisis realizados y su conformidad con la NSR-10, incorporando recomendaciones específicas para el diseño estructural, manejo de riesgos y obras complementarias.

Conclusión

Los criterios utilizados para la planeación de las investigaciones geotécnicas se fundamentaron en la aplicación estricta de la NSR-10, complementados con los lineamientos contractuales y las necesidades específicas del proyecto. Estos garantizaron una caracterización completa y confiable del terreno, proporcionando la información necesaria para diseños seguros y eficaces.

6.0 INVESTIGACIONES PRELIMINARES

Se realizó una visita de inspección a la zona en estudio, se analizaron los informes de estudios existentes en la zona, planos, la base de datos de INGEOMINAS y el EOT del municipio con el objeto de determinar las características físicas, geológicas y geotécnicas generales, definiendo las principales problemáticas de la zona de estudio para realizar la programación de los trabajos de campo y de laboratorio.

6.1 SONDEOS MECANICOS

Con el objeto de conocer las características de resistencia de los materiales encontrados en la zona se adelantó en la zona un trabajo de exploración geotécnica consistente en cuatro (4) sondeos mecánicos a roto percusión.

Localización de sondeo

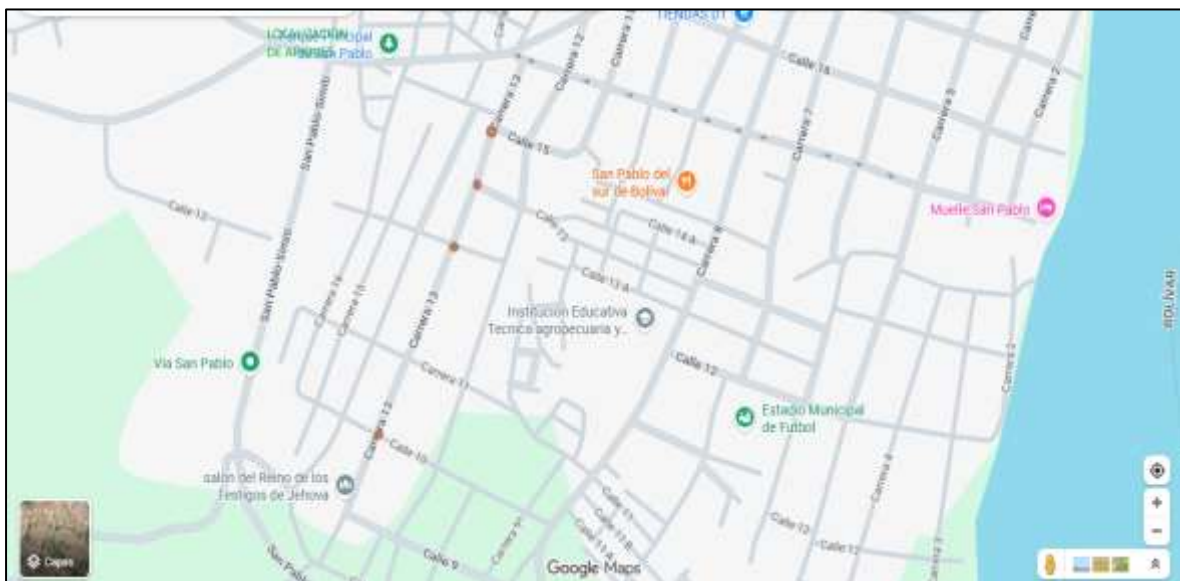


Figura 5. Localización De Los Sondeos

Tabla 3. Referenciación de los sondeos

NUMERO DE SONDEO	UBICACIÓN REFERENCIA VIAL	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (WGS84)
Sondeo 1	Carrera 13 con Calle 10	7°28'22.98" N
(Punto Inicial - Sur)		73°55'45.96" O
Sondeo 2	Carrera 13 entre Calle 11 y Calle 12	7°28'27.66" N
(Punto Medio-Sur)	(Zona de influencia residencial)	73°55'39.44" O
Sondeo 3	Carrera 13 en intersección con Calle 13	7°28'32.34" N
(Punto Medio-Norte)		73°55'32.92" O
Sondeo 4	Carrera 13 entre Calle 14 y Calle 15	7°28'37.03" N
(Punto Final - Norte)	(Fin del tramo proyectado)	73°55'26.41" O

Localización de los sondeos Fuente: Consultor



fotografía 1. Apique N. Carrera 13 Con 16



fotografía 2. Apique N3. Carrera 13 Con Calle 13



fotografía 3. Apique N. Carrera 13 Con Calle 12



fotografía 4. Apique N 4. Carrera 13 Con Calle 10

6.1.1 METODOLOGÍA

La siguiente es la forma como se ejecutaron cuatro (04) apiques y cuatro perforaciones que en este documento se muestran, por consiguiente, dichos pasos fueron:

- a) Selección del punto de perforación de acuerdo con las características de la zona.
- b) Adecuación del área a trabajar para ser instalado el equipo de perforación mecánico, con tubería de diámetro AW.
- c) Montaje del equipo de perforación en el sitio establecido.
- d) Se penetra y se extraen muestras del subsuelo para realizar la descripción de las mismas, registrando el número de golpes necesarios para penetrar el suelo.
- e) Se realiza el archivo fotográfico con convenciones, para así poder especificar claramente las abreviaciones que allí se presentan.
- f) Conservación de las muestras en papel aluminio y vinipel, etiquetándolas con un formato que dice Fecha, Proyecto, Sondeo No, Ubicación, Muestra, Profundidad, Sistema y su indicación de dirección en profundidad.
- g) Se guardan las muestras en las cajas de transporte.
- h) Se recoge el equipo de perforación y se limpia el sector dejándolo en el estado que se encontraba.

- i) Las muestras son transportadas al laboratorio de la Universidad Industrial De Santander.
- j) Luego se procede a realizar los distintos ensayos de laboratorio para obtener las características de los suelos y sus propiedades.
- k) Se escogieron los cuatro puntos para la realización de apiques, posteriormente estas muestras fueron referenciadas llevadas a laboratorio determinar los límites de Atterberg, densidad y posterior cálculo del CBR

6.1.2 METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LABORATORIOS

Las muestras que ingresan al laboratorio de UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER son debidamente conservadas, empacadas y transportadas desde el sitio de trabajo hasta el laboratorio para garantizar datos reales de las propiedades del suelo presente en el sector en estudio.

6.1.3 LOCALIZACIÓN DE SONDEOS

Para llevar a cabo el estudio, fue necesario realizar 4 perforaciones en el área de estudio situadas de tal manera que sirvan para obtener un perfil geotécnico, Los sondeos se realizaron mediante el método SPT, a profundidades promedio de 3.0 mts para correlacionarlos con la información obtenida de los apiques para CBR.

Para esto se realizó una visita de inspección a la zona en estudio y se establecieron puntos clave para llevar a cabo dichas perforaciones, el área donde se realizaron los sondeos cuenta con espacios libres sin limitaciones.

A continuación, se puede observar un registro fotográfico de la exploración geotécnica realizada en campo, donde se recuperaron muestras del subsuelo encontrado a diferentes profundidades.

6.1.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO DE EXPLORACIÓN

fotografía 5.Sondeo No. 1



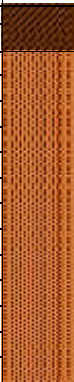
Fuente: Consultor

7.RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO

7.1 ESTRATIGRAFÍA

Perfil litológico del terreno

En el Apique 1 realizado en la carrera 13 con calle 15 Y 16, abscisa K0+100 a una profundidad de 1,50m, se encontró el siguiente perfil.

CLIENTE: MUNICIPIO DE SAN PABLO SUR DE BOLIVAR									
LOCALIZACION DEL APIQUE: CARRERA 13 CON CALLE 15 DEL CASCO URBANO EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO (B)							NUMERO DE APIQUE:		1
ABSCISA: K0+100		COORDENADAS: X:1012275.829---Y:1318819.275			NIVEL FREÁTICO: N.P.		FECHA DE REALIZACIÓN:		Feb-
Profundidad	Clasif. USCS	Descripción	Wn (%)	LL (%)	IP (%)	Grava	Arena	Finos	Registro Fotográfico
0.1		MATERIAL GRANULAR	----	NP	NP	NA	NA	NA	
0.2									
0.3		ARCILLA ARENOSA COLOR CAFE ROJIZA	13,34	36,51	14,63	2,73	31,90	65,36	
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
0.9									
1.0									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									

En el Apique 2 realizado en la carrera 13 con calle 13, abscisa K0+300 a una profundidad de 1,50m, se encontró el siguiente perfil.

CLIENTE: MUNICIPIO DE SAN PABLO SUR DE BOLIVAR									
LOCALIZACION DEL APIQUE: CARRERA 13 CON CALLE 13 DEL CASCO URBANO EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO (B)							NUMERO DE APIQUE:		2
ABSCISA: K0+300		COORDENADAS: X:1012282.965---Y:1318621.884			NIVEL FREÁTICO: N.P		FECHA DE REALIZACIÓN:		feb-26
Profundidad	Clasif. USCS	Descripción	Wn (%)	LL (%)	IP (%)	Grava	Arena	Finos	Registro Fotográfico
0.1		MATERIAL GRANULAR	-----	NP	NP	NA	NA	NA	
0.2									
0.3		ARCILLA ARENOSA COLOR CAFE ROJIZA	15,37	38,54	14,17	0,94	35,57	63,49	
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
0.9									
1.0									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									

En el Apique 3 realizado en la carrera 13 con calle 12, abscisa K0+460, a una profundidad de 1,50m, se encontró el siguiente perfil.

CLIENTE: MUNICIPIO DE SAN PABLO SUR DE BOLIVAR									
LOCALIZACION DEL APIQUE: CARRERA 13 CON CALLE 12 DEL CASCO URBANO EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO							NUMERO DE APIQUE:		3
ABSCISA: K0+460		COORDENADAS: X:1013238.201---Y:1318452.651			NIVEL FREÁTICO: N.P.		FECHA DE REALIZACIÓN:		feb-20
Profundidad	Clasif. USCS	Descripción	Wn (%)	LL (%)	IP (%)	Grava	Arena	Finos	Registro Fotográfico
0.1		MATERIAL GRANULAR	----	NP	NP	NA	NA	NA	
0.2									
0.3		ARCILLA ARENOSA COLOR CAFE ROJIZA	13,64	37,48	14,89	2,96	36,90	60,14	
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
0.9	CL								
1.0									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									

En el Apique 4 realizado en la carrera 13 con calle 10, abscisa K0+700 a una profundidad de 1,50m, se encontró el siguiente perfil.

CLIENTE: MUNICIPIO DE SAN PABLO SUR DE BOLIVAR									
LOCALIZACION DEL APIQUE: CARRERA 13 CON CALLE 10 DEL CASCO URBANO EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO							NUMERO DE APIQUE:		4
ABSCISA: K0+700		COORDENADAS: X:1013244.882---Y:1318219.391			NIVEL FREÁTICO: N.P.		FECHA DE REALIZACIÓN:		feb-20
Profundidad (m)	Clasif. USCS	Descripción	Wn (%)	LL (%)	IP (%)	Grava	Arena	Finos	Registro Fotográfico
0.1		MATERIAL GRANULAR	-----	NP	NP	NA	NA	NA	
0.2									
0.3	CL	ARCILLA ARENOSA COLOR CAFE ROJIZA	15,21	37,48	15,10	0,00	37,86	62,14	
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
0.9									
1.0									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									

7.2 NIVEL FREÁTICO

No se registra nivel freático en los sondeos realizados.

7.3 RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO

De acuerdo con los resultados de ensayos de laboratorio el sector presenta:

Tabla 4. Resumen ensayos de Laboratorio

APIQUE S	Muestr a	Prof. (m)	Granulometría			Límites de Atterberg			w %	Clasif. SUCS
			Grava %	Arena %	Finos %	LL	LP	IP		
1	1	0,0 - 0,5	0,7	27,3	72,0	NP	NP	NP	24,6	ML
	2	0,5 - 3,0	0,0	7,9	92,1	44	25	19	22,5	CL
2	1	0,0 - 1,5	0,4	48,9	50,7	NP	NP	NP	20,2	ML
	2	1,5 - 3,0	0,9	15,7	83,4	41	25	16	21,8	CL
3	1	0,0 - 1,0	5,6	36,8	57,6	NP	NP	NP	20,4	ML
	2	1,0 - 3,0	0,0	24,4	75,6	36	23	13	21,0	CL
4	1	0,0 - 1,0	20,2	45,5	34,3	37	22	15	16,5	SC
	2	1,0 - 3,0	3,2	28,0	68,8	33	22	11	21,2	CL

LL: Limite liquido LP: Limite plástico IP: Índice de plasticidad Wn: Húmeda natural

7.4 PROPIEDADES GENERALES DE LOS SUELOS

En general los suelos permiten concluir que el lote presenta las siguientes propiedades a nivel general.

Potencial de Expansión

De acuerdo con Seed, woodward y Lundgren establecieron la siguiente tabla de potencial de expansión. (1982)

INDICE DE PLASTICIDAD	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
0-15	BAJO
15-35	MEDIO
35-55	ALTO
>55	MUY ALTO

Comparando los valores con los índices de plasticidad en los suelos encontrados se concluye que el potencial de expansión es bajo.

Resistencia: Arcilla arenosa de consistencia blanda a media.

Compresibilidad: Suelos de mediana compresibilidad.

$$C_c = 0,009(LL-10) = 0,007(38,54-10) = 0,20$$

De acuerdo con Terzaghi y Peck, el suelo es de mediana compresibilidad ya que:

C_c de 0 a 0.190, baja compresibilidad

C_c de 0.20 a 0.39, mediana compresibilidad

C_c de más de 0.39, alta compresibilidad

Fenómenos de expansión: Teniendo en cuenta las características de plasticidad de los suelos del sitio se puede concluir que la susceptibilidad a expansión es baja.

Fenómenos de licuación: bajo.

A cada muestra extraída de los apiques se practicaron ensayos de humedad natural y clasificación por composición granulométrica y límites de Atterberg. Las muestras se tomaron de acuerdo con la norma E-101, se describen por la norma E-102, se conservaron y transportaron de acuerdo con la norma E-103. Las muestras se prepararon para los ensayos de acuerdo con la norma E-104. Para determinar la relación de soporte del suelo en laboratorio (CBR) se practicaron ensayos sobre muestras alteradas en campo, en condición saturada por inmersión en agua durante 4 días. E-148.

Procedimiento:

Sobre la muestra compactada se coloca discos de sobrecarga para simular el peso de las capas superiores del pavimento, esta muestra se sumerge en agua durante 96 horas, durante este periodo se mide la expansión del suelo. Se aplica una carga mediante un pistón estándar de 50mm a una velocidad constante de 1.27mm/min registrando las cargas para diferentes penetraciones, generalmente se emplean las penetraciones de 2.5mm (0.1") y 5.0mm (0.2") se adopta el mayor valor obtenido.

Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 44 N (10 lb) para que el pistón asiente. Seguidamente, se sitúan en cero los diales medidores, el del anillo dinamométrico, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración.

Pistón sección circular Diám. = 2 pulg.

Aparato para aplicar la carga: Prensa hidráulica. $V = 0.05$ pulg/min. Con anillo calibrado.

- Equipo misceláneo: balanza, horno, tamices, papel filtro, tanques para inmersión de muestra a saturar, cronómetro, extensómetro.

La decisión de ordenar la realización de los ensayos con saturación o no será función de la probabilidad de que la sub rasante pueda llegar a saturarse durante su vida en servicio.



Figura 6. ENSAYO DE CBR

Tabla 5. Clasificación de subrasante

Tabla 4.4. Categorías de subrasante		
CATEGORÍA	CBR (%)	COMPORTAMIENTO COMO SUBRASANTE
S1	$CBR \leq 3$	Malo
S2	$3 < CBR \leq 5$	Regular
S3	$5 < CBR \leq 10$	Bueno
S4	$CBR > 10$	Muy Bueno

Fuente: Manual de Bajos volúmenes. INVIAS.

El suelo de la subrasante presenta las siguientes propiedades:

Tabla 6. Resumen tramos homogéneos

RAMOS	APIQ 1	APIQ 2	APIQ 3	APIQ 4
AASHTO	A6	A-6	A6	A6
U.S.C	SC	SC	SC	SC

Para diseño de la estructura mejorada se recomienda utilizar el C.B.R crítico en condición saturada.

Los valores de CBR obtenidos se resumen en la tabla 14 para penetraciones de 0.1" y 0.2" y número de golpes para compactación de 12, 26 y 55.

Tabla 7. Resumen de resultados de ensayos de CBR de laboratorio

Apique	Penetración	Golpes		
		12	26	55
1	0,1"	5	8	12
	0,2"	6	9	14
2	0,1"	3	7	14
	0,2"	2	8	16
3	0,1"	2	5	11
	0,2"	2	6	12
4	0,1"	5	7	10
	0,2"	6	8	13

8. DETERMINACION DEL CBR DE DISEÑO PARA EL CALCULO DE LOS ESPESORES DE LA SUBBASE Y LOSA DE CONCRETO

8.1. CRITERIO TÉCNICO ADOPTADO

Para el diseño de pavimentos, se adopta el valor de CBR obtenido con la máxima energía de compactación en el laboratorio (55 golpes), asociado al 95% o 100% de la Densidad Máxima Seca (conforme a las normas de ensayo AASHTO T193 / INVIAS E-148). Evaluando el comportamiento de los sectores muestreados bajo un criterio de seguridad geotécnica y conservadurismo estructural frente a tramos homogéneos, se selecciona el valor más crítico a la penetración normativa de 0.1":

CBR Crítico de Laboratorio (Apique 4, penetración 0.1"): 10%

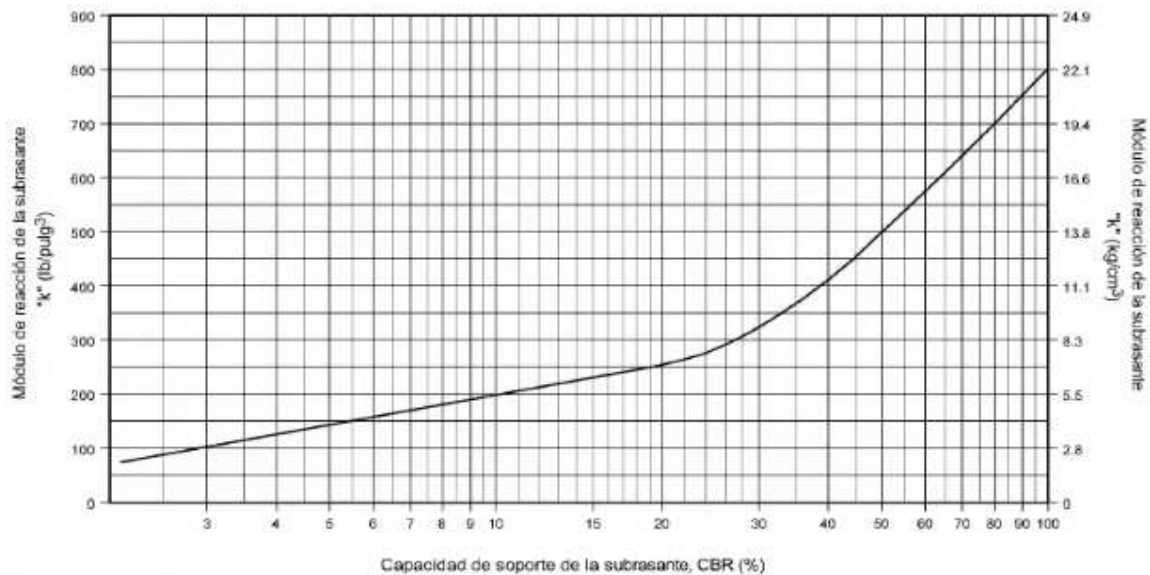
Un valor de CBR del 10% clasifica la subrasante como de calidad Buena, indicando que el suelo natural posee un comportamiento mecánico estable bajo cargas moderadas, pero requiere de una capa de transición (subbase) para optimizar su interfaz con las losas de concreto rígido.

CBR DE DISEÑO ADOPTADO = 10 %

8.2 Dimensionamiento De La Subbase

8.2.1 Correlación Con El Módulo De Reacción De La Subrasante (K)

El parámetro fundamental introducido en los modelos de diseño de pavimentos rígidos (AASHTO 93, PCA) es el Módulo de Reacción de la Subrasante, denotado como k (Módulo de Balasto). El módulo de reacción de la subrasante se define como el esfuerzo necesario para generar una penetración de 0.127 cm de una placa rígida de 760 mm de diámetro en el suelo, bajo las condiciones normalizadas en las normas INV 168, AASHTO T222 y ASTM 1196. Dada la dificultad de realizar el ensayo para determinar el módulo de reacción de la subrasante, y teniendo en cuenta que para el diseño de los pavimentos en concreto se admiten aproximaciones en la determinación de la capacidad de soporte del suelo, se recurrió a las correlaciones entre el valor de k con el del CBR y la clasificación de los suelos recomendadas en la publicación "Thickness design for concrete pavements" de la Portland Cement Association.



Fuente: Portland Cement Association, Concrete pavement design, 1951.

Para $CBR < 10\%$, $K(Kg/cm^3) = 0.25 + 5.15 \cdot \log(CBR\%)$, $K(Lb/pulg^2) = 36.05 \cdot K(Kg/cm^3)$, $K(Kg/cm^3) = 0.02768 \cdot (Lb/pulg^2)$

Para $CBR \geq 10\%$, $K(Kg/cm^3) = 4.51 + 0.89[\log(CBR\%)]^{4.34}$, $K(MPa/m) = 46 + 9.08[\log(CBR\%)]^{4.34}$

Figura 7. Módulo de reacción de la subrasante para distinto valor de CBR

Utilizando las correlaciones empíricas de la Portland Cement Association internacionales estandarizadas para un suelo con $CBR = 10\%$:

$$k(kg/cm^3) = 4.51 + 0.89[\log_{10}(CBR\%)]^{4.34}$$

Al sustituir $CBR = 10$

$$k = 4.51 + 0.89[1]^{4.34} = 5.40 \text{ kg/cm}^3$$

$k_{\text{subrasante}} \approx 53 \text{ a } 54 \text{ MPa/m}$ (ó $195 \text{ a } 200 \text{ pci}$)

Al implementar una capa de subbase granular clasificada y correctamente compactada con un espesor de 20 cm sobre esta subrasante, el sistema adquiere un comportamiento bicapa. El aporte estructural de la subbase eleva el módulo de reacción efectivo sobre la superficie de apoyo de la losa (Módulo Combinado), utilizando métodos de interpolación se estima en:

$k_{\text{combinado}} \geq 7,39 \text{ kg / cm}^3, 72 \text{ a } 75 \text{ MPa/m}$ (ó $\sim 265 \text{ a } 270 \text{ pci}$)

Este incremento en el valor de k reduce de manera directa los esfuerzos críticos de flexo tracción en las esquinas y bordes de las losas de concreto ante las solicitaciones de ejes equivalentes acumulados.

8.2.2 Justificación Técnica Del Espesor De 20 Cm

El espesor propuesto de 20 cm de subbase granular no solo responde al cálculo numérico de capacidad de soporte, sino que atiende a criterios físico-mecánicos esenciales en la ingeniería de pavimentos urbanos y municipales:

Mitigación del Fenómeno de Bombeo (Pumping): Las losas de concreto, al estar expuestas a cargas dinámicas repetitivas pesadas en presencia de agua infiltrada a través de juntas, tienden a bombear los finos plásticos de la subrasante hacia la superficie. Una capa de subbase granular de 20 cm actúa como una barrera de filtración e impide la migración y eyección de material fino, evitando descalces mecánicos y pérdidas de soporte bajo las losas.

Aislamiento de Variaciones Volumétricas y Humedad: En zonas climáticas variables, las variaciones estacionales de humedad provocan expansiones y contracciones en el suelo de fundación. El espesor de 20 cm ofrece una masa amortiguadora adecuada para disipar estas presiones volumétricas y homogeneizar las deformaciones, protegiendo al pavimento de asentamientos diferenciales.

Aseguramiento del Proceso Constructivo y Compactación: Desde la perspectiva de la ejecución en obra, un espesor de 20 cm es idóneo para conformar una capa homogénea. Permite el correcto acomodo de los agregados mediante equipos de compactación estándar, garantizando alcanzar el grado de densidad exigido ($\geq 100\%$ del Próctor Modificado) sin transferir sobre-esfuerzos de compactación dinámicos que fisuren o desestabilicen el suelo natural inferior.

Margen de Seguridad Vial y Durabilidad: Si bien para un CBR del 10% las especificaciones mínimas teóricas suelen rondar los 15 cm, la adopción de 20 cm en la Carrera 13 confiere un factor de seguridad frente a posibles incrementos no previstos en el tráfico pesado (frecuencia de camiones de basura, vehículos de suministro y construcción), extendiendo el ciclo de vida útil del pavimento rígido por encima de los 20 años proyectados.

9.0 NUMERO DE GOLPES ENSAYO SPT

A continuación, se presenta un resumen del valor de N encontrado en campo para el sector en estudio:

Tabla 8. Numero de golpes de cada sondeo a las diferentes profundidades

PROFUNDIDAD (m)	SONDEO 1	SONDEO 2	SONDEO 3	SONDEO 4
0,0 – 0,5	16	10	12	12
0,5 – 1,0	13	11	14	13
1,0 – 1,5	12	16	15	15
1,5 – 2,0	16	17	16	19
2,0 – 2,5	17	18	19	17
2,5 – 3,0	15	20	19	17

9.1 CORRELACIÓN GOLPES N EN CAMPO Y N CORREGIDOS

Para calcular N real, es necesario corregirlo con unos factores que tienen en cuenta la eficiencia del martillo, diámetro de perforación, corrección de la muestra, corrección por longitud de la barra, presión de confinamiento y la profundidad. A continuación, se podrán observar los resultados de los golpes N para cada sondeo y su variación al calcular el N real.

Tabla 9. Factores de corrección SPT N60

FACTORES CORRECCIÓN SPT N60		
CORRECCIÓN POR EFICIENCIA DEL MARTILLO	50.00%	CLAYTON 1990 COLOMBIA
CB CORRECCIÓN POR DIÁMETRO DE LA PERFORACIÓN	1	SKEMPTON 1986
CS CORRECCIÓN DE LA MUESTRA	1	SKEMPTON 1986
CR CORRECCIÓN POR LONGITUD DE LA BARRA	1	SKEMPTON 1986

Fuente: Tokimatsu y Seed, 1984

Aparte de las correcciones anteriormente ilustradas, el valor de N debe ser corregido de acuerdo a la presión de confinamiento que se encuentra sometido el suelo.

Tabla 10. Factores de corrección por profundidad

Profundidad (m)	C_D
Menos de 1.5	1.6
2	1.5
3	1.35
4	1.2
5	1
10	0.7
15	0.55
20	0.5

Fuente: Tokimatsu y Seed, 1984

9.2. INTERPRETACIÓN DE LOS ENSAYOS SPT

Para la interpretación del número N obtenido en el ensayo de penetración estándar se utilizan dos tablas dependiendo del tipo de suelo, en el caso de este estudio se utiliza la tabla para suelos arcillosos, ya que las muestras encontradas en campo, muestran la existencia de suelos finos con plasticidades. En el resumen del número de golpes del ensayo de SPT, se pueden observar los resultados del número de penetración estándar a diferente profundidad. Se debe tener en cuenta que el N se calcula sumando los dos últimos valores de las columnas 12" y 18" a la profundidad deseada.

En la zona en estudio existen suelos con un valor de N_{corr} promedio de 15 a profundidades de hasta 3.00 m lo cual nos indica la presencia en la zona en estudio de un suelo de consistencia medianamente firme a blando.

A continuación, se presentan las tablas indicativas anteriormente mencionadas las cuales permiten la interpretación general de los resultados de los ensayos realizados:

Tabla 11. Tablas para correlacionar la interpretación de los ensayos SPT

Para suelos arcillosos (Ref.: Braja Das. "Principios de ingeniería de cimentaciones", Thomson Editores, México, 1999).		
Numero de penetración estándar N	Consistencia	Resistencia a compresión kPa
0 a 2	Muy blanda	0 a 25
2 a 5	Blanda	25 a 50
5 a 10	Medio firme	50 a 100
10 a 20	Firme	100 a 200
20 a 30	Muy firme	200 a 400
> 30	Dura	> 400

Fuente: Consultor

Tabla 12. Cálculo de capacidad admisible del suelo para los sondeos realizados

PAVIMENTACIÓN CARRERA 13													
SAN PABLO - BOLIVAR													
CAPACIDAD DE CARGA DE SUELOS FINOS													
Suelos arcillosos													
Hansen (1970), arcillas ($\phi=0$):		$q_{ult} = 5.14 * C_u * (1 + S'c + d'c) + \bar{q}$ $\bar{q} = \gamma * D_f$ $C_u = 4.41 \bar{q} \text{ KN/m}^2 \text{ Stroud (1974)}$ $S'c = 0.2 \frac{B}{L}; d'c = 0.4 \frac{D}{B}$											
Sondeo	Sitio o sector	Df m	B m	L m	N	Cu Ton/m2	S'c	d'c	g'c	γ T/m3	q(ult) T/m2	q(adm) T/m2	Observaciones
1		0,5	3,0	4,0	12	5,28	0,15	0,07	0,00	1,8	33,9	11,3	
2		0,5	3,0	4,0	13	5,72	0,15	0,07	0,00	1,8	36,7	12,2	
3		0,5	3,0	4,0	14	6,16	0,15	0,07	0,00	1,8	39,4	13,1	
4		0,5	3,0	4,0	14	6,16	0,15	0,07	0,00	1,8	39,4	13,1	

Se recopilaron y analizaron los datos de laboratorio correspondientes a cuatro (4) apiques exploratorios ejecutados a lo largo del corredor vial. El protocolo de ensayo evaluó la resistencia del material bajo tres niveles de energía de compactación (12, 26 y 55 golpes) y para dos profundidades de penetración estándar (0.1" y 0.2").

10. DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO DEL SECTOR

En el diagnóstico geotécnico del sector se utilizan los resultados de los estudios geológicos, la exploración geotécnica adelantada y la topografía del sector.

En cuanto a la topografía de la zona en estudio, la topografía es plana rodeada por vivienda tipo de un solo nivel. Esta es una zona con bajas pendientes por lo tanto la amenaza por fenómenos de remoción en masa es baja.

Las aguas de escorrentía drenan hacia el caño San Pablito a todo lo largo de la vía

En un marco global el sector en estudio se ubica en la formación Real (Tmr) en donde aflora en el extremo más oriental de la Serranía. Se trata de una gruesa secuencia de shales grises, areniscas grises, localmente conglomeráticas y conglomerados, localmente se encuentran carbones que conservan su forma original. La edad Mioceno-plioceno, ha sido obtenida por medio de dataciones paleontológicas.

La geomorfología de la zona nos muestra que el drenaje de la misma es sub paralelo es decir por debajo de la superficie y paralela a esta, la zona está asociada a una geo forma de origen aluvial que corresponde a un gran abanico, de baja pendiente sobre el cual se encuentra cimentado el municipio de San Pablo.

Para la exploración geotécnica se realizaron 4 sondeos a percusión a lo largo de la vía en estudio. En el sitio predominan suelos limosos y arcillosos con arenas. A continuación, se presenta el perfil geotécnico medio del área estudiada:

Estrato 1: Superficialmente se encuentra un limo arenoso de color predominantemente rojo (ML), no plástico contenido de humedad medio a alto. Su consistencia es media a firme y su resistencia a la penetración estándar se registró entre 10 y 16 golpes. Su espesor se determinó entre 0.50 y 1.50 metro.

Hacia el sondeo 4, se presenta más arenoso y con baja plasticidad, clasificándose como (SC).

Estrato 2: se encuentra una capa de arcilla arenosa de color rojo con vetas blancas (CL). Es de plasticidad media y contenido de humedad medio. Su consistencia varía de media a firme y su resistencia a la penetración estándar se registró entre 12 y 20 golpes por pie. Su espesor varía entre 1.5 y 2,5 metros.

En el tramo vial que define el margen derecho, comprendido entre las abscisas K0 + 040 y K0+050, en una longitud aproximada de 10m se proyecta el muro que contiene la estructura de pavimento que sirve como disipador hacia las aguas que vierten al caño San Pablito. De igual forma se proyecta una estructura de contención sobre el margen derecho en las abscisas K0 + 535 al K0+595, donde existen viviendas en un nivel de -1.20m por debajo de la cota de terreno y de diseño de la calzada, la pendiente natural no presenta proceso erosivo, como se evidencia en las fotografías No 12 y 13



fotografía 6.— denota el sector entre relaciona el sector vial entre K0 + 040 y K0+050 donde se proyecta muro de contención.



fotografía 7.– relaciona el desnivel existente entre la vía y las viviendas adyacentes abscisas K0 + 535 al K0+595



fotografía 8.viviendas en nivel inferior a la vía, abscisas K0 + 535 al K0+595

No Se encontró presencia de nivel freático en los cuatro sondeos realizados a diferentes profundidades. igualmente se realizaron catorce (4) apiques Para determinar el CBR y los demás parámetros para el cálculo de la estructura de pavimento, debido al tipo de suelo existente.

11.DEFINICIÓN DEL TIPO DE SUELO

Determinar el tipo de suelo de acuerdo con los lineamientos de la NSR – 10, permite establecer el coeficiente de amplificación para el espectro de diseño utilizado en los análisis estructurales.

La norma NSR – 2010 en el titulo A capítulo 2.4.4, establece la metodología a seguir para determinar el perfil del suelo de los 30 m superiores de acuerdo con los ensayos geotécnicos realizados en el sitio. La tabla A.2.4-1 muestra el tipo de suelo y los criterios para la clasificación del tipo de suelo.

Tabla 13. Clasificación de los perfiles del suelo

TABLA A.2.4.1 CLASIFICACIÓN PERFILES DE SUELO NSR		
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $\bar{S}_u \geq 100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con cualquiera de las dos condiciones.	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{S}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
E	Perfil que cumpla con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{V}_s$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $W \geq 40\%$ $50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{S}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista, de acuerdo con el procedimiento A-2-10. Se contemplan las siguientes subclases: F1 - Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o debilmente cementados, etc F2 - Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ($H > 3$ para turba o arcillas orgánicas o muy orgánicas) F3 - Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7.5 \text{ m}$ con índice de Plasticidad $IP > 75$) F4 - Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanca ($H > 36$)	

Fuente: NSR - 2010

Para determinar el perfil de suelo en el área en estudio donde se realizaron los sondeos, se utilizaron los resultados de los ensayos de penetración estándar. El suelo se caracteriza por tener un N_{corr} promedio de 15 golpes/pie. Este parámetro clasifica al perfil del suelo en estudio como **TIPO D.**

12.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo con la referenciación geológica y geotécnica, el sitio en estudio se encuentra geológicamente en la Formación Real (Tmr).
- Según el EOT del municipio la zona en estudio no se encuentra en amenaza por fenómenos de remoción en masa.
- De acuerdo con la norma NSR 2010, el perfil del suelo en el sector de las perforaciones es Tipo D, debido a los golpes encontrados de los ensayos SPT se tiene un valor de N promedio de 15.
- Con las perforaciones realizadas en el sitio se encontraron dos tipos de material, un primer estrato hasta los 2.0m aproximadamente correspondiente a un limo arenoso de color rojo y un segundo estrato hasta los 3.0m aproximadamente correspondiente a una arcilla arenosa.
- De acuerdo a los cálculos realizados se encontró una capacidad de carga ultima promedio de 33Ton/m² y una capacidad admisible promedio de 11Ton/m²
- Tomaremos el CBR de diseño la condición más crítica de acuerdo a los cálculos consolidados en la tabla 14 para este caso es el 10%, esto producto de los diferentes apiques realizado.
- Control de Compactación: Exigir que la subrasante y la subbase granular de 20 cm se compacten al 95% y 100% de la densidad máxima seca del Proctor Modificado (INV E-142), respectivamente.
- Protección de la Subrasante Fina: Como los suelos son arcillo-limosos (CL/ML) con susceptibilidad a la pérdida de consistencia ante el agua, se debe prohibir la exposición prolongada de la excavación a la intemperie y sellar con la subbase de forma inmediata.

- En el tramo vial que define el margen derecho, comprendido entre las abscisas K0 + 040 y K0+050, Obedeciendo al diseño geométrico de la vía, es importante proyectar la estructura de contención para mitigar cualquier riesgo de deslizamiento o pérdida de bancada. Para este tramo se obtuvo una capacidad de soporte promedio del suelo de 36 Ton. /M2
- el tramo vial que define el margen derecho, comprendido entre las abscisas K0 + 535 al K0+595, conforme a las características propias de la vía, donde se evidencia que las viviendas adyacentes se encuentran a una cota de -1.20 m por del nivel de la calzada donde el talud actual no presenta proceso erosivo alguno. Obedeciendo al diseño geométrico de la vía, es importante proyectar la estructura de contención para mitigar cualquier riesgo de deslizamiento o pérdida de bancada. Para este tramo se obtuvo una capacidad de soporte promedio del suelo de 35 Ton. /M2
- Teniendo en cuenta que se van a realizar reposiciones de tuberías de alcantarillado es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones. Para excavaciones superiores a 1.50 m, queda estrictamente prohibido el ingreso de personal sin uno de los siguientes sistemas: Entibado Metálico o de Madera que soporte la presión lateral del suelo. El entibado debe sobresalir 0.20 m sobre el nivel del terreno. Adicionalmente hacer uso de las siguientes herramientas

Escaleras: Se instalarán escaleras metálicas o de madera rígida cada 7.50 metros de longitud de zanja.

Extensión: La escalera debe sobrepasar 1.00 metro el nivel de la superficie para facilitar el agarre al salir.

Manejo De Materiales Y Cargas Externas

Acopio de Material: El material extraído se colocará a una distancia mínima de 1.00 metro del borde (zona de berma) para evitar empujes adicionales.

Maquinaria: La retroexcavadora no operará a menos de 2.00 metros del borde de la excavación mientras haya personal dentro de la zanja.

Vibraciones: En vías con tráfico pesado, se instalarán tabiques de refuerzo adicionales para mitigar el efecto de las vibraciones vehiculares.

Adjunto tabla didáctica para la escogencia del entibado según la tipología del suelo

TIPO DE SUELO	PROFUNDIDAD (M)	TABLONES VERTICALES (PARED)	TRAVESAÑOS HORIZONTALES	PUNTALES (CODALES)	ESPACIAMIENTO HORIZONTAL
Tipo A (Arcillas duras, limos)	1.50 - 3.00	2" x 10" (Cerrado)	No requerido	4" x 4"	Máx 1.80 m
Tipo B (Suelos fisurados, gravas)	1.50 - 3.00	2" x 10" (Cerrado)	6" x 6"	6" x 6"	Máx 1.50 m
Tipo C (Arenas, suelos saturados)	1.50 - 3.00	3" x 10" (Cerrado)	6" x 8"	6" x 8"	Máx 1.20 m

Tabla 14 Estructura de entibado según el tipo de suelo

13. BIBLIOGRAFÍA

- BRAJA DAS, "Ingeniería de Cimentaciones", Ciudad de México, 1996.
- BOWLES, Joseph, "Foundation analysis and design". Nueva York, 1996.
- EOT de San Pablo, Departamento de Bolívar.
- GUTIERREZ ELORZA, Mateo "Geomorfología" Madrid 2008
- Norma NSR – 10. Bogotá, 2010
- RUIZ VAZQUEZ, Mariano "Geología aplicada a la ingeniería civil" México 2008
- SUAREZ DIAZ, Jaime "Deslizamientos Vol. 1". Bucaramanga, 2009.

ANEXO No. 1 LABORATORIOS



FUNDEUIS

ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO : ESTUDIO DE SUELOS: VIA URBANA - SAN PABLO BOLIVAR

CONTRATISTA : ING. JUAN CARLOS MORENO

APIQUE : N° 1 MUESTRA N° 1 FECHA : FEBRERO 18 DE 2026

LOCALIZACION : CRA. 13 # 15 - 37 SAN PABLO.

TIPO ENSAYO : PROCTOR MODIFICADO

GOLPES - CAPA : 25 No. CAPAS : 5 W. MARTILLO 10 LB

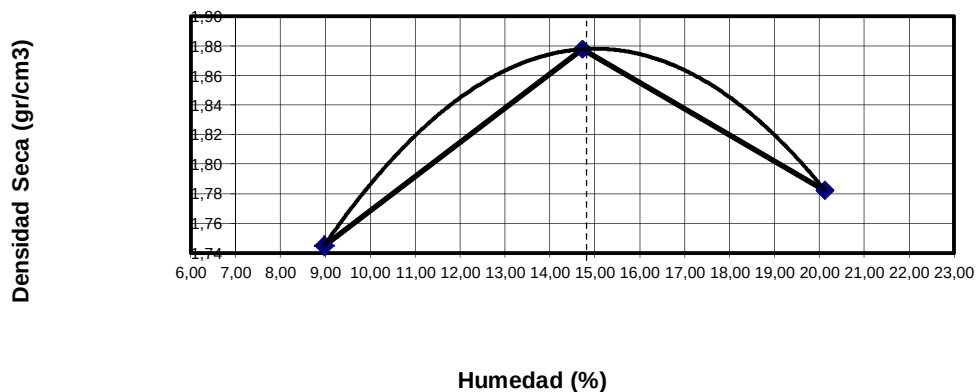
VOLUMEN MOLDE : 944 CMT3 W.MOLDE CON BASE: 3810 GRM

DETERMINACION DE LA HUMEDAD

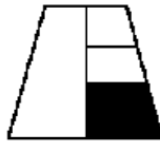
MUESTRA No.	1	2	3		
TARA No.	2	30	29		
W.TARA	7,50	7,40	7,50		
W.TARA + S. HUM	136,2	111,8	143,0		
W TARA + S. SECO	125,6	98,4	120,3		
W, MUESTRA SECA	118,10	91,00	112,80		
w. AGUA	10,60	13,40	22,70		
HUMEDAD	8,98	14,73	20,12		

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

W SUELO + MOLDE	5605	5835	5831		
W SUELO	1795	2025	2021		
DENS. HUMEDA	1,90	2,15	2,14		
DENS. SECA	1,74	1,88	1,78		



HUMEDAD OPTIMA 14,70 %
DENSIDAD SECA MAXIMA 1,88 Grs/Cm3



FUNDEUIS

COMPACTACION PARA C.B.R.

PROYECTO	:	EST. DE SUELOS: VIA URBANA - SAN PABLO		
LOCALIZACION	:	CRA. 13 # 15 - 37.		
MUESTRA	:	APIQUE N° 1	PROF:	0,30 - 1,00 MTS.
CONTRATISTA	:	ING. JUAN CARLOS MORENO		
FECHA DE ENSAYO	:	FEBRERO 18 DE 2026		

MOLDE No	10	13	19
DIAMETRO	15,30	15,30	15,30
ALTURA	11,51	11,55	11,63
VOLUMEN	2116	2124	2138

HUMEDAD DE COMPACTACION

PESO TARA (GR)	7,1	7,3	7,2
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (GR)	126,8	152,2	138,6
PESO DE TARA + SUELO SECO (GR)	110,40	132,60	120,60
PESO DE AGUA	16,4	19,6	18,0
PROMEDIO HUMEDAD EN %	14,9	14,8	14,9

DENSIDAD SECA (GR/CM3)

CONTENIDO DE HUMEDAD VERDADERO %	14,9	14,8	14,9
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO (GR)	11110	11310	11831
PESO MOLDE (GR)	7168	7064	7187
PESO DEL SUELO QUE ESTA EN MOLDE (GR)	3942,0	4246,0	4644,0
DENSIDAD HUMEDA (GR/CM3)	1,863	1,999	2,172
DENSIDAD SECA (GR/CM3)	1,62	1,74	1,89

HUMEDAD DE PENETRACION

PESO TARA (GR)	7,1	7,2	7,2
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (GR)	120,20	105,80	106,12
PESO DE TARA + SUELO SECO (GR)	99,30	89,20	91,40
PESO DE AGUA	20,9	16,6	14,7
PROMEDIO HUMEDAD EN %	21,0	18,6	16,1

EXPANSION

EXPANSION EN %	1,10	0,98	0,54
----------------	------	------	------

OBSERVACIONES :

LAB.

FUNDEUIS



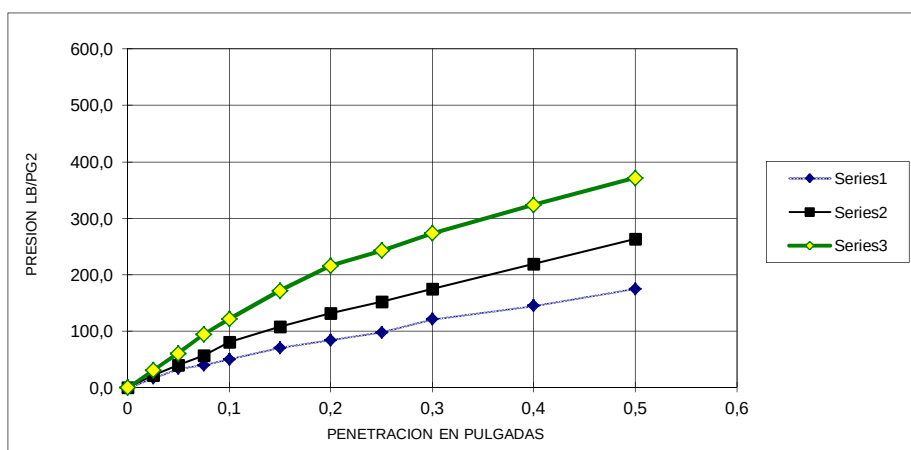
FUNDEUIS

C. B. R.

CALIFORNIA BEARING RATIO NORMA INVIAS E-148

OBRA EST. DE SUELOS VIA URBANA - SAN PABLO.
CONTRATISTA ING. JUAN CARLOS MORENO
LOCALIZACION CRA. 13 # 15 - 37.
FECHA DE ENSAYO FEBRERO 18 DE 2026
APIQUE N° 1 MUESTRA N° 1

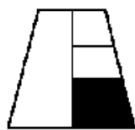
MOLDE No	10			13			16		
No DE GOLPES	12			26			55		
DIAS DE INMERSION									
PENETRACION	LEC.	CARGA	PRESION	LEC.	CARGA	PRESION	LEC.	CARGA	PRESION
0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0
0,0250	5	50,6	16,9	6,5	65,8	21,9	9	91,1	30,4
0,0500	10	101,3	33,8	12	121,5	40,5	18	182,3	60,8
0,0750	12	121,5	40,5	17	172,1	57,4	28	283,5	94,5
0,1000	15	151,9	50,6	24	243,0	81,0	36	364,5	121,5
0,1500	21	212,6	70,9	32	324,0	108,0	51	516,4	172,1
0,2000	25	253,1	84,4	39	394,9	131,6	64	648,0	216,0
0,2500	29	293,6	97,9	45	455,6	151,9	72	729,0	243,0
0,3000	36	364,5	121,5	52	526,5	175,5	81	820,1	273,4
0,4000	43	435,4	145,1	65	658,1	219,4	96	972,0	324,0
0,5000	52	526,5	175,5	78	789,8	263,3	110	1113,8	371,3
CBR A 0.1"	5			8			12		
CBR A 0.2"	6			9			14		
CBR CORREGIDO 0.1"	-			-			-		
CBR CORREGIDO 0.2"	-			-			-		



OBSERVACIONES:

LABORATORISTA

FUNDEUIS



FUNDEUIS

ENSAYO DE COMPACTACION

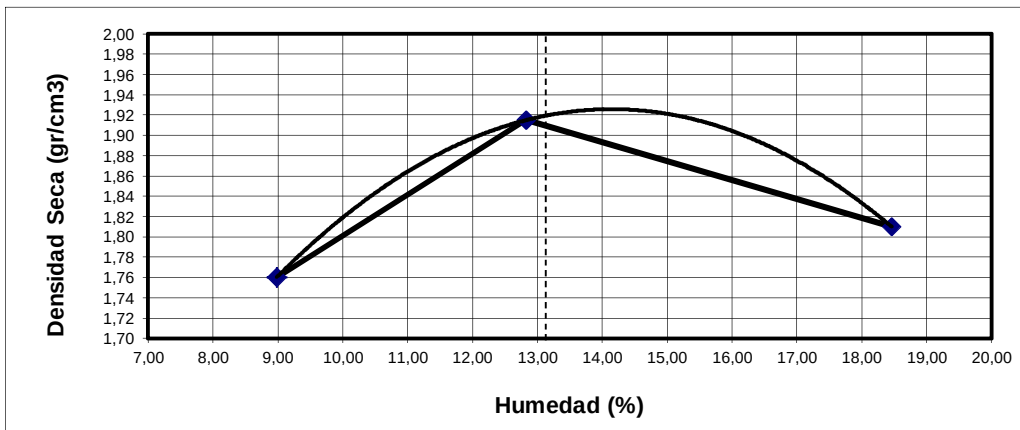
PROYECTO : ESTUDIO DE SUELOS: VIA URBANA - SAN PABLO BOLIVAR
CONTRATISTA : ING. JUAN CARLOS MORENO
APIQUE : N° 2 MUESTRA N° 1 FECHA : FEBRERO 18 DE 2026
LOCALIZACION : CRA. 13 # 13 - 46.
TIPO ENSAYO : PROCTOR MODIFICADO
GOLPES - CAPA : 25 No. CAPAS : 5 W. MARTILLO 10 LB
VOLUMEN MOLDE : 944 CMT3 W.MOLDE CON BASE: 3810 GRM

DETERMINACION DE LA HUMEDAD

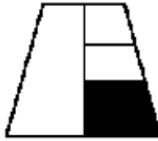
MUESTRA No.	1	2	3		
TARA No.	3	11	17		
W.TARA	7,38	7,54	7,45		
W.TARA + S. HUM	102,0	123,8	134,6		
W TARA + S. SECO	94,2	110,6	114,8		
W, MUESTRA SECA	86,82	103,06	107,35		
w. AGUA	7,80	13,22	19,82		
HUMEDAD	8,98	12,83	18,46		

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

W SUELO + MOLDE	5621	5841	5834		
W SUELO	1811	2031	2024		
DENS. HUMEDA	1,92	2,16	2,14		
DENS. SECA	1,76	1,91	1,81		



HUMEDAD OPTIMA 12,83 %
DENSIDAD SECA MAXIMA 1,91 Grs/Cm3



FUNDEUIS

COMPACTACION PARA C.B.R.

PROYECTO	:	EST. DE SUELOS: VIA URBANA - SAN PABLO		
LOCALIZACION	:	CRA. 13 # 13 - 46.		
MUESTRA	:	APIQUE N° 2	PROF:	0,30 - 1,00 MTS.
CONTRATISTA	:	ING. JUAN CARLOS MORENO		
FECHA DE ENSAYO	:	FEBRERO 18 DE 2026		

MOLDE No	11	13	16
DIAMETRO	15,20	15,30	15,30
ALTURA	11,20	11,15	11,23
VOLUMEN	2032	2050	2064

HUMEDAD DE COMPACTACION

PESO TARA (GR)	7,5	7,2	7,4
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (GR)	135,60	150,20	159,00
PESO DE TARA + SUELO SECO (GR)	118,60	132,40	141,50
PESO DE AGUA	17,0	17,8	17,5
PROMEDIO HUMEDAD EN %	14,3	13,4	12,4

DENSIDAD SECA (GR/CM3)

CONTENIDO DE HUMEDAD VERDADERO %	14,3	14,1	13,8
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO (GR)	10780	11160	11680
PESO MOLDE (GR)	7168	7064	7187
PESO DEL SUELO QUE ESTA EN MOLDE (GR)	3612,0	4096,0	4493,0
DENSIDAD HUMEDA (GR/CM3)	1,778	1,998	2,177
DENSIDAD SECA (GR/CM3)	1,56	1,75	1,91

HUMEDAD DE PENETRACION

PESO TARA (GR)	7,5	7,1	7,3
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (GR)	132,00	115,20	124,00
PESO DE TARA + SUELO SECO (GR)	110,40	98,00	108,40
PESO DE AGUA	21,6	17,2	15,6
PROMEDIO HUMEDAD EN %	19,6	17,6	14,4

EXPANSION

EXPANSION EN %	0,68	0,55	0,32
----------------	------	------	------

OBSERVACIONES :

LAB.

FUNDEUIS



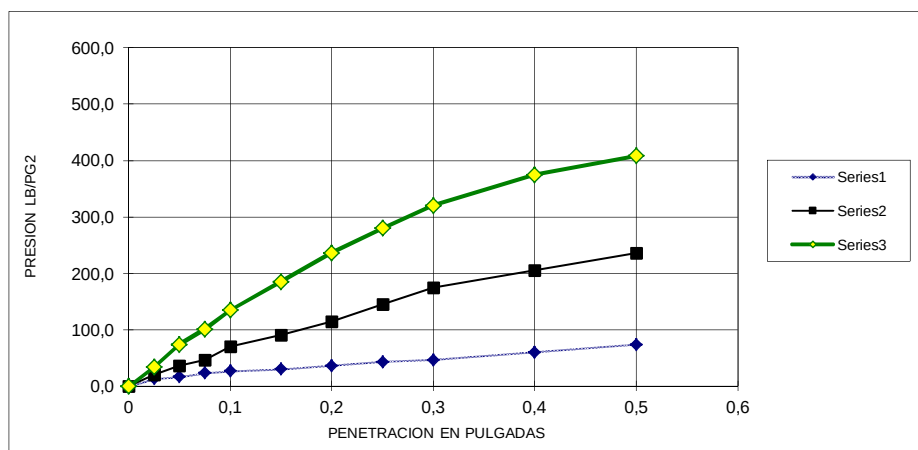
FUNDEUIS

C. B. R.

CALIFORNIA BEARING RATIO NORMA INVIAS E-148

OBRA : EST. DE SUELOS VIA URBANA - SAN PABLO.
CONTRATISTA : ING. JUAN CARLOS MORENO
LOCALIZACION : CRA. 13 # 13 - 46.
FECHA DE ENSAYO : FEBRERO 18 DE 2026
APIQUE : N° 2 MUESTRA N° 1

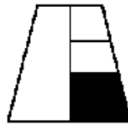
MOLDE No	10			13			16		
No DE GOLPES	12			26			55		
DIAS DE INMERSION	4			4			4		
PENETRACION	LEC.	CARGA	PRESION	LEC.	CARGA	PRESION	LEC.	CARGA	PRESION
0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0
0,0250	4	40,5	13,5	6	60,8	20,3	10	101,3	33,8
0,0500	5	50,6	16,9	11	111,4	37,1	22	222,8	74,3
0,0750	7	70,9	23,6	14	141,8	47,3	30	303,8	101,3
0,1000	8	81,0	27,0	21	212,6	70,9	40	405,0	135,0
0,1500	9	91,1	30,4	27	273,4	91,1	55	556,9	185,6
0,2000	11	111,4	37,1	34	344,3	114,8	70	708,8	236,3
0,2500	13	131,6	43,9	43	435,4	145,1	83	840,4	280,1
0,3000	14	141,8	47,3	52	526,5	175,5	95	961,9	320,6
0,4000	18	182,3	60,8	61	617,6	205,9	111	1123,9	374,6
0,5000	22	222,8	74,3	70	708,8	236,3	121	1225,1	408,4
CBR A 0.1"	3			7			14		
CBR A 0.2"	2			8			16		
CBR CORREGIDO 0.1"	-			-			-		
CBR CORREGIDO 0.2"	-			-			-		



OBSERVACIONES:

LABORATORISTA

FUNDEUIS



FUNDEUIS

ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO : ESTUDIO DE SUELOS VIA URBANA - SAN PABLO BOLIVAR.

CONTRATISTA : ING. JUAN CARLOS MORENO

APIQUE : Nº 3 MUESTRA N° 1 FECHA : FEBRERO 18 DE 2026

LOCALIZACION : CRA. 13 # 11 - 80.

TIPO ENSAYO : PROCTOR MODIFICADO

GOLPES - CAPA : 25 No. CAPAS : 5 W. MARTILLO 10 LB

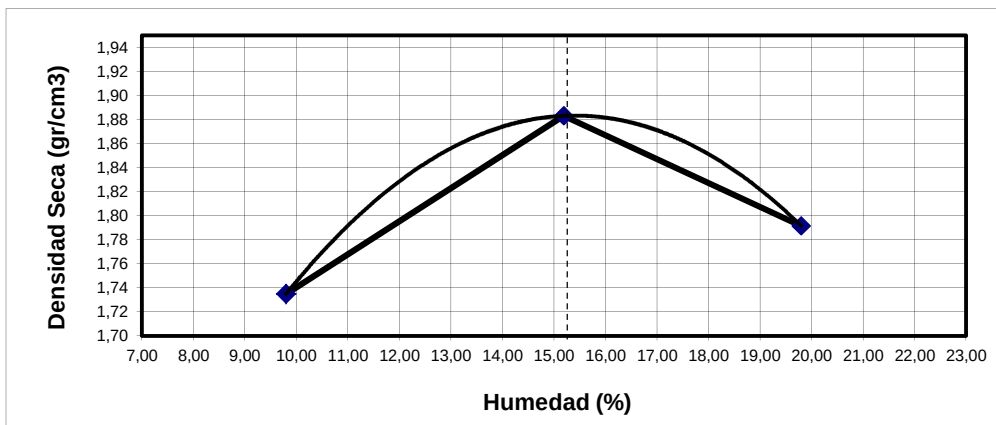
VOLUMEN MOLDE : 944 CMT3 W.MOLDE CON BASE: 3810 GRM

DETERMINACION DE LA HUMEDAD

MUESTRA No.	1	2	3		
TARA No.	2	30	29		
W.TARA	7,30	7,00	7,40		
W.TARA + S. HUM	148,5	130,6	151,4		
W TARA + S. SECO	135,9	114,3	127,6		
W, MUESTRA SECA	128,60	107,30	120,20		
w. AGUA	12,60	16,30	23,80		
HUMEDAD	9,80	15,19	19,80		

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

W SUELO + MOLDE	5608	5849	5836		
W SUELO	1798	2039	2026		
DENS. HUMEDA	1,90	2,17	2,15		
DENS. SECA	1,73	1,88	1,79		



HUMEDAD OPTIMA 15,20 %
DENSIDAD SECA MAXIMA 1,88 Grs/Cm3



FUNDEUIS

COMPACTACION PARA C.B.R.

PROYECTO : EST. DE SUELOS VIA URBANA - SAN PABLO BOLIVAR.
LOCALIZACION : CRA. 13 # 11 - 80.
MUESTRA : APIQUE N° 3 PROF: 0.30 - 1.00
CONTRATISTA : ING. JUAN CARLOS MORENO
FECHA DE ENSAYO : FEBRERO 18 DE 2026

MOLDE No	1	6	5
DIAMETRO	15,40	15,30	15,50
ALTURA	11,26	11,59	11,01
VOLUMEN	2097	2131	2078

HUMEDAD DE COMPACTACION

PESO TARA (GR)	7,8	7,9	7,4
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (GR)	138,50	121,80	141,80
PESO DE TARA + SUELO SECO (GR)	119,80	104,90	122,60
PESO DE AGUA	18,7	16,9	19,2
PROMEDIO HUMEDAD EN %	15,6	16,1	15,7

DENSIDAD SECA (GR/CM3)

CONTENIDO DE HUMEDAD VERDADERO %	15,6	16,1	15,7
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO (GR)	11130	11410	11704
PESO MOLDE (GR)	7168	7064	7187
PESO DEL SUELO QUE ESTA EN MOLDE (GR)	3962,0	4346,0	4517,0
DENSIDAD HUMEDA (GR/CM3)	1,889	2,039	2,174
DENSIDAD SECA (GR/CM3)	1,63	1,76	1,88

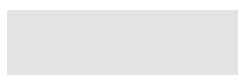
HUMEDAD DE PENETRACION

PESO TARA (GR)	7,2	7,3	7,6
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (GR)	119,20	106,00	104,20
PESO DE TARA + SUELO SECO (GR)	99,30	89,20	89,50
PESO DE AGUA	19,9	16,8	14,7
PROMEDIO HUMEDAD EN %	20,0	18,8	16,4

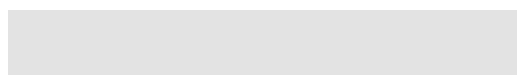
EXPANSION

EXPANSION EN %	1,02	0,87	0,58
----------------	------	------	------

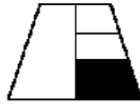
OBSERVACIONES :



LAB.



FUNDEUIS



FUNDEUIS

C. B. R.

CALIFORNIA BEARING RATIO NORMA INVIAS E-148

OBRA:

EST. DE SUELOS VIA URBANA - SAN PABLO BOLIVAR

CONTRATISTA:

ING. JUAN CARLOS MORENO

LOCALIZACION

CRA. 13 # 11 - 80.

FECHA DE ENSAYO:

FEBRERO 18 DE 2026

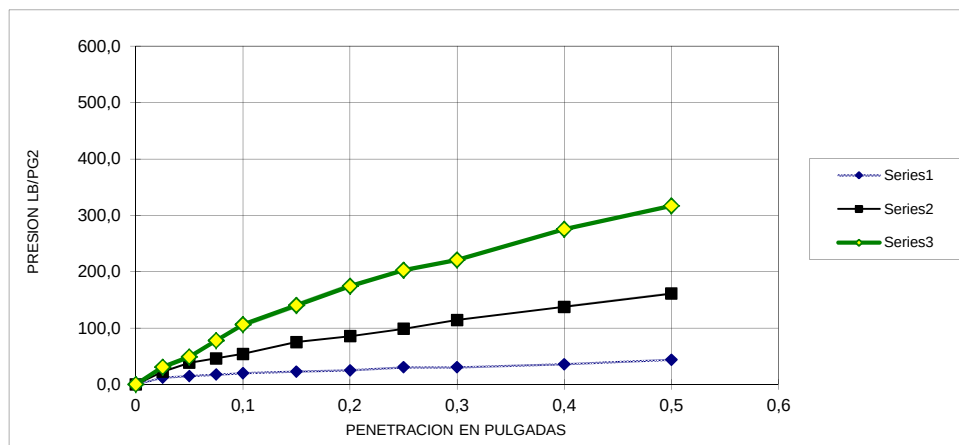
APIQUE:

Nº 3

MUESTRA Nº

1

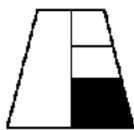
MOLDE No	1			6			5		
No DE GOLPES	12			26			55		
DIAS DE INMERSION	4			4			4		
PENETRACION	LEC.	CARGA	PRESION	LEC.	CARGA	PRESION	LEC.	CARGA	PRESION
0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0
0,0250	3	36,99	12,3	7	68,47	22,8	10	92,07	30,7
0,0500	4	44,86	15,0	13	115,66	38,6	17	147,09	49,0
0,0750	5	52,73	17,6	16	139,23	46,4	28	233,43	77,8
0,1000	6	60,60	20,2	19	162,80	54,3	39	319,63	106,5
0,1500	7	68,47	22,8	27	225,59	75,2	52	421,32	140,4
0,2000	8	76,34	25,4	31	256,95	85,7	65	522,83	174,3
0,2500	10	92,07	30,7	36	296,14	98,7	76	608,57	202,9
0,3000	10	92,07	30,7	42	343,12	114,4	83	663,07	221,0
0,4000	12	107,79	35,9	51	413,51	137,8	104	826,26	275,4
0,5000	15	131,37	43,8	60	483,81	161,3	120	950,31	316,8
CBR A 0.1"	2			5			11		
CBR A 0.2"	2			6			12		
CBR CORREGIDO 0.1"	-			-			-		
CBR CORREGIDO 0.2"	-			-			-		



OBSERVACIONES:

LABORATORISTA

FUNDEUIS



FUNDEUIS

ENSAYO DE COMPACTACION

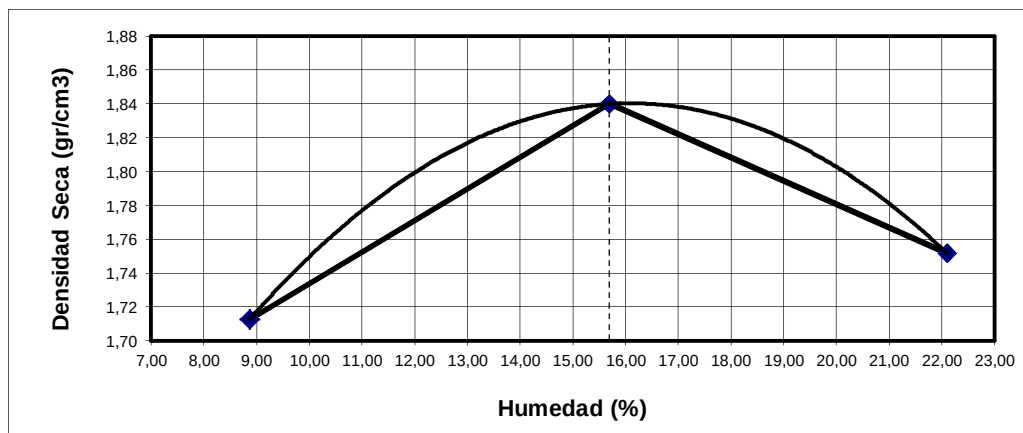
PROYECTO : ESTUDIO DE SUELOS VIA URBANA - SAN PABLO BOLIVAR.
CONTRATISTA : ING. JUAN CARLOS MORENO
APIQUE : N° 4 FECHA : FEBRERO 18 DE 2026
LOCALIZACION : KRA. 13 N° 10 - 38 CARRIL DERECHO
TIPO ENSAYO : PROCTOR MODIFICADO
GOLPES - CAPA : 25 No. CAPAS : 5 W. MARTILLO 10 LB
VOLUMEN MOLDE : 944 CMT3 W.MOLDE CON BASE: 3810 GRM

DETERMINACION DE LA HUMEDAD

MUESTRA No.	1	2	3		
TARA No.	2	30	29		
W.TARA	7,80	7,70	7,50		
W.TARA + S. HUM	149,0	130,8	157,2		
W TARA + S. SECO	137,5	114,1	130,1		
W, MUESTRA SECA	129,70	106,40	122,60		
w. AGUA	11,50	16,70	27,10		
HUMEDAD	8,87	15,70	22,10		

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

W SUELO + MOLDE	5570	5811	5829		
W SUELO	1760	2001	2019		
DENS. HUMEDA	1,86	2,13	2,14		
DENS. SECA	1,71	1,84	1,75		



HUMEDAD OPTIMA 15,70 %
DENSIDAD SECA MAXIMA 1,84 Grs/Cm3



FUNDEUIS

COMPACTACION PARA C.B.R.

PROYECTO : ESTUDIO DE SUELOS VIA URBANA - SAN PABLO BOLIVAR
LOCALIZACION : KRA. 13 N° 10 - 38 CARRIL DERECHO
MUESTRA : APIQUE N° 4 PROF: 0,30 - 1,00 MTS.
CONTRATISTA : ING. JUAN CARLOS MORENO
FECHA DE ENSAYO : FEBRERO 18 DE 2026

MOLDE No	10	13	16
DIAMETRO	15,30	15,40	15,30
ALTURA	11,16	11,21	11,08
VOLUMEN	2075	2088	2037

HUMEDAD DE COMPACTACION

PESO TARA (GR)	7,2	7,6	7,4
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (GR)	128,40	153,00	151,40
PESO DE TARA + SUELO SECO (GR)	110,80	132,40	130,80
PESO DE AGUA	17,6	20,6	20,6
PROMEDIO HUMEDAD EN %	15,9	15,6	15,7

DENSIDAD SECA (GR/CM3)

CONTENIDO DE HUMEDAD VERDADERO %	15,9	15,6	15,7
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO (GR)	11040	11320	11550
PESO MOLDE (GR)	7168	7064	7187
PESO DEL SUELO QUE ESTA EN MOLDE (GR)	3872,0	4256,0	4363,0
DENSIDAD HUMEDA (GR/CM3)	1,866	2,038	2,142
DENSIDAD SECA (GR/CM3)	1,61	1,76	1,85

HUMEDAD DE PENETRACION

PESO TARA (GR)	7,4	7,6	7,4
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (GR)	144,60	124,00	118,50
PESO DE TARA + SUELO SECO (GR)	117,08	101,80	100,90
PESO DE AGUA	27,5	22,2	17,6
PROMEDIO HUMEDAD EN %	23,5	21,8	17,4

EXPANSION

EXPANSION EN %	1,94	1,35	0,89
----------------	------	------	------

OBSERVACIONES :

LAB.

FUNDEUIS



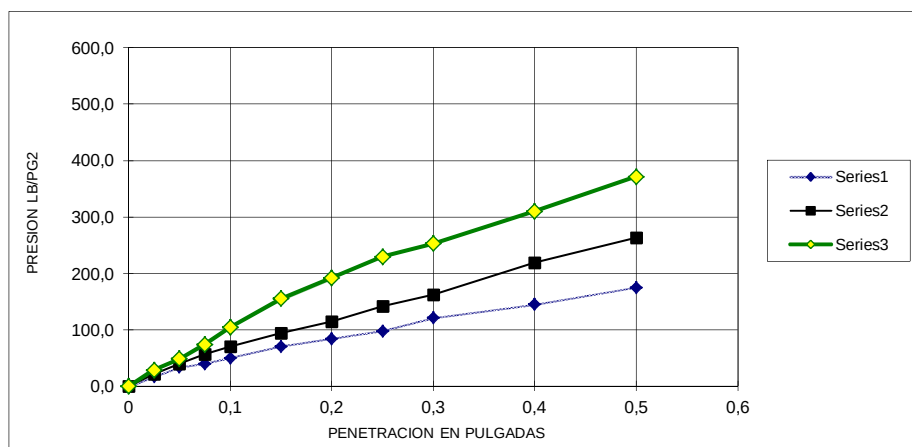
FUNDEUIS

C. B. R.

CALIFORNIA BEARING RATIO NORMA INVIAS E-148

OBRA : EST. DE SUELOS VIA URBANA - SAN PABLO BOLIVAR.
CONTRATISTA : ING. JUAN CARLOS MORENO
LOCALIZACION : KRA. 13 N° 10 - 38 CARRIL DERECHO
FECHA DE ENSAYO : FEBRERO 18 DE 2026
APIQUE : N° 4 MUESTRA N° 1

MOLDE No	10			13			16		
No DE GOLPES	12			26			55		
DIAS DE INMERSION	4			4			4		
PENETRACION	LEC.	CARGA	PRESION	LEC.	CARGA	PRESION	LEC.	CARGA	PRESION
0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0
0,0250	5	50,6	16,9	6,5	65,8	21,9	8,5	86,1	28,7
0,0500	10	101,3	33,8	12	121,5	40,5	14,5	146,8	48,9
0,0750	12	121,5	40,5	17	172,1	57,4	22	222,8	74,3
0,1000	15	151,9	50,6	21	212,6	70,9	31	313,9	104,6
0,1500	21	212,6	70,9	28	283,5	94,5	46	465,8	155,3
0,2000	25	253,1	84,4	34	344,3	114,8	57	577,1	192,4
0,2500	29	293,6	97,9	42	425,3	141,8	68	688,5	229,5
0,3000	36	364,5	121,5	48	486,0	162,0	75	759,4	253,1
0,4000	43	435,4	145,1	65	658,1	219,4	92	931,5	310,5
0,5000	52	526,5	175,5	78	789,8	263,3	110	1113,8	371,3
CBR A 0.1"	5			7			10		
CBR A 0.2"	6			8			13		
CBR CORREGIDO 0.1"	-			-			-		
CBR CORREGIDO 0.2"	-			-			-		



OBSERVACIONES:

LABORATORISTA

FUNDEUIS

CLASIFICACION DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

CLIENTE : ING. JUAN CARLOS MORENO
FECHA : FEBRERO 18 DE 2026
MUESTRA : No 1 PROYECTO: EST. DE SUELOS VIA URBANA - SAN PABLO BOL.
DESCRIPCION : LIMO ARENOSO AMARILLO
PROFUNDIDAD : 0.00 m - 00.50 m. SONDEO No. 1

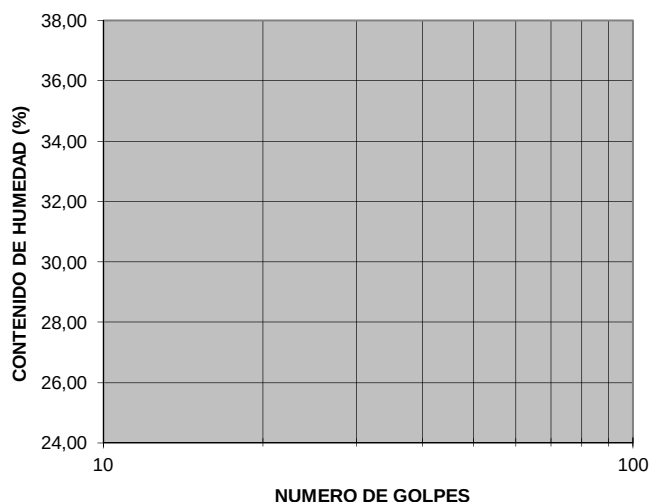
LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE LIQUIDO		
No DE GOLPES			
RECIPIENTE No.			
Pr + Ph (P1)			
Pr + Ps (P2)			
Pr (P3)			
Ps			
HUMEDAD EN (%)			

RECIPIENTE No			
Pr + Ph (P1)			
Pr + Ps (Ps)			
Pr (P3)			
Ps			
HUMEDAD EN (%)			

GRADACION

WTMS:	293,5	WLST200	293,50
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			100,00
No 4	2,00	0,68	99,32
No 10	4,00	1,36	97,96
No 16	0,00	0,00	97,96
No 20	6,00	2,04	95,91
No 40	8,00	2,73	93,19
No 50	18,00	6,13	87,05
No 100	16,00	5,45	81,60
No 200	28,00	9,54	72,06
343,4	211,50	72,06	0,00



RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO NO LIQUIDO %
LIMITE PLASTICO NO PLASTICO %
INDICE DE PLASTICIDAD NO PLASTICO %
CLASIFICACION U.S.C. ML

OBSERVACIONES

% GRAVA : 0,68
% ARENA : 27,26
% FINOS : 72,06
TOTAL: 100,00

O.B.C.
LABORATORISTA

CLASIFICACION DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

CLIENTE : **ING. JUAN CARLOS MORENO**
 FECHA : **FEBRERO 18 DE 2026**
 MUESTRA : **No 2** PROYECTO: **EST. DE SUELOS VIA URBANA - SAN PABLO BOL.**
 DESCRIPCION : **ARCILLA LIMOSA ROJA CON VETAS BLANCAS**
 PROFUNDIDAD : **0.50 m - 03.00 m.** SONDEO No. **1**

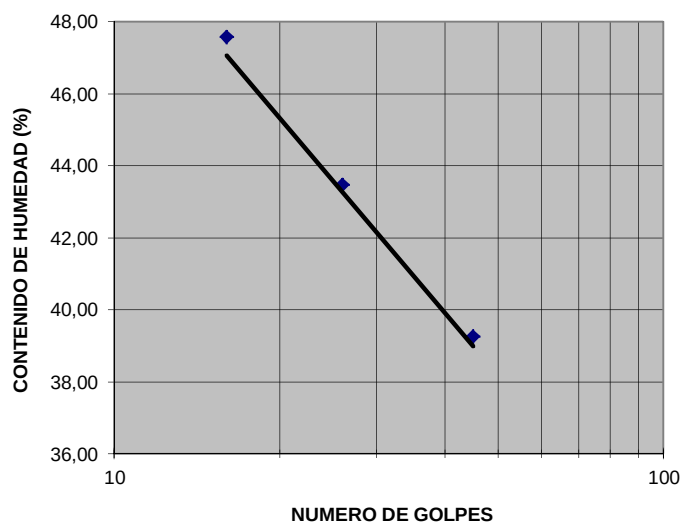
LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE LIQUIDO		
No DE GOLPES	45	26	16
RECIPIENTE No.			
Pr + Ph (P1)	39,35	37,65	40,92
Pr + Ps (P2)	32,38	30,75	32,45
Pr (P3)	14,63	14,88	14,65
Ps	17,75	15,87	17,80
HUMEDAD EN (%)	39,27	43,48	47,58

	LIMITE PLASTICO		W _n
RECIPIENTE No			
Pr + Ph (P1)	16,45	16,24	
Pr + Ps (Ps)	15,08	14,88	
Pr (P3)	9,56	9,61	
Ps	5,52	5,27	
HUMEDAD EN (%)	24,82	25,81	25,31

GRADACION

WTMS:	367,8	WLST200	367,80
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			100,00
No 4	0,00	0,00	100,00
No 10	1,10	0,30	99,70
No 16	0,00	0,00	99,70
No 20	2,00	0,54	99,16
No 40	2,00	0,54	98,61
No 50	4,00	1,09	97,53
No 100	6,00	1,63	95,89
No 200	14,00	3,81	92,09
FONDO	338,70	92,09	0,00



RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO **43,64** %
 LIMITE PLASTICO **25,31** %
 INDICE DE PLASTICIDAD **18,33** %
 CLASIFICACION U.S.C. **CL**

OBSERVACIONES

% GRAVA : **0,00**
 % ARENA : **7,91**
 % FINOS : **92,09**
 TOTAL: **100,00**

O.B.C.
LABORATORISTA

CLASIFICACION DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

CLIENTE : ING. JUAN CARLOS MORENO
FECHA : FEBRERO 18 DE 2026
MUESTRA : No 1 PROYECTO: EST. DE SUELOS VIA URBANA - SAN PABLO BOL.
DESCRIPCION : LIMO ARENOSO ROJO
PROFUNDIDAD : 0.00 m - 02.00 m. SONDEO No. 1

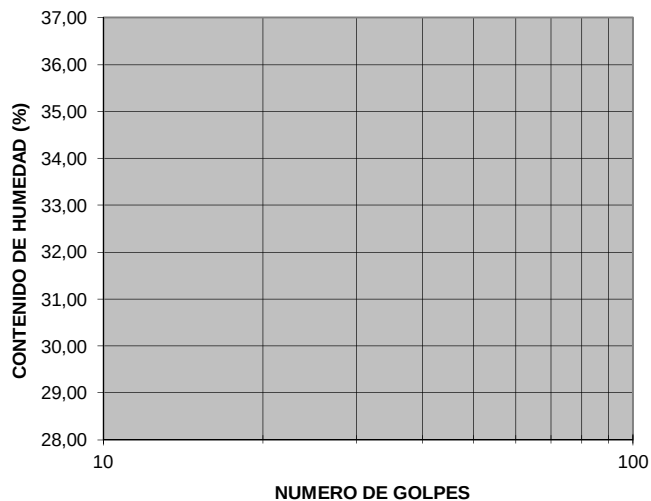
LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE LIQUIDO		
No DE GOLPES			
RECIPIENTE No.			
Pr + Ph (P1)			
Pr + Ps (P2)			
Pr (P3)			
Ps			
HUMEDAD EN (%)			

	LIMITE PLASTICO		W _n
RECIPIENTE No			
Pr + Ph (P1)			
Pr + Ps (Ps)			
Pr (P3)			
Ps			
HUMEDAD EN (%)			

GRADACION

WTMS:	599,4	WLST200	599,40
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			100,00
No 4	2,50	0,42	99,58
No 10	6,00	1,00	98,58
No 16	0,00	0,00	98,58
No 20	10,00	1,67	96,91
No 40	18,00	3,00	93,91
No 50	70,00	11,68	82,23
No 100	90,80	15,15	67,08
No 200	98,00	16,35	50,73
FONDO	304,10	50,73	0,00



RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO NO LIQUIDO %
LIMITE PLASTICO NO PLASTICO %
INDICE DE PLASTICIDAD NO PLASTICO %
CLASIFICACION U.S.C. ML

OBSERVACIONES

% GRAVA : 0,42
% ARENA : 48,85
% FINOS : 50,73
TOTAL: 100,00

O.B.C.
LABORATORISTA

CLASIFICACION DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

CLIENTE : ING. JUAN CARLOS MORENO
FECHA : FEBRERO 18 DE 2026
MUESTRA : No 2 PROYECTO: EST. DE SUELOS VIA URBANA - SAN PABLO BOL.
DESCRIPCION : ARCILLA LIMOSA ROJA CON VETAS BLANCAS
PROFUNDIDAD : 2.00 m - 3.00 m. SONDEO No. 2

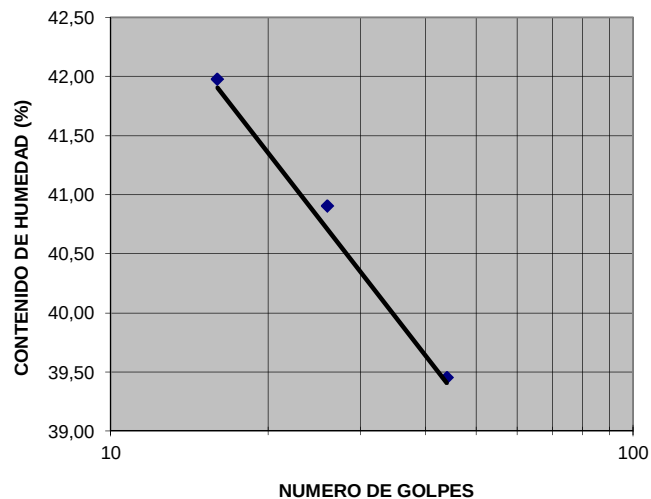
LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE LIQUIDO		
No DE GOLPES	44	26	16
RECIPIENTE No.			
Pr + Ph (P1)	31,48	32,54	32,07
Pr + Ps (P2)	26,75	27,19	26,55
Pr (P3)	14,76	14,11	13,4
Ps	11,99	13,08	13,15
HUMEDAD EN (%)	39,45	40,90	41,98

	LIMITE PLASTICO		W _n
RECIPIENTE No			
Pr + Ph (P1)	20,47	14,11	
Pr + Ps (Ps)	19,26	12,82	
Pr (P3)	14,30	7,60	
Ps	4,96	5,22	
HUMEDAD EN (%)	24,40	24,71	24,55

GRADACION

WTMS:	434,60	WLST200	434,60
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			100,00
No 4	4,00	0,92	99,08
No 10	14,00	3,22	95,86
No 16	0,00	0,00	95,86
No 20	10,00	2,30	93,56
No 40	8,00	1,84	91,72
No 50	8,00	1,84	89,88
No 100	10,00	2,30	87,57
No 200	18,00	4,14	83,43
FONDO	362,60	83,43	0,00



RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO 41,04 %
LIMITE PLASTICO 24,55 %
INDICE DE PLASTICIDAD 16,48 %
CLASIFICACION U.S.C. CL

OBSERVACIONES

% GRAVA : 0,92
% ARENA : 15,65
% FINOS : 83,43
TOTAL: 100,00

O.B.C.
LABORATORISTA

CLASIFICACION DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

CLIENTE

:

ING. JUAN CARLOS MORENO

FECHA

:

FEBRERO 18 DE 2026

MUESTRA

:

No 1

PROYECTO:

EST. DE SUELOS VIA URBANA - SAN PABLO BOL.

DESCRIPCION

:

LIMO ARENOSO ROJO

PROFUNDIDAD

:

0.00 m - 01.00 m.

SONDEO No.

3

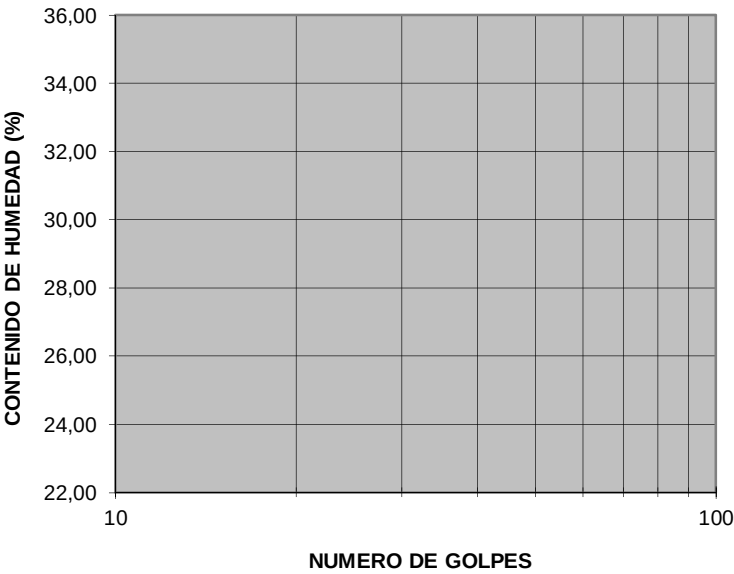
LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE LIQUIDO		
No DE GOLPES			
RECIPIENTE No.			
Pr + Ph (P1)			
Pr + Ps (P2)			
Pr (P3)			
Ps			
HUMEDAD EN (%)			

	LIMITE PLASTICO		Wn
RECIPIENTE No			
Pr + Ph (P1)			
Pr + Ps (Ps)			
Pr (P3)			
Ps			
HUMEDAD EN (%)			

GRADACION

WTMS:	467,3	WLST200	467,30
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			100,00
1/2"	16,00	3,42	96,58
3/8"	0,00	0,00	96,58
No 4	10,00	2,14	94,44
No 10	6,00	1,28	93,15
No 16	0,00	0,00	93,15
No 20	12,00	2,57	90,58
No 40	26,00	5,56	85,02
No 50	44,00	9,42	75,60
No 100	46,00	9,84	65,76
No 200	38,00	8,13	57,63
FONDO	269,30	57,63	0,00



RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO	NO LIQUIDO	%
LIMITE PLASTICO	NO PLASTICO	%
INDICE DE PLASTICIDAD	NO PLASTICO	%
CLASIFICACION U.S.C.	ML	

OBSERVACIONES

% GRAVA :	5,56
% ARENA :	36,81
% FINOS :	57,63
TOTAL:	100,00

O.B.C.

LABORATORISTA

CLASIFICACION DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

CLIENTE : **ING. JUAN CARLOS MORENO**
FECHA : **FEBRERO 18 DE 2026**
MUESTRA : **No 2** PROYECTO: **EST. DE SUELOS VIA URBANA - SAN PABLO BOL.**
DESCRIPCION : **ARCILLA ARENOSA ROJA CON VETAS BLANCAS**
PROFUNDIDAD : **1.00 m - 03.00 m.** SONDEO No. **3**

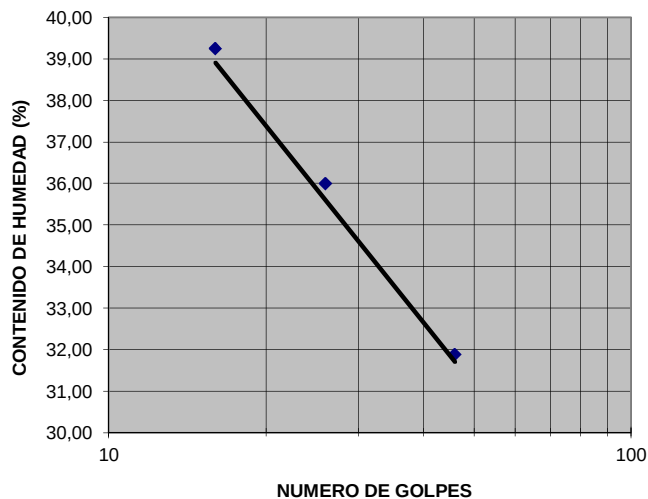
LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE LIQUIDO		
No DE GOLPES	46	26	16
RECIPIENTE No.			
Pr + Ph (P1)	26,11	32,71	30,31
Pr + Ps (P2)	21,74	27,97	25,77
Pr (P3)	8,03	14,8	14,2
Ps	13,71	13,17	11,57
HUMEDAD EN (%)	31,87	35,99	39,24

	LIMITE PLASTICO		W _n
RECIPIENTE No			
Pr + Ph (P1)	17,61	22,54	
Pr + Ps (Ps)	15,81	20,82	
Pr (P3)	8,20	13,42	
Ps	7,61	7,40	
HUMEDAD EN (%)	23,65	23,24	23,45

GRADACION

WTMS:	495,80	WLST200	495,80
TAMIZ	W _{ret}	% RET.	% PASA
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
No 4			100,00
No 10	0,80	0,16	99,84
No 16	0,00	0,00	99,84
No 20	4,00	0,81	99,03
No 40	18,00	3,63	95,40
No 50	42,00	8,47	86,93
No 100	32,00	6,45	80,48
No 200	24,00	4,84	75,64
FONDO	375,00	75,64	0,00



RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO **35,88** %
LIMITE PLASTICO **23,45** %
INDICE DE PLASTICIDAD **12,44** %
CLASIFICACION U.S.C. **CL**

OBSERVACIONES

% GRAVA : **0,00**
% ARENA : **24,36**
% FINOS : **75,64**
TOTAL: **100,00**

O.B.C.
LABORATORISTA

CLASIFICACION DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

CLIENTE : ING. JUAN CARLOS MORENO
 FECHA : FEBRERO 18 DE 2026
 MUESTRA : No 1 PROYECTO: EST. DE SUELOS VIA URBANA - SAN PABLO BOL.
 DESCRIPCION : ARENA ARCILLO GRAVOSA ROJA
 PROFUNDIDAD : 0.00 m - 01.00 m. SONDEO No. 4

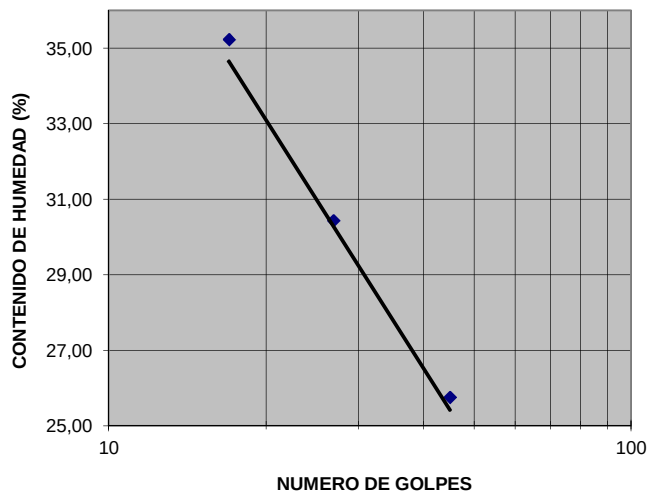
LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE LIQUIDO		
No DE GOLPES	45	27	17
RECIPIENTE No.			
Pr + Ph (P1)	36,95	35,71	38,72
Pr + Ps (P2)	32,38	30,85	32,45
Pr (P3)	14,63	14,88	14,65
Ps	17,75	15,97	17,80
HUMEDAD EN (%)	25,75	30,43	35,22

	LIMITE PLASTICO		W _n
RECIPIENTE No			
Pr + Ph (P1)	16,32	16,01	
Pr + Ps (Ps)	15,08	14,88	
Pr (P3)	9,56	9,61	
Ps	5,52	5,27	
HUMEDAD EN (%)	22,46	21,44	21,95

GRADACION

WTMS:	782,70	WLST200	782,70
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			100,00
3/4"	20,00	2,56	97,44
1/2"	60,00	7,67	89,78
3/8"	34,00	4,34	85,44
No 4	44,00	5,62	79,81
No 10	38,00	4,85	74,96
No 16	0,00	0,00	74,96
No 20	38,00	4,85	70,10
No 40	76,00	9,71	60,39
No 50	88,00	11,24	49,15
No 100	58,00	7,41	41,74
No 200	58,00	7,41	34,33
FONDO	268,70	34,33	0,00



RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO 30,66 %
 LIMITE PLASTICO 21,95 %
 INDICE DE PLASTICIDAD 8,71 %
 CLASIFICACION U.S.C. SC

OBSERVACIONES

% GRAVA : 20,19
 % ARENA : 45,48
 % FINOS : 34,33
 TOTAL: 100,00

O.B.C.
 LABORATORISTA

CLASIFICACION DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

CLIENTE : ING. JUAN CARLOS MORENO
FECHA : FEBRERO 18 DE 2026
MUESTRA : No 2 PROYECTO: EST. DE SUELOS VIA URBANA - SAN PABLO BOL.
DESCRIPCION : ARCILLA ARENOSA ROJA CON VETAS BLANCAS
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 03.00 m. SONDEO No. 4

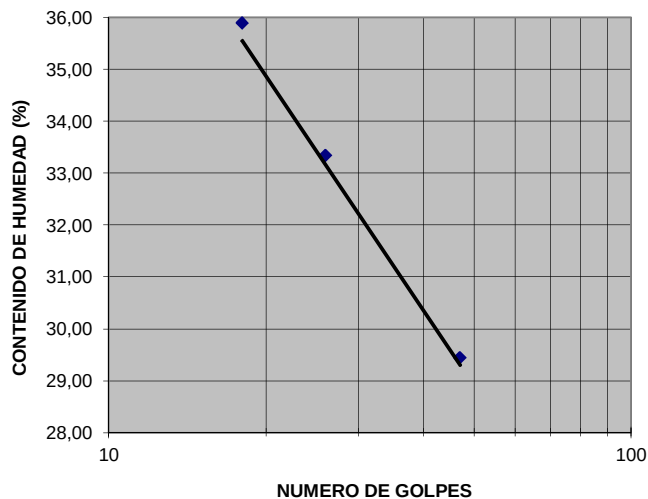
LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE LIQUIDO		
No DE GOLPES	47	26	18
RECIPIENTE No.			
Pr + Ph (P1)	30,28	31,55	31,27
Pr + Ps (P2)	26,75	27,19	26,55
Pr (P3)	14,76	14,11	13,4
Ps	11,99	13,08	13,15
HUMEDAD EN (%)	29,44	33,33	35,89

	LIMITE PLASTICO		W _n
RECIPIENTE No			
Pr + Ph (P1)	20,35	13,98	
Pr + Ps (Ps)	19,26	12,82	
Pr (P3)	14,30	7,60	
Ps	4,96	5,22	
HUMEDAD EN (%)	21,98	22,22	22,10

GRADACION

WTMS:	378,00	WLST200	378,00
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			100,00
3/8"	4,00	1,06	98,94
No 4	8,00	2,12	96,83
No 10	12,00	3,17	93,65
No 16	0,00	0,00	93,65
No 20	14,00	3,70	89,95
No 40	12,00	3,17	86,77
No 50	20,00	5,29	81,48
No 100	18,00	4,76	76,72
No 200	30,00	7,94	68,78
FONDO	260,00	68,78	0,00



RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO 33,25 %
LIMITE PLASTICO 22,10 %
INDICE DE PLASTICIDAD 11,16 %
CLASIFICACION U.S.C. CL

OBSERVACIONES

% GRAVA : 3,17
% ARENA : 28,04
% FINOS : 68,78
TOTAL: 100,00

O.B.C.
LABORATORISTA

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO **13.748.765**

RAMIREZ MUÑOZ

APELLIDOS
LUIS DAVID

NOMBRES

[Signature]
FIRMA



FECHA DE NACIMIENTO **01-MAR-1981**

BARRANCABERMEJA
(SANTANDER)

LUGAR DE NACIMIENTO

1.68 **B+** **M**
ESTATURA G.S. RH SEXO

01-MAR-1999 BUCARAMANGA

FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION *[Signature]*
REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SANCHEZ TORRES

INDICE DERECHO



A-2700100-00257188-M-0013748765-20100924 0024079092A 1 6860036478



REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.
68202-106933 STD
Fecha de Expedición: **22/04/2004**

Nombre:
**LUIS DAVID
RAMIREZ MUÑOZ**
Identificación:
C.C. 13748765
Profesión:
INGENIERO CIVIL

Institución:
**CORPORACION UNIVERSITARIA
DE SANTANDER - UDES**



190397/0319

Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003,
que autoriza al titular a ejercer como Ingeniero en el Territorio Nacional.

DIRECTOR GENERAL

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA. Calle 78 No. 9-57 primer piso
Línea Nacional: 01 8000 116590

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD PARA ESTUDIO GEOTÉCNICO

Yo, **LUIS DAVID RAMIREZ MUÑOZ**, identificado con cédula de ciudadanía No 13.748.765, de profesión Ingeniero Civil, Especialista en Geotecnia Ambiental con T.P. N° 68202-106933STD, con más de cinco (5) años de experiencia de ejercicio profesional, en el ejercicio de la facultad conferida por el Decreto 926 de 2010 NSR-10, modificado por el Decreto 2525 del 13 de julio de 2010, por medio del presente documento declaro que asumo toda responsabilidad de los cálculos, y datos geotécnicos contenidos en las memorias del proyecto denominado **MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA CONECTIVIDAD DEL CORREDOR REGIONAL CANTAGALLO – SAN PABLO – SIMITÍ EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO, BOLÍVAR**. Eximiendo a la secretaria de planeación municipal de cualquier responsabilidad o perjuicio relacionado o producido por el estudio geotécnico. Teniendo en cuenta lo anterior hago las siguientes consideraciones geotécnicas: Según la exploración en campo y el análisis de las muestras obtenidas a través de los ensayos, las recomendaciones dadas, van dirigidas como parámetro esencial para que el ingeniero correspondiente, desarrolle el tipo de estructura de pavimento adecuada.

Para constancia de lo anterior, se firma en la ciudad de Barrancabermeja, a los 20 días del mes de febrero de 2026.



LUIS DAVID RAMIREZ MUÑOZ
ING. CIVIL – ESP. GEOTECNIA AMBIENTAL
Matrícula N° 68202-106933STD