CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, UBICADO EN EL BARRIO NAZARETH, ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE VALENCIA - CÓRDOBA.

ESTUDIO DE SUELOS



REALIZÓ: JUAN SEBASTIÁN MONSALVE GIRALDO

Ingeniero Civil – M.Sc. Mat. 05202233052 ANT

MUNICIPIO DE VALENCIA

JUNIO DE 2025

Valencia, junio de 2025

A continuación, me permito presentarle el estudio de suelos y las recomendaciones de diseño y construcción de un tramo vial de 482 m localizado sobre la carrera 10, entre las calles 11A y 7, en la zona urbana del municipio de Valencia, Córdoba.

En este informe, nos permitimos hacerle entrega de los resultados de la investigación de campo y laboratorio con sus respectivos análisis y las recomendaciones constructivas inherentes al proyecto.

Así mismo, esperamos se nos mantenga informados sobre el desarrollo de la obra con el fin de poder colaborar con las inquietudes que se puedan presentar; al igual, que contribuir en la correcta aplicación de las recomendaciones presentadas en este informe.

Cordialmente,

JUAN SEBASTIÁN MONSALVE GIRALDO

Ingeniero Civil – M.Sc.

Mat. 05202233052 ANT

Contenido

1. GENERALIDADES 5
2. NORMATIVIDAD 5
3. OBJETIVOS DEL INFORME 6
4. METODOLOGÍA 7
5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 7
6. TRABAJO DE CAMPO 9
7. CARACTERISTICAS CLIMATICAS 9
8. RECONOCIMIENTO DE CAMPO 10
   - 8.1 Estado del sitio de estudio 10
   - 8.2 Vegetación 11
   - 8.3 Topografía 11
   - 8.4 Afloramiento y Drenaje 11
   - 8.5 Urbanismo 11
9. GEOMORFOLOGÍA 11
10. GEOLOGÍA 12
11. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LABORATORIO 14
12. CBR 15
    - 12.1 PDC 1 16
    - 12.2 PDC 2 17
    - 12.3 PDC 3 18
    - 12.4 PDC 4 19
    - 12.5 PDC 5 20
13. MÓDULO DE BALASTO 21
14. RESUMEN DE PROPIEDADES GEOTÉCNITAS 22
15. FUENTE DE MATERIALES 24
16. MEJORAMIENTO DEL SUELO DE SUBRASANTE 24
17. CBR DE DISEÑO 26
18. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA Y UNIDADES HOMOGENEAS 26
19. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 27
20. REGISTRO FOTOGRÁFICO 28
21. LIMITACIONES DEL ESTUDIO 33

Dirección: Av. 80 No. 44 - 67, La América-Medellín
Teléfono: 3147215819 | E-mail: ingeprismacolombia@gmail.com
www.ingeprisma.com.co

22. ANEXO 1: ENSAYOS DE LABORATORIO 34
23. ANEXO 2: SOPORTES PROFESIONALES 39

Tablas

Tabla 1 Normatividad para ensayos de laboratorio 5
Tabla 2 Resumen con los resultados de laboratorio de humedad natural y pesos específicos 14
Tabla 3 Resumen con los resultados de laboratorio de límites 14
Tabla 4 Resultados de módulo de balasto 21
Tabla 5 Resumen de propiedades geotécnicas 22
Tabla 7 Resultados del CBR 26

Figuras

Figura 1 Estructura típica de un pavimento rígido 6
Figura 2 Localización del municipio de Valencia 8
Figura 3 Ubicación de la zona en estudio. 8
Figura 4 Localización de los apiques. 9
Figura 5 Climagrama municipio de Valencia 10
Figura 7. Unidades litológicas en la zona de influencia 13
Figura 8 Resultados de PDC y CBR para el Apique 1. 16
Figura 9 Resultados de PDC y CBR para el Apique 2. 17
Figura 10 Resultados de PDC y CBR para el Apique 3. 18
Figura 11 Resultados de PDC y CBR para el Apique 4 19
Figura 12 Resultados de PDC y CBR para el Apique 5 20
Figura 17 Unidades homogéneas 23

Dirección: Av. 80 No. 44 - 67, La América-Medellín
Teléfono: 3147215819 | E-mail: ingeprismacolombia@gmail.com
www.ingeprisma.com.co

1. GENERALIDADES

Con el fin de conocer la litología del suelo presente en la zona, al igual que sus características físico-mecánicas y capacidad de soporte, se procedió a la realización del presente estudio geotécnico y el diseño de la estructura de pavimento.

Se pretende conocer las características físico – mecánicas del suelo, donde se pretende realizar la construcción de un tramo vial de 482 m localizado sobre la carrera 10, entre las calles 11A y 7, en la zona urbana del municipio de Valencia, Córdoba.

.

Para lograr el diseño adecuado según el requerimiento puntual que tiene el proyecto en desarrollo, se realizan estudios previos, los cuales están definidos en el desarrollo de este documento.

2. NORMATIVIDAD

El presente estudió se realizó teniendo en cuenta las siguientes normas:

- Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. 2010.

Ensayos de laboratorio:

La normatividad utilizada para la elaboración de los ensayos de laboratorio es la contemplada por la Norma Sismo Resistente NSR-10:

- Norma ASTM de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales.
- Normas de ensayo para suelos NTC del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, INCONTEC.

Tabla 1 Normatividad para ensayos de laboratorio

Ensayo	Norma
Análisis granulométrico por tamizado	INVE 123: 2013
Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) en suelo, roca y mezcla de suelo-agregado	INVE 122: 2013
Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	INVE 125 y 126: 2013
Clasificación de suelos	ASTM D 2487
California Bearing Ratio - CBR	INVE 148

3. OBJETIVOS DEL INFORME

El presente informe de suelos se efectúa con una metodología que permite obtener y analizar datos obtenidos de la **sub-rasante** con la finalidad de identificar las condiciones actuales y formular un diagnóstico y adoptar parámetros de diseño que sirvan de base al diseño de pavimento rígido, para posteriormente determinar los costos de operación, contribuir a la evaluación económica y facilitar la programación de obras.

El objetivo general del proyecto consta en formular un diagnóstico del tipo de suelo de la sub-rasante mediante la determinación del CBR para establecer el diseño del pavimento rígido, garantizando el mejoramiento del servicio, facilitar la movilidad y mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector.

Los objetivos específicos son:

- Identificar el tipo de suelo de la sub-rasante
- Generar la información primaria necesaria para el desarrollo del estudio.
- Calcular la Relación de Soporte del Suelo –CBR.
- Clasificar la Sub-rasante de acuerdo al CBR.

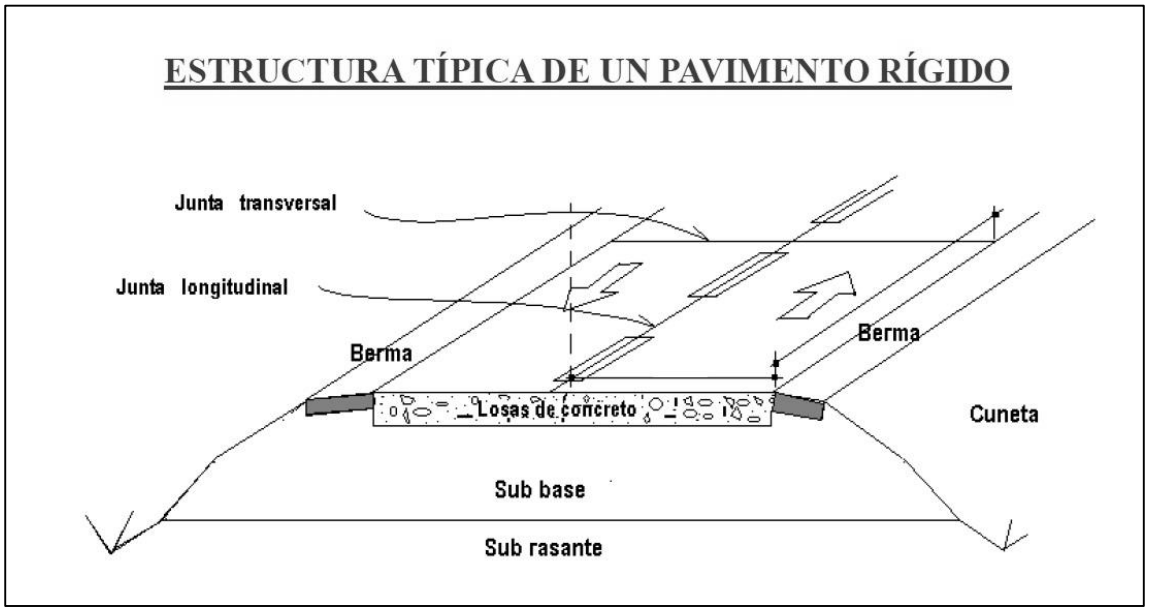


Figura 1 Estructura típica de un pavimento rígido

4. METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos propuestos se desarrolló la siguiente metodología.

- Visita al sitio del proyecto para determinar la localización de los ensayos de campo, y generar la información preliminar que sirva de base para el informe.
- Apiques y extracción de muestras inalteradas para posterior realización de ensayos que permitan obtener una caracterización y el valor del CBR.
- Caracterización de la sub-rasante.
- Análisis de resultados y recomendaciones de construcción.

5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El Municipio de Valencia está localizado al occidente del departamento de Córdoba, en la región del Alto Sinú, y pertenece a la subregión geográfica del mismo nombre. Se sitúa sobre el costado noroccidental de la cordillera Occidental de los Andes, en una zona de transición entre las estribaciones montañosas del Nudo del Paramillo y la llanura del Caribe colombiano.

Valencia limita al norte con el municipio de Tierralta, al este con Montería (capital del departamento), al sur con el municipio de Puerto Libertador y al oeste con el departamento de Antioquia. Su cabecera municipal se encuentra a una altitud aproximada de 50 metros sobre el nivel del mar y a unos 90 kilómetros al suroriente de Montería. El municipio tiene una extensión territorial cercana a los 629 kilómetros cuadrados.

El área rural de Valencia está conformada por múltiples veredas distribuidas a lo largo del valle del río Sinú y sus afluentes, mientras que su núcleo urbano se estructura en barrios que conforman el centro administrativo, comercial y residencial del municipio. La economía de Valencia se basa principalmente en la agricultura, destacándose cultivos de plátano, yuca, maíz y cacao, así como en la ganadería extensiva. Su territorio también hace parte de la zona de influencia del Parque Nacional Natural Paramillo, lo cual le confiere una alta importancia ecológica.



Figura 2 Localización del municipio de Valencia

El área del estudio corresponde a un tramo vial de 482 m localizado sobre la carrera 10, entre las calles 11A y 7, en la zona urbana del municipio de Valencia, Córdoba

Inicio	Fin	Longitud (m)
8°15'28.23"N - 76° 8'39.12"O	8°15'42.60"N - 76° 8'32.89"O	482

En la siguiente figura se muestra la localización de la zona del proyecto.

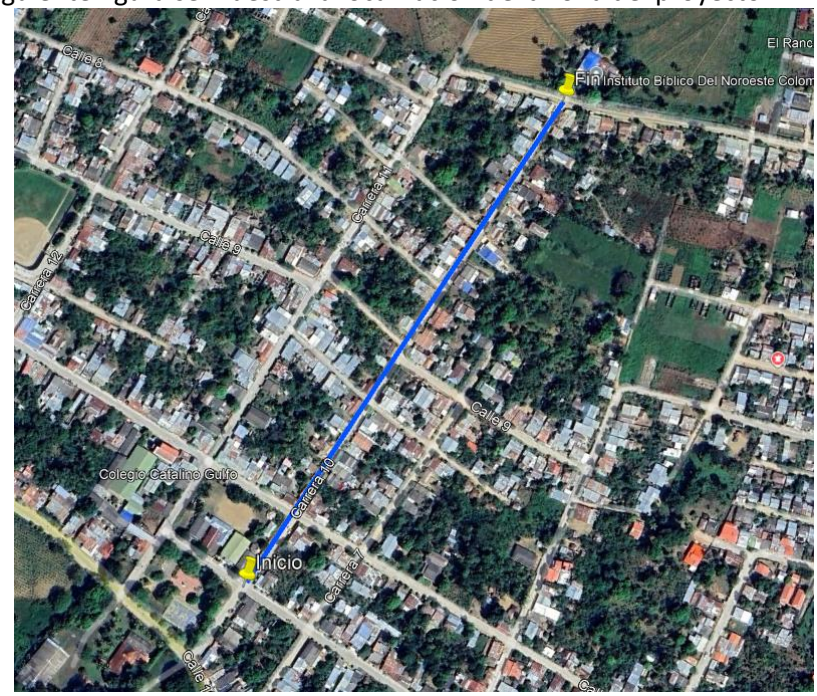


Figura 3 Ubicación de la zona en estudio.

6. TRABAJO DE CAMPO

Para el diseño de vía se llevó a cabo la ejecución del trabajo de campo mediante la ejecución de 5 apiques más el ensayo de penetración dinámico de cono (PDC), esto a través de un suelo inalterado o de materiales compactados propios de la zona del estudio.

La tasa de penetración proporcionará los valores de resistencia in–situ, para la relación del CBR (California Bearing Ratio), estos 5 ensayos se distribuyeron de manera uniforme en la zona de la vía a desarrollar. En cada uno de los 5 puntos se extrajo una muestra alterada, las que posteriormente fueron utilizadas para la caracterización geotécnica de la vía.

En la siguiente imagen se muestra la localización de los apiques repartidos en la zona de estudio:



Figura 4 Localización de los apiques.

7. CARACTERISTICAS CLIMATICAS

Valencia, ubicado en la zona suroccidental del departamento de Córdoba, Colombia, presenta un clima cálido húmedo típico de las tierras bajas del trópico, fuertemente influenciado por su localización dentro de la cuenca del río Sinú y por la cercanía a las estribaciones del Nudo del Paramillo. Su altitud promedio es de aproximadamente 50 metros sobre el nivel del mar, lo que contribuye a un clima de temperaturas elevadas durante todo el año, con una marcada humedad relativa.

La temperatura media anual en Valencia oscila entre los 26 °C y 32 °C, siendo los meses más cálidos entre febrero y abril, donde las temperaturas máximas pueden superar los 34 °C. La sensación

térmica suele ser elevada debido a los altos niveles de humedad relativa, que se mantienen por encima del 80 % durante gran parte del año.

El régimen de lluvias en el municipio es unimodal a monomodal, con una estación lluviosa extendida desde finales de marzo hasta mediados de noviembre, y un periodo seco más corto entre diciembre y mediados de marzo. La precipitación anual varía entre 2.500 mm y 3.500 mm, con los mayores acumulados registrados entre los meses de mayo y octubre. Octubre suele ser el mes más lluvioso, con promedios que superan los 400 mm de precipitación mensual.

Durante la temporada de lluvias, los suelos del municipio tienden a saturarse rápidamente debido a la baja pendiente del terreno y la poca capacidad de infiltración de los suelos aluviales, lo cual incrementa el riesgo de encharcamientos e inundaciones, especialmente en las zonas cercanas a los cauces de los ríos Sinú y Esmeralda.

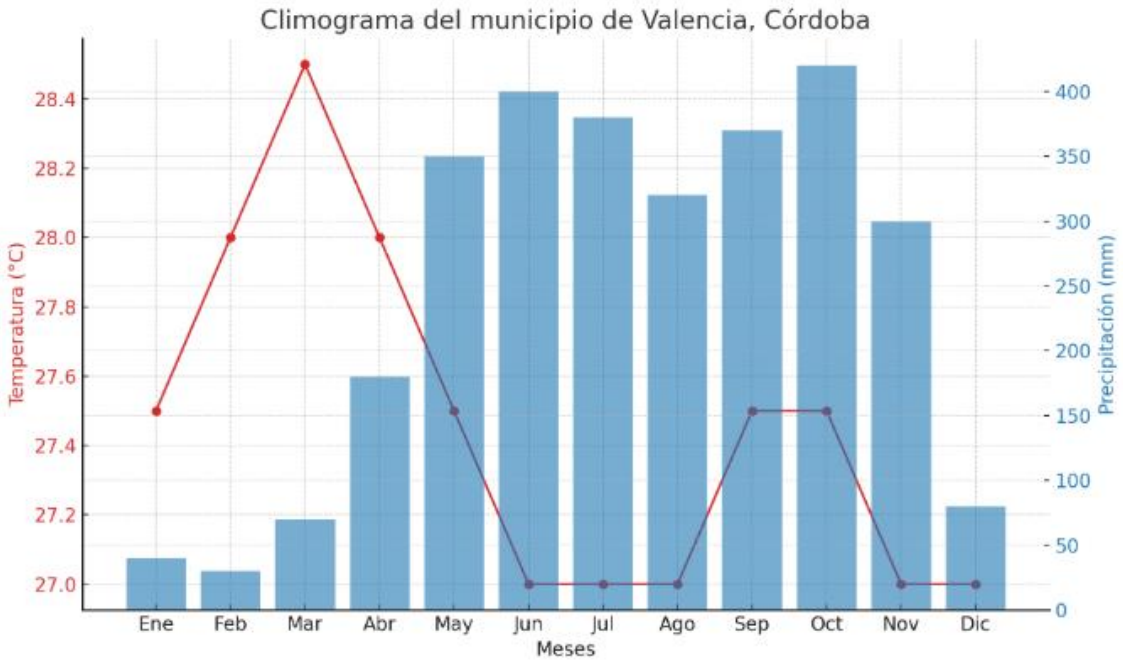


Figura 5 Climagrama municipio de Valencia

8. RECONOCIMIENTO DE CAMPO

8.1 Estado del sitio de estudio

El sitio de estudio se encuentra localizado dentro del perímetro urbano del municipio de Valencia, en una zona con presencia de viviendas y obras de urbanismo en sus alrededores. Su localización está inmersa en un contexto netamente urbano, con infraestructura consolidada y accesibilidad por sistemas de vías locales.

8.2 Vegetación

En el área intervenida se observa una cobertura vegetal escasa. Las zonas aledañas presentan algunas especies arbóreas de baja altura, arbustos y rastrojos, propios de entornos urbanos no completamente densificados. La vegetación predominante corresponde a remanentes de cobertura secundaria adaptada al entorno urbano.

8.3 Topografía

La topografía de los sitios a intervenir es predominantemente de baja pendiente, con una inclinación superficial que varía entre 0.6% y 1.3%. Esta condición geomorfológica favorece las labores de construcción y urbanización, y permite un fácil acceso y tránsito dentro del área.

8.4 Afloramiento y Drenaje

Durante la inspección en campo no se identificaron afloramientos rocosos ni surgencias naturales de agua. Asimismo, no se evidenció la existencia de un sistema formal de drenaje superficial en el lote visitado, aunque no se observaron signos de acumulación de agua o encharcamientos. La pendiente media que se desarrolla a lo largo de las vías ayuda a la evacuación de aguas durante eventos de precipitación.

8.5 Urbanismo

El entorno inmediato del sitio se encuentra urbanizado, con presencia de redes de servicios públicos, andenes, vías de acceso y equipamiento urbano en desarrollo. Se destacan obras de urbanismo en curso o finalizadas que conforman el tejido construido del municipio en esta zona.

9. GEOMORFOLOGÍA

El municipio de Valencia se localiza en la subregión del Alto Sinú, al suroccidente del departamento de Córdoba, y presenta una geomorfología dominada por tres unidades principales: la llanura aluvial del río Sinú, las terrazas fluviolacustres asociadas a antiguos niveles de inundación y acumulación, y los piedemontes disectados en el borde oriental del Nudo del Paramillo.

La mayor parte del territorio corresponde a una llanura aluvial activa y de acumulación reciente, caracterizada por pendientes muy suaves, inferiores al 2 %, drenaje meándrico y una alta susceptibilidad a procesos de inundación estacional. Esta unidad geomorfológica está formada por extensos planos de inundación con microrelieves definidos por cauces abandonados, albardones naturales, depresiones interfluviales y zonas de encharcamiento estacional. El río Sinú y sus afluentes, como el río Esmeralda y varias quebradas menores, han modelado esta llanura mediante procesos de sedimentación y migración lateral.

En las zonas ligeramente elevadas se desarrollan terrazas antiguas, de origen fluviolacustre, que conforman plataformas suavemente inclinadas, localmente disectadas por drenajes secundarios. Estas terrazas tienen alturas relativas que oscilan entre 5 y 20 metros sobre el nivel del río actual, y presentan mejores condiciones para la actividad agropecuaria debido a su menor frecuencia de inundación. Sin embargo, en sectores con drenajes poco definidos pueden presentarse problemas de anegamiento por escasa capacidad de escorrentía.

En el límite suroccidental del municipio, hacia la zona de influencia del Parque Nacional Natural Paramillo, se desarrollan relieves de piedemonte fuertemente disectados, con pendientes moderadas a fuertes (entre 12 % y 35 %), que marcan la transición hacia los sistemas montañosos de la cordillera Occidental. Estas áreas presentan formas de erosión lineal bien marcadas, drenajes encajados, y colinas residuales que evidencian un proceso de denudación activo, con susceptibilidad a procesos de remoción en masa, especialmente en presencia de coberturas de suelo inestables o intervenidas.

En conjunto, la geomorfología de Valencia configura un paisaje transicional entre la planicie fluvial del Sinú y los relieves estructurales del Nudo del Paramillo, con un fuerte control fluvial y una marcada influencia del régimen hídrico regional en la configuración de sus formas del terreno.

10. GEOLOGÍA

El municipio de Valencia, ubicado en el suroccidente del departamento de Córdoba, se encuentra geológicamente en la zona de transición entre la Llanura del Caribe y el flanco oriental del Nudo del Paramillo, dentro del contexto tectónico del cinturón deformado del Sinú. Esta región está dominada por unidades geológicas de edad Cenozoica, principalmente del Mioceno y el Plioceno, asociadas a ambientes marino-costeros y continentales, así como por unidades más antiguas del Cretácico Superior expuestas hacia el suroeste del municipio, en proximidad al límite con el departamento de Antioquia.

En la parte central y norte del municipio predominan depósitos sedimentarios del Grupo Sinú, compuestos por lutitas grises, arcillolitas, limolitas y niveles intercalados de areniscas finas a medias. Estos materiales corresponden a depósitos turbidíticos en facies de talud y abanicos submarinos, fuertemente afectados por deformación tectónica compresiva. Dichas unidades presentan una estructura plegada y fallada, con desarrollo de clivaje tectónico y fracturamiento intenso, lo que incide en su comportamiento geotécnico.

En la zona oriental y nororiental del municipio afloran unidades más recientes, representadas por depósitos continentales del Cuaternario, incluyendo abanicos aluviales, terrazas fluviales y rellenos recientes del valle del río Sinú. Estos depósitos están constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas en distintas proporciones, dispuestos en capas mal consolidadas, y muestran características típicas de ambientes de sedimentación fluvial y de planicie de inundación.

Hacia el suroccidente de Valencia, en cercanías del Nudo del Paramillo, afloran rocas sedimentarias del Cretácico Superior, correspondientes a la Formación La Luna y la Formación Umir, conformadas por lutitas negras bituminosas, margas, calizas y niveles de areniscas glauconíticas. Estas unidades se encuentran intensamente deformadas y asociadas a estructuras de corrimientos y cabalgamientos generados por la dinámica compresiva del orógeno Andino.

En conjunto, el sustrato geológico de Valencia está condicionado por una compleja interacción entre la sedimentación marina y continental de la cuenca del Sinú y la tectónica compresiva del frente orogénico andino, lo cual ha dado lugar a un arreglo estructural plegado y fallado que incide tanto en la estabilidad del terreno como en la disponibilidad de recursos naturales como aguas subterráneas y materiales de construcción.



Descripción	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales
Edad	Cuaternario
Símbolo UC	Q-al

Figura 6. Unidades litológicas en la zona de influencia (fuente: Adaptado del Mapa Geológico de Colombia 2023)

11. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LABORATORIO

En la siguiente tabla se presenta un resumen con los resultados obtenidos de peso específico y humedad natural de las muestras estudiadas:

Tabla 2 Resumen con los resultados de laboratorio de humedad natural y pesos específicos

Sondeo	Profundidad (m)	Tipo de suelo	Humedad natural (%)	Peso específico húmedo (tonf/m^3)	Peso específico seco (tonf/m^3)
A1	1	Arena	36.8%	1.75	1.28
A2	1	Arena	28.7%	1.75	1.36
A3	1	Arena	31.9%	1.75	1.33
A4	1	Arena	32.4%	1.75	1.32
A5	1	Arena	3.7%	1.75	1.69

Debido a que el porcentaje de finos en inferior al 10%, la clasificación del suelo se realiza con base en la distribución granulométrica sin considerar las fracciones finas. Para acompañar mejor los datos, se presenta la siguiente tabla resumen de los resultados de los ensayos de granulometría y la clasificación final del tipo de suelo para la caracterización de cada apique.

Tabla 3 Resumen con los resultados de laboratorio de límites

Sondeo	Profundidad (m)	Pasa tamiz Nº 4.0 (%)	Pasa tamiz Nº 200 (%)	Clasificación S.U.C.S.
A1	1	65.91	7.20	Arena mal graduada con limo con grava SP SM
A2	1	58.43	8.57	Arena bien graduada con limo con grava SW SM
A3	1	60.31	6.71	Arena mal graduada con limo con grava SP SM
A4	1	58.29	8.14	Arena bien graduada con limo con grava SW SM
A5	1	59.65	9.42	Arena mal graduada con limo con grava SP SM

12. CBR

Los espesores y propiedades de las capas de una estructura de pavimento son altamente determinados por la rigidez de la subrasante. En algunos casos, no es posible la ejecución de pruebas directas para determinar dicha rigidez, al menos en la frecuencia requerida, y es necesario usar correlaciones con otras propiedades del suelo.

En el presente estudio, se realizó el ensayo de PDC (penetración dinámica de cono) en cuatro abscisas informadas anteriormente. El valor del índice PDC se correlaciona con el CBR mediante las siguientes expresiones:

Correlación aplicable en general a todos los tipos de suelos:

$$CBR = \frac{292}{(PDC)^{1.12}}$$

Correlación específica para suelos clasificados como CL y que presenten un valor de CBR igual o menor a diez por ciento (10%):

$$CBR = \frac{1}{(0.017019 \times PDC)^2}$$

Correlación específica para suelos clasificados como CH.

$$CBR = \frac{1}{0.002871 \times PDC}$$

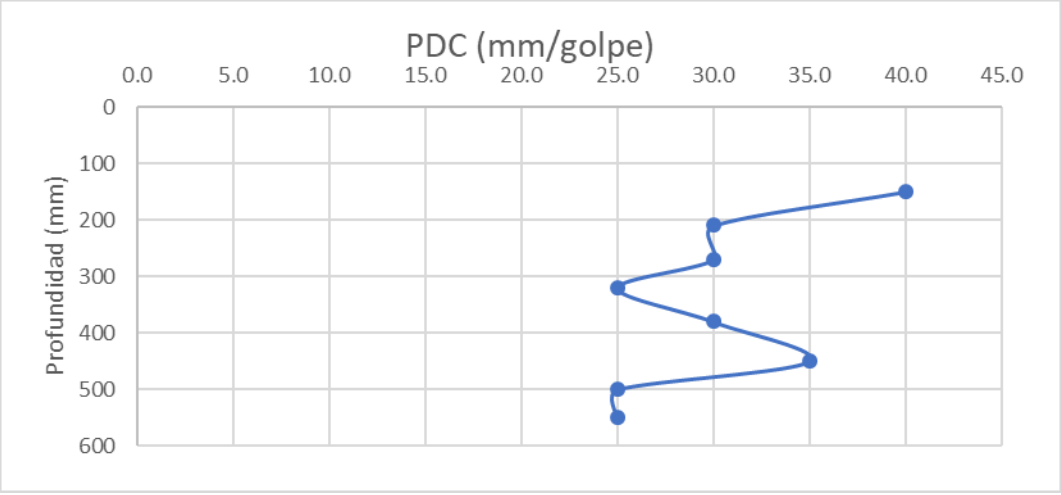
Donde:

CBR: en porcentaje [%]

PDC: Índice PDC en [mm/golpe]

12.1 PDC 1

Tipo de suelo	Número de golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Indice PDC mm/golpe	CBR %
SP	0	70	-	-	-
SP	2	150	80	40.0	4.69
SP	2	210	60	30.0	6.47
SP	2	270	60	30.0	6.47
SP	2	320	50	25.0	7.94
SP	2	380	60	30.0	6.47
SP	2	450	70	35.0	5.45
SP	2	500	50	25.0	7.94
SP	2	550	50	25.0	7.94



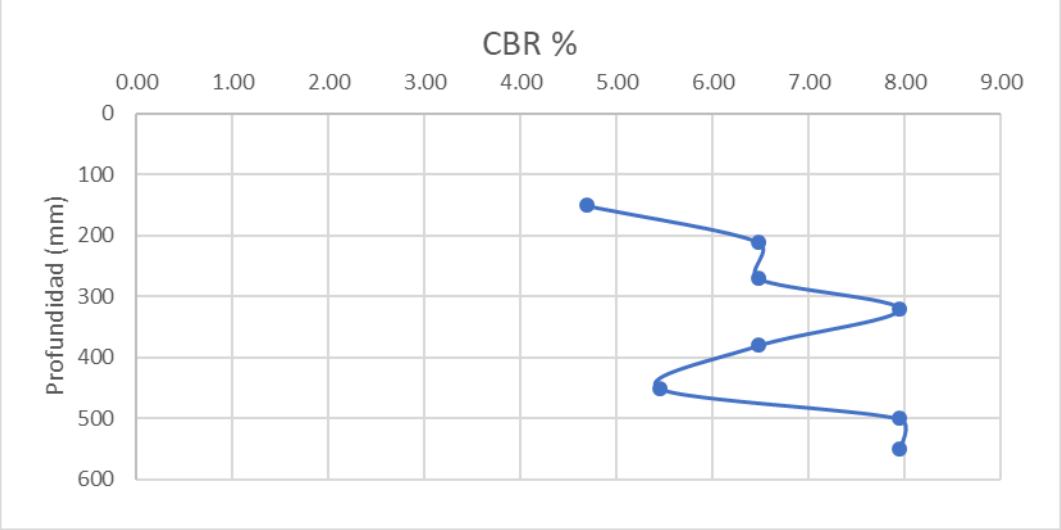
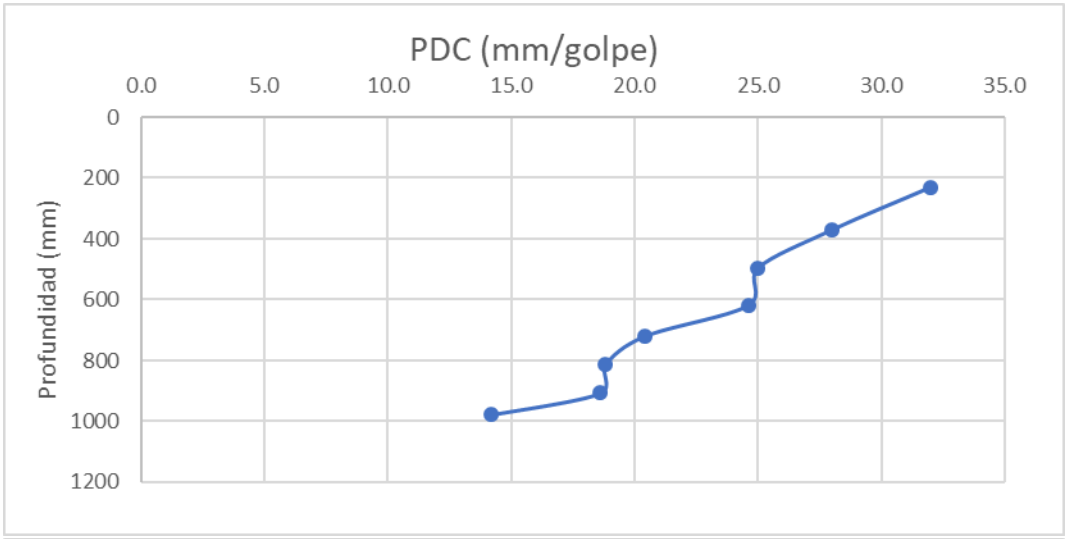


Figura 7 Resultados de PDC y CBR para el Apique 1.

12.2 PDC 2

Tipo de suelo	Número de golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Indice PDC mm/golpe	CBR %
SW	0	70	-	-	-
SW	5	230	160	32.0	6.02
SW	5	370	140	28.0	6.99
SW	5	495	125	25.0	7.94
SW	5	618	123	24.6	8.08
SW	5	720	102	20.4	9.97
SW	5	814	94	18.8	10.92
SW	5	907	93	18.6	11.05
SW	5	978	71	14.2	14.96



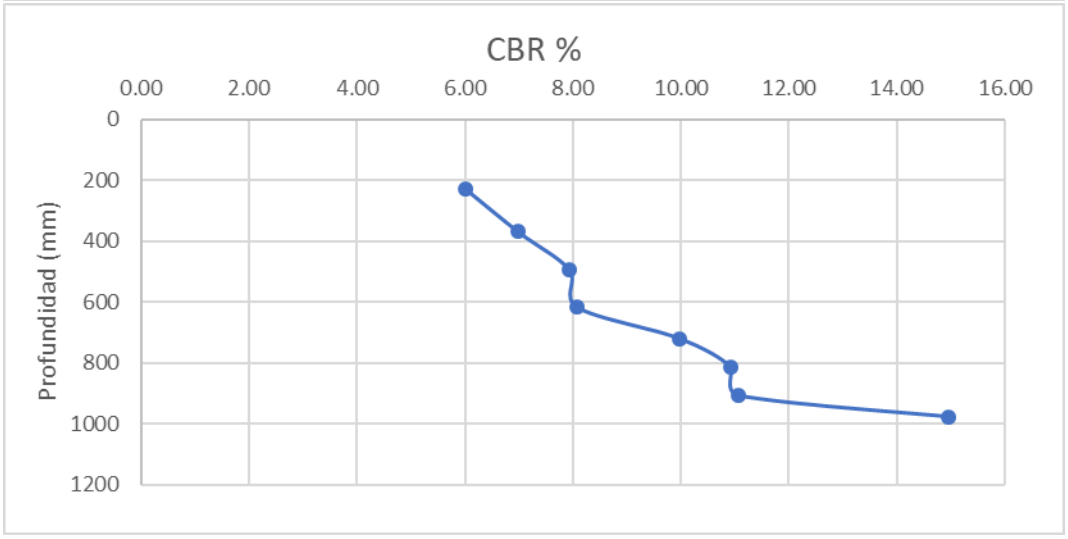


Figura 8 Resultados de PDC y CBR para el Apique 2.

12.3 PDC 3

Tipo de suelo	Número de golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Indice PDC mm/golpe	CBR %
SP	0	70	-	-	-
SP	5	156	86	17.2	12.1
SP	5	227	71	14.2	15.0
SP	5	287	60	12.0	18.1
SP	5	336	49	9.8	22.7
SP	5	380	44	8.8	25.6
SP	5	417	37	7.4	31.0
SP	5	450	33	6.6	35.3
SP	5	481	31	6.2	37.8

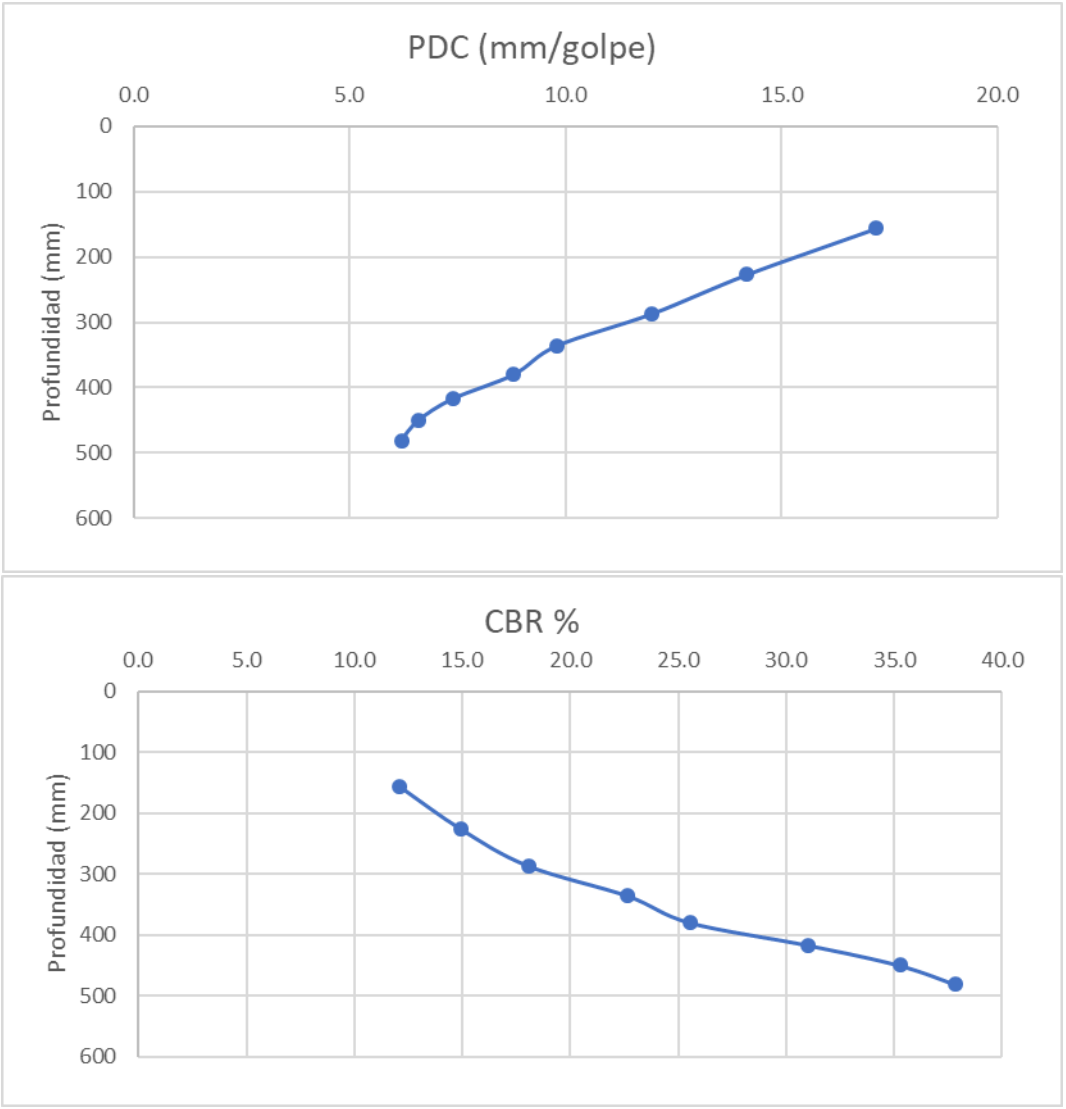


Figura 9 Resultados de PDC y CBR para el Apique 3.

12.4 PDC 4

Tipo de suelo	Número de golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Indice PDC mm/golpe	CBR %
SW	0	60	-	-	-
SW	5	184	124	24.8	8.0
SW	5	270	86	17.2	12.1
SW	5	325	55	11.0	19.9
SW	5	358	33	6.6	35.3
SW	5	388	30	6.0	39.3
SW	5	415	27	5.4	44.2

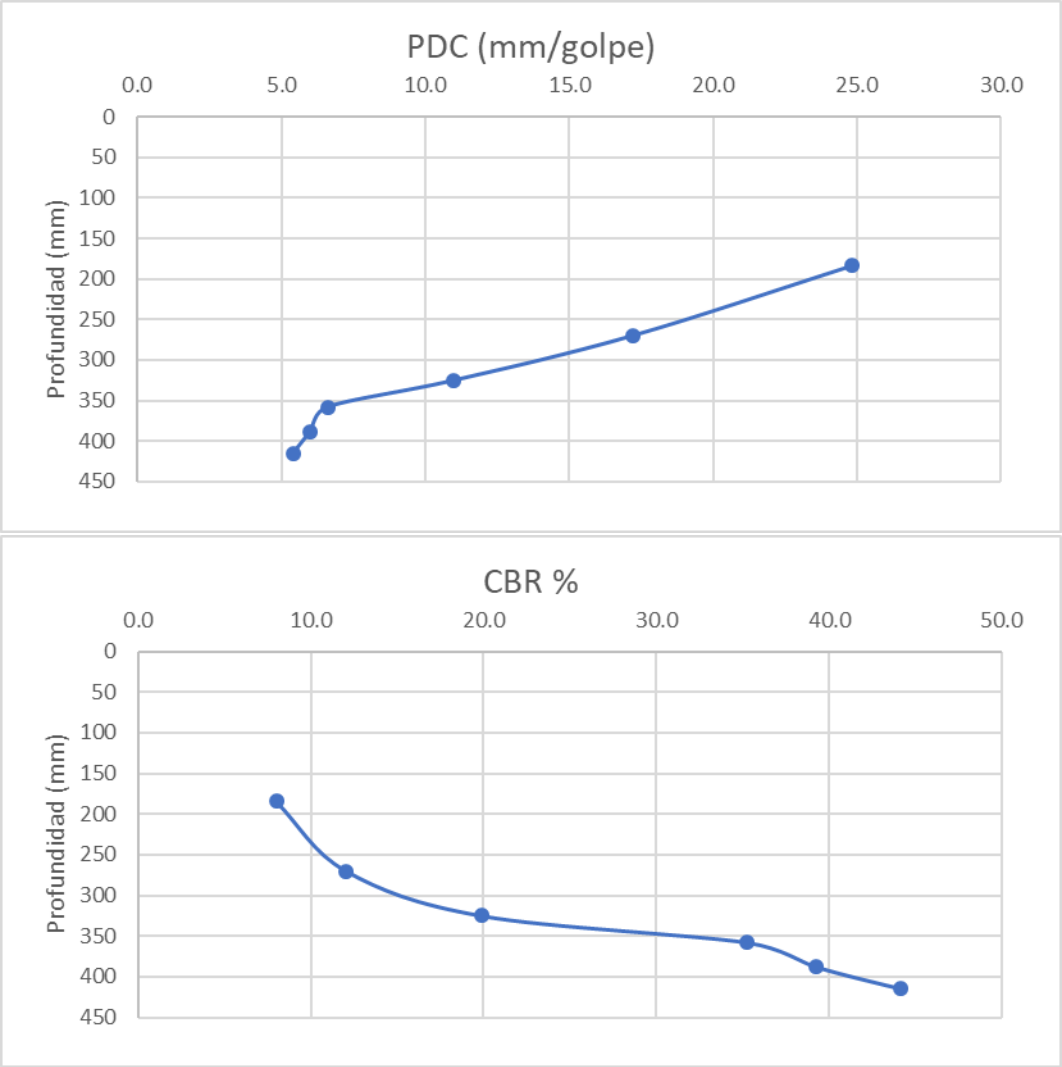


Figura 10 Resultados de PDC y CBR para el Apique 4

12.5 PDC 5

Tipo de suelo	Número de golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Indice PDC mm/golpe	CBR %
SP	0	80	-	-	-
SP	5	220	140	28.0	7.0
SP	5	321	101	20.2	10.1
SP	5	408	87	17.4	11.9
SP	5	494	86	17.2	12.1
SP	5	596	102	20.4	10.0
SP	5	667	71	14.2	15.0
SP	5	727	60	12.0	18.1

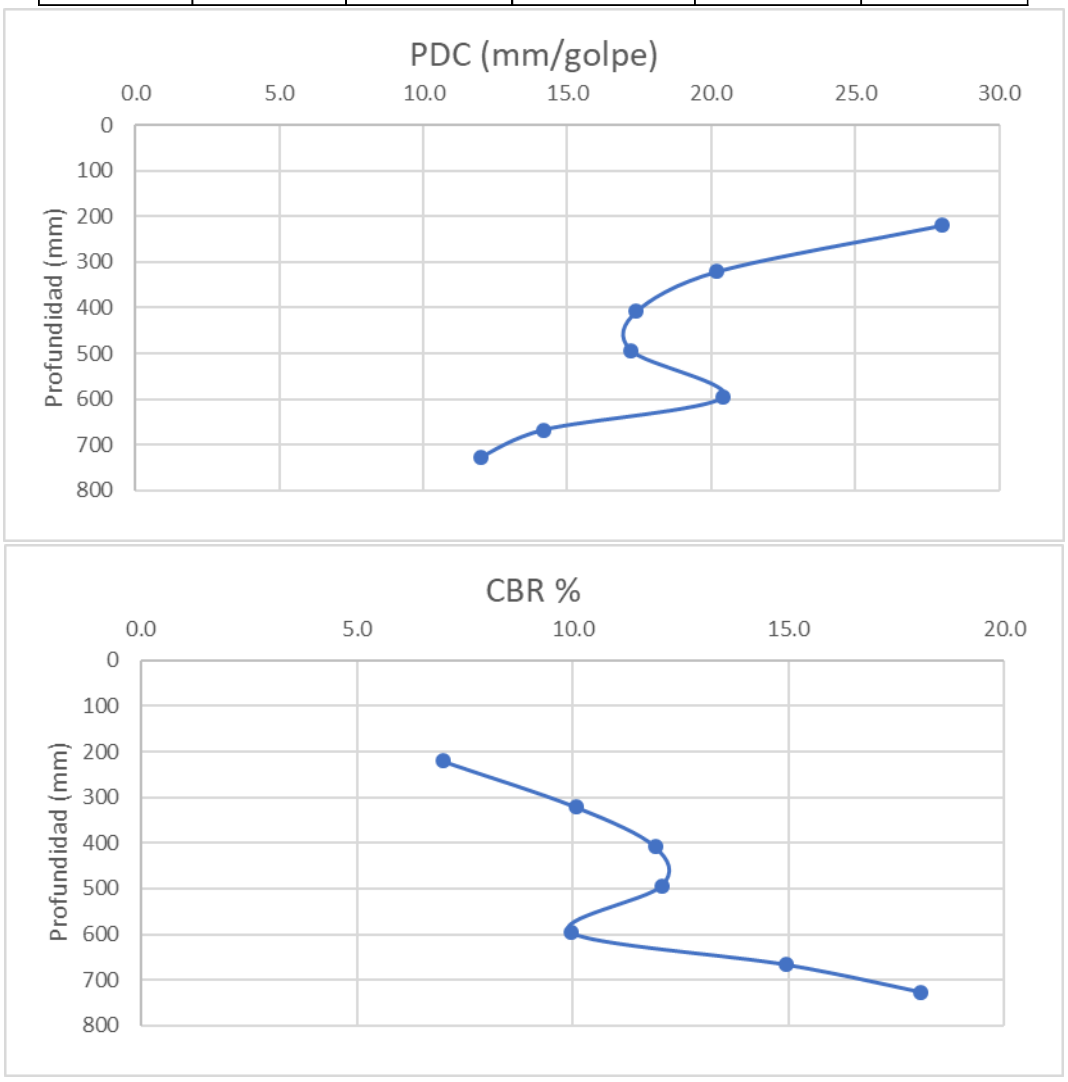


Figura 11 Resultados de PDC y CBR para el Apique 5

13. MÓDULO DE BALASTO

El método de diseño de pavimentos rígidos es muy sensible al valor de la capacidad de soporte y el módulo de reacción de la subrasante, este parámetro se puede determinar por ensayo de placa o por correlaciones como el CBR.

Para valores de CBR < 10%:

$$K = 2.55 + 52.5\log(CBR)$$

Para valores de CBR ≥ 10%:

$$K = 46 + 9.08[\log(CBR)]^{4.34}$$

Donde:
K: Modulo de reacción de la subrasante (MPa/m)
CBR: Capacidad de soporte de la subrasante (%)

Tabla 4 Resultados de módulo de balasto

Apique	CBR (%)	*Kv (MPa/m)*
1	6.47	45.13
2	8.66	51.78
3	22.09	78.78
4	27.59	90.30
5	11.35	57.46

14. RESUMEN DE PROPIEDADES GEOTÉCNITAS

En las siguientes tablas se presenta un resumen con los promedios de los resultados obtenidos para dos unidades homogéneas identificadas, debida a la variabilidad de los CBR, se consideraron cuatro unidades homogéneas representativas.

Tabla 5 Resumen de propiedades geotécnicas

UNIDAD HOMOGÉNEA UH1							
Referencia	**Profundidad (m)**	**Humedad natural (%)**	**Peso específico (tonf/m^3)**	**Peso específico seco (tonf/m^3)**	**Clasificación de suelos (S.U.C.S.)**	**CBR (%)**	**Kv (Mpa/m)**
A1	1	36.8%	1.75	1.28	SP SM	6.47	45.13
A2	1	28.7%	1.75	1.36	SW SM	8.66	51.78
Diseño	1	32.7%	1.75	1.32	SP SM	6.47	45.13

UNIDAD HOMOGÉNEA UH2							
Referencia	**Profundidad (m)**	**Humedad natural (%)**	**Peso específico (tonf/m^3)**	**Peso específico seco (tonf/m^3)**	**Clasificación de suelos (S.U.C.S.)**	**CBR (%)**	**Kv (Mpa/m)**
A3	1	31.9%	1.75	1.33	SP SM	22.09	78.78
A4	1	32.4%	1.75	1.32	SW SM	27.59	90.30
Diseño	1	32.1%	1.75	1.32	SP SM	22.09	78.78

UNIDAD HOMOGÉNEA UH3							
Referencia	**Profundidad (m)**	**Humedad natural (%)**	**Peso específico (tonf/m^3)**	**Peso específico seco (tonf/m^3)**	**Clasificación de suelos (S.U.C.S.)**	**CBR (%)**	**Kv (Mpa/m)**
A5	1	3.7%	1.75	1.69	SP SM	11.35	57.46

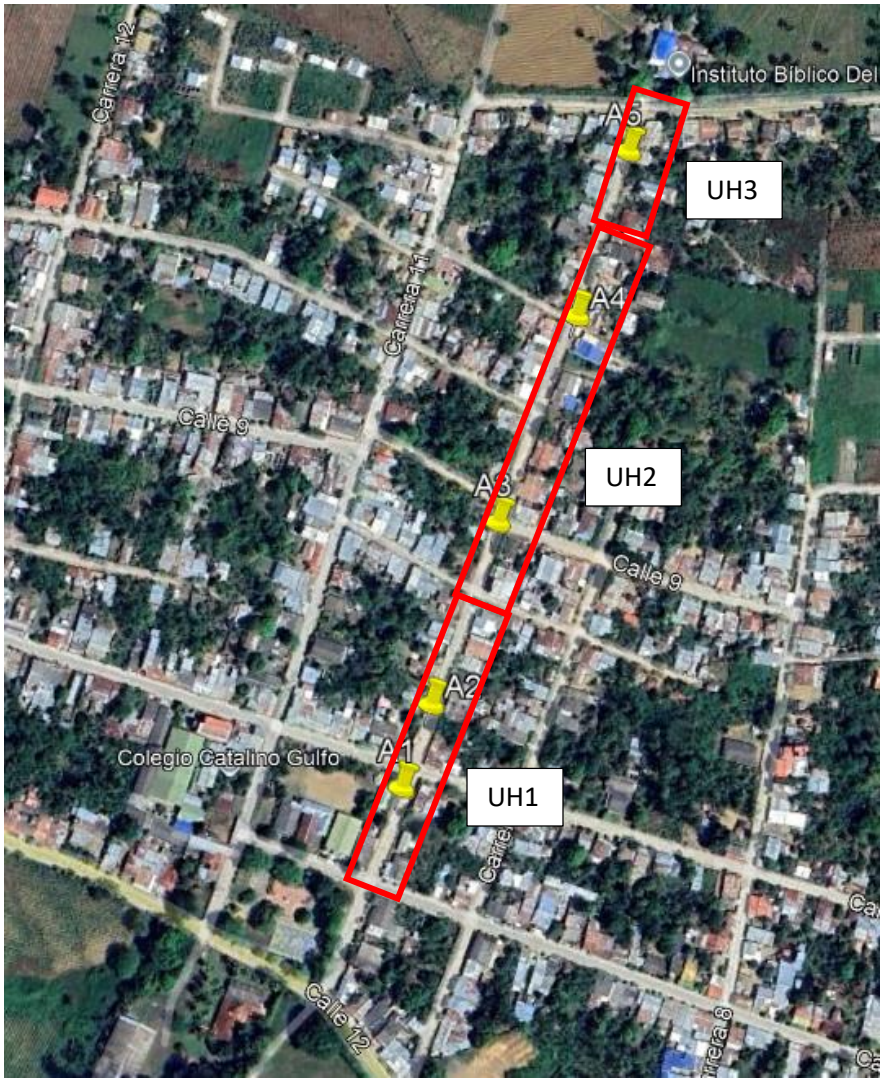


Figura 12 Unidades homogéneas

15. FUENTE DE MATERIALES

El material de la base que irá sobre el afirmado de la subrasante deberá tener las siguientes características:

Propiedades Físicas y mecánicas

PARTICULAS FRACTURADAS:	MIN. 50%
DESGASTE:	MAX. 40%
SOLIDEZ SULFATO DE SODIO:	MAX. 12%
SOLIDEZ SULFATO DE MAGNESIO	MAX. 18%
INDICE DE APLANAMIENTO:	MAX. 35%
C.B.R:	MIN. 80%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD IP:	< = 3
EQUIVALENTE DE ARENA:	MIN: 30%

Granulometría

TAMIZ	% pasantes	
	BG-1	BG-2
1 ½"	100	-
1"	70-100	100
¾"	60-90	70-100
3/8"	45-75	50-80
No. 4	30-60	35-65
No. 10	20-45	20-45
No. 40	10-30	10-30
No. 200	5-15	5-15

16. MEJORAMIENTO DEL SUELO DE SUBRASANTE

Para el presente proyecto, optamos por trabajar con subrasantes con un CBR mínimo del 10%, lo anterior con el fin de soportar de manera adecuada las capas durante el proceso de construcción de la estructura, debido a que, en vías con subrasantes de baja capacidad portante, se dificultan los procesos de compactación de las capas granulares de subbase y base y se pueden generar fallos estructurales tanto en la fase constructiva, como en el corto plazo de la fase de operación.

Se recomienda reemplazar con material granular (que cumpla con las especificaciones para "terraplenes" de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras vigentes en el Instituto Nacional de Vías) el suelo de la subrasante en los tramos o sectores donde se presentan los hundimientos (Huecos), con presencia de aguas de escorrentías estancadas y lodo, esto con el objeto de garantizar la estabilidad de la estructura del pavimento y siguiendo las recomendaciones descritas en el cuerpo del presente documento.

Para la zona homogénea 1, cuyo CBR de diseño es inferior al 10%, se propone un mejoramiento en pedraplén o afirmado. El material de mejoramiento considera una CBR de 30%.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para el mejoramiento:

UNIDAD HOMOGÉNEA 1

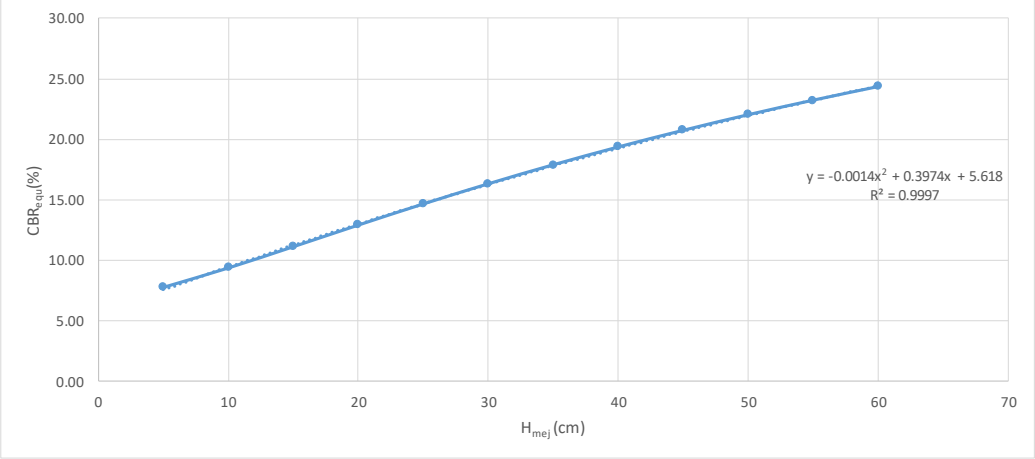
Fórmula de Ivanov – Calculo de Capacidad Portante Equivalente

CBR de Subrasante (%):	6.47
CBR del mejoramiento (%):	30

$$E_{eq} = \frac{E_{SBR}}{1 - \frac{2}{\pi}\left(1 - \frac{1}{n^{3,5}}\right)\tan^{-1}\left(n\frac{h_{MEJ}}{2a}\right)} \qquad n = \sqrt[2.5]{E_{MEJ}/E_{SBR}}$$

CBR de SBR (%)	E_{sr} (kg/cm^2)	CBR_{mej}(%)	E_{mej} (kg/cm^2)	H_{mej} (cm)	E_{eq} (kg/cm^2)	CBR eq (%)	n	2a
6.47	681.94	30	3162.00	5	818.84	7.77	1.85	30.14
6.47	681.94	30	3162.00	10	987.10	9.37	1.85	30.14
6.47	681.94	30	3162.00	15	1171.67	11.12	1.85	30.14
6.47	681.94	30	3162.00	20	1359.63	12.90	1.85	30.14
6.47	681.94	30	3162.00	25	1543.14	14.64	1.85	30.14
6.47	681.94	30	3162.00	30	1718.28	16.30	1.85	30.14
6.47	681.94	30	3162.00	35	1883.48	17.87	1.85	30.14
6.47	681.94	30	3162.00	40	2038.36	19.34	1.85	30.14
6.47	681.94	30	3162.00	45	2183.17	20.71	1.85	30.14
6.47	681.94	30	3162.00	50	2318.44	22.00	1.85	30.14
6.47	681.94	30	3162.00	55	2444.83	23.20	1.85	30.14
6.47	681.94	30	3162.00	60	2563.01	24.32	1.85	30.14

Relación del Espesor de Mejoramiento(H_{mej}) y CBR Equivalente (CBReq)



Con un mejoramiento de 15cm se logra un CBR equivalente del 10%.

17. CBR DE DISEÑO

Para obtener el CBR característico por cada punto, consideraremos el promedio del tercio medio de los valores obtenidos en profundidad. Este criterio es más conservador que considerar el valor del percentil 75, además de ello busca cubrir las incertidumbres y la posible variabilidad del material y por consiguiente el valor de CBR a lo largo de los tramos viales.

Tabla 6 Resultados del CBR

Apique	CBR in situ (%)	CBR mejorado (%)
UH1	6.5	10
UH2	22	-
UH3	11.3	-

18. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA Y UNIDADES HOMOGENEAS

Tramo Vial 1

- **Unidad homogénea 1 (UH1):**

La UH1 incluye los apiques A1 y A2, está conformada por un suelo clasificado como arena mal gradada con limo y grava SP SM. El 65.91% del material pasa el tamiz N°4 y solo el 7.20% el N°200, por lo que se trata de un suelo limpio y mayoritariamente grueso, con muy pocos finos. La humedad natural es relativamente alta (32.7%), lo cual indica una alta retención de agua, algo que nos es muy común en este tipo de suelos. El peso específico seco es de 1.3 tonf/m³ y el CBR obtenido es del 6.5%, indicando una resistencia baja para subrasantes. Se propone un mejoramiento en pedraplén de 15cm logrando un CBR de diseño del 10%.

- **Unidad homogénea (UH2):**

La UH2 incluye los apiques A3 y A4. Suelo también clasificado como arena mal gradada con limo y grava SP SM, con un 60% pasando el tamiz N°4 y 6.7% el N°200. Esto sugiere una fracción fina similar a la de la UH1. Presenta una humedad natural promedio del 32.1%, lo cual puede indicar zonas de similar retención superficial de agua. Su peso específico seco es del 1.3 tonf/m³. El CBR es más alto que en la UH1, del 22.1%, lo que sugiere una resistencia alta y posiblemente una menor deformabilidad.

- **Unidad homogénea (UH3):**

Representada por el sondeo A5, la UH3 corresponde a arena mal gradada con limo y grava

SP SM. El 59.6% pasa el tamiz N°4 y solo 9.4% el N°200, siendo un suelo limpio y con una fracción gruesa predominante. La humedad natural es baja (3.7%), y el peso seco es de 1.69 tonf/m³. Sin embargo, presenta un CBR mas bajo que la UH2, del 11.3%, lo cual puede deberse a una compactación menor o presencia de partículas poco angulosas, sin embargo, es un valor aceptable.

19. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se identificaron tres unidades homogéneas. Los apiques presentan suelos en general grueso-granulares, a lo largo de los tramos viales se identifican arenas con limo y grava tanto bien como mal gradadas.

Se identifican valores de capacidad de soporte CBR variables, solo en la UH2 se propone un mejoramiento para lograr un CBR mayor o igual al 10%.

Para cubrir la variabilidad de los materiales a lo largo de los corredores viales, se recomienda considerar un afirmado o pedraplén de unos 15.0 cm de espesor con un buen grado de compactación para homogenizar la superficie sobre la cual se va a construir la estructura del pavimento y evitar fallas locales por posibles materiales con capacidades deficientes.

Se recomienda reemplazar con material granular (que cumpla con las especificaciones para “terraplenes” de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras vigentes en el Instituto Nacional de Vías) el suelo de la subrasante en los tramos o sectores donde se presentan los hundimientos (Huecos), con presencia de aguas de escorrentías estancadas y lodo, esto con el objeto de garantizar la estabilidad de la estructura del pavimento y siguiendo las recomendaciones descritas en el cuerpo del presente documento.

En los casos donde se considere terraplén, éste no deberá estar incluido dentro del espesor de la estructura del pavimento. Durante todas las etapas de la construcción deben utilizarse materiales y técnicas adecuadas, verificando sistemáticamente, mediante controles de obra y ensayos de laboratorio, que se cumplan los requisitos especificados.

Se deben proveer sistemas que permitan evacuar rápidamente las aguas de la calzada. Estos sistemas tienen que adecuarse aún con carácter provisional mientras se construyen los tramos viales. Las pendientes longitudinales y transversales deben darse desde la subrasante o material granular existente como única forma de garantizar espesores uniformes en todas las capas estructurales y para facilitar el drenaje de la banca.

20. REGISTRO FOTOGRÁFICO





Dirección: Av. 80 No. 44 - 67, La América-Medellín
Teléfono: 3147215819 | E-mail: ingeprismacolombia@gmail.com
www.ingeprisma.com.co











21. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En la obra debe permanecer una copia del estudio de suelos, para reconfirmar la información en él suministrada.

Las recomendaciones dadas en el informe se basan en la exploración de campo y en los ensayos de laboratorio realizados. Si durante la construcción de la estructura, se encuentra un suelo con características diferentes a las anotadas en el informe o se produce alguna situación que pueda variar las recomendaciones iniciales, se deberá avisar al ingeniero de suelos para proceder a la revisión pertinente.

Es importante establecer, que en caso de que este proyecto no se desarrolle en los próximos 5 años, se deberá reevaluar el estudio de suelos, ya que, durante este período, el lote en estudio estará sometido a diferentes procesos, los cuales pueden alterar notablemente las condiciones actuales del suelo.

Tendré el mayor gusto en colaborar con usted en todo lo referente a este informe.

Cordialmente,

JUAN SEBASTIÁN MONSALVE GIRALDO
Ingeniero Civil – M.Sc.
Mat. 05202233052 ANT

22. ANEXO 1: ENSAYOS DE LABORATORIO

Caracterización apique 1:

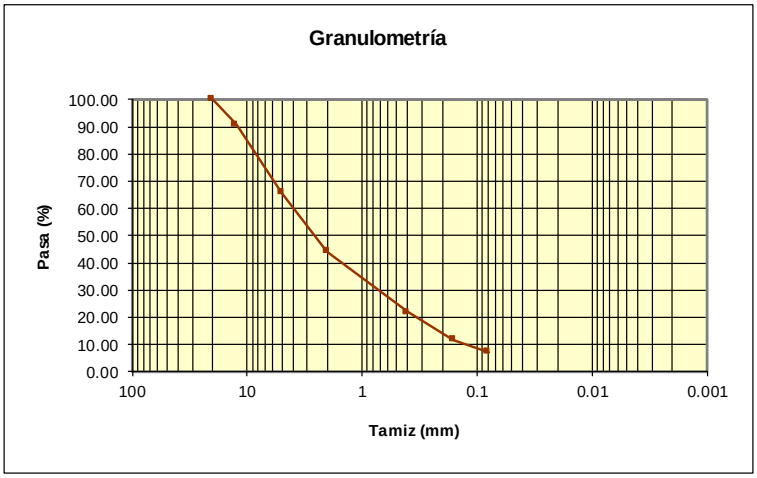
Laboratorio INGEPRISMA S.A.S
Proyecto: Construcción de pavimento rígido Cra 10
Fecha: Junio de 2025
Localización: Municipio de Valencia, Córdoba

Humedad Natural

WTh , gr	11.48
WTs , gr	9.12
W CAPSULA	2.7
W ω	2.36
W SECO , gr	6.42
ω , (%)	36.76

Tamiz No	Tamiz (mm)		Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)	Peso retenido (gr)
3/4"	20	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.5	90.87	90.87	9.13	9.13	18.00
No4	5	65.91	65.91	34.09	24.96	49.20
No10	2	44.14	44.14	55.86	21.77	42.90
No40	0.4	21.96	21.96	78.04	22.18	43.71
No100	0.160	11.71	11.71	88.29	10.25	20.20
No200	0.080	7.20	7.20	92.80	4.51	8.89
P No200	Fondo	0.00	0.00	100.00	7.20	14.20
	Límite líquido LL					197.10
	Límite plastico LP					
	Índice plasticidad IP					

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	**65.91** %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	**7.20** %
D_{60}:	**4.19 mm**
D_{30}:	**0.71 mm**
D_{10} (diámetro efectivo):	**0.13 mm**
Coeficiente de uniformidad (Cu):	**32.30**
Grado de curvatura (Cc):	**0.92**



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Arena mal graduada con limo con grava SP SM

Ensayo realizado por:
Juan Sebastián Monsalve G.
Mat. 05202233052 ANT
Laboratorio de Ingeprisma SAS

Caracterización apique 2:

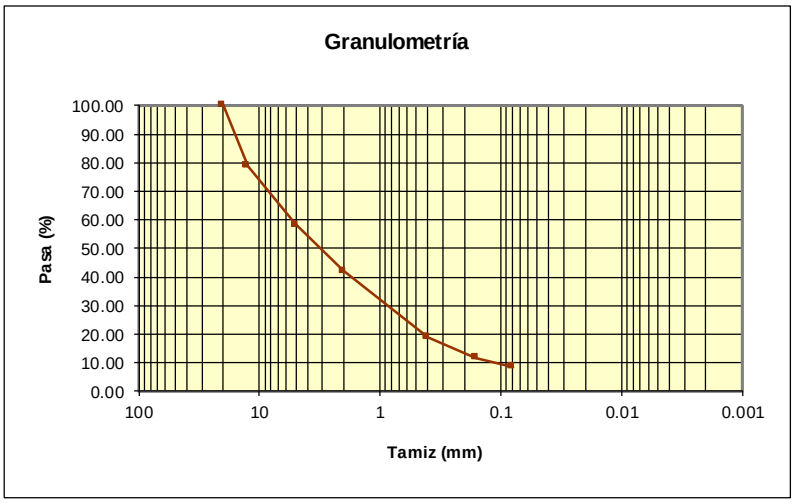
Laboratorio INGEPRISMA S.A.S
Proyecto: Construcción de pavimento rígido Cra 10
Fecha: Junio de 2025
Localización: Municipio de Valencia, Córdoba

Humedad Natural

WTh , gr	12.36
WTs , gr	10.15
W CAPSULA	2.45
W ω	2.21
W SECO , gr	7.70
ω , (%)	28.70

Tamiz No	Tamiz (mm)		Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)	Peso retenido (gr)
3/4"	20	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.5	78.87	78.87	21.13	21.13	72.52
No4	5	58.43	58.43	41.57	20.44	70.13
No10	2	42.10	42.10	57.90	16.33	56.05
No40	0.4	18.88	18.88	81.12	23.21	79.65
No100	0.160	11.71	11.71	88.29	7.17	24.61
No200	0.080	8.57	8.57	91.43	3.14	10.78
P No200	Fondo	0.00	0.00	100.00	8.57	29.41
	Límite líquido LL					343.15
	Límite plastico LP					
	Índice plasticidad IP					

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	**58.43** %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	**8.57** %
D_{60}:	**5.10 mm**
D_{30}:	**0.81 mm**
D_{10} (diámetro efectivo):	**0.12 mm**
Coeficiente de uniformidad (Cu):	**43.81**
Grado de curvatura (Cc):	**1.10**



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Arena bien graduada con limo con grava SW SM

Ensayo realizado por:
Juan Sebastián Monsalve G.
Mat. 05202233052 ANT
Laboratorio de Ingeprisma SAS

Caracterización apique 3:

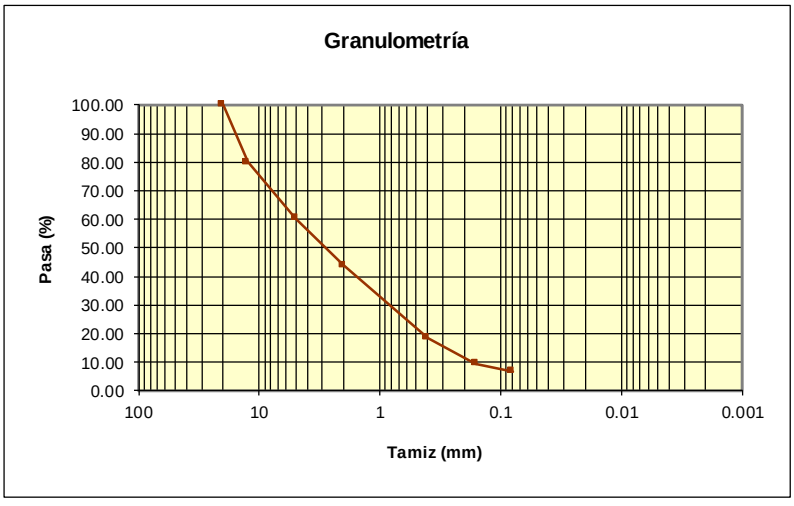
Laboratorio INGEPRISMA S.A.S
Proyecto: Construcción de pavimento rígido Cra 10
Fecha: Junio de 2025
Localización: Municipio de Valencia, Córdoba

Humedad Natural

WTh , gr	12.5
WTs , gr	10.00
W CAPSULA	2.16
W ω	2.50
W SECO , gr	7.84
ω , (%)	31.89

Tamiz No	Tamiz (mm)		Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)	Peso retenido (gr)
3/4"	20	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.5	79.94	79.94	20.06	20.06	62.72
No4	5	60.31	60.31	39.69	19.63	61.38
No10	2	44.05	44.05	55.95	16.26	50.85
No40	0.4	18.43	18.43	81.57	25.62	80.10
No100	0.160	9.58	9.58	90.42	8.86	27.69
No200	0.080	6.71	6.71	93.29	2.87	8.96
P No200	Fondo	0.00	0.00	100.00	6.71	20.98
	Límite líquido LL					312.68
	Límite plastico LP					
	Índice plasticidad IP					

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	**60.31** %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	**6.71** %
D_{60}:	**4.94** mm
D_{30}:	**0.78** mm
D_{10} (diámetro efectivo):	**0.17** mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):	**28.82**
Grado de curvatura (Cc):	**0.72**



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Arena mal graduada con limo con grava SP SM

Ensayo realizado por:
Juan Sebastián Monsalve G.
Mat. 05202233052 ANT
Laboratorio de Ingeprisma SAS

Caracterización apique 4:

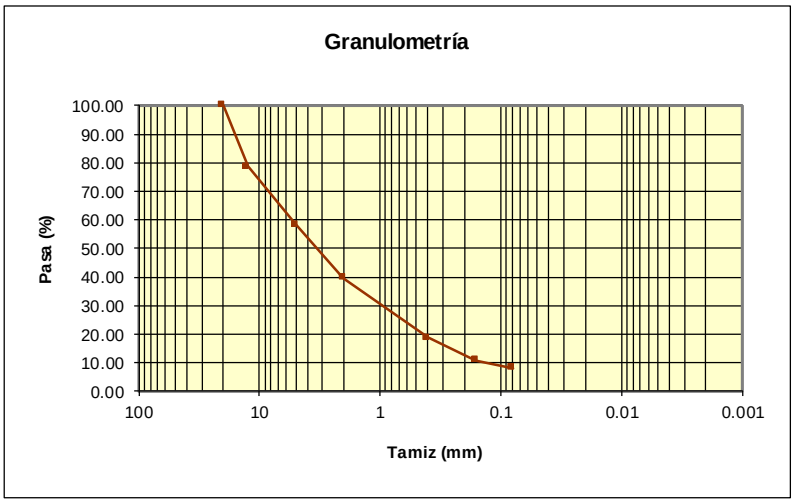
Laboratorio INGEPRISMA S.A.S
Proyecto: Construcción de pavimento rígido Cra 10
Fecha: Junio de 2025
Localización: Municipio de Valencia, Córdoba

Humedad Natural

WTh , gr	20.50
WTs , gr	16.10
W CAPSULA	2.50
W ω	4.40
W SECO , gr	13.60
ω , (%)	32.35

Tamiz No	Tamiz (mm)		Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)	Peso retenido (gr)
3/4"	20	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.5	78.61	78.61	21.39	21.39	60.40
No4	5	58.29	58.29	41.71	20.33	57.40
No10	2	39.73	39.73	60.27	18.56	52.40
No40	0.4	18.70	18.70	81.30	21.03	59.40
No100	0.160	10.76	10.76	89.24	7.93	22.40
No200	0.080	8.14	8.14	91.86	2.62	7.40
P No200	Fondo	0.00	0.00	100.00	8.14	23.00
	Límite líquido LL					282.40
	Límite plastico LP					
	Índice plasticidad IP					

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	**58.29** %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	**8.14** %
D_{60}:	**5.11** mm
D_{30}:	**0.86** mm
D_{10} (diámetro efectivo):	**0.14** mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):	**37.39**
Grado de curvatura (Cc):	**1.05**



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Arena bien graduada con limo con grava SW SM

Ensayo realizado por:
Juan Sebastián Monsalve G.
Mat. 05202233052 ANT
Laboratorio de Ingeprisma SAS

Caracterización apique 5:

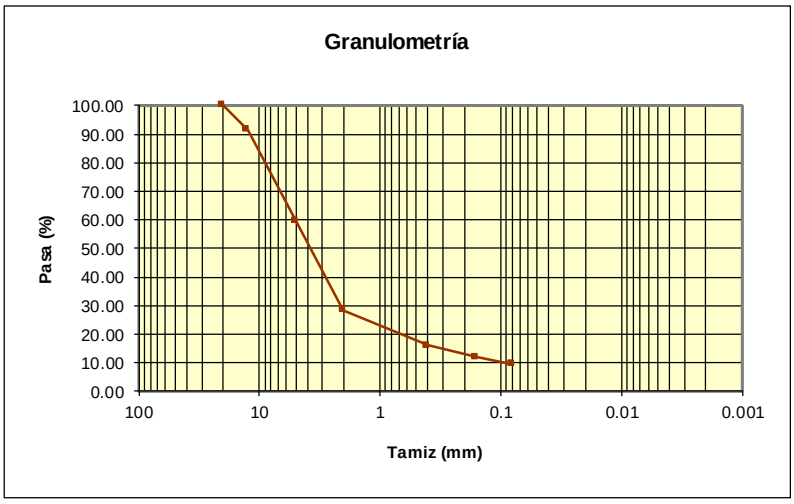
Laboratorio INGEPRISMA S.A.S
Proyecto: Construcción de pavimento rígido Cra 10
Fecha: Junio de 2025
Localización: Municipio de Valencia, Córdoba

Humedad Natural

WTh , gr	17.40
WTs , gr	16.87
W CAPSULA	2.35
W ω	0.53
W SECO , gr	14.52
ω , (%)	3.65

Tamiz No	Tamiz (mm)		Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)	Peso retenido (gr)
3/4"	20	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.5	91.46	91.46	8.54	8.54	15.40
No4	5	59.65	59.65	40.35	31.82	57.40
No10	2	28.38	28.38	71.62	31.26	56.40
No40	0.4	15.96	15.96	84.04	12.42	22.40
No100	0.160	11.86	11.86	88.14	4.10	7.40
No200	0.080	9.42	9.42	90.58	2.44	4.40
P No200	Fondo	0.00	0.00	100.00	9.42	17.00
	Límite líquido LL					180.40
	Límite plastico LP					
	Índice plasticidad IP					

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	**59.65** %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	**9.42** %
D_{60}:	**5.01 mm**
D_{30}:	**2.16 mm**
D_{10} (diámetro efectivo):	**0.10 mm**
Coeficiente de uniformidad (Cu):	**50.70**
Grado de curvatura (Cc):	**9.37**

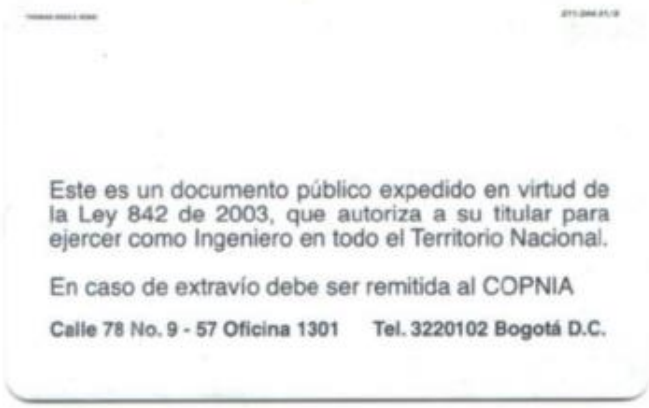


Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Arena mal graduada con limo con grava SP SM

Ensayo realizado por:
Juan Sebastián Monsalve G.
Mat. 05202233052 ANT
Laboratorio de Ingeprisma SAS

23. ANEXO 2: SOPORTES PROFESIONALES





REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3366686

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JUAN SEBASTIAN MONSALVE GIRALDO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1128278613, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 05202-233052 desde el 16 de Agosto de 2012, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1405.

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

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

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

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los nueve (09) días del mes de Febrero del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firma del titular (*)

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

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



República de Colombia
Ministerio de Educación Nacional

La Universidad Nacional de Colombia

Teniendo en cuenta que

Juan Sebastian Monsalve Giraldo

C.C. 1.128.278.613 de Medellín

cumplió satisfactoriamente todos los requisitos académicos reglamentarios del Plan de Estudios de Posgrado, le confiere el Título de

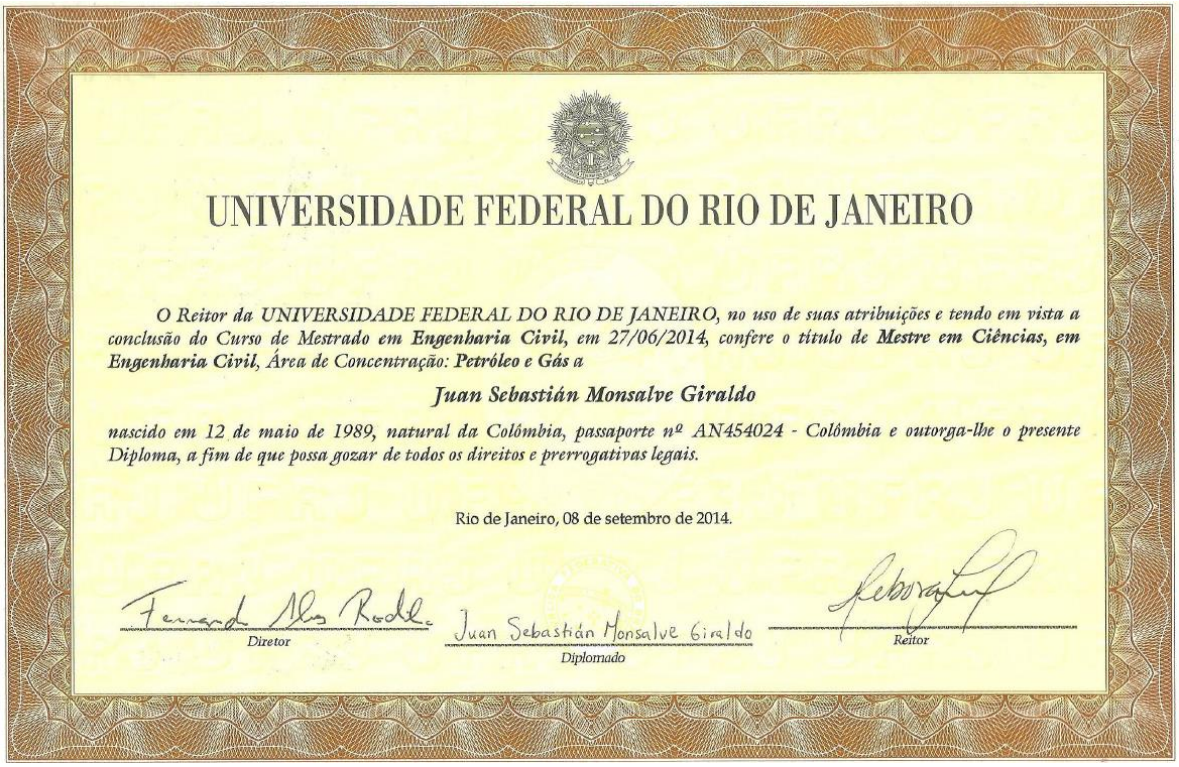
Especialista en Ingeniería - Geotecnia

En la ciudad de Medellín, a los 4 días del mes de junio de 2025

Decanatura de Facultad | Rectoría | Secretaría General

Registro No. 6145, Folio 10 del Libro de Diplomas No. 5
de la Facultad de Minas, Sede Medellín

77715



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

O Reitor da UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, no uso de suas atribuições e tendo em vista a conclusão do Curso de Mestrado em ***Engenharia Civil****, em 27/06/2014, confere o título de* ***Mestre em Ciências, em Engenharia Civil****, Área de Concentração:* ***Petróleo e Gás*** *a*

Juan Sebastián Monsalve Giraldo

nascido em 12 de maio de 1989, natural da Colômbia, passaporte nº AN454024 - Colômbia e outorga-lhe o presente Diploma, a fim de que possa gozar de todos os direitos e prerrogativas legais.

Rio de Janeiro, 08 de setembro de 2014.

Diretor — Juan Sebastián Monsalve Giraldo — Diplomado — Reitor



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

O Reitor da UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, no uso de suas atribuições e tendo em vista a conclusão do Curso de Doutorado em ***Engenharia Civil****, em 11/12/2018, confere o título de* ***Doutor em*** **Ciências, em Engenharia Civil** *a*

Juan Sebastián Monsalve Giraldo

nascido em 12 de maio de 1989, natural da Colômbia, passaporte nº AN454024 e outorga-lhe o presente Diploma, a fim de que possa gozar de todos os direitos e prerrogativas legais.

Rio de Janeiro, 26 de fevereiro de 2019.

DIRETOR — DIPLOMADO — REITOR