TOPOGRAFIA LEVANTAMIENTO INICIAL

Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

PROYECTO
PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN EL BARRIO COSTA DE ORO EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA



UBICACIÓN
- Barrio Costa de Oro
- Calle 23 entre la calle 23 y la 18
- Calle 5 entre la calle 23A y 23B

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL

EQUIPO DE DISEÑO Y DESARROLLO
MIGUEL NARVÁEZ CORTESÍA
INGENIERO EN TOPOGRAFÍA
T.P. N.25-21961

CONTIENE
PLANO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
PLANTA PERFIL DEL TERRENO

OBSERVACIONES
Notas Generales:
1.La información topográfica presentada corresponde a datos de campo tomados con estación total y nivel.
2.El levantamiento topográfico incluye elementos existentes.
3.La información topográfica incluye curvas de nivel cada 1 metro.
4.El procesamiento y dibujo de la topografía se realizó con software especializado.
5.El proyecto incluye todas las obras necesarias para la pavimentación de la vía.
6.Las obras no descritas específicamente en estos planos, pero necesarias para el correcto funcionamiento de la vía, deberán ser ejecutadas por el contratista.
7.Las dimensiones están en metros.
8.Las coordenadas están referidas al sistema de referencia MAGNA-SIRGAS.

SISTEMA DE PROYECCIÓN
PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA USADA
MAGNA-SIRGAS ORIGEN NACIONAL
DATUM DE REFERENCIA HORIZONTAL
Datum: MAGNA-SIRGAS
Proyección: Transverse Mercator
Latitud de origen: 4.60971523°
Meridiano central: -74.08091750°
Falso Este: 1000000.000
Falso Norte: 1000000.000
Factor de escala: 1.0

NOMBRE DEL ARCHIVO
El Levantamiento.dwg

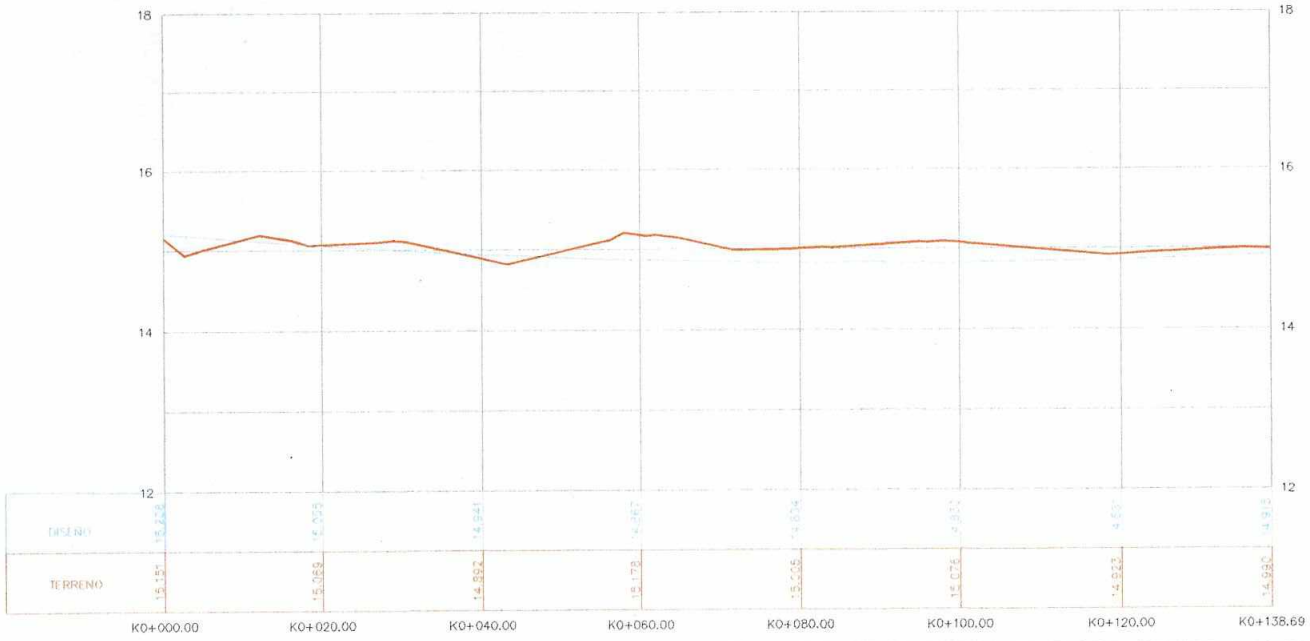
FECHA: ABRIL 2024
ESCALA: 1:250

PLANO: PR01
DE: 03

1



Perfil Longitudinal
TRAMO 2 – CARRERA 16 – (K0+000 – K0+138.690)



Perfil Longitudinal (1)
TRAMO 1 – CALLE 22B – (K0+240 – K0+386.110)



Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

PROYECTO
PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN EL BARRIO COSTA DE ORO EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA

UBICACIÓN
- Barrio Costa de Oro
- Calle 22B entre la calle 29 y la cra 16
- Cra 16 entre las calles 22A y 22B

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL

EQUIPO DE DISEÑO Y DESARROLLO
MIGUEL NARVAEZ ORTEGA
PROFESIONAL EN TOPOGRAFIA
LP N. 91-19651

CONTIENE
PLANO PLANTA PERFIL DEL LEVANTAMIENTO INICIAL TOPOGRAFICO REALIZADO PARA EL PROYECTO

OBSERVACIONES
Notas Generales.

SISTEMA DE PROYECCION

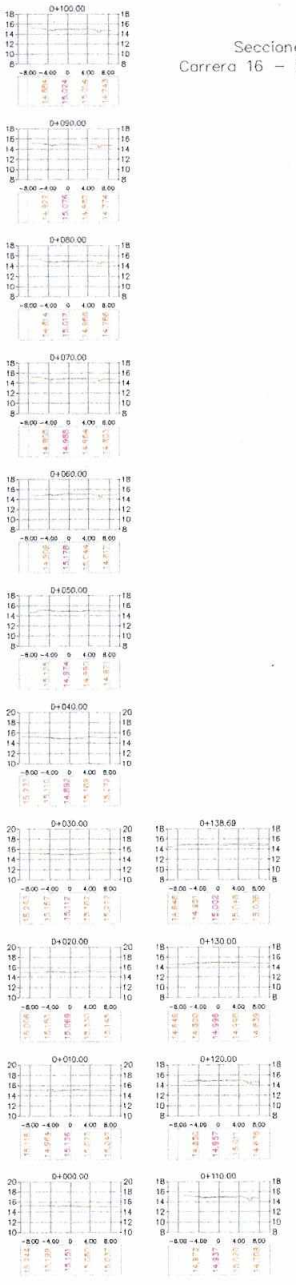
NOMBRE DEL ARCHIVO

FECHA
ESCALA
1:250

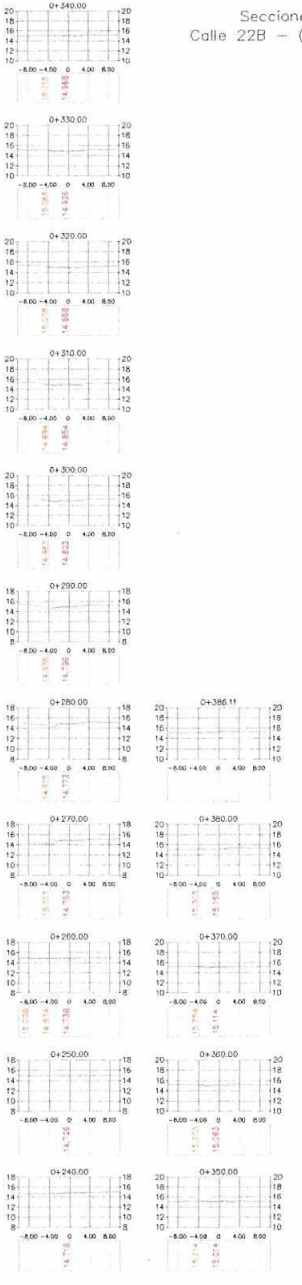
PLANO
PR02 03

2

Secciones Transversales
Carrera 16 – (K0+000 – K0+138.69)



Secciones Transversales
Calle 22B – (K0+250 – K0+386.11)



Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN EL BARRIO COSTA DE ORO EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA

UBICACIÓN:
- Barrio Costa de Oro
- Calle 22B entre la calle 23 y la cra 16
- Cra 16 entre las calles 22A y 22B

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL

CUERPO DE DISEÑO Y DESARROLLO

MIGUEL NARVAEZ ORTIEGA
PROFESIONAL EN TOPOGRAFÍA
LP N. 01-19051

CONTIENE:
PLANO PLANTA PERFIL DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO REALIZADO PARA DEL PROYECTO

OBSERVACIONES

Notas Generales

SISTEMA DE PROYECCIÓN

ACUERDO DEL ARCHIVO
LEVANTAMIENTO.DWG

FECHA: 5/OCT/19
ESCALA: 1:200

PLANO: PR03
CC: 03

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Montería Córdoba 18 Enero 2024

Señores dirección Técnica civil:

Yo **Carlos Andrés Solano Benítez** identificado con cedula de ciudadanía N° **1002998188** y matricula Profesional N° **01-13052** debidamente inscrito en el consejo profesional de topografía (CPNT), en calidad de topógrafo a cargo de los levantamientos topográficos para el proyecto, **CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA.** En el municipio de Montería, departamento de Córdoba.

Certifico haber realizado los levantamientos topográficos bajo los estándares y metodologías estipuladas para los levantamientos según normas colombiana.

En consecuencia, asumo la responsabilidad técnica del trabajo realizado (Levantamiento Topográficos)

Firma. _____

Documento de Identidad. **1002998188**
Matricula Profesional. **01-13052**
Profesión. **Topógrafo**
Teléfono. **3114122058**

República de Colombia

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFIA

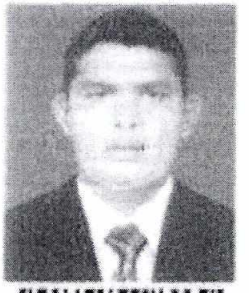
Nombre: CARLOS ANDRES SOLANO BENITEZ

Cédula: 1.002.998.188

Licencia Profesional No.: **01-13052**

Resolución: 02-3053 - 02/02/2011

* Experiencia o fecha de grado: 18/03/2010



TECNÓLOGO EN TOPOGRAFÍA

SENA - MONTERIA

Esta tarjeta forma parte integral de la Licencia Profesional
Junto con la Resolucion Motivada y el Certificado de Vigencia

la documentacion integral acredita al titular para ejercer la profesion de TOPOGRAFO en la Republica de Colombia de acuerdo a la Ley 70 de 1979 y el Decreto Reglamentario 690 de 1981

*** La experiencia se contará a partir de la fecha de grado para los efectos de posesión de cargos públicos únicamente.**

CARLOS MARIO LOPERA GIRALDO
PRESIDENTE

ELIANA MARIA AVILA JIMENEZ
DIRECTORA EJECUTIVA

Para cualquier informacion comunicarse con el Consejo Profesional Nacional de Topografia.Email:info@cpnt.org.calle 33 No 7-27 Of 502 Tel 2881490

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 1.002.998.188
SOLANO BENITEZ
APELLIDOS
CARLOS ANDRES
NOMBRES



FIRMA



INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO 01-ENE-1990
MONTERIA
(CORDOBA)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.67 O- M
ESTATURA G.S. RH SEXO
04-ENE-2008 MONTERIA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES

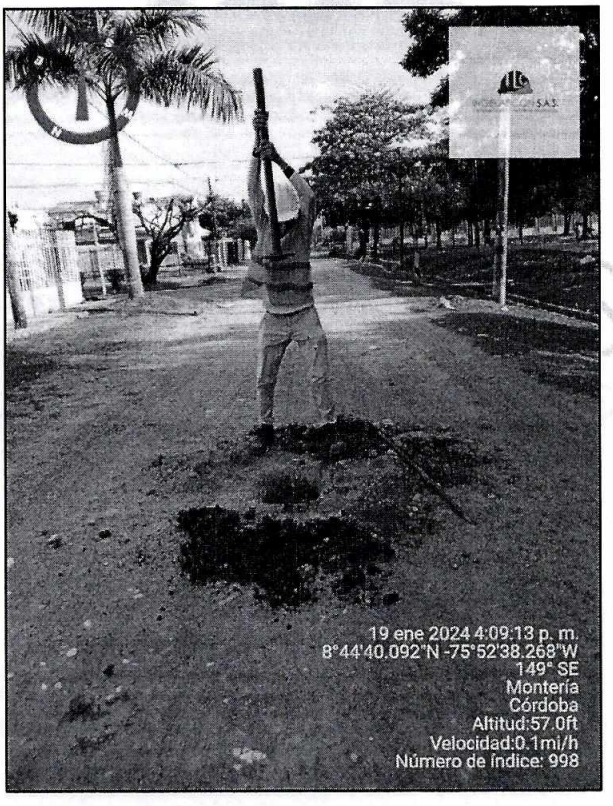
P-1300100-00091761-M-1002998188-20081010 0004152867A 1 27996270

ESTUDIO DE SUELOS COSTA DE ORO

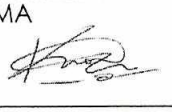
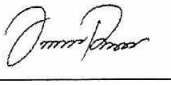
N° INFORME	1	**FECHA INFORME:**	30/ENERO/2024
TIPO DE INFORME GEOTÉCNICO:		PAVIMENTO RÍGIDO	
PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA.**		
ODS: 26-24	**CLIENTE:**	HANDASA SAS	
	DIRECCIÓN:	MONTERÍA - CÓRDOBA	

CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN	MOTIVO DEL CAMBIO	RUTA DE ATENCIÓN A OBSERVACIONES	FECHA DEL CAMBIO



Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

ELABORADO	REVISADO	VERIFICADO	VALIDADO
FIRMA 	FIRMA 	FIRMA 	FIRMA 
LIC. PROFESIONAL	LIC. PROFESIONAL	LIC. PROFESIONAL	LIC. PROFESIONAL
NOMBRE: KIANA MILENA SANCHEZ NEGRETE	NOMBRE: KIANA MILENA SANCHEZ NEGRETE	NOMBRE: JESUS DAVID PIZARRO FERNANDEZ	NOMBRE: JESUS DAVID PIZARRO FERNANDEZ
PROFESION/ESPECIALIDAD: Ingeniera Civil	PROFESION/ESPECIALIDAD: Ingeniera Civil	PROFESION/ESPECIALIDAD: Ingeniero Civil/ Especialista en Geotecnia	PROFESION/ESPECIALIDAD: Ingeniero Civil / Especialista en Geotecnia

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS 4

ÍNDICE DE TABLAS 4

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES 5

1. INTRODUCCIÓN 6

2. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO 7

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO 8

3.1 Localización 8

3.2 Geología y geomorfología del sitio. 8

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 14

5. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 15

6. ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO 17

6.1. Nivel freático 17

6.2. Perfil Estratigráfico 17

7. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO 19

8. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO 23

8.1. Caracterización de la Subrasante 23

8.2. Potencial de Expansión 23

9. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYO CBR PARA RECOMENDACIÓN DE MEJORAMIENTO 28

9.1 Análisis de los Resultados Obtenidos para el CBR de Diseño 29

9.2 Análisis de la Capacidad Portante de la Subrasante 31

9.2.1 Condiciones de la Subrasante 31

9.3 Mejoramiento de la capacidad portante de la subrasante. 32

9.4 Análisis del Potencial de Expansión 35

9.5 Estructura Recomendada 35

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 37

10.1 Recomendaciones Generales 37

10.2 Resultados de los ensayos realizados 38

10.3 Análisis y Mejoramiento de la subrasante 39

11 LIMITACIONES 42

ANEXOS 43

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen de ubicación estudio 8
Figura 2. Mapa geológico de la zona. 10
Figura 3. Geología del sitio de la obra 12
Figura 4. Unidades geológicas del sitio de la obra 13
Figura 5.Localización del proyecto. 14
Figura 6. Localización de los apiques realizados. 16
Figura 7. Exploración en campo y extracciones de muestras. 18
Figura 9. Resumen resultados de ensayos de laboratorio - Apiques (Contenido de gua, % pasa tamiz N°4 y % pasa tamiz N°200). 21
Figura 10. Resumen resultados de ensayos de laboratorio – Apiques (Límite Líquido, Límite Plástico y Índice Plasticidad. 22
Figura 11. Humedad de equilibrio, Wequi Vs Humedad natural, Wn. 26
Figura 12. Curva representativa del CBR de diseño. 30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Geomorfología del municipio de Montería. 11
Tabla 2. Programa de exploración y ensayos. 15
Tabla 3. Coordenadas de los apiques realizados. 16
Tabla 4. Resultados de Laboratorio. Apiques - Ingelabcon SAS. 20
Tabla 5. Clasificación suelos expansivos. Fuente: NSR-10, Capítulo H.9 Tabla H.9.1 23
Tabla 6. Presión probable de expansión de campo. 25
Tabla 7. Resultados de CBR. 28
Tabla 8. Selección del CBR de diseño. 29
Tabla 9. Selección del CBR de diseño 30
Tabla 10. Categorías de la resistencia de la subrasante. 31
Tabla 11 Definición de la subrasante en función del % que pasa el tamiz N° 200. . 32
Tabla 12. Clasificación del suelo según el CBR de la subrasante. 33
Tabla 13. Capacidad de soporte equivalente metodología IVANOV-CBR 5%. 34
Tabla 14. Análisis de expansión. 35
Tabla 15. Análisis de mejoramiento. 36
Tabla 16. Análisis de mejoramiento. 40
Tabla 17. Análisis de expansión. 40

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Modelo estructural de mejoramiento de la subrasante metodología IVANOV. 34
Ilustración 2 Modelo estructural de separación de la subrasante 36

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

Cualquier proyecto de construcción debe involucrar como parte de los estudios y diseños necesarios para llevarlo a feliz término un estudio de mecánica de suelos. La importancia de este estudio radica en el hecho de que la estructura de pavimento esta soportada por la masa de suelo y por lo tanto se hace necesario conocer las propiedades y características mecánicas de los elementos que lo constituyen.

En el presente documentos contiene las características geotécnicas del suelo de subrasante para la estructura del pavimento para la **CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA.** En el documento se consigna la ubicación de los apiques, registro fotográfico, caracterización básica, ensayo de relación de soporte de California (CBR, por sus siglas en inglés, California Bearing Ratio), Potencial de Expansión, así como el análisis de los resultados de laboratorio para el proyecto y recomendaciones de mejoramiento para la estructura de pavimento.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

2. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO

- Presentar los resultados del estudio de suelos correspondiente a la **CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA**; con el fin de que las diferentes especialidades involucradas en el proyecto apliquen la información sobre las características físico-mecánicas del subsuelo y las recomendaciones de contención.

- El propósito del informe es realizar una investigación en campo y en laboratorio de las características físicas y mecánicas de los diferentes estratos de suelo encontrados en los apiques con el fin de determinar la competencia mecánica de los mismos.

- Realizar clasificaciones de suelos y obtener los parámetros de resistencias respectivos para el cálculo de la capacidad del suelo de fundación.

- Observar los niveles de aguas freáticas o aguas de infiltración, para de esta manera tenerlos en cuenta y plantear las alternativas del manejo de estas para controlar problemas de carácter constructivo y de capacidad de soporte.

- Evaluar la susceptibilidad a la expansión de los suelos encontrados en los apiques, con el fin de sugerir si es el caso las recomendaciones necesarias con el fin de controlar los posibles efectos de la Expansividad.

- Definir el dimensionamiento y materiales apropiados para cada una de las capas que componen la estructura de pavimento.

- Diseñar una estructura de pavimento que cumpla funcional y estructuralmente, los requerimientos técnicos de la normativa vigente y solicitación de carga.

- Hacer recomendaciones del proceso constructivo tales como excavaciones y manejo de aguas freáticas.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1 Localización

El área de estudio se encuentra en los barrios Costa de Oro y Pasatiempos ubicados en la zona urbana del municipio de Montería, departamento de Córdoba. A continuación, se muestra una imagen satelital de la ubicación general del proyecto:



Figura 1. Imagen de ubicación estudio
Fuente: KMZ cliente

3.2 Geología y geomorfología del sitio.

El municipio de Montería es la capital del departamento de Córdoba, el cual, se encuentra ubicado a 8°45´de latitud norte y a 7°53´ minutos de longitud oeste del meridiano de Greenwich, al noroccidente de Colombia. Este municipio se encuentra en el centro occidente del departamento y Limita al norte con el municipio de Cereté, al sur con los municipios de Tierra Alta y Valencia, al oriente

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

con San Carlos y Planeta Rica y al occidente con el departamento de Antioquia. Se extiende por la parte media del Valle del rio Sinú.

La geología de la ciudad de Montería indica la presencia de depósitos aluviales del período cuaternario (Holoceno). Geológicamente el sector se encuentra en la zona de ubicación del Cinturón Plegado del Sinú y el Cinturón de San Jacinto, más específicamente en el segundo.

Estos dos cinturones se han formado por la ubicación geográfica que tiene esta zona del país, en donde la complejidad estructural y sedimentaria es producto de la estrecha interrelación y evolución tectono sedimentaria de la esquina noroccidental de Suramérica, donde la interacción de las placas tectónicas del Caribe y de Suramérica ha jugado un papel preponderante. Como resultado de la convergencia de estas placas desde finales del Mesozoico se han formados dos franjas plegadas, conocidas como Cinturón del Sinú, en la parte más occidental costera, y el Cinturón Fragmentado de San Jacinto, en la parte oriental del área, limitadas por el lineamiento del Sinú.

Los depósitos que conforman los suelos del sitio son de naturaleza aluvial, producto de la sedimentación que ha producido el río Sinú y sus caños a lo largo de su existencia geológica. Son principalmente de características limo-arcillosas de consistencia media y baja con intercalaciones de depósitos arenosos sueltos, limpios y finos. El cauce del río Sinú a lo largo de su historia geológica ha ido migrando de occidente a oriente lo cual ha hecho que existan meandros y cursos antiguos abandonados.

Las formaciones asociadas al Cinturón del Sinú presentan rocas sedimentarias con edades que varían desde el Oligoceno hasta sedimentos recientes; en general se asocian a ambientes turbidíticos con predominio de sedimentación fina; las formaciones asociadas a este elemento estructural son Marralú, Floresanto, Pajuil y Corpa, estructuralmente se presentan en el Cinturón del Sinú sinclinales amplios y apreciables y anticlinales estrechos con estructuras radiales, domos y diarismo de lodo.

En el Anticlinorio de San Jerónimo las edades de los materiales varían de Cretáceas a Recientes, con predominio de materiales sedimentarios, las rocas presentes en este cinturón se pueden dividir en ciclos tectónico- batimétricos conocidos como Cansona, Carmen y Sincelejo.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

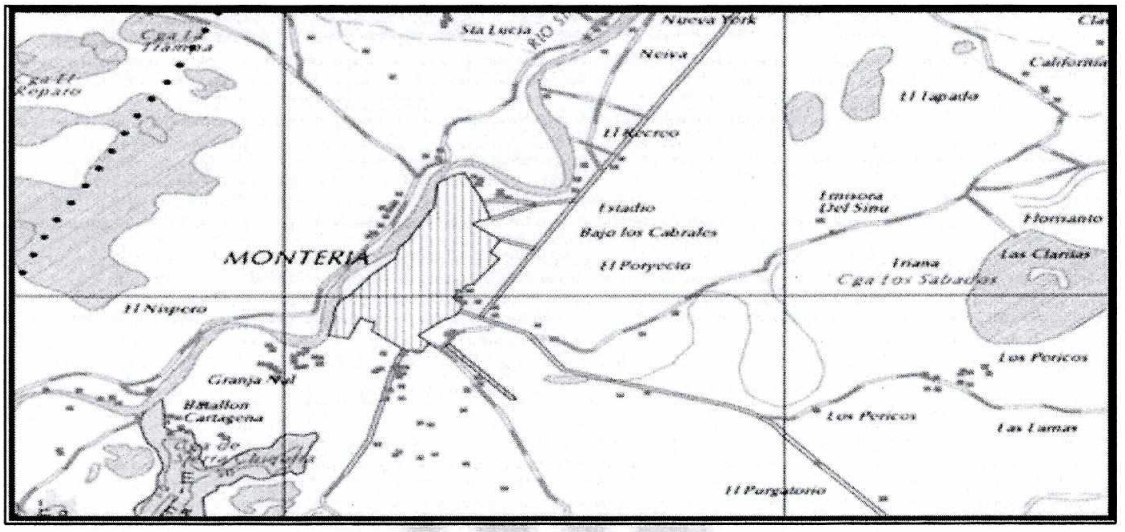


Figura 2. Mapa geológico de la zona.
fuente: SGC

En toda el área del municipio de Montería se identificaron tres grandes paisajes que son las colinas estructurales, denudativas, superficie de aplanamiento y llanura aluvial; de los tres grandes paisajes el que menos área ocupa es la superficie de aplanamiento y hacia el occidente predominan las colinas estructurales denudativas y al oriente la llanura aluvial del río Sinú.

El rio Sinú se caracteriza por formar valles aluviales amplios, el depósito aluvial del municipio de Montería aflora desde el corregimiento de Santa Isabel, hasta la población de El Vidrial al norte de Montería, donde se forman las zonas planas de gran extensión que incluye las ciudades de Montería y Cereté.

El sitio de construcción del proyecto corresponde a un paisaje tipo planicie, con un relieve de piano de inundación y terrazas, con una litología de sedimentos medios y finos, esta zona también pertenece a las unidades de paisaje de planicie y piedemonte, siendo el paisaje de planicie una geoforma caracterizada por ser una zona amplia y plana a ligeramente plana, cuyas pendientes son menores a 3.00%, que corresponde a los diferentes aportes de origen aluvial, marino o eólico. Por otra parte, el piedemonte es una planicie inclinada con topógrafa de glacis, que se extiende al pie de sistemas montañosos, serranías y lomeríos, que ha sido formada por la sedimentación de materiales transportados por las corrientes de agua que emergen de los terrenos más elevados hacia las zonas más bajas u

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

abiertas. En la siguiente tabla se resume la información geomorfológica del municipio de Montería.

GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUBPAISAJE
Colinas estructurales denudativas	Espinazo	Colinas altas y empinadas
	Colinas	Colinas media cima convexa
		Colinas bajas
		Colinas bajas a medias
		Colinas medias
	Sinclinal	Colinas media cima convexa
		Colinas medias a muy altas
		Colinas Bajas
Superficie de aplanamiento	Colinas	Colinas bajas a onduladas
Llanura aluvial	Plano de inundación	Llanura aluvial río Sinú
		Llanura aluvial cauce menor

Tabla 1. Geomorfología del municipio de Montería.
fuente: SGC

- **Amenazas naturales**

El municipio de Montería se encuentra en la zona de la subregión Sinú Medio, presentan de acuerdo con sus características amenazas naturales como:

- **Remoción en masa**

Esta se presenta esporádicamente en sierra chiquita en montería, donde Las fuertes lluvias han hecho que el suelo se sature de agua y pierda adherencia, así que el peso que ejerce la acumulación de agua hace que eventualmente el suelo ceda y se presenten deslizamientos.

- **Inundaciones**

Se presentan inundaciones por desbordamiento del río Sinú en la ciudad de Montería debido a las fuertes lluvias que caen todos los años en la época de lluvia, sin embargo, este fenómeno ha aumentado debido al fenómeno de la niña, lo que ha causado grandes pérdidas materiales y de cultivos. Sin embargo, hay factores antrópicos que bajo condiciones de precipitación son determinantes para que se generen estas inundaciones. Algunos son:

- Deforestación en las cabeceras de las cuencas hidrográficas.
- Infraestructuras como canales y desviación de corriente de agua.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

• Vertimientos de residuos sólidos, escombros o aguas residuales en corrientes hídricas.

En específico el sitio donde se localiza la obra se encuentra sobre el siguiente tipo de depósito:

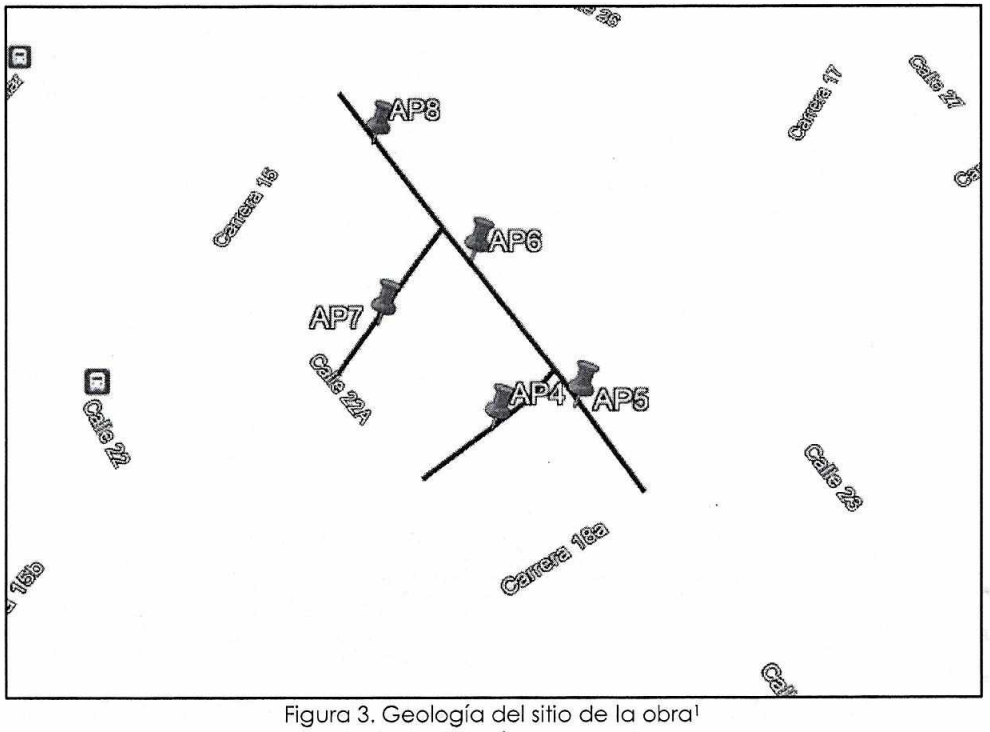


Figura 3. Geología del sitio de la obra[1]
Fuente: Mapa extraído - Google Earth

- **Puntos críticos**

El mapa geológico de Colombia desarrollado por el INGEOMINAS presenta las principales fallas geológicas, pliegues, fallas tectónicas, volcanes y unidades cronoestratigráficas. A continuación, se localiza la zona de influencia del proyecto sobre el Shape file desarrollado por el Servicio Geológico Colombiano.

[1] Mapa Geológico de Colombia escala 1M 2015 (http://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Mapa_Geologico_colombiano_2015/)

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

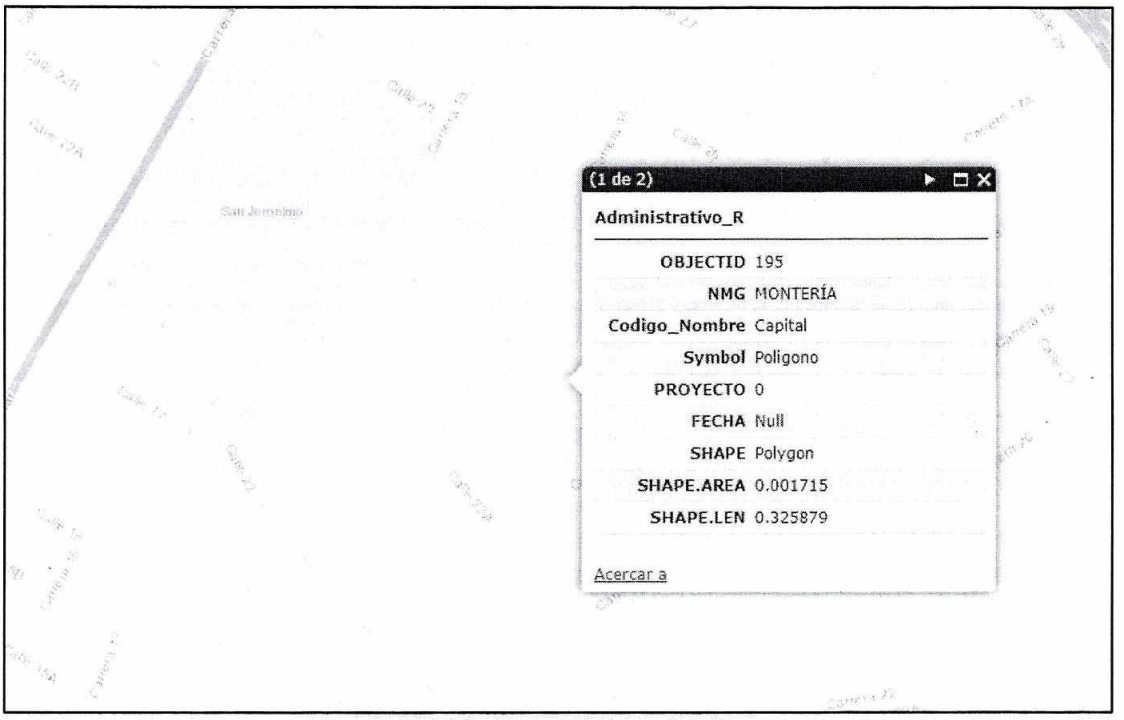


Figura 4. Unidades geológicas del sitio de la obra[2]
Fuente: Mapa extraído - Google Earth

La zona de estudio no presenta fallas geológicas que puedan ocasionar problema para la integridad de la obra.

[2] Mapa Geológico de Colombia escala 1M 2015 (http://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Mapa_Geologico_colombiano_2015/)

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto trata de la **CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA.**

- **UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN:**

- CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO



Figura 5.Localización del proyecto.
Fuente: KMZ cliente

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

5. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

La empresa INGELABCON S.A.S, realizó un estudio de mecánica de suelos en los barrios Costa de Oro y Pasatiempos, zona urbana del municipio de Montería - Córdoba.

La exploración geotécnica consistió en la realización de cinco (5) apiques para la extracción de muestras en moldes para la realización del ensayo de relación de soporte de California (CBR, por sus siglas en inglés, California Bearing Ratio) a una profundidad de 1.50 m y/o ensayos de penetración con la utilización del Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC) según condiciones del terreno con el fin de analizar y determinar el mejoramiento de la estructura de pavimento.

De los cinco (5) apiques inicialmente establecidos se obtuvieron cinco (5) muestras para el ensayo CBR, tomando muestras representativas del terreno para posterior análisis y clasificación del suelo.

Todas estas perforaciones fueron realizadas en las zonas donde se llevará a cabo el proyecto ya mencionado. El programa de exploración en campo y las pruebas de laboratorio contemplan lo siguiente:

PROGRAMA DE EXPLORACIÓN	CANTIDAD
Apiques	5
Ensayos CBR	5
Contenido de humedad	10
Límites de Atterberg	5
Granulometrías	10
Cantidad de material que pasa el tamiz No.200	10

Tabla 2. Programa de exploración y ensayos.
Fuente: Elaboración propia.

La exploración de campo se realizó mediante la utilización de moldes para el ensayo de CBR, de cada perforación se obtuvo muestras representativas del terreno con el fin de llevarlas al laboratorio para realizarles las pruebas necesarias para identificar las propiedades y características del terreno. La localización geográfica de la exploración geotécnica realizada para el diseño de la estructura de pavimento se presenta a continuación:

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

ZONAS	PUNTO	COORDENADAS	
		OESTE	NORTE
BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS	APIQUE 4	75°52'40.09"	8°44'38.95"
	APIQUE 5	75°52'38.15"	8°44'39.54"
	APIQUE 6	75°52'40.82"	8°44'43.30"
	APIQUE 7	75°52'43.01"	8°44'41.61"
	APIQUE 8	75°52'43.54"	8°44'46.60"

Tabla 3. Coordenadas de los apiques realizados.
Fuente: Elaboración propia.

La localización de las perforaciones en el lote se muestra en la imagen a continuación:



Figura 6. Localización de los apiques realizados[3].
Fuente: Elaboración propia.

[3] Imagen obtenida mediante GOOGLE EARTH (Nota: Las imágenes de Google EARTH no son en tiempo real)

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

6. ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

Una vez realizados los ensayos de laboratorio para los materiales encontrados mediante la exploración geotécnica, se caracterizó el material que compone el suelo de soporte (subrasante) sobre el cual estará apoyada la estructura de pavimento. Lo anterior basado en los ensayos de laboratorio de granulometría, humedades naturales, límites de Atterberg, CBR inalterado y sumergido. En el siguiente numeral se realiza el análisis para los resultados obtenidos de los apiques ejecutados en el proyecto.

La subrasante es el suelo que sirve como fundación a la estructura de pavimento. Su correcta caracterización y determinación de capacidad estructural es fundamental para la evaluación y diseño de las capas subyacentes que formarán la plataforma de soporte ante las solicitaciones del tránsito.

6.1. Nivel freático

El nivel freático no es un valor constante y depende de una serie de factores que incluyen en su comportamiento, entre los cuales se destacan las precipitaciones y la época del año. En época de verano, debido a la evaporación por el calor intenso, el nivel tiende a descender mientras en épocas lluviosas, el nivel se acercará más a la superficie.

Durante la exploración realizada NO se encontró el nivel freático en ninguna de las perforaciones.

6.2. Perfil Estratigráfico

El perfil estratigráfico obtenido en la campaña de exploración geotécnica del trazado del proyecto para vía reporta espesores predominantes de arena limosa con o sin presencia de grava seguido de material de arcillas de plasticidades variables de mediana a alta plasticidad con o sin presencia de arenas, grava limosa con presencia de arenas y estratos de arcillas arenosas de mediana plasticidad en las respectivas áreas del proyecto evaluado.

Así mismo, se presentan fotografías de la exploración geotécnica y la extracción de las muestras.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

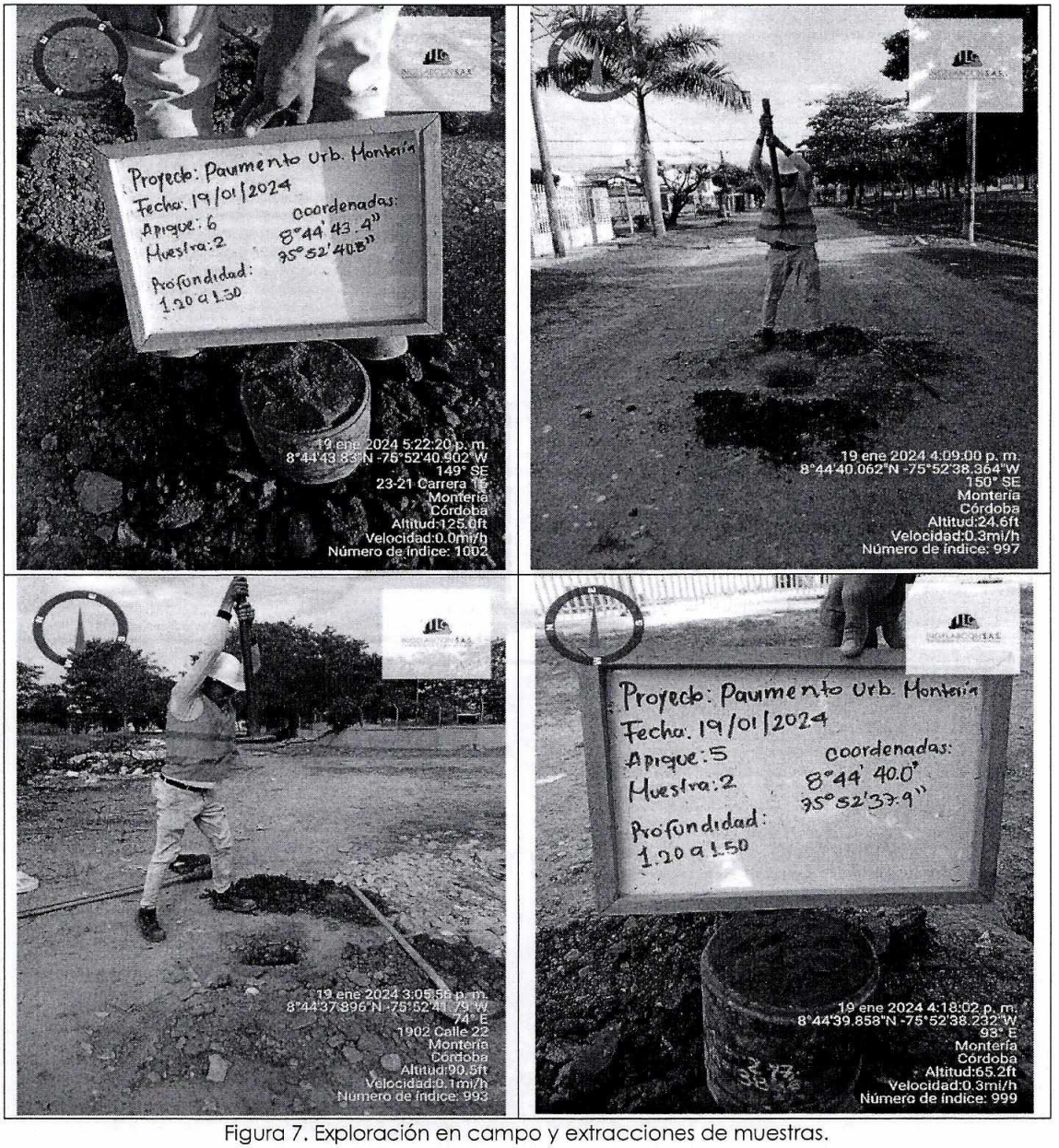


Figura 7. Exploración en campo y extracciones de muestras.
Fuente: Registro fotográfico INGELABCON SAS

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

7. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

Los perfiles estratigráficos de los apiques y CBR de campo realizados se anexan en este documento y en ellos se encuentran todos los parámetros geotécnicos necesarios, medidos, correlacionados y calculados para realizar los análisis respectivos para el diseño geotécnico de la estructura que hace parte del presente proyecto. El análisis de los resultados de la exploración y ensayos de laboratorio, permiten establecer las siguientes características geotécnicas:

En resumen, se evidencian estratos de:

- ✓ Grava limosa con presencia de arena (GM)
- ✓ Arena limosa con presencia de grava (SM).
- ✓ Arena limosa (SM).
- ✓ Arcilla arenosa de mediana plasticidad (CL)
- ✓ Arcilla de mediana plasticidad (CL).
- ✓ Arcilla de mediana plasticidad con presencia de arena (CL).
- ✓ Arcilla de alta plasticidad (CH).

- El nivel freático NO se encontró en las perforaciones realizadas.

- La humedad más alta registrada de todas las muestras obtenidas es del 31%. La mínima humedad registrada es de 3%.

- El grado de plasticidad muestra que los límites líquidos de todos los estratos de "Arcilla" varían entre 34% y 60%. El límite plástico de todos los estratos de "Arcilla" varían entre 15% y 30%. De igual manera para los estratos de "Arcilla" el menor índice de plasticidad obtenido presenta un valor de 12% y el mayor un valor de 30%.

- El contenido de humedad en laboratorio para todos los estratos de arcilla fue de promedio 6%.

- El contenido de humedad en laboratorio para todos los estratos de arenas fue de promedio 7%.

- El contenido de humedad en laboratorio para todos los estratos de arcilla fue de promedio 23%.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

A continuación, se presentan el cuadro de resumen de los apiques y PDC, arrojando los resultados obtenidos para la caracterización del material de subrasante, límites de Atterberg, humedades naturales, granulometría y clasificación según recomendaciones del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – USCS y la AASHTO.

Apique	Profundidad de la muestra (m)			Ensayos de Caracterización							SUCS	AASHTO
	Inicial	Final	Media	%Hum NAT.	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL	Pasa N°4	Pasa N°200		
APIQUE 4	0,00	0,19	0,10	11%	0%	0%	0%	0,00	73%	30,1%	SM	A-2-4 (0)
	1,20	1,50	1,35	22%	34%	22%	12%	0,02	100%	94,0%	CL	A-6(12)
APIQUE 5	0,00	0,20	0,10	6%	0%	0%	0%	0,00	46%	34,4%	GM	A-2-4 (0)
	1,20	1,50	1,35	31%	60%	30%	30%	0,06	100%	97,9%	CH	A-7-5(20)
APIQUE 6	0,00	0,25	0,13	6%	0%	0%	0%	0,00	69%	18,1%	SM	A-1-b (0)
	1,20	1,50	1,35	20%	38%	20%	18%	0,04	94%	65,7%	CL	A-6 (10)
APIQUE 7	0,00	0,18	0,09	8%	0%	0%	0%	0,00	73%	21,0%	SM	A-1-b (0)
	1,20	1,50	1,35	21%	40%	16%	24%	0,20	100%	96,9%	CL	A-6 (20)
APIQUE 8	0,00	0,20	0,10	3%	0%	0%	0%	0,00	96%	25,9%	SM	A-2-4 (0)
	1,20	1,50	1,35	19%	38%	15%	23%	0,18	99%	51,3%	CL	A-6 (8)

Tabla 4. Resultados de Laboratorio. Apiques - Ingelabcon SAS.
Fuente: Elaboración propia.

En el **Anexo 1**, se presenta la información de perfiles estratigráficos y ensayos de laboratorios de los apiques y PDC realizados.

Así mismo, en las siguientes figuras, se presentan los valores de contenido de agua, porcentaje de material que pasa los tamices N°200 y N°4, valores de límite de consistencia y peso unitario.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

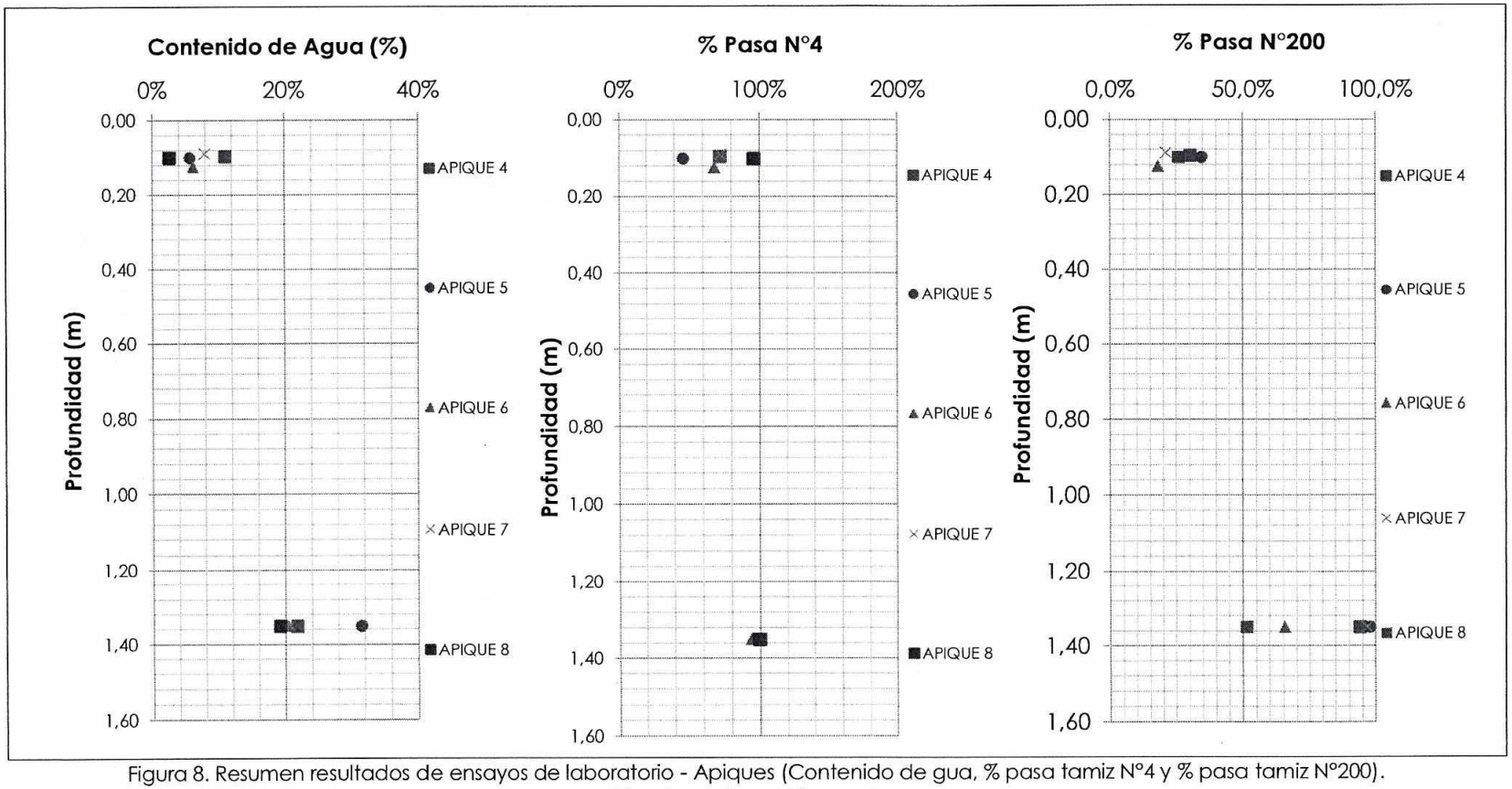


Figura 8. Resumen resultados de ensayos de laboratorio - Apiques (Contenido de gua, % pasa tamiz N°4 y % pasa tamiz N°200).
Fuente: elaboración propia

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

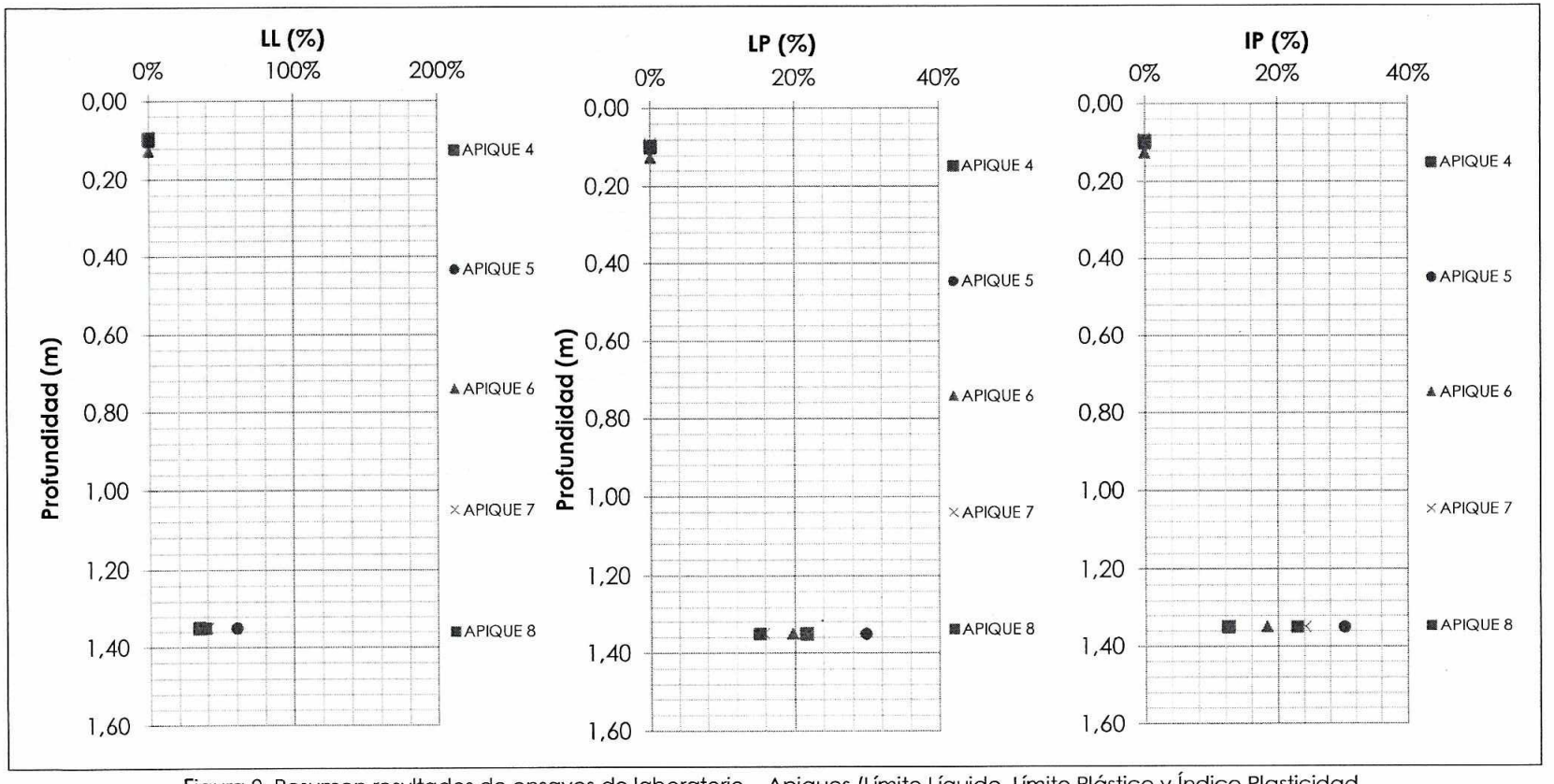


Figura 9. Resumen resultados de ensayos de laboratorio – Apiques (Límite Líquido, Límite Plástico y Índice Plasticidad.
Fuente: elaboración propia

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

28

8. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

8.1. Caracterización de la Subrasante

La subrasante es el suelo que sirve como fundación a la estructura de pavimento. Su correcta caracterización y determinación de capacidad estructural es fundamental para la evaluación y diseño de las capas subyacentes que formarán la plataforma de soporte ante las solicitaciones del tránsito.

8.2. Potencial de Expansión

De acuerdo con la caracterización realizada en el sector analizado se estableció una tipología del perfil estratigráfico consistente de materiales predominantes arena limosa con o sin presencia de grava seguido de material de arcillas de plasticidades variables de mediana a alta plasticidad con o sin presencia de arenas, grava limosa con presencia de arenas y estratos de arcillas arenosas de mediana plasticidad en las respectivas áreas del proyecto evaluado.

Dada la caracterización de los materiales presentes en el proyecto se analizará la presencia de suelos con potencial expansivo en las zonas.

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm2	Límite Líquido LL en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Índice de plasticidad menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta*
Muy Alto	>30	>63	<10	>32	>37	>100
Alto	20-30	50-63	6-12	23-45	18-37	>100
Medio	10-20	39-50	8-18	12-34	12-27	50-100
Bajo	<10	<39	>13	<20	<17	<50

Tabla 5. Clasificación suelos expansivos. Fuente: NSR-10, Capítulo H.9 Tabla H.9.1

Es de interés analizar el potencial de expansión de los suelos de origen lacustre ya que estos están conformados por materiales clasificados con una plasticidad mediana presentando índices de plasticidad (IP)obtenidos con un valor de 0% a 30%. En la zona del proyecto, no se evidencian características correspondientes a suelos expansivos, tales como grietas en la superficie del terreno, ni fisuras o pérdida de verticalidad en edificaciones vecinas causadas por procesos de expansión y contracción volumétrica.

De acuerdo con las observaciones anteriores, se planteó considerar que los materiales analizados presentan un porcentaje de expansión bajo y alto.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

Con el análisis de los resultados de los ensayos de límites de consistencia, los cuales no deben tomarse como un indicador directo y concluyente de la expansión, se calculó la humedad de equilibrio (si la humedad natural está por debajo de dicho valor, el material buscará satisfacer la demanda de agua hasta llegar a este valor) como valor complementario.

$$W_{eq} = 0{,}47LL + 3.6$$ (H.6.1.4, NSR 98)

Con base en la presión probable de campo (expansión) de acuerdo con la NSR 98 (H.6.1.5) se determina la magnitud de la presión de levantamiento para efectuar un análisis primario de equilibrio de presiones, es decir, positiva (sobrecarga), presión negativa (expansión) y elementos externos requeridos (reforzamiento o estabilización con cal y/o cemento en función de los resultados).

$$LogP_{ex} = -1{,}868 + 2{,}08LL + 0{,}065\gamma_d - 2{,}69W_n$$

Donde:

P_{ex}:	Presión probable de expansión de campo (kgf/cm²)
LL	límite líquido (%)
γ_d	Peso unitario seco (kg/cm³)
W_n	Humedad natural del suelo (%)

En la siguiente Tabla, se presenta la presión probable de expansión de campo:

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

Tramo	Apique	Profundidad (m)	Muestra	Descripción General	Límites de consistencia %			Humedad natural, Wn (%)	IL	Evaluación de Expansividad	Potencial de Expansión					
					LL	LP	IP				LL	IP	Humedad de Equilibrio, Wequi (%)	Potencial	Peso Unitario Seco (ton/m³)	Pex (Ton/m²)
CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA	APIQUE-4	0,00 - 0,15	1	Arena limosa con presencia de grava	0	0	0	11	N/A	No Expansible	Bajo	Bajo	3.6	Potencial Bajo	1.123	0.038
		1,20 -1,50	2	Arcilla de mediana plasticidad con presencia de arena	34	22	12	22	0.02	Expansible	Bajo	Medio	19.6	Potencial Bajo	1.166	0.106
	APIQUE-5	0,00 - 0,25	1	Grava limosa con presencia de arena	0	0	0	6	N/A	No Expansible	Bajo	Bajo	3.6	Potencial Bajo	1.240	0.064
		1,20 -1,50	2	Arcilla de alta plasticidad	60	30	30	31	0.06	Expansible	Alto	Alto	31.8	Potencial Alto	0.931	0.142
	APIQUE-6	0,00 - 0,25	1	Arena limosa con presencia de grava	0	0	0	6	N/A	No Expansible	Bajo	Bajo	3.6	Potencial Bajo	0.985	0.042
		1,20 -1,50	2	Arcilla arenosa de mediana plasticidad	38	20	18	20	0.04	Expansible	Bajo	Medio	21.5	Potencial Alto	1.026	0.114
	APIQUE-7	0,00 - 0,25	1	Arena limosa con presencia de grava	0	0	0	8	N/A	No Expansible	Bajo	Bajo	3.6	Potencial Bajo	1.156	0.049
		0,25 - 1,20	2	Arcilla de mediana plasticidad	40	16	24	21	0.20	No Expansible	Medio	Alto	22.4	Potencial Alto	1.265	0.177
	APIQUE-8	0,00 - 0,20	1	Arena limosa	0	0	0	3	N/A	No Expansible	Bajo	Bajo	3.6	Potencial Alto	1.478	0.111
		0,20 -1,00	2	Arcilla arenosa de mediana plasticidad	38	15	23	19	0.18	Expansible	Bajo	Medio	21.5	Potencial Alto	1.528	0.265

Tabla 6. Presión probable de expansión de campo.
Fuente: Elaboración propia

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

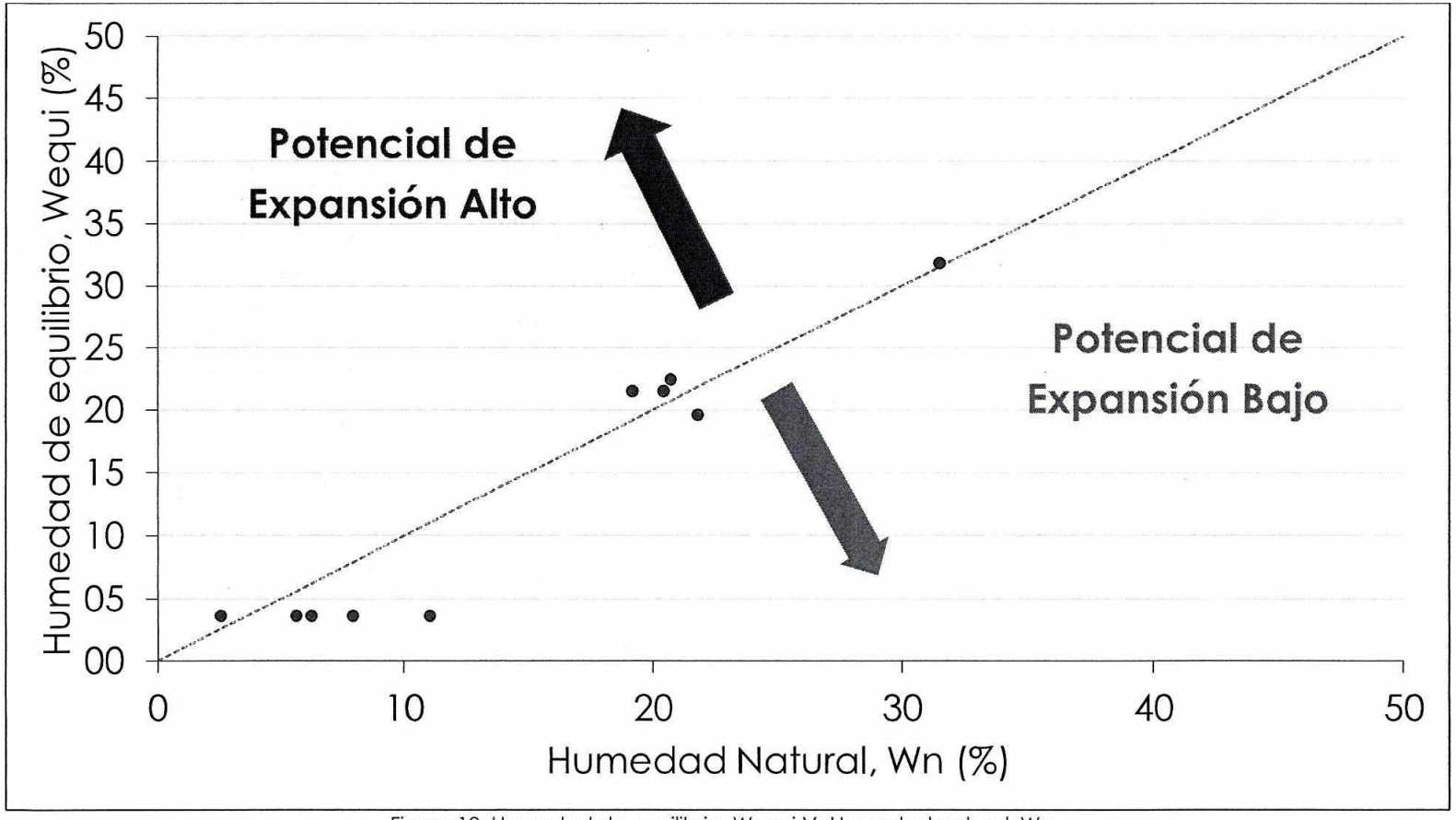


Figura 10. Humedad de equilibrio, Wequi Vs Humedad natural, Wn.
Fuente: Elaboración propia

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

Teniendo en cuenta la figura anterior respecto a los resultados obtenidos en laboratorio de ***los apiques***, se observa que parte de los materiales muestran valores de humedad de equilibrio variable con respecto a la humedad natural (dichos valores se encuentran por encima y por debajo de la línea continua de pendiente 1:1), en términos generales se puede manifestar que existe un potencial de expansión probable para algunas muestras Alto y para otras Bajo.

Para las muestras que presentan potencial bajo, esto significa que conlleva a manifestar que para estos suelos no se espera que presenten cambios volumétricos por la avidez al agua.

De la evaluación realizada, se tiene que la presión probable de expansión de campo oscila entre ***0.038 Ton/m² y 0.265 Ton/m²***. Sin embargo, comparando los valores calculados de la presión probable de expansión de campo y el potencial de expansión calculados en función de los límites de consistencia y la humedad de equilibrio, se hace necesario la incorporación de una estructura de pavimentos que pueda contrarrestar las presiones o expansiones probables en las zonas con mayor potencial de expansión.

A partir del ejercicio anterior se concluye que los materiales que componen el sector de estudio presentan muestras alternadas con un ***potencial de expansión alto*** y otras ***con un potencial de expansión bajo,*** por lo que se recomienda analizar la presión que ejercen estos estratos para tenerlo en cuenta durante el proceso constructivo y así no poner en peligro la estabilidad de las obras en los sectores.

En el **Anexo 2**, se presenta la memoria de cálculo del Análisis de Potencial de Expansión de los apiques realizados.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

9. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYO CBR PARA RECOMENDACIÓN DE MEJORAMIENTO

La condición de la subrasante juega un papel fundamental para poder desarrollar un diseño óptimo de un pavimento, por tal motivo es necesario conocer su potencial expansivo y su capacidad portante la cual es expresada por medio de la resistencia al corte o rigidez bajo carga cíclica. Para conocer la capacidad de resistencia se utiliza el ensayo desarrollado por Stanton y Porter en 1929 "CBR Californian Bearing Ratio". En Colombia este ensayo se realiza bajo los lineamientos que se especifican por INVIAS (INV. E-148-22), basado en AASHTO 193-72. En este ensayo el CBR se determina como parámetro mecánico y puede ser realizado in situ o en laboratorio. Cabe resaltar que, para caracterizar la subrasante en laboratorio, se debe realizar sobre muestras inalteradas, dicho de otra forma, no se puede cuantificar de manera directa este parámetro mecánico sobre suelos friccionantes o gruesos (gravas y arenas).

Con el fin de determinar la capacidad portante del suelo de subrasante o competencia mecánica de los materiales de fundación de la estructura del pavimento, se realizaron ensayos de relación de soporte de California (CBR, por sus siglas en inglés, California Bearing Ratio), donde se analizaron (5) muestras de CBR.

A continuación, se resumen los valores obtenidos:

N° de Apique	TIPO DE CBR	CBR					
		Sin sumergir			Sumergido		
		CBR, 0.1" (%)	CBR, 0.2" (%)	HUMEDAD (%)	CBR, 0.1" (%)	CBR, 0.2" (%)	HUMEDAD (%)
CBR4	INALTERADO	5.86	3.56	21.82%	1.02	1.33	40.11%
CBR5	INALTERADO	8.80	7.74	31.48%	1.54	1.25	47.63%
CBR6	INALTERADO	10.76	9.57	20.42%	1.46	0.98	44.95%
CBR7	INALTERADO	2.02	4.35	20.72%	0.71	1.23	38.03%
CBR8	INALTERADO	2.86	3.02	19.16%	1.34	0.50	37.21%

Tabla 7. Resultados de CBR.
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados para los ensayos de laboratorio, se encontró que el CBR sumergido oscila de 1.23% a 1.54% en condición saturada.

En el **Anexo 3**, se presenta el resultado del CBR.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

9.1 Análisis de los Resultados Obtenidos para el CBR de Diseño

La necesidad de utilizar el CBR sumergido obedece a que los niveles freáticos son superficiales en épocas de invierno, adicional a esto se busca contemplar el escenario más desfavorable al cual puede llegar a ser sometida la estructura.

Se utiliza el CBR sumergido con el objetivo de contemplar el escenario más desfavorable al cual puede llegar a ser sometida la estructura, es decir, un nivel de saturación del suelo de subrasante.

El análisis del CBR de diseño se realizará aplicando la siguiente metodología para su selección: cuando se tengan menos de 5 resultados, se tomará el valor promedio de los datos obtenidos y/o tomar el menor valor de resistencia del CBR, cuando se tengan 5 resultados o más, se pueden usar otros métodos por ejemplo por el criterio de la media o del Instituto de Asfalto. (Sánchez Sabogal Fernando, Modulo 6: Evaluación de la subrasante) y/o el método del Percentil.

De acuerdo con lo anterior el CBR de diseño se realizó aplicando el método de percentil, de las tablas siguientes se graficó los CBR obtenidos y el % de valores iguales o mayores, teniendo como resultado una curva, la cual nos permite calcular el valor del CBR de diseño para el percentil 75.

Apique #	CBR Despues de Inmersión (%)	No de Datos	Numero de Valores Iguales o Mayores	% de Valores Iguales o Mayores
AP-7	1.23	1	5	100.0
AP-4	1.33	1	4	80.0
AP-8	1.34	1	3	60.0
AP-6	1.46	1	2	40.0
AP-5	1.54	1	1	20.0
	N	5		

Tabla 8. Selección del CBR de diseño.
Fuente: Elaboración propia

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

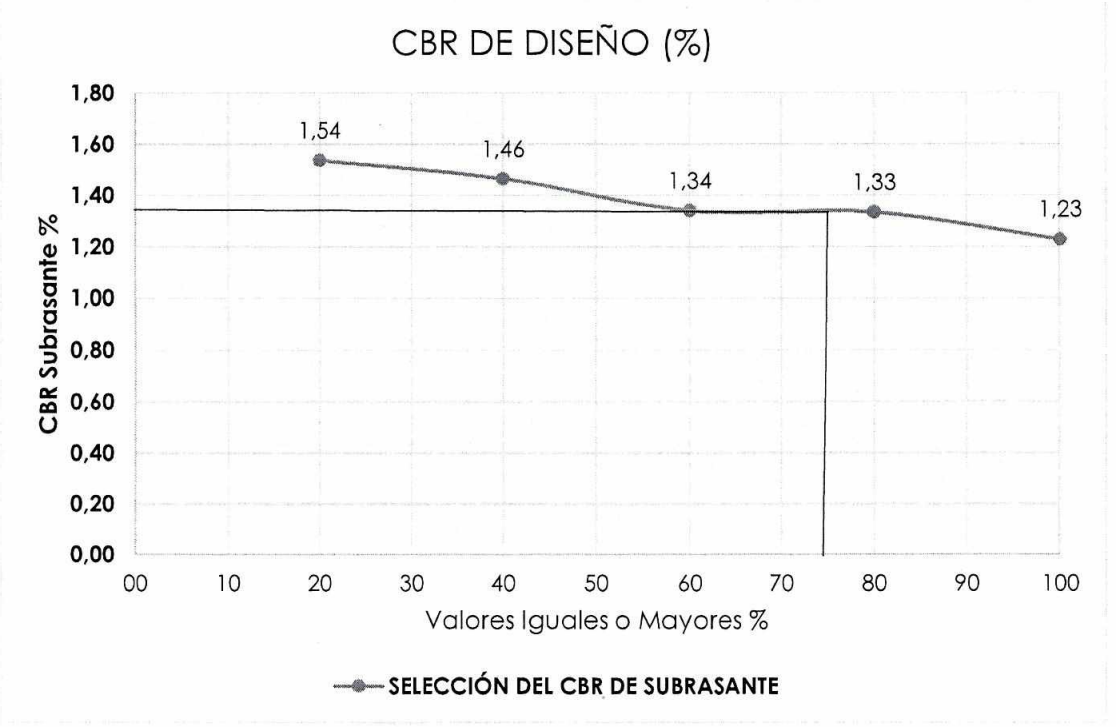


Figura 11. Curva representativa del CBR de diseño.
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se obtiene el valor del CBR de diseño para la vía en estudio.

Apique N°	Muestra	Profundidad (m)	CBR (%)	CBR (%) Seleccionado
AP-4	2	1.20 - 1.50	1.33	**1.34**
AP-5	2	1.20 - 1.50	1.54	
AP-6	2	1.20 - 1.50	1.46	
AP-7	2	1.20 - 1.50	1.23	
AP-8	2	1.20 - 1.50	1.34	

Tabla 9. Selección del CBR de diseño
Fuente: Elaboración propia.

De lo anterior se define que el CBR de la subrasante para un percentil del 75 es igual a **1.34%** para la vía en estudio.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

9.2 Análisis de la Capacidad Portante de la Subrasante

Según los ensayos de laboratorio y el presente estudio geotécnico, el suelo de la vía de estudio presenta problemas de capacidad de soporte por baja resistencia al corte, por lo cual es necesario realizar un reemplazo de la subrasante por un material seleccionado con características granulares evitando así asentamientos por consolidación de suelos y fenómeno de bombeo que se puede producir en las losas de pavimento rígido. Ya que la composición geotécnica de la subrasante está dada por suelos arcillosos de mediana y alta plasticidad presentando baja resistencia y afectando la capacidad portante.

Como se puede observar en los resultados que se obtuvieron en los estudios de suelo, el suelo de soporte no cumple en muchos de los casos, con el valor mínimo requerido de una subrasante (CBR = 5%) ya que el CBR de diseño hallado fue **1.34%** ≈ Mr= 216.64 Kg/cm2, correlación obtenida de la ecuación $Mr=2555*(CBR^{0.64})*0.0703$), presentada por Lister y Powell (1987), la cual es la utilizada en la metodología mecánico - empírica para el método de diseño INVIAS 2022.

CATEGORÍA	CBR [%]
S1	3 ≤ CBR < 5
S2	5 ≤ CBR < 7
S3	7 ≤ CBR < 10
S4	10 ≤ CBR < 15

Tabla 10. Categorías de la resistencia de la subrasante.
Fuente: Tabla 8-5 Cartilla de Obras Menores Y Estructuras Viales del Programa Colombia Rural.

9.2.1 Condiciones de la Subrasante

Este parámetro es de gran importancia a la hora de evaluar condiciones de mejoramiento o reemplazo de la subrasante, definir si son suelos granulares de los cuales nos interesa conocer la resistencia o si son suelos finos de los cuales nos interesa la estabilidad volumétrica.

Generalmente los suelos de subrasante son suelos arcillosos, limosos o materiales finos con alta plasticidad, los cuales tienden a ser colapsables. Los resultados geotécnicos, permiten observar dentro del análisis granulométrico de las muestras estudiadas en función del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 que tipo de material es: arcillas con o sin presencia de arena de plasticidades variables de mediana y alta plasticidad.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

Localización	Apique N°	Muestra	Profundidad (m)	% Que Pasa Tamiz No 200 (%)	Tipo de Suelo
BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS	AP-4	2	1.20 - 1.50	94.0	Arcilla de mediana plasticidad con presencia de arena
	AP-5	2	1.20 - 1.50	97.9	Arcilla de alta plasticidad
	AP-6	2	1.20 - 1.50	65.7	Arcilla arenosa de mediana plasticidad
	AP-7	2	1.20 - 1.50	96.9	Arcilla de mediana plasticidad
	AP-8	2	1.20 - 1.50	51.3	Arcilla arenosa de mediana plasticidad

Tabla 11 Definición de la subrasante en función del % que pasa el tamiz N° 200.
Fuente: Elaboración propia.

Como la subrasante está conformada en su gran mayoría por suelos finos tipo arcilla se considera un potencial de cambio volumétrico, y por suelos arenosos con baja resistencia a corte, es necesario realizar un reemplazo de la subrasante por un material granular que cumpla las especificaciones técnicas de INVIAS.

A continuación, se presenta una metodología para calcular el espesor de mejoramiento de la subrasante en función del CBR del suelo de reemplazo que permite encontrar un CBR equivalente.

9.3 Mejoramiento de la capacidad portante de la subrasante.

Para determinar el espesor de mejoramiento de la subrasante empleamos la metodología de Ivanov que permite calcular el espesor del refuerzo de mejoramiento de la subrasante, el cual plantea una ecuación en función del espesor del material de mejoramiento y su módulo, el módulo de resiliencia de las condiciones actuales de la subrasante y el radio del área cargada.

Es necesario garantizar que en todo el tramo vial el material encontrado en campo cumpla con un valor mínimo requerido para una subrasante de buenas condiciones. un mejoramiento en la subrasante ya que el suelo de soporte no cumple con el valor mínimo requerido para una subrasante de buenas condiciones. El material de mejoramiento a emplear debe cumplir con los requerimientos de la (tabla 8.12 Pavimentos (Materiales, Construcción y Diseño), Hugo Rondón y Freddy Reyes), debe tener un valor de **CBR mínimo de 5% y/o más** para afirmados y subbase, además debe cumplir con las especificaciones del articulo 230-22 de la norma INVIAS.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

CBR [%]	Clasificación general	Usos
0 - 3	Muy pobre	Subrasante
3 - 7	Pobre a regular	Subrasante
7 - 20	Regular	Afirmados y subbase
20 - 50	Bueno	Subbase y base
>50	Excelente	Base

Tabla 12. Clasificación del suelo según el CBR de la subrasante.
Fuente: Tabla 8.12 Pavimentos (Materiales, Construcción y Diseño), Hugo Rondón y Freddy Reyes.

Para determinar el módulo resiliente de la subrasante y del material de mejoramiento se utilizó la correlación con el valor de CBR cuya expresión es $Mr=2555*(CBR^{0.64})$ *0.0703, adicional a esto para obtener el CBR de diseño equivalente se plantea el cálculo del modelo resiliente equivalente, mediante la formulación propuesta por IVANOV.

$$E_e = \frac{E_0}{1 - \frac{2}{\pi}\left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right)\arctan\left(\frac{ns}{2a}\right)}$$

$$n = \sqrt[2.5]{\frac{E_1}{E_0}}$$

EC

Donde:

Ee: Modulo resiliente equivalente (kg/cm2)
E0: Modulo resiliente del material de la subrasante (kg/cm2)
E1: Modulo resiliente del material de mejoramiento (kg/cm2)
n: Modulo ponderado de las capas
s: Espesor del material de mejoramiento (cm)
a: Radio del área cargada (cm)

La ecuación 1, permite encontrar una equivalencia del módulo de resiliencia y CBR de diseño, el cual según especificaciones y experiencia debe estar limitado a 5.0%, para lo cual se considera que el CBR del material de reemplazo equivale a 10%. En nuestro caso el CBR equivalente es igual a **5.0%**. En la **tabla 13** se reporta el resultado de la modelación utilizando la teoría de Ivanov para el sector vial.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los CBR se tiene que para el tramo el **CBR de diseño** será igual a **1.34%.**

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

Metodología Ivanov		
CBR Subrasante (%)	1.34	CBR suministrado estudio geotécnico
CBR Material de mejoramiento (%)	**10**	CBR del material de remplazo
MR subrasante (Kg/cm2)	216.64	Módulos resilientes por correlación (MR=2555*CBR^0.64) *0.070307. Lister y Powell (1987)
MR Mejoramiento (Kg/cm2)	**784.13**	
n	1.67	Modulo ponderado de las Capas
2a (cm)	30.14	Radio del área cargada (15.07)
s (cm)	**35**	Espesor del material de mejoramiento
MR Equivalente (Kg/cm2)	**518.50**	Modulo resiliente equivalente (Ivanov)
MR Equivalente (PSI)	**7374.86**	
CBR de Diseño Equivalente (%)	5.28	CBR de diseño

Tabla 13. Capacidad de soporte equivalente metodología IVANOV-CBR 5%.
Fuente: Elaboración propia.

De lo anterior se infiere que el mejoramiento que debe tener la estructura de pavimento es de **35 cm** de un material seleccionado con **CBR de 10%,** esto mejora la capacidad de soporte del conjunto para el periodo de construcción y el periodo de diseño.

En el **Anexo 4**, se presenta el cálculo de mejoramiento por la metodología de Ivanov.

Reemplazo con espesor de 35 cm para mejoramiento de la subrasante, CBR: 10%
Material existente en campo según estudio geotécnico

Ilustración 1 Modelo estructural de mejoramiento de la subrasante metodología IVANOV.
Fuente: Elaboración propia.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

9.4 Análisis del Potencial de Expansión

Un factor que influye contundentemente en el comportamiento del suelo es la expansividad, para determinar la influencia del factor expansividad a la hora de recomendar una estructura de pavimento que cumpla con las condiciones mecánicas que contrarresten la posible expansividad generada por la subrasante.

Para este proyecto el valor de expansividad máximo encontrado de las exploraciones realizadas en campo fue de ***0.265 Ton/m²***, lo cual indica que la subrasante necesita material seleccionado para compensar las posibles sobrecargas producidas por el suelo, para ello se recomienda una capa de mejoramiento de **35 cm** sobre el área del proyecto y así contrarrestaríamos la posible expansión de los suelos encontrados en condiciones de saturación.

Estructura para evitar Expansión			
Material	**Espesor (m)**	**ɣ (Ton/m³)**	**σ (Ton/m²)**
Losa de Concreto	0.20	2.40	0.48
Sub-Base Granular	0.20	2.00	0.40
Mejoramiento	0.35	2.00	0.70
Esfuerzo Total Estructura (Ton/m²)			**1.58**

Tabla 14. Análisis de expansión.
Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla anterior, se tiene que el esfuerzo total producido por la estructura corresponde a **1.58 Ton/m²**, con lo que se contrarrestaría la presión más crítica ejercida por el suelo.

9.5 Estructura Recomendada

En general, la estructura recomendada por esta consultoría está compuesta por una capa de material seleccionado, de acuerdo con lo establecido en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, del Instituto Nacional de Vías-INVIAS, 2022, y una capa de pavimento rígido, cuyo espesor varía según el nivel de carga aplicado.

En este caso el suelo presenta un CBR<5%, lo cual indica que necesita material seleccionado para mejorar su capacidad portante, de lo anterior se infiere que el espesor de mejoramiento que debe tener la estructura de pavimento es de mínimo **35 cm** para garantizar un CBR de Diseño Equivalente de **5%** a lo largo de todo su tramo vial además de presentar un **CBR de 10%,** lo cual contrarrestaría la posible expansión de los suelos encontrados en condiciones de saturación.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

El material de mejoramiento que se deberá utilizar debe cumplir con las especificaciones técnicas de un **material de Afirmado Art. INV-311-22**.

TRAMO	MATERIAL DE MEJORAMIENTO	CBR EQUIVALENTE	CAPA DE MEJORAMIENTO
BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS	AFIRMADO ART. INV-311-22	**5%**	**35 cm**

Tabla 15. Análisis de mejoramiento.
Fuente: Elaboración propia.

En la **ilustración 2**, se presenta el esquema de la estructura propuesta.

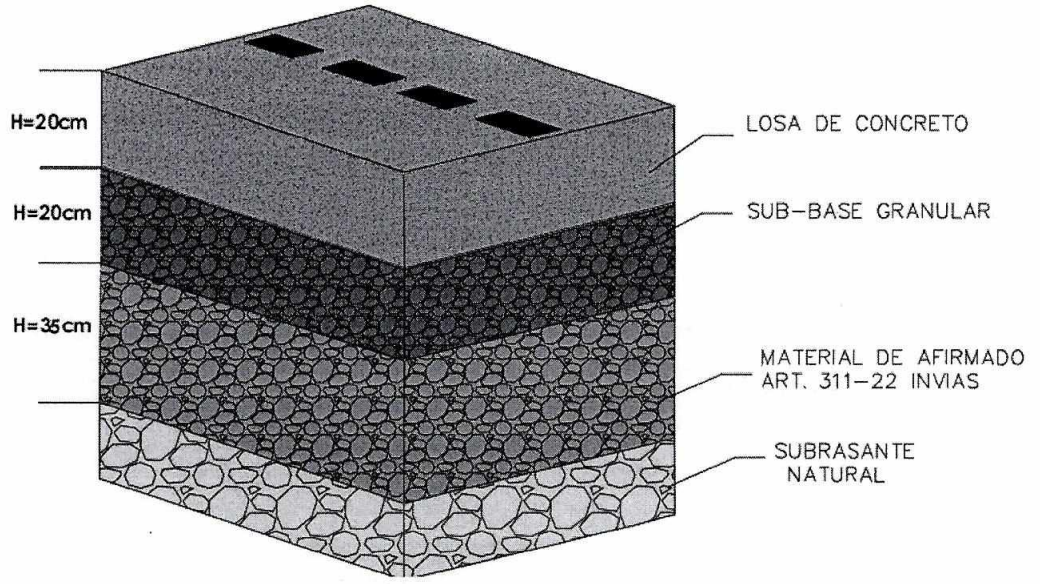


Ilustración 2 Modelo estructural de separación de la subrasante
Fuente: Elaboración propia.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los diseños y recomendaciones aquí presentados están basados en la exploración geotécnica realizada en el sitio en el cual se proyecta la **CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA.**

- La exploración geotécnica consistió en la realización de cinco (5) apiques para la extracción de muestras en moldes para la realización del ensayo de relación de soporte de California (CBR, por sus siglas en inglés, California Bearing Ratio) a una profundidad de 1.50 m y/o ensayos de penetración con la utilización del Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC) según condiciones del terreno con el fin de analizar y determinar el mejoramiento de la estructura de pavimento.

- De los cinco (5) apiques inicialmente establecidos se obtuvieron cinco (5) muestras para el ensayo CBR, tomando muestras representativas del terreno para posterior análisis y clasificación del suelo.

- La exploración de campo se realizó mediante la utilización de moldes para el ensayo de CBR, de cada perforación se obtuvo muestras representativas del terreno con el fin de llevarlas al laboratorio para realizarles las pruebas necesarias para identificar las propiedades y características del terreno.

- Los parámetros y recomendaciones aquí presentadas están basadas en la exploración geotécnica realizada en el sector del proyecto, en el cual, se pretende realizar la construcción de la estructura proyectada.

- Se recomienda que durante la etapa constructiva no se exponga el suelo natural durante la excavación o movimientos de tierra requeridos por el diseño geométrico, en todos los casos se debe ajustar el diseño dependiente de la vía por encima del nivel actual de la misma.

- Todas las actividades de compactación deberán realizarse en capas de materiales con espesores entre 15 a 30 cm según el tipo de equipo de compactación y material utilizado para la actividad.

10.1 Recomendaciones Generales

- Cada uno de los materiales de las estructuras propuestas, deben cumplir con lo establecido en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, del Instituto Nacional de Vías-INVIAS, 2022.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

10.2 Resultados de los ensayos realizados

- El perfil estratigráfico obtenido en la campaña de exploración geotécnica del trazado del proyecto para vía reporta espesores predominantes de arena limosa con o sin presencia de grava seguido de material de arcillas de plasticidades variables de mediana a alta plasticidad con o sin presencia de arenas, grava limosa con presencia de arenas y estratos de arcillas arenosas de mediana plasticidad en las respectivas áreas del proyecto evaluado.

- En resumen, se evidencian estratos de:

  - ✓ Grava limosa con presencia de arena (GM)
  - ✓ Arena limosa con presencia de grava (SM).
  - ✓ Arena limosa (SM).
  - ✓ Arcilla arenosa de mediana plasticidad (CL)
  - ✓ Arcilla de mediana plasticidad (CL).
  - ✓ Arcilla de mediana plasticidad con presencia de arena (CL).
    Arcilla de alta plasticidad (CH).

- El nivel freático NO se encontró en las perforaciones realizadas.

- La humedad más alta registrada de todas las muestras obtenidas es del 31%. La mínima humedad registrada es de 3%.

- El grado de plasticidad muestra que los límites líquidos de todos los estratos de "Arcilla" varían entre 34% y 60%. El límite plástico de todos los estratos de "Arcilla" varían entre 15% y 30%. De igual manera para los estratos de "Arcilla" el menor índice de plasticidad obtenido presenta un valor de 12% y el mayor un valor de 30%.

- El contenido de humedad en laboratorio para todos los estratos de arcilla fue de promedio 6%.

- El contenido de humedad en laboratorio para todos los estratos de arenas fue de promedio 7%.

- El contenido de humedad en laboratorio para todos los estratos de arcilla fue de promedio 23%.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

- Realizadas las exploraciones y los ensayos correspondientes, podemos analizar que la sección de la vía no es geotécnicamente homogénea, logrando determinar que dentro de la zona de estudio a intervenir se encontraron perfiles estratigráficos predominantes de arena limosa con o sin presencia de grava seguido de material de arcillas de plasticidades variables de mediana a alta plasticidad con o sin presencia de arenas, grava limosa con presencia de arenas y estratos de arcillas arenosas de mediana plasticidad obteniendo así valores CBR entre 1,23% y 1.54% en el tramo auscultado.

10.3 Análisis y Mejoramiento de la subrasante

- Para llevar a cabo la exitosa construcción de la cimentación propuesta, se recomiendan los procedimientos constructivos establecidos en las Especificaciones Técnicas de construcción del INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS – INVIAS en su versión 2022, al igual que las normas de seguridad industrial, y de impacto ambiental vigentes en el momento de ejecución de las obras.

- Las muestras evaluadas del terreno natural se les realizo análisis de expansividad de los apiques y CBR, presentando potencial expansivo bajo y alto.

- El cálculo del CBR de diseño se realizó aplicando la metodología del percentil 75 esto se realizó debido a que se tienen 5 valores o más de CBR, en caso contrario se recomienda tomar el menor valor de resistencia del CBR y/o se puede usar el criterio de la media aritmética.

- Considerando los resultados obtenidos de los CBR inalterados y ensayos CBR se tiene que el **CBR de diseño** para la zona vial sería de **1,34%.**

- En este caso el suelo presenta un CBR<5%, lo cual indica que necesita material seleccionado para mejorar su capacidad portante, de lo anterior se infiere que el espesor de mejoramiento que debe tener la estructura de pavimento es de mínimo 35 cm para garantizar un CBR de Diseño Equivalente de 5% a lo largo de todo su tramo vial además de presentar un CBR de 10%, lo cual contrarrestaría la posible expansión de los suelos encontrados en condiciones de saturación.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

- El material de mejoramiento que se deberá utilizar consiste en un suelo seleccionado Art.INV E-230-22 "mejoramiento de la subrasante" además el material debe cumplir con las especificaciones técnicas de un material de Afirmado Art. INV-311-22 y tener un CBR de 10%.

TRAMO	MATERIAL DE MEJORAMIENTO	CBR EQUIVALENTE	CAPA DE MEJORAMIENTO
BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS	AFIRMADO ART. INV-311-22	**5%**	**35 cm**

Tabla 16. Análisis de mejoramiento.
Fuente: Elaboración propia.

Estructura para evitar Expansión			
Material	**Espesor (m)**	**γ (Ton/m³)**	**σ (Ton/m²)**
Losa de Concreto	0.20	2.40	0.48
Sub-Base Granular	0.20	2.00	0.40
Mejoramiento	0.35	2.00	0.70
Esfuerzo Total Estructura (Ton/m²)			**1.58**

Tabla 17. Análisis de expansión.
Fuente: Elaboración propia.

- Durante el proceso constructivo de la subrasante mejorada para las unidades de diseño se recomienda utilizar un material granular según el artículo INV 230-13 "Mejoramiento de la subrasante con adición de materiales". La adición deberá presentar una calidad tal que la capa de subrasante mejorada cumpla requisitos exigidos para los suelos seleccionados, en el **Art. Inv. 311-22**, **"Material de Afirmado".** De igual forma el contratista debe garantizar que durante el proceso de excavación, si se identifica material orgánico, este deberá ser retirado y remplazado para garantizar la calidad del suelo.

- Durante el proceso constructivo de la subbase granular se recomienda compactar una única capa hasta alcanzar una densidad seca del 95 % según el Proctor modificado, adicional el material de subbase debe cumplir con las especificaciones según el artículo INV 320 – 22, teniendo en cuenta el tránsito atraído se realiza la clasificación y selección de la subbase granular.

- Previo a la colocación del material de subbase, se deberá garantizar que el material de afirmado esté debidamente nivelado (Con las cotas y niveles

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

establecidos en el diseño geométrico) y apropiadamente compactado (previamente verificado el grado de compactación y avalado por la interventoría o quien haga sus veces). Además, se debe garantizar y verificar que el espesor del material de afirmado esté acorde con las recomendaciones establecidas en este documento para el cumplimiento mínimo de la capacidad soporte.

- El contenido de materia orgánica no debe superar el estandarizado según la especificación técnica de la norma **INV E-121** "contenido de materia orgánica máximo (%)".

- Se recomienda durante el proceso de céreo y durante el proceso de colocación de cada capa de mejoramiento pasar una volqueta sobre la vía a construir con la finalidad de identificar fallos para ser retirados y remplazados por piedra rajón. De igual forma el contratista debe garantizar que durante el proceso de excavación, si se identifica material orgánico, este deberá ser retirado y remplazado para garantizar la calidad del suelo.

- El diseño debe satisfacer las condiciones hidráulicas para asegurar el buen funcionamiento del proyecto.

- La construcción de cada una de las estructuras debe hacerse con los más altos estándares de calidad.

- Se recomienda que durante la etapa constructiva se tenga en cuenta el manejo de las aguas. En caso de ser necesario utilizar motobombas para evacuar las aguas lluvias que eventualmente puedan caer en el sitio en el momento de realizar las excavaciones y las aguas subterráneas presente en la zona. Para tal fin se debe realizar las excavaciones con una pequeña pendiente hacia algún punto donde se prevea la instalación de la bomba con el fin de facilitar la evacuación de aguas lluvias.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

11 LIMITACIONES

Este informe y las recomendaciones que aquí se consignan se realizan con base en los apiques realizados en campo y con las muestras obtenidas y llevadas a laboratorio, a las cuales se les practicaron los ensayos respectivos anteriormente descritos.

Si por cualquier motivo durante los trabajos de diseño y/o construcción surgen variaciones y se observan condiciones diferentes del suelo de subrasante, se solicita que se comuniquen con el consultor con el fin de realizar los ajustes que sean del caso.

KIANA MILENA SANCHEZ NEGRETE
Elaboro
Ingeniera Civil

JESÚS DAVID PIZARRO FERNANDEZ
Reviso y Aprobó
Especialista en Geotecnia
Ingeniero Civil
Celular: 314 631 74 10

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email: ingelabcon@gmail.com

ANEXOS

- **Anexo 1. Perfiles Estratigráficos y Ensayos de Laboratorio**
- **Anexo 2. Análisis de potencial de expansión.**
- **Anexo 3. Resultados CBR inalterado en campo**
- **Anexo 4. Cálculo de mejoramiento por la metodología de Ivanov.**

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INGELABCON S.A.S
NIT. 901.124.673-8
Oficina: Cra 9a # 34 – 35 barrio Ospina Pérez – Montería –Córdoba
Cel: 3146317410 – Email. ingelabcon@gmail.com

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD GEOTECNICO

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD
ESTUDIO DE SUELOS-GEOTÉCNICO

Yo, **Jesús David Pizarro Fernández**, identificado con **C.C. No. 1.126.243.699** de Ovejas, Sucre, de profesión **Ingeniero Civil y Especialista en Geotecnia**, con **T.P. No. 22202-360842 COR** debidamente inscrito en el Consejo Profesional de Ingeniería – COPNIA, en calidad de ingeniero, con más de seis (6) años de experiencia de ejercicio profesional, por medio del presente documento declaro que asumo toda responsabilidad del Estudio de Suelos y Geotécnico para el proyecto localizado en el municipio de Montería, en el departamento de Córdoba, cuyo objeto es " **CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA**", para el cual he aplicado todos mis conocimientos y experiencia en esta área y cumpliendo además con todas las disposiciones y normas técnicas colombianas vigentes y aplicables al caso, eximiendo al municipio de Montería, Córdoba, de cualquier responsabilidad o perjuicio relacionado o producido por los diseños y recomendaciones realizadas.

En cualquier tipo de caso, situación o eventualidad que pudiere presentarse en las obras a que se hace referencia y que no se ejecuten conforme a lo estipulado por el mismo, no asumiré responsabilidad civil ni penal alguna.

Cordialmente,

JESÚS DAVID PIZARRO FERNANDEZ
Especialista en Geotecnia
Ingeniero Civil
Celular: 314 631 74 10



REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 1.126.243.699
PIZARRO FERNANDEZ

APELLIDOS
JESUS DAVID

NOMBRES

FIRMA

Valido para estudio geotécnico del proyecto "CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA"



FECHA DE NACIMIENTO 22-MAR-1992
OVEJAS
(SUCRE)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.60 ESTATURA | O+ G.S. RH | M SEXO

25-MAR-2010 CON MARACAIBO VEN
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

INDICE DERECHO

REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES

A-1300100-00313376-M-1126243699-20110712 0027394429A 1 35969516

REPUBLICA DE COLOMBIA

26386

UNIVERSIDAD DEL SINU
Elías Bechara Zainúm

EL RECTOR Y EL CONSEJO SUPERIOR
POR EL TENOR DE LA PRESENTE, HACEMOS SABER QUE

Jesus David Pizarro Fernandez

IDENTIFICADO(A) CON LA CEDULA DE CIUDADANIA NO. 1.126.243.699 de Cen Maracaibo Ven , ALUMNO(A) DE ESTA INSTITUCION Y EN TAL VIRTUD FORMADA EN EL PENSAMIENTO DE NUESTRO FUNDADOR CON PROYECCION UNIVERSAL, VALORES CULTURALES Y HUMANOS DEL HOMBRE COLOMBIANO CONFERIMOS, EN NOMBRE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA Y POR AUTORIZACION DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL, EL CARACTER Y TITULO DE

Especialista en Mecánica de Suelos y Cimentaciones

CON EL COMPROMISO DE LIDERAZGO AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD, LA UNIVERSIDAD Y SU FAMILIA PARA GENERAR FUTURAS CONDICIONES DE VIDA MAS FAVORABLES A TODOS; COMPROMETIDO CON NUESTRA RAZON DE SER, ELEVANDO LA CULTURA REGIONAL Y NACIONAL, COMO CONTRIBUCION A LA HUMANIDAD, CON EL CRITERIO DE LA LIBERTAD COMO DERECHO NATURAL Y SIN DISTINGO DE RAZA, CREDO, SEXO O COLOR. EL PRESENTE TITULO LLEVA LAS FIRMAS DEL RECTOR, VICERRECTOR, DECANO Y SECRETARIO GENERAL, EN LA CIUDAD DE Montería
A LOS 31 DIAS DEL MES DE Agosto DEL AÑO 2023

EL RECTOR

EL VICERRECTOR

EL DECANO

EL SECRETARIO GENERAL

LIBRO _____ FOLIO _____

Powered by CamScanner

REPUBLICA DE COLOMBIA

11559

UNIVERSIDAD DEL SINU

Elías Bechara Zainúm

EL RECTOR Y EL CONSEJO SUPERIOR
POR EL TENOR DE LA PRESENTE, HACEMOS SABER QUE

Jesús David Pizarro Fernández

IDENTIFICADO(A) CON LA CEDULA DE CIUDADANIA NO. 1.126.242.699 de Maracaibo (Venezuela) , ALUMNO(A) DE ESTA INSTITUCION Y EN TAL VIRTUD FORMADA EN EL PENSAMIENTO DE NUESTRO FUNDADOR CON PROYECCION UNIVERSAL, VALORES CULTURALES Y HUMANOS DEL HOMBRE COLOMBIANO CONFERIMOS, EN NOMBRE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA Y POR AUTORIZACION DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL, EL CARACTER Y TITULO DE

Ingeniero Civil

CON EL COMPROMISO DE LIDERAZGO AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD, LA UNIVERSIDAD Y SU FAMILIA PARA GENERAR FUTURAS CONDICIONES DE VIDA MAS FAVORABLES A TODOS; COMPROMETIDO CON NUESTRA RAZON DE SER, ELEVANDO LA CULTURA REGIONAL Y NACIONAL, COMO CONTRIBUCION A LA HUMANIDAD, CON EL CRITERIO DE LA LIBERTAD COMO DERECHO NATURAL Y SIN DISTINGO DE RAZA, CREDO, SEXO O COLOR. EL PRESENTE TITULO LLEVA LAS FIRMAS DEL RECTOR, VICERRECTOR, DECANO Y SECRETARIO GENERAL, EN LA CIUDAD DE Montería
A LOS 24 DIAS DEL MES DE Noviembre DEL AÑO 2016

EL RECTOR

EL VICERRECTOR

EL DECANO

EL SECRETARIO GENERAL

Folio 4 582

53

Valido para estudio y elaboración del Proyecto "CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA"



REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2024-2500096

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JESUS DAVID PIZARRO FERNANDEZ, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1126243699, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 22202-360842 desde el 16 de Junio de 2017, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 741.

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 dieciseis (16) días del mes de Enero del año dos mil veinticuatro (2024).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

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

DISEÑO HIDROLOGICO E HIDRAULICO

Handasa
INGENIERÍA
Diseño | Consultoría | Construcción | Interventoría

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPO, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA.

Consultor:
JOSE JORGE BARRETO BARRETO

Ingeniero Civil
ESP. AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

JUNIO DE 2024

VERSIÓN DE CAMBIOS			
Diseñó	Revisó	Aprobó:	VERSIÓN
			002 – AJUSTES
ING CIVIL – ESP. AGUA Y SANEAMIENTO MP 22202355971COR			31062024

CONTENIDO

1. GENERALIDADES 4
2. ALCANCE 4
3. CÓDIGOS Y NORMATIVIDAD APLICABLE 5
4. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 5
5. OBJETIVOS 7
5.1 OBJETIVO GENERAL 7
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS. 7
6. ANÁLISIS HIDROLÓGICO 7
6.1 PRECIPITACIÓN DE DISEÑO 7
6.2 PERIODO DE RETORNO (Tr) 9
6.3 INTENSIDAD DE DISEÑO 10
6.4 HIETOGRAMA DE DISEÑO 14
6.5 ÁREA DE DRENAJE (A) 17
6.6 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C) 20
6.7 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc) 22
6.8 ESTIMACIÓN DE CAUDAL POR EL MÉTODO RACIONAL 23
7. ANÁLISIS HIDRÁULICO 26
7.1 CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LA VÍA 26
7.1 COEFICIENTE DE MANNING 27
7.2 SUMIDEROS DE VENTANA SOBRE UN PUNTO BAJO O UNA DEPRESIÓN 30
7.3 ESTRUCTURAS PARA EVACUACIÓN DEL CAUDAL DE % ESCORRENTÍA. 34
8. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES 36

9. REFERENCIAS..... 38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estación seleccionada BOCA DE LA CEIBA. Fuente: Catalogo Nacional de Estaciones, IDEAM (2024). 8
Tabla 2: Periodos de retorno especificados por el INVIAS para obras de drenaje. Fuente: INVIAS (2009). 9
Tabla 3: Precitaciones máximas en 24 horas anual multianual. Fuente: Elaboración propia (2024). 11
Tabla 4: Coeficientes para cálculo de curvas IDF sintéticas región Caribe. Fuente: Curvas IDF sintéticas Díaz-Granados 13
Tabla 5: Intensidades estimadas para la estación BOCA DE LA CEIBA. Fuente: Elaboración propia (2024). 13
Tabla 6: Hietograma de diseño asociado a la duración de la lluvia Tr 5 Años. Fuente: Elaboración propia (2022). 15
Tabla 7: Áreas de drenaje de la vía. Fuente: Elaboración propia (2022). 20
Tabla 8: Coeficiente de Escorrentía para zonas urbanas. Fuente: Manual de drenaje para carreteras, INVIAS (2011). 21
Tabla 9: Coeficientes de escorrentía para vía. Fuente: Elaboración propia (2024). 21
Tabla 10: Caudales de drenaje para pavimento rígido. Fuente: Elaboración propia (2024). 25
Tabla 11: Valores del coeficiente de rugosidad de Manning. Fuente: RES 0799 (2021). 28
Tabla 12: Capacidad hidráulica de la vía. Fuente: Elaboración propia (2024). 29
Tabla 13: Capacidad hidráulica de sumideros. Fuente: Elaboración propia (2024). 33
Tabla 14: Verificación hidráulica de capacidad de la vía. Fuente: Elaboración propia (2022). 34
Tabla 15: Diseño hidráulico de sumidero lateral en puntos intermedios. Fuente: Elaboración propia (2022). 35

Tabla 16: Diseño hidráulico de sumidero lateral en puntos bajos. Fuente: Elaboración propia (2022). 35

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación de estación BOCA DE LA CEIBA, cercana la zona del proyecto. Fuente: IDEAM, 2024. 8

1. GENERALIDADES

En este informe se presentarán los cálculos y resultados del estudio hidrológico y el diseño hidráulico de cunetas y obras de drenaje del proyecto de "CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPO, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA".

El estudio consiste en el análisis y diseño hidráulico de las obras de conducción de aguas lluvias que afectan la vía en consideración. Se diseñan las estructuras necesarias siguiendo las recomendaciones hechas en el manual de drenaje del INVIAS y el drenaje urbano de la Escuela Colombiana de Ingenieros.

Para el diseño de las estructuras se tomó base del estudio hidrológico para utilizar los caudales que circularan por las obras hidráulicas.

2. ALCANCE

El alcance de este informe comprende los cálculos necesarios para definir las obras de drenaje superficial del proyecto de "CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPO, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA.".

El alcance del proyecto debe cumplir con las expectativas propuestas:

- Ejecutar visitas de campo al sitio del proyecto para poder visualizar y evaluar las condiciones actuales del pavimento a construir.
- Inspeccionar los datos del levantamiento topográfico para poder realizar el modelamiento hidrológico e hidráulico.
- Recopilar y revisar datos disponibles más cercanos de precipitación proporcionados por el IDEAM, para poder analizar la escorrentía superficial que se genera en la cuenca que hace parte de la zona de influencia del proyecto.

- Realizar el estudio hidrológico de la cuenca aferente al pavimento y a sus estructuras hidráulicas, considerando los datos morfológicos, de uso del suelo, la precipitación, la información generada en el modelo digital de terreno y softwares especializados que permitan procesar toda la información base. Este estudio permitirá la estimación de los caudales de escorrentía superficial que se generan en cada período de retorno evaluado.

3. CÓDIGOS Y NORMATIVIDAD APLICABLE

Los elementos considerados dentro del alcance del proyecto cumplirán con las normas vigentes, estándares de diseño, decretos y resoluciones legales nacionales que Se listan a Continuación:

- ✓ INVIAS, MANUAL DE DRENAJE DE CARRETERAS.
- ✓ HIDROLOGÍA URBANA
- ✓ RES 0330 DE 2017
- ✓ DRENAJE URBANO - ECI.

4. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto se localiza en el municipio de Montería en el departamento de Córdoba, específicamente desde su casco urbano, en el barrio Costa de Oro y Pasatiempo. En la siguiente figura se muestra la localización del municipio en la división política del departamento de Córdoba.

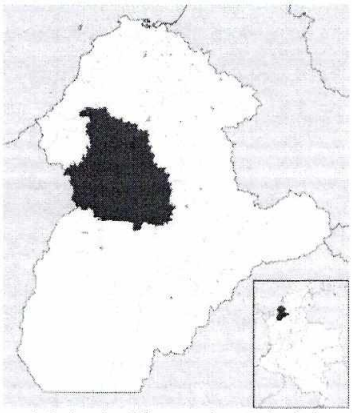


Figura 1: Localización del municipio de Montería, Córdoba. Fuente: IGAC (2009).

En la siguiente figura e muestra la localización del sitio en evaluación en el software Google Earth.



Figura 2: : Localización de puntos críticos a intervenir. Fuente: Elaboración propia (2024).

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL.

Realizar el diseño hidráulico de las obras de drenaje superficial transversal requeridas el proyecto de "ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA EL CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPO, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA" y su respectiva comprobación mediante herramientas computacionales.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- ✓ Ejecutar el diseño y verificación de las secciones hidráulicas que se requieren para evacuar satisfactoriamente el caudal máximo probable de las estructuras requeridas en el proyecto y la optimización de las estructuras existentes.

6. ANÁLISIS HIDROLÓGICO

6.1 PRECIPITACIÓN DE DISEÑO

Una precipitación de diseño es un patrón de precipitación definido para utilizarse en el diseño de un sistema hidrológico. Usualmente la tormenta de diseño conforma la entrada al sistema, y los caudales resultantes a través de este se calculan utilizando procedimientos de lluvia — escorrentía y tránsito de caudales. Una precipitación de diseño puede definirse mediante un valor de profundidad de lluvia en un punto, mediante un hietograma de diseño que especifique la distribución temporal de la precipitación, o mediante un mapa de isoyetas que especifique el patrón espacial de la precipitación.

Se selecciona la estación más cerca al área del proyecto del catálogo de estaciones climatológicas del IDEAM, encontrándose que la estación BOCA DE LA CEIBA, cuya información se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Estación seleccionada BOCA DE LA CEIBA. Fuente: Catalogo Nacional de Estaciones, IDEAM (2024).

DATOS ESTACIÓN	
CÓDIGO	13070070
NOMBRE	BOCA DE LA CEIBA [13070070]
CATEGORÍA	Pluviométrica
ELEVACIÓN (m.s.n.m)	20
LATITUD	8.82991667
LONGITUD	-75.85611111
DEPARTAMENTO	Córdoba
MUNICIPIO	Montería

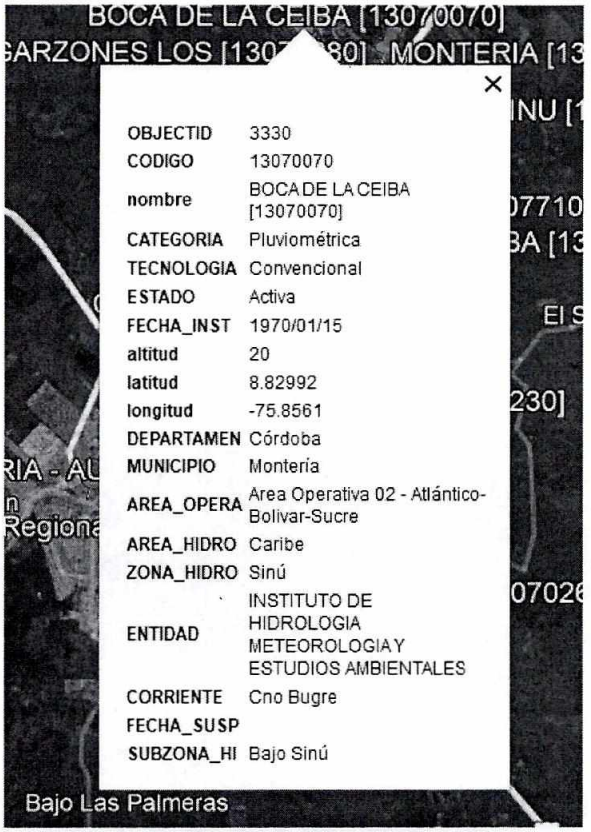


Ilustración 1: Ubicación de estación BOCA DE LA CEIBA, cercana la zona del proyecto. Fuente: IDEAM, 2024.

6.2 PERIODO DE RETORNO (Tr)

El período de retorno puede definirse como el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud especifica. La probabilidad de ocurrencia del evento $X \geq xt$ en cualquier observación puede relacionarse con el periodo de retorno de la siguiente manera:

$$T = \frac{1}{P(X \geq xt)} = \frac{1}{1 - P(X \leq xt)}$$

Siguiendo las indicaciones establecidas por el INVIAS (2009, 2013) se recomiendan unos periodos de retorno de diseño para las obras viales se escoge de acuerdo con la Tabla 2, la cual presenta la normatividad según el Manual de Drenaje de Carreteras del INVIAS.

Tabla 2: Periodos de retorno especificados por el INVIAS para obras de drenaje. Fuente: INVIAS (2009).

OBRAS DE DRENAJE	Tr
Drenaje superficial	2
Cunetas	5
Zanjas de coronación	10
Estructuras de caída	10
Alcantarillas de 0,9 m de diámetro	10
Alcantarillas mayores de 0,9 m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10 m)	25
Puentes de luz entre 10 m y 50 m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50 m	100

El período de retorno de diseño debe determinarse de acuerdo con la importancia de las áreas y con los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan ocasionar a los habitantes, tráfico vehicular. La selección del período de

diseño está asociada entonces con las características de protección e importancia del área de estudio. Para el caso de la vía se escoge un periodo de 5 años.

6.3 INTENSIDAD DE DISEÑO

Las curvas IDF se definen como la representación gráfica de una intensidad de precipitación (mm/h) que puede variar durante la duración de una tormenta, para una duración en intervalos iguales en minutos u horas desde el inicio hasta el fin de la lluvia asociado a un periodo de retorno llamado frecuencia, en otras palabras, una precipitación de 1/50 significa que es probable que se presente una vez cada 50 años (periodo de retorno).

La metodología simplificada de cálculo de las curvas intensidad – duración – frecuencia se debe llevar a cabo siempre y cuando no se disponga de datos históricos de precipitación de corta duración (datos pluviográficos). Para Colombia se propone el método de Vargas & Diaz-Granados (1998). En este estudio se dedujeron curvas intensidad-duración frecuencia por correlación con la precipitación máxima promedio anual en 24 horas, el número promedio de días de lluvia al año, la precipitación total media anual y la elevación de la estación. La mejor correlación obtenida, sin embargo, fue la que se obtuvo con la precipitación máxima promedio anual en 24 horas en una estación, y es la que se propone para los estudios, además de que es la más sencilla de utilizar.

$$i = \frac{axT^b xM^d}{T^c}$$

Dónde:

- I = Intensidad de precipitación (mm/h)
- T = Periodo de retorno (años)
- t = Tiempo de duración (min)
- M = Precipitación media en 24 horas (mm)
- a, b, c, d: coeficientes de regresión para la región de interés

Como no se cuenta con información de pluviogramas, para la elaboración de las curvas IDF se utilizó la ecuación sintética de Díaz – Granados para la región caribe a con sus respectivos coeficientes regresión obtenidos por los autores mencionados, las precipitaciones máximas en 24 horas por año son las que se muestran en la Tabla 3:

Tabla 3: Precitaciones máximas en 24 horas anual multianual. Fuente: Elaboración propia (2024).

Año	No. Días Lluvia	Prec. Máx. 24h
1991	62	100
1992	78	64
1993	75	110
1994	79	109
1995	79	82
1996	76	94
1997	59	90
1998	74	86
1999	52	105
2000	73	130
2001	74	68

Año	No. Días Lluvia	Prec. Máx. 24h
2002	73	70
2003	83	89
2004	64	75
2005	80	78
2006	76	90
2007	80	75
2008	77	110
2009	57	61
2010	75	97
2011	70	90
2012	73	90
2013	65	65
2014	42	135
2015	43	95
2016	56	95
2017	63	106
2018	54	85
2019	51	120
2020	50	140

Se utilizan los coeficientes de regresión de la región caribe (R2) en la Tabla 4.

Tabla 4: Coeficientes para cálculo de curvas IDF sintéticas región Caribe. Fuente: Curvas IDF sintéticas Díaz-Granados

REGIÓN	a	b	c	d
ANDINA (R1)	0.94	0.18	0.66	0.83
CARIBE (R2)	24.85	0.22	0.5	0.1
PACIFICO (R3)	13.92	0.19	0.58	0.2
ORINOQUIA (R4)	5.53	0.17	0.63	0.42

Tabla 5: Intensidades estimadas para la estación BOCA DE LA CEIBA. Fuente: Elaboración propia (2024).

	Intensidades (mm/h)					
Tr (años)	**10**	**20**	**30**	**60**	**120**	**360**
2.33	113.36	80.16	65.45	46.28	32.72	18.89
5	134.10	94.82	77.42	54.74	38.71	22.35
10	156.19	110.44	90.17	63.76	45.09	26.03
25	191.07	135.11	110.31	78.00	55.16	31.84
50	222.55	157.36	128.49	90.85	64.24	37.09
100	259.21	183.29	149.65	105.82	74.83	43.20
500	369.33	261.16	213.23	150.78	106.62	61.56

Las curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF) para la zona del proyecto se muestran en la Figura 3:

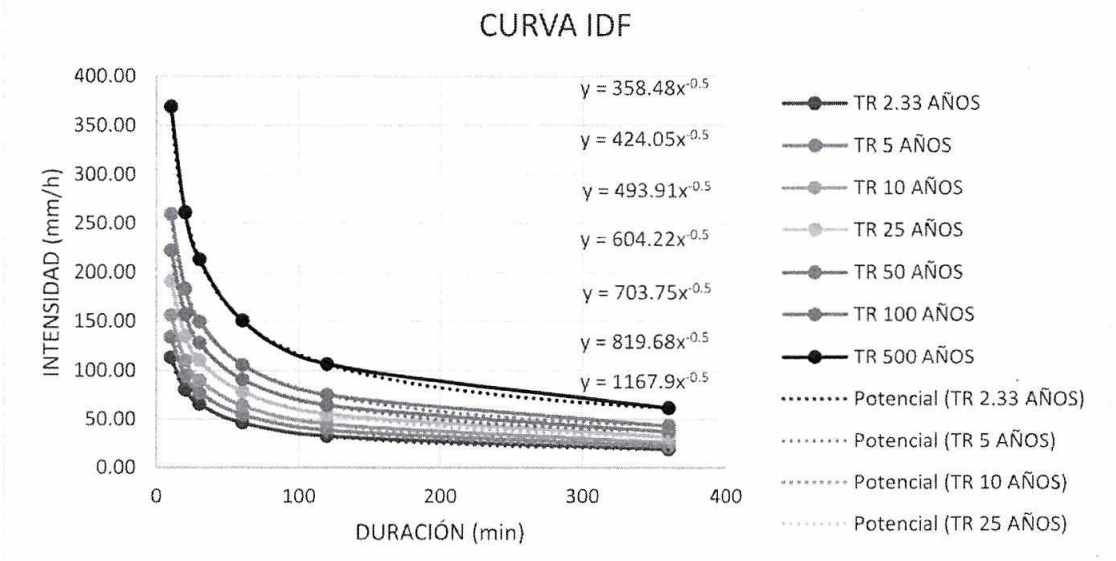


Figura 3: Curvas INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA de la estación BOCA DE LA CEIBA. Fuente: Elaboración propia (2024).

6.4 HIETOGRAMA DE DISEÑO

Los hietogramas de diseño permiten reflejar la distribución de las precipitaciones producidas a lo largo de las horas más lluviosas asociadas para un periodo de retorno definido. Para desarrollar este método es necesario definir un periodo de retorno para un tiempo específico, en este caso se escoge un periodo de retorno de 25 años para confeccionar un hietograma de lluvias asociado a un tiempo específico (tiempo de duración de la lluvia). Para generar el hietograma de diseño, es necesario conocer la intensidad de precipitación, para lo cual se utiliza los valores obtenidos en el numeral 7.2.

Para el tiempo de duración del evento proyectó una lluvia típica de 180 minutos y se generó el hietograma asociado al periodo de retorno, por el método de bloques alternos. En la Tabla 6 se observa la distribución de las lluvias en intervalos de 5 min y en la Figura 4 se presenta el comportamiento del evento desde que inicia hasta que termina.

Tabla 6: Hietograma de diseño asociado a la duración de la lluvia Tr 5 Años. Fuente: Elaboración propia (2022).

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	P.acumulada (mm)	ΔP (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	P. Alternada (mm)	InPa Alternada (mm)	P. Acum (mm)
10	124.318	20.720	20.720	124.318	3.123	18.740	3.123
20	80.970	26.990	6.270	37.621	4.514	27.085	7.637
30	63.008	31.504	4.514	27.085	20.720	124.318	28.357
40	52.737	35.158	3.654	21.922	6.270	37.621	34.627
50	45.937	38.281	3.123	18.740	3.654	21.922	38.281
60	41.038	41.038	2.757	16.541	2.757	16.541	41.038
70	37.305	43.523	2.485	14.911	2.274	13.645	43.312
80	34.348	45.797	2.274	13.645	1.964	11.785	45.276
90	31.934	47.902	2.104	12.626	1.745	10.470	47.021
100	29.919	49.866	1.964	11.785	1.580	9.481	48.601
110	28.206	51.712	1.846	11.077	1.451	8.704	50.052
120	26.728	53.457	1.745	10.470	1.346	8.074	51.397
130	25.437	55.114	1.657	9.943	1.258	7.551	52.656
140	24.297	56.694	1.580	9.481	1.185	7.108	53.841
150	23.282	58.206	1.512	9.070	1.121	6.727	54.962
160	22.371	59.656	1.451	8.704	1.066	6.396	56.028
170	21.548	61.052	1.396	8.373	1.017	6.104	57.045
180	20.799	62.398	1.346	8.074	0.974	5.845	58.019
190	20.115	63.698	1.300	7.801	0.935	5.612	58.955
200	19.487	64.956	1.258	7.551	0.900	5.402	59.855
210	18.908	66.176	1.220	7.321	0.869	5.212	60.724

CÓDIGO: CO-F-002	FORMATO ESTUDIOS HEH	Handasa INGENIERÍA
Fecha: 30/01/2024	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD URBANA MEDIANTE PAVIMENTO EN CONCRETO HIDRÁULICO Y ANDENES PEATONALES EN EL MUNICIPIO DE MOÑITOS, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA	
Versión: 001		

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	P.acumulada (mm)	ΔP (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	P. Alternada (mm)	InPa Alternada (mm)	P. Acum (mm)
220	18.371	67.361	1.185	7.108	0.840	5.038	61.563
230	17.873	68.513	1.152	6.911	0.813	4.879	62.377
240	17.409	69.634	1.121	6.727	0.789	4.732	63.165
250	16.974	70.727	1.093	6.556	0.766	4.596	63.931
260	16.568	71.793	1.066	6.396	0.745	4.470	64.676
270	16.185	72.834	1.041	6.246	0.725	4.353	65.402
280	15.825	73.851	1.017	6.104	0.707	4.243	66.109
290	15.485	74.846	0.995	5.971	0.690	4.140	66.799
300	15.164	75.820	0.974	5.845	0.674	4.044	67.473
310	14.860	76.774	0.954	5.725	0.659	3.953	68.132
320	14.571	77.710	0.935	5.612	0.645	3.868	68.777
330	14.296	78.627	0.917	5.505	0.631	3.787	69.408
340	14.034	79.528	0.900	5.402	0.618	3.710	70.026
350	13.785	80.412	0.884	5.305	0.606	3.637	70.632
360	13.547	81.280	0.869	5.212	0.595	3.568	71.227

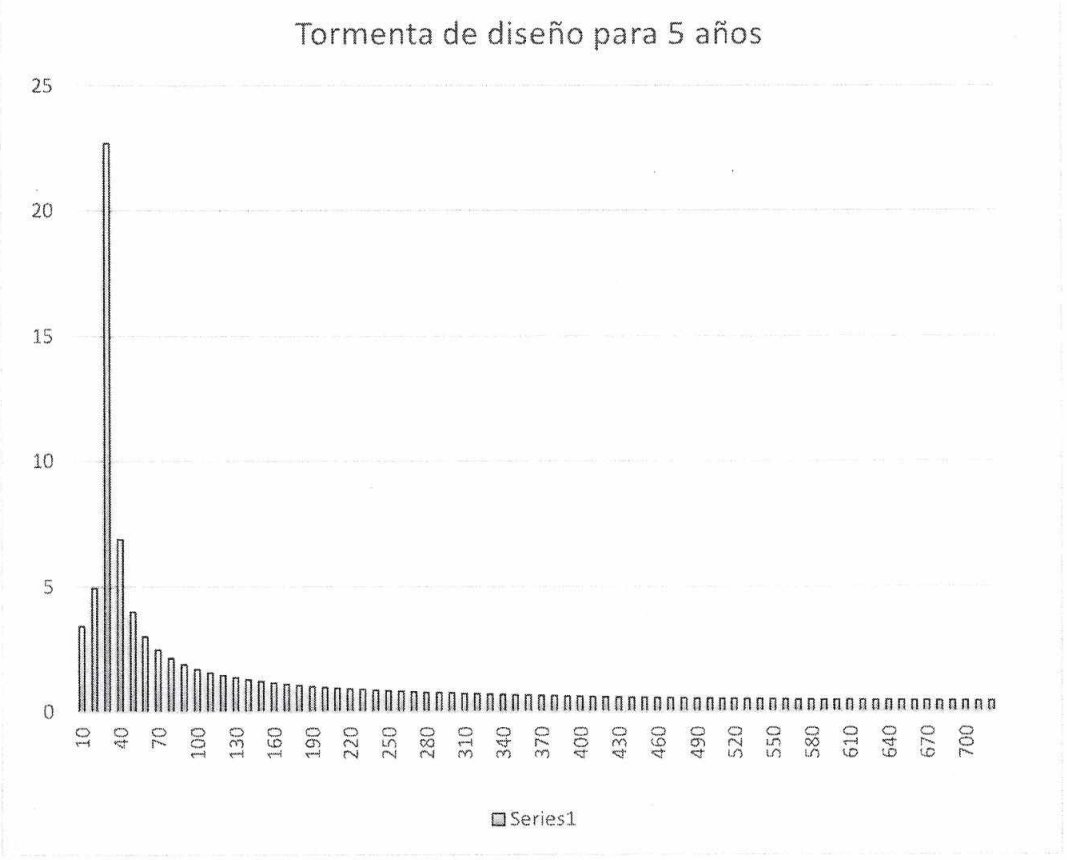


Figura 4: Hietograma de diseño por bloques alternos TR 25 Años. Fuente: Elaboración propia (2022).

6.5 ÁREA DE DRENAJE (A)

Una cuenca hidrográfica es el área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red natural con una o varias corrientes superficiales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor, que a su vez puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar.

Las áreas de drenaje para cada una de las estructuras fueron delimitadas utilizando un sistema de información geográfico teniendo como insumo principal los archivos

"shapes" para construir los modelos de elevación digital. La técnica que se utilizó fue la de encontrar las divisorias de agua teniendo como base los puntos demarcados en las abscisas sobre la vía.

El área de drenaje corresponde a la superficie delimitada por la divisoria de aguas de la zona de estudio. Las áreas se determinaron por medio de Google Earth y el sistema de información geográfica (SIG), las cuales contribuyen a los sistemas que se están diseñando. Con el fin de delimitar las áreas contribuyentes a la escorrentía superficial para cada vía se realizó el trazado de las áreas aferentes de cada una. Las áreas de drenaje corresponden a pequeños cultivos y canales artesanales construidos por la comunidad aledaña.

El área de drenaje está definida por una divisoria o parte aguas estructurada topográficamente en donde las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas, por uno o varios cursos de agua interconectados entre sí, hacia un único punto de salida.

Para realizar el modelamiento hidrológico fue necesario evaluar y determinar las corrientes que aportan a la condición de flujo de la cuenca a modelar, por lo que fue fundamental realizar un estudio hidrológico y una modelación de la zona de estudio que involucró a todas las corrientes a portantes a la escorrentía del sector, con la herramienta de hidrología que nos proporciona el sistema de información geográfica y el cual nos permite identificar variables hidrológicas como: Los drenajes, la dirección del flujo, la acumulación del flujo, la delimitación de la cuenca y subcuencas y la clasificación del drenaje de acuerdo con su orden.

Los parámetros de la cuenca se determinaron con el siguiente procedimiento:

- Se identificaron las coordenadas del sitio de construcción, con el fin de delimitar la parte de la cuenca que drena hacia ese punto.
- Se procedió a conseguir los archivos tipo "shape" de cuerpos de un área amplia en donde pudiera estar comprendida la cuenca. Esto para poder

procesar la información en un sistema de información geográfica, de curvas de nivel a modelo digital de elevación.

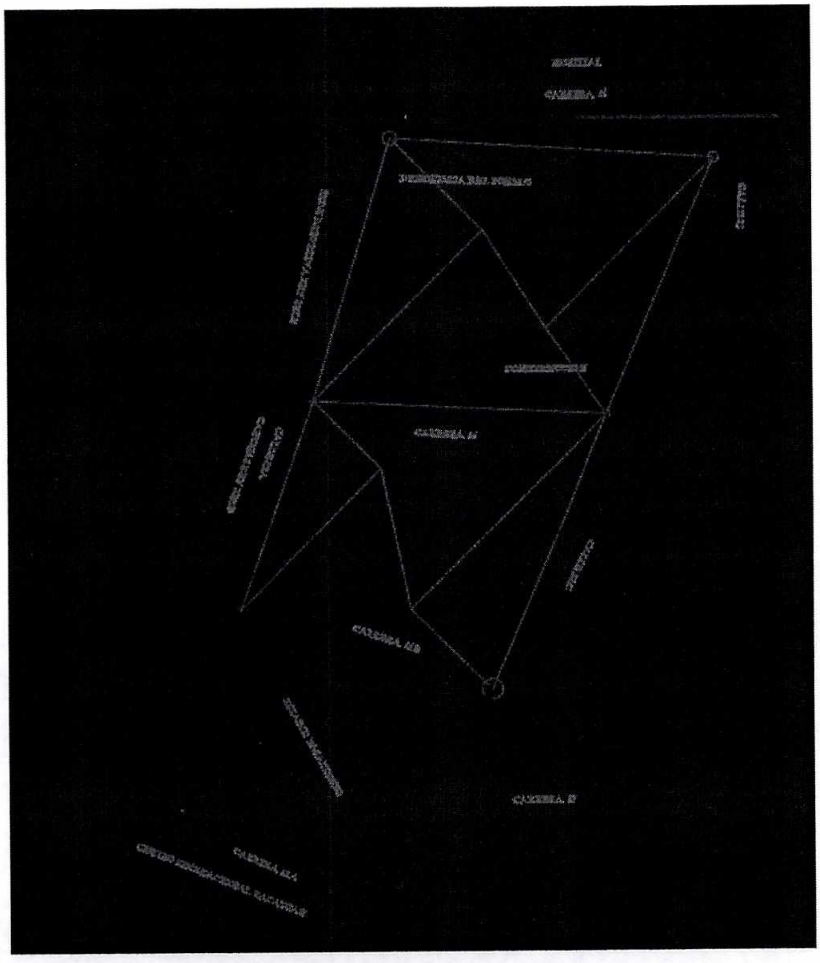


Figura 5: Plano de áreas aferentes a la vía. Fuente: Elaboración propia (2024).

Tabla 7: Áreas de drenaje de la vía. Fuente: Elaboración propia (2022).

ÁREAS			TRAMO
ID	m2	km2	
A1	2585.0014	0.25850014	M1 a M2
A2	3586.879	0.3586879	M2 a M4
A3	11940.0081	1.19400081	M3 a M4
A4	851.2619	0.08512619	M1 a M3
A5	4706.4312	0.47064312	M3 a M5
A6	7683.7432	0.76837432	M4 a M6
A7	12621.4808	1.26214808	M5 a M6
A8	7576.5236	0.75765236	M5 a M7
A9	6062.2048	0.60622048	M6 a M8
A10	6672.4725	0.66724725	M7 a M8

6.6 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)

El coeficiente de escorrentía es la relación entre la parte de la precipitación que circula superficialmente y la precipitación total, entendiendo que la parte superficial es menor que la precipitación total al descontar la evaporación, evapotranspiración, almacenamiento, etc. Como puede comprenderse, el proceso de escorrentía es complejo y en la práctica deben introducirse simplificaciones. El coeficiente de escorrentía es un valor adimensional comprendido entre 0 y 1.

La escorrentía dependerá de la zona urbana a que corresponda y a los materiales constituyentes de la superficie. Atendiendo a la zonificación pueden adoptarse los siguientes valores:

Tabla 8: Coeficiente de Escorrentía para zonas urbanas. Fuente: Manual de drenaje para carreteras, INVIAS (2011).

TIPO DE ÁREA DE DRENAJE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA C
PRADOS	
Suelos arenosos, planos, 2%	0.05 - 0.10
Suelos arenosos, promedio, 2 -7 %	0.15 - 0.20
Suelos pesados (arcillosos), planos, 2%	0.13 - 0.17
Suelos pesados (arcillosos), promedio, 2 -7 %	0.18 - 0.22
Suelos pesados (arcillosos), pendientes, 7%	0.25 - 0.35
DISTRITOS COMERCIALES	
Áreas de centro de ciudad	0.70 - 0.95
Áreas vecinas	0.50 - 0.70
RESIDENCIAL	
Casas individuales separadas	0.30 - 0.50
Casas multifamiliares separadas	0.40 - 0.60
Casas multifamiliares unidas	0.60 - 0.75
Suburbana	0.25 - 0.40
Áreas de apartamentos de vivienda	0.50 - 0.70
INDUSTRIAL	
Áreas livianas	0.50 - 0.80
Áreas pesadas	0.60 - 0.90
PARQUES CEMENTERIOS	0.10 - 0.25
CAMPOS DE JUEGOS	0.20 - 0.35
ÁREAS DE PATIOS DE FERROCARRILES	0.20 - 0.40
ÁREAS NO DESARROLLADAS	0.10 - 0.30
CALLES	
Asfaltadas	0.70 - 0.95
Concreto	0.80 - 0.95
Ladrillo	0.70 - 0.85
CALZADAS Y ALAMEDAS	0.75 - 0.85
TECHOS	0.75 - 0.95

La vía se caracteriza por áreas residenciales de casas individuales y multifamiliares unidas, zonas de pavimento en concreto que se proyectan, corresponden a 0.9 y 0.85 respectivamente,

Tabla 9: Coeficientes de escorrentía para vía. Fuente: Elaboración propia (2024).

ID	LONGITUD	PENDIENTE		LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA TOTAL	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS
	(m)	%	m//m	(km)	M2	Km2	CONCRETO
A2	114.78	1.05%	0.0105	0.11478	3586.88	0.00359	0.9
A3	132.63	-0.85%	-0.0085	0.13263	11940.01	0.01194	0.9
A6	146.49	0.30%	0.003	0.14649	7683.74	0.00768	0.9
A7	146.11	-0.20%	-0.002	0.14611	12621.48	0.01262	0.9
A9	150.1	0.51%	0.0051	0.1501	6062.20	0.00606	0.9

6.7 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc)

Se define como el tiempo necesario, desde el inicio de la precipitación, para que toda la cuenca contribuya al sitio de la obra de drenaje en consideración, o, en otras palabras, el tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la hoya hasta llegar a la salida de esta. En general, el tiempo de concentración se calcula por medio de ecuaciones empíricas, dentro de las cuales se cuentan las siguientes:

- **Ecuación de Kirpich (1940):**

$$t_c = 0.06628\left(\frac{L}{S^{0.5}}\right)^{0.77}$$

Donde: Tc: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). S: Pendiente entre las elevaciones máxima y mínima (pendiente total) del cauce principal, en metros por metro (m/m).

- **Ecuación de Témez:**

$$t_c = 0.30\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76}$$

Donde: Tc: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).

- **Ecuación de Ventura - Heras:**

$$t_c = 0.30\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.75}$$

Donde, Tc: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). S: Pendiente total del cauce principal, en metros por metro (m/m).

6.8 ESTIMACIÓN DE CAUDAL POR EL MÉTODO RACIONAL

A partir de la identificación de la red hídrica de drenajes obtenida con la caracterización de las microcuencas, se logró establecer un drenaje principal que se acumula en los puntos de más bajo nivel de la zona; también se identificó un drenaje secundario que discurre directamente a un canal de excedentes existente sobre el costado sur hasta encontrarse con el drenaje principal.

Para la estimación de los caudales máximos de entrada al predio del proyecto, se utilizó el Método del Racional, en razón a que el área de la microcuenca aportante es menor a 90 Ha, que es la recomendación del INVIAS (2011). La duración de las lluvias de diseño se establece igual al tiempo de concentración de la cuenca, toda vez que esta es la condición más desfavorable y que es una práctica recomendada en hidrología (Chow, 1994).

El método o fórmula racional es una de las ecuaciones más adecuadas para el cálculo del caudal pico en pequeñas áreas asociadas con el drenaje de vías, esta metodología se considera válida para áreas inferiores a 0,9 km² (ASCE, 1992) (Rodríguez, 2013) y se fundamenta en la siguiente ecuación:

$$Q = 0.278\, C * I * A$$

Donde Q es el caudal en m^3/s; C es el coeficiente de escorrentía que depende las pendientes, el tipo y uso del suelo; A es el área de drenaje de la cuenca y 0.278 corresponde al factor de conversión de unidades. Esta metodología establece que el caudal pico ocurre cuando toda el área contribuye al flujo y la intensidad de la lluvia es uniforme en un tiempo igual al tiempo de concentración de la hoya (o microcuenca, en este caso) (H. Rodríguez, 2013).

El coeficiente de escorrentía es la relación entre la tasa pico de escorrentía directa y la intensidad de la precipitación en un período de tiempo dado (Chow, 1994). La selección de este coeficiente en general se realizar de acuerdo con las coberturas del suelo. Este valor también se puede calcular para una lluvia de características conocidas, siempre y cuando se conozca la respuesta de la hoya en términos del caudal de escorrentía superficial (Monsalve, 2004).

Tabla 10: Caudales de drenaje para pavimento rígido. Fuente: Elaboración propia (2024).

ID	LONGITUD	PENDIENTE		LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA TOTAL	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL
	(m)	%	m//m	(km)	M2	Km2	CONCRETO	Años	min	min	mm/hr	m3/s
A2	114.78	1.05%	0.0105	0.11478	3586.88	0.00359	0.9	5	4.340	15.000	163.21	0.146
A3	138.69	-0.37%	-0.0037	0.13869	11940.01	0.01194	0.9	5	7.502	15.000	163.21	0.488
A6	146.49	0.30%	0.003	0.14649	7683.74	0.00768	0.9	5	8.482	15.000	163.21	0.314
A7	146.11	-0.20%	-0.002	0.14611	12621.48	0.01262	0.9	5	9.896	15.000	163.21	0.515
A9	150.1	0.51%	0.0051	0.1501	6062.20	0.00606	0.9	5	7.046	15.000	163.21	0.248

7. ANÁLISIS HIDRÁULICO

Una vez se conocen los caudales, se realiza la modelación hidráulica de las vías con las pendientes proyectadas, de ser necesario también de las estructuras hidráulicas necesarias para darle continuidad al flujo en los canales existentes y permitir el paso vehicular a través de ellos.

7.1 CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LA VÍA

El análisis hidráulico consiste en evaluar la capacidad de las vías para transportar los caudales de escorrentía y de dimensionar las estructuras hidráulicas necesarias para el control del flujo superficial tales como sumideros y cunetas. Para dimensionar las estructuras que drenaran el caudal de escorrentía se emplea la ecuación de continuidad y formulación de Manning:

$$Qc = \frac{1}{n} A . Rh^{\frac{2}{3}} . S^{\frac{1}{2}}$$

Donde Q: Caudal de diseño, en metros cúbicos por segundo (m^3/s). n: Coeficiente de rugosidad de Manning; A: Área mojada, en metros cuadrados (m^2); Rh: Radio hidráulico, en metros (m) y S: Pendiente, en metros por metro (m/m).

La pendiente coincide usualmente con la pendiente longitudinal de la vía, salvo en aquellos casos en que se requiere una mayor capacidad hidráulica o por facilidad de desagüe se proyecta la cuneta en contrapendiente por un corto tramo. En estos casos especiales se debe verificar que la pendiente sea, como mínimo, la menor recomendada por el INVIAS, es decir 0.5% y 0.3% en zonas planas.

7.1 COEFICIENTE DE MANNING

El coeficiente de Manning es una de las formas de expresar la cantidad de resistencia al movimiento del agua en cauces, naturales o artificiales. Este coeficiente de resistencia al flujo es muy variable porque depende de una serie factores como la vegetación, irregularidad, obstrucciones, nivel, caudal, régimen de circulación, entre otros. Para este proyecto escogió un coeficiente de Manning de 0.014. En la Figura 6 se muestran los valores del coeficiente:

B. Canales revestidos o desarmables			
B-1. Metal			
a. Superficie lisa de acero			
1. Sin pintar	0.011	0.012	0.014
2. Pintada	0.012	0.013	0.017
b. Corrugado	0.021	0.025	0.030
B-2. No metal			
a. Cemento			
1. Superficie pulida	0.010	0.011	0.013
2. Mortero	0.011	0.013	0.015
b. Madera			
1. Cepillada, sin tratar	0.010	0.012	0.014
2. Cepillada, creosotada	0.011	0.012	0.015
3. Sin cepillar	0.011	0.013	0.015
4. Láminas con listones	0.012	0.015	0.018
5. Forrada con papel impermeabilizante	0.010	0.014	0.017
c. Concreto			
1. Terminando con llana metálica(palustre)	0.011	0.013	0.015
2. Terminado con llana de madera	0.013	0.015	0.016
3. Pulido, con gravas en el fondo	0.015	0.017	0.020
4. Sin pulir	0.014	0.017	0.020
5. Lanzada, sección buena	0.016	0.019	0.023
6. Lanzada, sección ondulada	0.018	0.022	0.025
7. Sobre roca bien excavada	0.017	0.020	
8. Sobre roca irregularmente excavada	0.022	0.027	

Figura 6: Coeficiente de Manning. Fuente: Manual de drenaje de carreteras, INVIAS, 2011.

El número de Manning es un coeficiente que depende del tipo de material de la superficie del canal y que representa la resistencia al flujo.

En la siguiente tabla se presentan algunos valores de n Manning de acuerdo con el tipo de material del conducto.

Tabla 11: Valores del coeficiente de rugosidad de Manning. Fuente: RES 0799 (2021).

Material	**n**
CONDUCTOS CERRADOS	
Asbesto – cemento	0.011 – 0.015
Concreto prefabricado interior liso	0.011 – 0.015
Concreto prefabricado interior rugoso	0.015 – 0.017
Concreto fundido en sitio, formas lisas	0,012 – 0,015
Concreto fundido en sitio, formas rugosas	**0,015 – 0,017**
Gres vitrificado	0.011 – 0.015
Hierro dúctil revestido interiormente con cemento	0.011 – 0.015
PVC, polietileno y fibra de vidrio con interior liso	0.010 – 0.015
Metal corrugado	0.022 – 0.026
Colectores de ladrillo	0.013 – 0.017
CONDUCTOS ABIERTOS	
Canal revestido en ladrillo	0.012 – 0.018
Canal revestido en concreto	**0.011 – 0.020**
Canal excavado	0.018 – 0.050
Canal revestido rip-rap	0.20 – 0.035

Tabla 12: Capacidad hidráulica de la vía. Fuente: Elaboración propia (2024).

ID	LONGITUD	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	BORDE LIBRE (L)	TIRANTE (Y)	ALTURA BORDILLO	T1	PERÍMETRO	ÁREA	RADIO HIDRÁULICO	COEF. MANNING	VELOCIDAD	Q DISEÑO	Q HIDROLOGICO	CHEQUEO CAUDALES	OBS.
	(m)	TERRENO	(km)	m	m	m		m	m2	m	n	m/s	m3/s	m3/s		
A2	114.780	0.010500	0.11478	0.03	0.12	0.15	6.00	6.240	0.720	0.115	0.014	1.73	1.25	0.03	CUMPLE	DRENAJE EN PAVIMENTO
A3	132.630	0.008500	0.13263	0.03	0.12	0.15	6.00	6.240	0.720	0.115	0.014	1.56	1.12	0.02	CUMPLE	DRENAJE EN PAVIMENTO
A6	146.490	0.003000	0.14649	0.03	0.12	0.15	6.00	6.240	0.720	0.115	0.014	0.93	0.67	0.00	CUMPLE	DRENAJE EN PAVIMENTO
A7	146.110	0.002000	0.14611	0.03	0.12	0.15	6.00	6.240	0.720	0.115	0.014	0.76	0.55	0.02	CUMPLE	DRENAJE EN PAVIMENTO
A9	150.100	0.005100	0.15010	0.03	0.12	0.15	6.00	6.240	0.720	0.115	0.014	1.21	0.87	0.03	CUMPLE	DRENAJE EN PAVIMENTO

El drenaje se realizará por medio del pavimento y la sección transversal conformada por el bordillo y la carpeta de rodadura.

7.2 SUMIDEROS DE VENTANA SOBRE UN PUNTO BAJO O UNA DEPRESIÓN

Un sumidero en una depresión opera como un vertedero bajo una pequeña profundidad. Esta capacidad es estimada por:

$$Q_i = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g(P_e)} * (Y_s + Y)^{1,5}$$

$$Q_i = C_w P_e (Y_s + Y)^{1,5}$$

Dónde: Cd = coeficiente de descarga. Cw = coeficiente de vertedero según unidades: Sistema Internacional 1,66 y Sistema Inglés 3,0. Y = altura de la lámina de agua frente a la estructura. Ys= altura de la depresión. Pe perímetro efectivo alrededor del sumidero de rejilla, que se define como:

$$P_e = (1 - C)_P$$

Dónde: C = factor de obstrucción, para rejillas generalmente C = 0,5. P = perímetro mojado de la rejilla (m). P = 2(L + W) Sumidero en sitios sin cordón de andén. P = 2L + W Sumidero en sitios con cordón de andén.

Cuando en el sumidero de rejilla, la rejilla está sumergida, opera como un orificio; lacapacidad de evacuación se puede estimar por la siguiente expresión:

$$Q_i = \text{Co} A_e \sqrt{2g}\text{Y} = 0{,}67 A_e \sqrt{2g}(\text{Y} + Y_s)$$

Dónde: C_0 = coeficiente del orificio, para este caso 0,67. A_e= área libre de la rejilla (m^2), igual al área total de la rejilla menos el área cubiertapor las barras de hierro.

$$A_e = (1 - \text{C})\, mWL$$

m = relación del área de la apertura de la rejilla menos el área de las barras de acero yel área total de la apertura.

Para aplicar la ecuación anterior para una rejilla en un punto bajo, la profundidad del flujo es determinada por la hidráulica de la calle. Posteriormente se muestra la profundidad adicional del estancamiento Ys, la cual se puede determinar basándose en la condición de punto bajo. Por ejemplo, en la esquina de una calle la máxima profundidad de estancamiento es la altura del cordón de andén (aproximadamente 0,20 m). Cuando el esparcimiento de diseño tiene una profundidad de 0,15 m, la profundidad de encharcamiento adicional es la esquina de la calle de 0,05 m. También es posible considerar una profundidad de encharcamiento adicional observada cuando se presenta una tormenta mayor que la de diseño.

La transición entre el flujo en una rejilla operando como vertedero y el flujo en una rejilla operando como un orificio no se puede definir claramente. No obstante, la presentación de la curva de descarga de una rejilla dada muestra que la curva de la rejilla operando como vertedero intercepta la curva de la rejilla operando como orificio.

El siguiente criterio se usa para determinar la condición del flujo de un sumidero en punto bajo:

- Si se desea determinar la capacidad de interceptación del sumidero de rejilla de acuerdocon el tipo de flujo sobre la estructura, para una altura de lámina de agua, debe calcularse el caudal de la rejilla operando como vertedero y como orificio; el menor de ambos caudales determina el tipo de flujo en el sumidero.

$$Q_a = \min\left(Q_{(i\ vertedero)}, Q_{(i\ orificio)}\right)$$

Donde Q_a = Caudal captado por el sumidero de rejilla en punto bajo.

Teniendo en cuenta la transición entre un flujo como vertedero y un flujo como orifico yla necesidad de establecer cómo está funcionando el sumidero, también se sugiere la siguiente expresión para la evaluación:

$$\text{Si } (Y_s + Y) > 1{,}792 \left(\frac{A_g}{P}\right)$$

El sumidero opera como un orificio. En esta expresión todas las variables ya se han definido. (Rodríguez Diaz, 2013).

Tabla 13: Capacidad hidráulica de sumideros. Fuente: Elaboración propia (2024).

ID	LONGITUD	UBICACIÓN	SEPARACIÓN	Y	Ys	Cw	W	L	Qi (vertedero)	Ae	Qi (Orificio)	Qi (sumidero)
	(m)		(m)				(m)	(m)	(m3/s)	(m2)	(m3/s)	(m3/s)
A2	114.780	IZQUIERDO HACIA CANAL	30	0.07	0.01	1.66	0.6	0.8	0.133	0.144	0.13	0.13
A3	138.63	IZQUIERDO HACIA CANAL	30	0.07	0.01	1.66	0.6	0.8	0.133	0.144	0.13	0.13

De acuerdo con las modelaciones anteriores, la vía es capaz de transportar los caudales calculados para un periodo de retorno de 5 años, por tal razón se debe conservar una altura de bordillo mínima de 0.15 m, y las pendientes y anchos de carril definidos en el diseño geométrico, sin embargo, es necesario hacer obras de drenaje para evacuar el agua que se acumula en los puntos bajos del perfil de la vía y para reducir el tiempo de concentración del flujo del agua.

Sobre la carrera 16 entre calle 22ª y calle 22C se tiene una longitud de 138.63 m y una pendiente longitudinal de -0.37% según el nuevo diseño geométrico presentado por el Ing. Mario Castaño. Siendo así necesario que se ubique un sumidero el K0+040 para ingreso de agua al canal, K0+090 para salida de agua hacia el canal. El caudal restante será drenado por la sección del pavimento.

7.3 ESTRUCTURAS PARA EVACUACIÓN DEL CAUDAL DE % ESCORRENTÍA.

De acuerdo con el diseño geométrico realizado en las vías proyectadas se deberán construir las estructuras hidráulicas tipo sumidero necesarias para evacuar el caudal de escorrentía, a su vez, se proyectan estructuras hidráulicas tipo tubería pluvial que transporten y conecten el agua captada por los sumideros.

Los sumideros deberán ubicarse 30 m antes del final de la vía en los alineamientos del diseño geométrico de la vía. La dirección del agua ira según las pendientes dadas en el diseño geométrico.

Tabla 14: Verificación hidráulica de capacidad de la vía. Fuente: Elaboración propia (2022).

CAPACIDAD DE LA CALLE

Datos:

1. Geometría

1.1 Calle

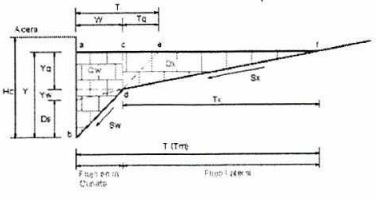
Pendiente Longitudinal de la Vía	S_L[%]	=	1.00
Bombeo o Pendiente Transversal	S_x[%]	=	2.00
Máximo esparcimiento en la calle	Tm[m]	=	3.000

1.2 Cuneta

Depresión en la Cuneta	D_s[m	=	0.0508
Ancho de la cuneta	W[m	=	0.3000
Altura del andén	H_c[n	=	0.2000

2. Constantes

Coef. Rugosidad de Manning	n	=	0.013
Factor de reducción capacidad de la vía	F	=	0.8



Resultados:

1. Capacidad Máxima de la calle.

Geometría:

Pendiente Transversal en la Cuneta	S_w[%	=	18.9333
Esparcimiento total	T[	=	7.4600
Esparcimiento	T_x	=	7.1600
Esparcimiento	T_s	=	0.7563
Profundidad de Flujo	Y [	=	0.2000
Area de la sección	A_s[n	=	0.5641

Flujo uniforme

Propiedades del Flujo:

Flujo Frontal transportado por ancho cuneta W	Q_w[m³/s]	=	0.1229
Flujo lateral transportado por ancho vía	Q_x[m³/s	=	0.8095
Flujo transportado por la calle	Qs_{mc}[m³/s	=	0.9324
Velocidad máxima de la cuneta	Vs_{mc}[m/s	=	1.6529
		NF	1.9190381

TIPO DE FLUJO Supercrítico

Flujo crítico

Propiedades del Flujo:

Flujo Frontal transportado por ancho cuneta W	Q_w[m³/s]	=	0.0670
Flujo lateral transportado por ancho vía	Q_x[m³/s	=	0.4858
Flujo transportado por la calle	Qs_{mc}[m³/s	=	0.6529
Velocidad máxima de la cuneta	Vs_{mc}[m/s	=	0.9800

3. Capacidad Permitida Sobre la Calle

Flujo máximo transportado por la calle	Qs_{mc}[m³/s]	=	0.9324
Capacidad de esparcimiento máximo	Qs_{mx}[m³/s]	=	0.0969
Flujo máximo transportado por la calle X F	xQs_{mc}[m³/s]	=	0.7460
Capacidad Permitida sobre la Calle	**Q_{pc}[m³/s]**	=	**0.0969**

4. Verificación de la lamina de agua aguas arriba

Si la capacidad permitida sobre la calle, es la capacidad de esparcimiento maximo, debe verificarse que la altura aguas arriba de la cuneta para este caudal no sea superior a la altura del sardinel "Hc"

Geometría:

Pendiente Transversal en la Cuneta	S_w[%]	=	18.9333
Esparcimiento total	T[	=	3.0012
Esparcimiento	T_x[	=	2.7012
Esparcimiento	T_s[	=	0.2853
Profundidad de Flujo	**Yc ó Yn según el caso [m]**	=	**0.1108**
Area de la sección	A_s[m	=	0.0977

ok

2. Capacidad para el esparcimiento máximo.

Geometría:

Pendiente Transversal en la Cuneta	S_w[%]	=	18.9333
Esparcimiento total	T [m]	=	3.0000
Esparcimiento	T_x [m]	=	2.7000
Esparcimiento	T_s [m]	=	0.2852
Profundidad de Flujo	Y [m]	=	0.1108
Area de la sección	A_s [m²]	=	0.0976

Flujo uniforme

Propiedades del Flujo:

Flujo Frontal transportado por ancho cuneta W	Q_w[m³/s]	=	0.0368
Flujo lateral transportado por ancho vía	Q_x[m³/s]	=	0.0601
Flujo transportado por la calle	Qs_{mc} [m³/s]	=	0.0969
Velocidad máxima al esparcimiento	Vs_{mc} [m/s]	=	0.9925
		NF	1.75665474

Flujo crítico

Propiedades del Flujo:

Flujo Frontal transportado por ancho cuneta W	Q_w[m³/s]	=	0.0226
Flujo lateral transportado por ancho vía	Q_x[m³/s]	=	0.0424
Flujo transportado por la calle	Qs_{mc} [m³/s]	=	0.0650
Velocidad máxima de la cuneta	Vs_{mc} [m/s]	=	0.6657

Ingeniero Civil
Universidad Pontificia Bolivariana
juan.durangogr@gmail.com
juandurangogrisales@hotmail.com
3207675124

CÓDIGO: CO-F-002	FORMATO ESTUDIOS HEH	Handasa INGENIERÍA
Fecha: 30/01/2024	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD URBANA MEDIANTE PAVIMENTO EN CONCRETO HIDRÁULICO Y ANDENES PEATONALES EN EL MUNICIPIO DE MOÑITOS, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA	
Versión: 001		

Tabla 15: Diseño hidráulico de sumidero lateral en puntos intermedios. Fuente: Elaboración propia (2022).

SUMIDERO LATERAL EN PENDIENTE

Nota: Evalua la capacidad de un sumidero lateral cuando se encuentra en una vía con pendiente longitudinal

Datos

1. Calle				
Pendiente Longitudinal de la Via	S_0[%]	=	1.00	
Bombeo o Pendiente Transversal	S_x[%]	=	2.00	
Pendiente Transversal en la Cuneta	S_w[%]	=	18.93	
Coef. Rugosidad de Manning	n	=	0.013	
2. Capacidad de la via				
Flujo Frontal transportado por ancho cuneta W	QW [m3/s]	=	0.0368	
Flujo lateral transportado por ancho via	QX [m3/s]	=	0.0601	
Flujo transportado por la calle	Qsmc [m3/s]	=	0.0969	
3. Constantes				
Factor de obstruccion de sumidero lateral		=	0.1000	
2. Geometria				
Longitud de la ventana	L[m]	=	0.87	
Numero de ventanas			1.0	

Resultados

Capacidad de intercepción del sumidero lateral				
Longitud de la ventana para intercepción completa del flujo Qs				
Relación de flujo frontal Qw/Qs	Ew	=	0.3798	
Pendiente equivalente	Se[%]	=	9.1916	
Longitud para intercepción 100% de Qs	Lt[m]	=	4.3657	
Longitud efectiva de la ventana	Le[m]	=	0.7830	
Capacidad del sumidero lateral con longitud Le	Qa[m3/s]	=	0.0290	
Flujo de arrastre	Qc[m3/s]	=	0.0679	

Tabla 16: Diseño hidráulico de sumidero lateral en puntos bajos. Fuente: Elaboración propia (2022).

SUMIDERO LATERAL EN PUNTO BAJO

Nota: Evalua la capacidad de un sumidero lateral cuando se encuentra en un punto bajo de la vía

Datos

1. Geometria				
Numero de sumideros laterales		=	1.0	Si es diferente de 1, el valor de Q cambia
Longitud del sumidero lateral	Lc[m]	=	0.87	
Ancho lateral de la depresión	Wg[m]	=	0.30	
Lados de la depresión	k=2,0 ó 1,	=	1.80	
Area de la entrada al sumidero lateral	Tipo_A	=	1	
Altura de la apertura de entrada	Hc[m]	=	0.15	
2. Caracteristicas del flujo				
Profundidad de Flujo	Y [m]		0.11080	*Ver hoja de calculo de la cuneta
3. Constantes				
Factor de obstruccion de la ventana	C	=	0.1000	

Área de la apertura		
	Tipo_A	θ
1	Vertical	90
2	Horizontal	0
3	Inclinada	?

Resultados

								0.04445
Sumidero como vertedero					Sumidero como orificio			53.34
Lontigud efectiva del sumidero. Con Factor obstrucción	Le[m	=	1.2690	*	Area efectiva del sumidero	Ae[m2]	=	0.1175
Capacidad de intercepción como vertedero	Qw[m3/s	=	0.0585		Altura sobre el orficio. Fúncion de la apertura	Yo[m]	=	0.0358
					Capacidad de intercepción como orifico	Qo[m3/s]	=	0.0620
Tipo de flujo en el sumidero								
Capacidad de intercepción sumidero punto bajo	Qa[m3/s	=	0.0585					
Tipo de flujo			Vertedero					

Ingeniero Civil
Universidad Pontificia Bolivariana
juan.durangogr@gmail.com
juandurangogrisales@hotmail.com
3207675124

8. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

Se le recomienda al contratista seguir todas las recomendaciones y diseños de la presente consultoría.

Se recomienda durante el análisis estructural conservar los parámetros calculados durante el análisis hidrológico y modelación hidráulica; cualquier modificación debe ser comunicada al consultor para evaluar las posibles alternativas de diseño.

El coeficiente de escorrentía ponderado corresponde a 0.80 de zonas con concreto y tejados y pendientes suaves; también se consideró un periodo de retorno de 5 años para la zona del proyecto.

Se recomienda durante la etapa de revisión al estudio, ser informado al consultor cualquier observación ya que este es el responsable del estudio.

Se recomienda durante la etapa constructiva conservar todos los parámetros de diseño establecidos por esta consultoría, cualquier modificación debe ser informada para su aprobación.

Se debe realizar mantenimiento continuo a las obras existentes, con el fin de que la acumulación de residuos no afecte la capacidad hidráulica y de esta manera evitar que se produzcan inundaciones o encharcamientos.

Los caudales de diseño se calcularon utilizando la metodología propuesta en el método racional.

En el estudio hidrológico e hidráulico de la vía, se proyectaron los caudales de escorrentía que se generaba en cada tramo proyectado y se verificó la capacidad de transporte de la vía, verificando que el tirante normal de la lámina de agua no sobrepasa la altura del bordillo de la berma cuneta.

La capacidad de la vía se realizó conservando las pendientes longitudinales del diseño geométrico.

Las estructuras hidráulicas existentes deben realizarse mantenimiento periódicos por lo menos 3 veces al año.

La cuneta y box culvert existentes se encuentran en buenas condiciones hidráulicas y cumplen su capacidad para drenar 138 m de pavimento rígido.

Se recomienda en proyectos futuros realizar un estudio hidráulico completo de todo ese canal y verificar su ampliación dados los cambios de superficie del terreno adyacente.

El drenaje de las aguas superficiales se puede hacer mediante la sección del pavimento diseñado.

Es importante que aguas debajo de los tramos a intervenir con pavimento se proteja contra la erosión del escurrimiento.

La cuneta o canal existente aguas debajo de los tramos a intervenir con pavimento debe ser evaluada para su optimización.

Las especificaciones técnicas de diseño se soportan en resoluciones, normatividad y bibliografía existente.

Ingeniero Civil | juandurangogr@gmail.com

9. REFERENCIAS

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS/2000, Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, del Ministerio de Desarrollo; Bogotá 2000.

AZEVEDO NETTO, de J.M. y ÁLVAREZ ACOSTA, Guillermo. Manual de Hidráulica, Ed. HARLA S.A. DE C.V., México, 1976.

MINISTERIO DEL TRANSPORTE - INSTITUTO NACIONAL VÍAS – INVIAS, "Manual de Drenaje para carreteras", Bogotá, 2009.

MINISTERIO DEL TRANSPORTE - INSTITUTO NACIONAL VÍAS – INVIAS, "Cartilla para diseño de pavimento con placa huella", Bogotá, 2013.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, "Hydraulic Design of Highway Culverts, Hydraulic Design Series Number 5 (HDS 5), J.M. Norman, R.J. Houghtlen, W.J. Johnston, Virginia, September 1985.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, "Manual de carreteras Volumen II, Parte II", Dirección General de Obras Públicas. Dirección de Vialidad, Santiago de Chile, junio 2002.

Chow, V. Maidment, D. Mays, L., 1994. Hidrología Aplicada. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana S.A. 1994.

Díaz, Bernardo. 2012. Hidrología e Hidráulica Aplicada. Editorial Universidad Tecnológica de Bolívar. Cartagena de Indias.

Suárez Díaz, Jaime. 2001. Control de erosión en zonas tropicales. Ediciones Universidad Industrial de Santander. 2001. Pág 141.

Jiménez Salas, José A., 1980. Geotecnia y Cimientos. Editorial Rueda, 1980.

Riccardi, G., Basile, P. A., Stenta, H., Riesco, G. y Baglietto, P. Ajuste regional de predoctores de erosión en lechos cohesivos. XX Congreso Nacional del Agua, Mendoza (Argentina), mayo, 2005.

Ingeniero Civil | juandurangogr@gmail.com

CARTA DE RESPONSABILIDAD

ESPECIALISTA HIDRAULICO

CARTA DE RESPONSABILIDAD

Montería, febrero de 2024

Yo **JOSE JORGE BARRETO BARRETO,** realice el DISEÑO HIDROLOGICO E HIDRÁULICO a partir del diseño geométrico y topografía existentes, de igual forma siguiendo los requisitos y la normatividad vigente del MVCT en la RES 0799/2021, 0330/2017 y el INVIAS, y asumo toda la responsabilidad por el alcance de los planos requerido para el proyecto **"PARA CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPO, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA".**

Cualquier modificación al documento y planes, únicamente con mi autorización directa.

VALIDO SOLO PARA DISEÑO HEH PAV
URBANO COSTA DE ORO - MONTERÍA

JOSE JORGE BARRETO BARRETO
ING CIVIL – ESP. AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
C.C. 1066186815
M.P. 22202355971COR

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 1.066.186.815
BARRETO BARRETO
APELLIDOS
JOSE JORGE
NOMBRES





FECHA DE NACIMIENTO 14-DIC-1996
CHINU
(CORDOBA)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.69 ESTATURA
B- G.S. RH
M SEXO
18-DIC-2014 CHINU
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICIÓN
REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES

INDICE DERECHO

P-1301900-00667005-M-1066186815-20150213 0042905234A 2 43640192

VALIDO SOLO PARA HEH VÍAS
PASATIEMPO COSTA DE ORO MONTERÍA

COPNIA

Matrícula Profesional No
2?202-355971 COR
Fecha de Expedición: 12/04/2017

Nombre:
JOSE JORGE
BARRETO BARRETO
Identificación:
C.C. 1065195815
Profesión:
INGENIERO CIVIL
Institución:
UNIVERSIDAD PONTIFICIA
BOLIVARIANA SECC MONTERIA





VALIDO SOLO PARA HEH VÍAS
PASATIEMPO COSTA DE ORO MONTERÍA

Universidad Pontificia Bolivariana

MONTERÍA

APROBADA SEGÚN RESOLUCIÓN No. 4800 DEL 20 DE OCTUBRE DE 1995 DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

Teniendo en cuenta que

José Jorge Barreto Barreto

Cédula de ciudadanía No. 1.066.186.815 expedida en Chinú

Cursó y aprobó los estudios exigidos por las normas legales reglamentarias vigentes, le confiere el título de

Ingeniero Civil

En testimonio de ello le expide el presente diploma en Montería, Departamento de Córdoba, República de Colombia el día 24 del mes de Febrero del año 2017

El Rector

El Decano

El Secretario General

VALIDO SOLO PARA PEH VÍAS PASATIEMPO COSTA DE ORO MONTERÍA

Anotado en el Folio 922 del Libro 7-C de Registro de Diplomas

UNIVERSIDAD MANUELA BELTRÁN

UMB

Resolución 4974 de Diciembre 29 de 2004 Min. Educación

DEPARTAMENTO DE REGISTRO Y CONTROL ACADÉMICO
REGISTRO PROFESIONAL N.° 38920

VALIDO SOLO PARA TEH VÍAS
PASATIEMPO COSTA DE ORO MONTERÍA

CERTIFICA QUE:

JOSÉ JORGE BARRETO BARRETO

IDENTIFICADO CON C.C N° 1066186815 CHINÚ

MEDIANTE ACTA N.° 422 LIBRO 44 FOLIO 408 DEL 26 MAYO 2023 RECIBIÓ EL TITULO DE:

ESPECIALISTA EN AGUAS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

DESPUÉS DE VERIFICADO EL CUMPLIMIENTO DEL RESPECTIVO PENSUM ACADÉMICO Y DEMÁS REQUISITOS LEGALES, SE PROCEDE A REALIZAR LA INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO PROFESIONAL N.° 38920 EL 26 MAYO 2023.

CATALINA FRAIJA MESA
DIRECTORA REGISTRO Y CONTROL
Email: registro@umb.edu.co

INFORME DISEÑO GEOMETRICO
PAVIMENTO COSTA DE ORO

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA
INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN VIAS Y TRANSPORTE

DOCUMENTO TECNICO

INFORME DE DISEÑO GEOMETRICO

DISEÑO GEOMETRICO PARA EL PROYECTO: "CONSTRUCCION DE VIAS EN PAVIMENTO RIGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPO EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, CORDOBA."



JUNIO DE 2024

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4
2. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA 4
2.1. Cota de Empalme No Contemplada: 4
2.2. Conformidad con el Manual de Diseño Geométrico de INVIAS de 2008: 4
2.3. Eficiencia en el Drenaje: 5
3. PROPUESTA DE REDISEÑO 5
4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 5
5. CARACTERÍSTICAS DE LAS VÍAS DE DISEÑO 7
5.1 Clasificación de las vías 7
5.2 Según tipo de terreno 9
6. METODOLOGIA 9
7. DISEÑO GEOMETRICO HORIZONTAL 10
7.1 Velocidad de diseño 11
7.2 Diseño radio de giro de bordes 12
7.3 Velocidad especifica de la curva horizontal 12
7.4 Coeficiente de fricción transversal máxima 13
7.5 Radio de curvatura mínimo (Rcmin) 13
7.6 Elementos calculados del alineamiento y las curvas circulares 14
7.7 Entretangencia Horizontal 15
7.7.1 Entretangencia mínima 15
7.7.2 Entretangencia máxima 15
7.8 Longitud mínima de la curva circular 15
8. DISEÑO GEOMETRICO VERTICAL 16
8.1 Tangente vertical 16
8.1.1 Pendiente mínima 16
8.1.2 Pendiente máxima 17
8.1.3 Longitud mínima 17
8.1.4 Longitud máxima 18
8.2 Curvas verticales 18
8.3 Descripción y cálculos de los elementos geométricos de la curva vertical 19
8.4 Determinación de la longitud de las curvas verticales 21

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA
INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN VIAS Y TRANSPORTE

9. DISEÑO TRANSVERSAL 22
9.1 Ancho de Calzada 22
9.2 Bombeo normal o inclinación transversal 23
9.3 Rotación de la calzada 23
9.4 Secciones transversal típica 24
10. CARÁCTERISTICAS DE DISEÑO DE LA VÍA 25
11. MEMORIAS DE CÁLCULO 25
11.1 Cálculo de los elementos de curvatura vertical 25
11.1.1 Elementos de diseño Vertical 26
11.2 Cálculo de las cotas de borde de la vía. 26
11.3 Cálculo de los volúmenes de movimiento de tierras 26
12. CONCLUSIONES 27
13. RECOMENDACIONES 27

TABLAS

Tabla 1.Velocidades de diseño vías urbanas. 11
Tabla 2. Coeficiente de fricción lateral máxima. 13
Tabla 3. Radios mínimos para peralte máximo e máx. = 6 % y fricción máxima. 14
Tabla 4. PR de Localización del Proyecto. 14
Tabla 5. Radios para pequeñas deflexiones entre alineamientos rectos. 16
Tabla 6. Elección de la pendiente máxima de la vía en función de la velocidad de diseño del tramo homogéneo. 17
Tabla 7. Longitud mínima de tangente vertical. 17
Tabla 8. Valores de K mín. para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales. 19
Tabla 9. Ancho de calzada en metros. 22
Tabla 10. Determinación del bombeo de la vía a diseñar. 23
Tabla 11. Características Propuestas de Diseño Geométrico de la Vía. 25
Tabla 12. Acuerdos Verticales. 26

FIGURAS

Figura 1.Localización del Proyecto. 6
Figura 2. Radio de giro de borde. 12
Figura 3. Tipos de curvas verticales cóncavas y convexas. 20
Figura 4. Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas. 20
Figura 5.Sección transversal típica. 24

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

DOCUMENTO TÉCNICO: REDISEÑO DE PERFIL VIAL

Asunto: Justificación Técnica del Rediseño del Perfil Vial en el Tramo [Especificar Tramo] por la Cota de Empalme con un Box Culvert Existente

1. INTRODUCCIÓN

Este documento técnico tiene como finalidad justificar el rediseño del perfil vial en el tramo [especificar tramo], debido a la cota de empalme con una estructura de desagüe tipo box culvert existente que no fue considerada en el diseño inicial. Este ajuste es esencial para cumplir con los criterios de diseño establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de INVIAS de 2008 y garantizar la seguridad y funcionalidad de la vía. Cabe resaltar que el diseño en planta del tramo no será modificado ya que cumple con las características de geometría y normativa vigente.

2. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

2.1. Cota de Empalme No Contemplada:

En el diseño inicial del tramo en cuestión, no se tuvo en cuenta la cota de empalme con el box culvert existente. Esta omisión ha generado un desnivel significativo que podría comprometer el correcto drenaje de la vía y su integración con la estructura de desagüe.

2.2. Conformidad con el Manual de Diseño Geométrico de INVIAS de 2008:

Según el Manual de Diseño Geométrico de INVIAS, es crucial que todos los elementos del proyecto vial estén debidamente coordinados para asegurar su funcionalidad y durabilidad. El manual establece la necesidad de coordinar las cotas de los diferentes elementos del proyecto, como las estructuras de drenaje y las vías, para evitar problemas de drenaje y garantizar la seguridad de los usuarios.

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

2.3. Eficiencia en el Drenaje:

Una correcta cota de empalme es esencial para el funcionamiento eficiente del sistema de drenaje. El rediseño asegurará que el agua sea canalizada de manera efectiva, evitando acumulaciones que puedan deteriorar la estructura vial y reducir su vida útil.

3. PROPUESTA DE REDISEÑO

Para el presente informe técnico de modificación, es importante destacar que el diseño en planta no presenta variaciones. Esta modificación solo comprende el ajuste del perfil para complementar el diseño vertical con la estructura hidráulica encontrada en el tramo de la Vía 2 - Carrera 16, entre las calles 22A y 22C. Además, por recomendación del estudio hidrológico, se modificará la inclinación de la sección, permitiendo el bombeo hacia el costado derecho de la calzada.

4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El municipio de Montería es un municipio de Colombia, capital del departamento de Córdoba. Esta localizado al noroccidente del país en la región caribe. Limita por el norte con el municipio de Cerete, Puerto Escondido y San Pelayo; al este con San Carlos y Planeta Rica; al sur con Tierralta y Valencia; al oeste con el departamento de Antioquia y los municipios de Canalete, Puerto Escondido y Los córdobas.

El proyecto en estudio se localiza en los barrios Costa de Oro y pasatiempo del municipio de montería, A continuación, se muestra una imagen específica y general de la ubicación de las vías en el municipio:

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

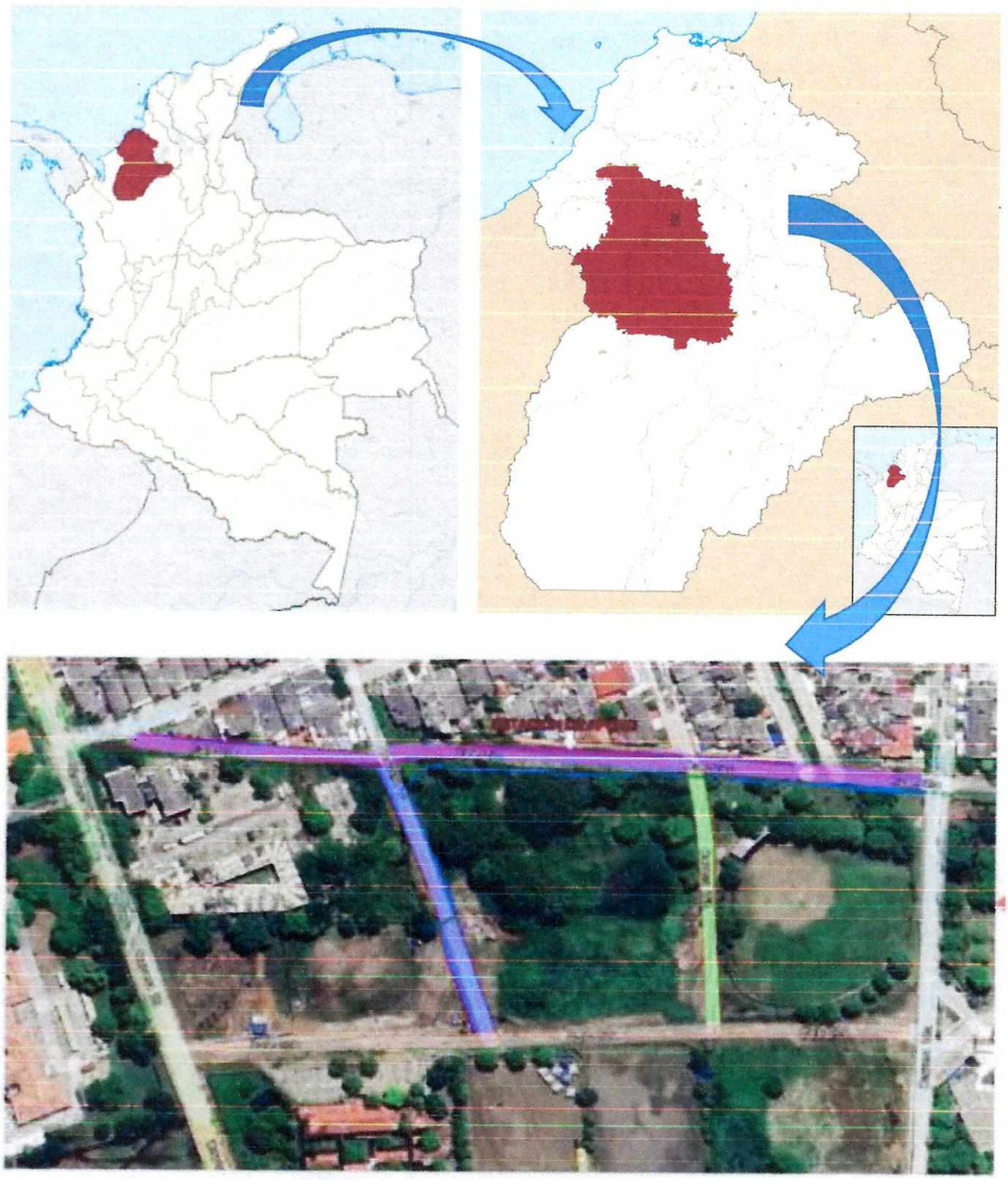


Figura 1.Localización del Proyecto.
Fuente: Google Earth.

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

5. CARACTERÍSTICAS DE LAS VÍAS DE DISEÑO

Para conocer las características actuales de las vías es necesario tener claro algunos conceptos que se presentan a continuación:

5.1 Clasificación de las vías

Los factores a tener en cuenta para la clasificación de las vías son las siguientes:

- ✓ **Características del transito**

Hace referencia al volumen, composición y velocidad de operación.

- ✓ **Geometría de la vía**

Hace referencia al ancho total, numero de calzadas, carriles por calzada, aislamientos laterales, pendientes y alineamientos.

- ✓ **Uso del suelo**

Aquellos predominantes, existentes o proyectados a lo largo de la vía.

- ✓ **Funcionalidad**

Se refiere a la accesibilidad, continuidad, visibilidad y distribución del tránsito.

Teniendo en cuenta estos aspectos, las vías urbanas se clasifican de la siguiente manera:

- ✓ Vías Arterias (VA)
- ✓ Vías Colectoras (VC)
- ✓ Vías Locales (VL)
- ✓ Vías Marginales (VM)
- ✓ Vías Paisajísticas (VP)

Vías Arterias: Son las que conforman la red básica de la ciudad. El tránsito que canalizan corresponde a desplazamientos entre sectores urbanos y suburbanos distantes, integrándolos a la actividad urbana. No deben tener, en lo posible, limitaciones a su continuidad, con el fin de alojar flujos de tránsito intensos a velocidades medias. Las vías arterias pueden ser principales y secundarias.

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA
INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN VIAS Y TRANSPORTE

Vías Colectoras: Son las que distribuyen el tránsito dentro de las distintas áreas que conforman la ciudad, es decir, permiten la accesibilidad directa a zonas residenciales, institucionales, comerciales, industriales y recreacionales. Son el vínculo entre las vías arterías secundarias y las vías locales. Son utilizadas para la operación del sistema de transporte público colectivo urbano en escala local.

Por lo general son de una calzada y tienen asignada circulación en ambos sentidos. No les debe ser permitido cruzar las vías arterias secundarias.

Vías Locales: Tienen como función principal el acceso directo a los edificios y propiedades individuales, a partir de las vías colectoras principalmente. Soportan el tránsito de vehículos particulares livianos y permiten el estacionamiento sobre la vía, con preferencia en zonas diseñadas y reguladas para tal fin. No son utilizadas, en promedio, por más de 50 vehículos comerciales en el día por sentido.

Las vías locales pueden ser principales o secundarias, según su dimensión y/o sentidos de circulación. Además de la circulación de vehículos, deben disponer de áreas suficientes para la circulación peatonal hacia las vías colectoras, en procura de acceder al sistema de transporte público colectivo urbano.

Vías Marginales: Son aquellas que separan áreas urbanizables de áreas no urbanizables, o áreas construidas de áreas destinadas a áreas libres, de reserva forestal, recreacional, deservicios púbicos, etc.

Vías Paisajísticas: Son vías que por su localización y características topográficas y de ocupación de sus zonas colindantes deben tener un tratamiento especial en sus zonas de aislamiento. Son aquellas vías paralelas a los ríos que delimitan zonas de protección de ríos, o localizadas en áreas con visuales paisajísticas de interés, casi siempre ubicadas en las zonas altas de las ciudades. Por su naturaleza también son de carácter marginal, y por eso, con frecuencia, se les denomina vías marginales paisajísticas, VMP.

5.2 Según tipo de terreno

Plano: Son carreteras en donde sus pendientes longitudinales son normalmente menores de tres por ciento (3%), y su pendiente transversal al eje de la vía es menor a 5 grados. Presenta un movimiento de tierra mínimo durante su construcción.

Ondulado: Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre seis y trece grados (6° - 13°). Requiere moderado movimiento de tierras durante la construcción, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y en la explanación. Sus pendientes longitudinales se encuentran entre tres y seis por ciento (3% - 6%).

Montañoso: Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre trece y cuarenta grados (13° - 40°). Generalmente requiere grandes movimientos de tierra durante la construcción, razón por la cual presenta dificultades en el trazado y en la explanación. Sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre (6% - 8%).

Escarpado: Tiene pendientes transversales al eje de la vía generalmente superiores a cuarenta grados (40°). Exigen el máximo movimiento de tierras durante la construcción, lo que acarrea grandes dificultades en el trazado y en la explanación, puesto que generalmente los alineamientos se encuentran definidos por divisorias de aguas. Generalmente sus pendientes longitudinales son superiores a ocho por ciento (8%).

Teniendo en cuenta los conceptos anteriores podemos inferir que las vías de estudio cuentan con una topografía plana debido a que las pendientes longitudinales presentadas no son superiores al 1%, adicional a eso se considera que las vías en estudio se clasifican como una vía local debido a sus características

6. METODOLOGIA

Para la realización del presente informe se toma como referencia el manual de diseño geométrico para vías del Invias, sin embargo, dentro del manual de diseño geométrico para carreteras hay ciertos parámetros de diseño que pueden ser adaptados a las condiciones y necesidades del proyecto.

En base a la categorización propuesta por el Invias en los términos de referencia, se adoptó una velocidad de diseño de 30 km/h en el tramo homogéneo y una velocidad especifica igual o mayor a 30 km/h a la velocidad de diseño para las curvas horizontales, de esta forma garantizar la movilidad de los usuarios en condiciones de seguridad y comodidad.

El eje en planta se determina teniendo como referencia el eje existente y los paramentos de viviendas actuales, sin dejar a un lado los parámetros de diseño como radio mínimo de curvatura establecidos en los términos y manual de diseño de Invias.

Para el diseño vertical se garantizarán pendientes longitudinales mínimas y máximas según lo contemplado en el manual de Invias. Contempla pendientes mínimas 0.50%, en algunos casos es necesario disminuir el valor porcentual a 0.30% debido a que se presentan zonas cuya topografía es plana, es necesario resaltar que una pendiente del 0.20% es eficiente al momento de evacuar las escorrentías superficiales.

El diseño transversal de la vía se define en función del nivel de los paramentos y cercas de las casas, con la finalidad de evitar que por ningún motivo los bordes de diseño queden por encima del nivel de los predios y así evitar alguna posibilidad de inundación de las mismas; adicional se contemplan bombeos normales y tradicionales que garanticen seguridad a los usuarios y drenaje superficial.

El diseño de modulación de las losas de concreto se hará según el diseño de la estructura del pavimento, conservando una relación de esbeltez para evitar que las losas de concreto fallen por alabeo.

7. DISEÑO GEOMETRICO HORIZONTAL

Es necesario resaltar que no existe un manual de diseño geométrico para vías urbanas, sin embargo, dentro del manual de diseño geométrico para carreteras hay ciertos parámetros de diseño que pueden ser adaptados a las condiciones y necesidades del proyecto. A continuación, se estudiarán los parámetros que se tuvieron en cuenta para el diseño horizontal.

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

7.1 Velocidad de diseño

En el proceso de asignación de la velocidad de diseño se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad de los usuarios. Por ello la velocidad de diseño a lo largo del trazado debe ser tal que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido.

También se busca garantizar la consistencia en función de la velocidad, debe identificarse a lo largo del corredor tramos homogéneos a los que por las condiciones topográficas se les pueda asignar una misma velocidad. La velocidad de diseño se determina con base al tipo del terreno y a la categoría de la vía, sin embargo como se mencionó anteriormente no existe un manual colombiano de diseño geométrico para vías urbanas pero convencionalmente la velocidad de diseño para vías de este tipo es de 30 a 50 km/h, sin embargo como factor de seguridad las curvas horizontales se diseñaran con una velocidad especifica de 30 km/h, exceptuando los tramos obligados a las condiciones topográficas que no puedan ser modificadas.

Considerando que la malla vial cumple una función de movilidad rural y por seguridad de las personas que habitan esta zona, se recomienda el uso de señales de tránsito para garantizar la seguridad de los peatones.

Tipo de Vía	Velocidad de Diseño (km/h)
ARTERIA PRINCIPAL	60 a 80
ARTERIA SECUNDARIA	60
COLECTORA	50
MARGINAL	50
PAISAJISTICA	50
LOCAL	30 a 50
SEMIPEATONAL	30

Tabla 1. Velocidades de diseño vías urbanas.
Fuente: Clase magistral Ing. Efraín Solano.

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

7.2 Diseño radio de giro de bordes

Esta variable es de gran importancia, ya que la selección del radio de giro de borde está limitada al espacio público, pero no puede afectar la movilidad de los vehículos y mucho menos sus costos operacionales. Por tal motivo se debe seleccionar un radio de giro entre 2 y 5 m según la disponibilidad de espacio.

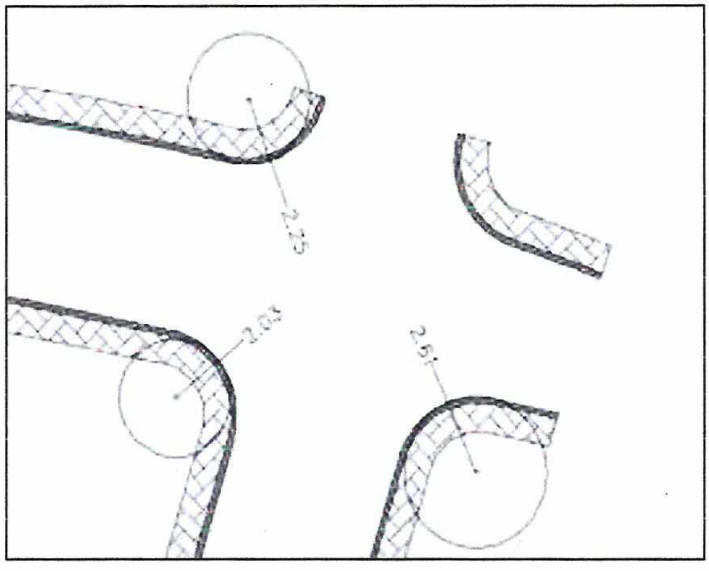


Figura 2. Radio de giro de borde.
Fuente: Elaboración propia.

7.3 Velocidad especifica de la curva horizontal

Para asignar la velocidad específica (VCH) a las curvas horizontales incluidas en un tramo homogéneo, se considera como parámetro la velocidad de diseño del tramo homogéneo (VTR) en que se encuentra la curva horizontal.

La velocidad específica de las curvas horizontales (VCH) no puede ser menor que la velocidad de diseño del tramo (VCH ≥ VTR) ni superior a ésta en veinte Kilómetros por hora (VCH ≤ VTR + 20). Por lo tanto, la velocidad específica se encuentra entre 30 y 50 km/h.

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

7.4 Coeficiente de fricción transversal máxima

El coeficiente de fricción es un valor que depende de varios factores entre los cuales se encuentra el estado de rodadura, la velocidad del vehículo, el tipo de llantas de los vehículos etc. En la tabla se indican los valores del coeficiente de fricción indicados por los estudios de la AASHTO.

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CH} (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA f_{Tmax}	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08

Tabla 2. Coeficiente de fricción lateral máxima.
Fuente: Tabla 3.1. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS.

Teniendo en cuenta la tabla anterior el proyecto contara con un coeficiente de fricción transversal máxima de 0.28.

7.5 Radio de curvatura mínimo (Rcmin)

El radio mínimo (RC mín.) es el valor límite de curvatura para una velocidad específica (VCH) de acuerdo con el peralte máximo (e máx.) y el coeficiente de fricción transversal máxima (fT máx.) Ver **tabla 3**. El radio mínimo de curvatura será usado en situaciones extremas, donde sea imposible la aplicación de radios mayores. El cálculo se realiza por medio de la siguiente ecuación.

$$Rc = \frac{Vch^2}{127\ x\ (e + ft)}$$

$$e = \frac{Vch^2}{127\ x\ Rc} - ft$$

Donde:

- ✓ Rc= Radio de la curva circular (m).
- ✓ Vch = Velocidad especifica con que se diseña la curva (Km/h).
- ✓ e= Peralte de la calzada en la curva (m/m).
- ✓ ft = Coeficiente de fricción lateral.

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{Tmáx}$	TOTAL $e_{máx} + f_{Tmáx}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
20	6,0	0,35	0,41	7,7	15 (1)
30	6,0	0,28	0,34	20,8	21
40	6,0	0,23	0,29	43,4	43
50	6,0	0,19	0,25	78,7	79
60	6,0	0,17	0,23	123,2	123

Tabla 3. Radios mínimos para peralte máximo e máx. = 6 % y fricción máxima.
Fuente: Tabla 3.3 Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS.

Para el tramo vial diseñado, se adoptó una velocidad específica de 30 Km/h, para un radio mínimo de 21 metros y no se tuvo en cuenta el peralte máximo de 4% ya que en áreas urbanas las vías no deben tener peraltes muy elevados.

7.6 Elementos calculados del alineamiento y las curvas circulares

El eje en planta se determina teniendo como referencia el eje existente y los paramentos de viviendas actuales, sin dejar a un lado los parámetros de diseño como radio mínimo de curvatura establecidos en los términos y manual de diseño del INVIAS.

En la siguiente tabla se relacionan los elementos del diseño geométrico horizontal con sus respectivas variables.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE OBRA							
TRAMO	ABSCISAS		LONGITUD	COORDENADAS INICIO		COORDENADAS TERMINA	
Nomenclatura	DESDE	HASTA		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
CALLE 22B y 22C ENTRE CALLE 23 Y CARRERA 18 A	K0+000	K0+386.12	386.12	4683575.57	2525396.2	4683347.877	2525706.955
CARRERA 16 ENTRE CALLE 22 A Y CALLE 22 C	K0+000	K0+138.69	138.69	4683348.32	2525482.17	4683420.992	2525600.091
CARRERA 16 B ENTRE CALLE 22 A Y CALLE 22 C	K0+000	K0+124.00	124.00	4683420.65	2525398.61	4683511.772	2525482.412
TOTAL			648.81	m			
TOTAL			0.64881	km			

Tabla 4. PR de Localización del Proyecto.
Fuente: Informe Geométrico Inicial.

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA
INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN VIAS Y TRANSPORTE

7.7 Entretangencia Horizontal

7.7.1 Entretangencia mínima

- ✓ **Para curvas de distinto sentido:** si el alineamiento se hace con curvas circulares únicamente, la longitud de entretangencia debe satisfacer la mayor de las condiciones dadas por longitud de transición, de acuerdo con los valores de pendiente máxima para rampa de peraltes y por la distancia recorrido en un tiempo de 5 segundos a la menos de las velocidades específicas de las curvas adyacentes a la entretangencia en estudio.

- ✓ **Para curvas del mismo sentido:** para curvas circulares especialmente en terreno plano, la entretangencia no puede ser menor al espacio recorrido en un tiempo de quince segundos a la velocidad específica de la entretangencia horizontal.

7.7.2 Entretangencia máxima

Se deben acondicionar entretangencias suficientemente largas que permitan cumplir con la Distancia de Visibilidad de Adelantamiento (Da), pero en el caso que se excedan estas distancias por razones propias del diseño es necesario procurar que la longitud máxima de recta no sea superior a quince (15) veces la Velocidad Específica de la entretangencia horizontal (VETH) expresada en kilómetros por hora (km/h). Este criterio se aplica de igual forma para curvas de igual sentido como para curvas de diferente sentido.

7.8 Longitud mínima de la curva circular

Para ángulos de deflexión entre tangentes menores o iguales a seis grados (6°), en el caso de que no se puedan evitar, se realizará la unión de las mismas mediante una curva circular simple de tal forma que se cumplan los criterios indicados en la **tabla 5**. La aplicación de estos criterios define la longitud mínima de las curvas circulares puesto que evita diseñar curvas circulares con longitudes demasiado cortas que generan una defectuosa apariencia de la vía y producen la sensación de quiebre forzado entre dos alineamientos rectos.

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

ANGULO ENTRE ALINEAMIENTOS	6°	5°	4°	3°	2°
RADIO MÍNIMO (m)	2000	2500	3500	5500	9000

Tabla 5. Radios para pequeñas deflexiones entre alineamientos rectos.
Fuente: Tabla 3.10 Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS.

8. DISEÑO GEOMETRICO VERTICAL

El diseño vertical se definió con base a la rasante de terreno natural por lo cual en los perfiles de diseño las cotas azules obedecen a las cotas de acabado del pavimento, ajustándose lo mejor posible a la condición actual del terreno.

Durante el diseño geométrico vertical se definieron pendientes longitudinales mínimas del 0.30%, sin que esto afecte su funcionalidad, adicionalmente se busca garantizar el buen recorrido de las escorrentías superficiales hacia las estructuras hidráulicas con el fin de optimizar los recursos existentes en la vía a diseñar; en casos extremos donde sea necesario definir un PK cóncavo y no exista estructura hidráulica, en los planos de diseño (Planta - Perfil) se hará la recomendación de construir tal estructura como solución al sistema de drenaje. A continuación, se mencionarán las variables que interviene en el diseño vertical y que se tuvieron en cuenta para que el diseño sea el más óptimo y funcional.

8.1 Tangente vertical

8.1.1 Pendiente mínima

La pendiente mínima longitudinal de la rasante debe garantizar especialmente el escurrimiento fácil de las aguas lluvias en la superficie de rodadura y en las cunetas. La pendiente mínima que garantiza el adecuado funcionamiento de las cunetas debe ser de cero punto cinco por ciento (0.5%) como pendiente mínima deseable y cero punto tres por ciento (0.3%) para diseño en terreno plano o sitios donde no es posible el diseño con la pendiente mínima deseable.

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

8.1.2 Pendiente máxima

Para determinar la pendiente máxima debemos saber que esta se encuentra relacionada con la velocidad a la cual van a circular los vehículos, es decir que está pendiente varia del tipo de vía que estemos estudiando. Para vías primarias la pendiente máxima se debe establecer considerando velocidades altas (60 – 130 km/h), en vías secundaria y terciares las pendientes máximas se ajustan a velocidades entre (20 – 60 km/h).

Para la selección de la pendiente máxima es necesario adoptar la pendiente media máxima del corredor, la cual debe estar en consonancia con la velocidad de diseño del tramo homogéneo en la **tabla 6** se presentan los valores correspondientes.

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (km/h)									
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	-	-	-	-	-	6	6	6	5	5
Primaria de una calzada	-	-	-	-	7	7	6	6	5	-
Secundaria	-	-	7	7	7	7	6	-	-	-
Terciaria	7	7	7	-	-	-	-	-	-	

Tabla 6. Elección de la pendiente máxima de la vía en función de la velocidad de diseño del tramo homogéneo.
Fuente: Tabla 4.1 Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS.

8.1.3 Longitud mínima

Las longitudes mínimas de las tangentes verticales dependen de la velocidad específica, es decir, para velocidades menores a 40 km/h la longitud será la distancia recorrida en siete segundos, medida como proyección horizontal. Las tangentes verticales cuyas velocidades específicas son mayores a 40 km/h no tendrán una longitud menor a la distancia recorrida en diez segundos, a continuación, se presentan los valores para diferentes velocidades específicas de la tangente vertical.

VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA TANGENTE VERTICAL V_{TV} (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
LONGITUD MÍNIMA DE LA TANGENTE VERTICAL (m)	40	60	80	140	170	195	225	250	280	305	335	360

Tabla 7. Longitud mínima de tangente vertical.
Fuente: Tabla 4.3 Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS.

MÁRIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

8.1.4 Longitud máxima

- ✓ **Longitud crítica de la tangente vertical:** Se considera que la Longitud crítica de la tangente vertical es aquella en la que el vehículo pesado seleccionado para el diseño sufre una reducción en su velocidad de veinticinco kilómetros por hora (25 km/h) con respecto a su velocidad media de operación en tramos a nivel de la carretera que se diseña.

- ✓ **Pendiente de la tangente vertical siguiente a la de longitud crítica:** La pendiente recomendable para que el vehículo pesado alcance a recuperar la velocidad inicial que tenía antes de entrar a la tangente de longitud crítica, es de uno por ciento (1%) en una longitud igual o mayor a la longitud crítica anteriormente superada.

8.2 Curvas verticales

El diseño vertical se definió con base al nivel superior de la capa de rodadura, ajustándose lo mejor posible a la condición actual del terreno.

El diseño de curvas verticales se realizó con base al parámetro K, de igual manera buscando la mejor acomodación al terreno y mejora en la visibilidad de parada. En ningún caso se excedió la pendiente longitudinal máxima recomendada de acuerdo con la velocidad de diseño adoptada para cada sector.

En algunas abscisas se realizó las mejoras del alineamiento vertical para proporcionar condiciones adecuadas de visibilidad, comodidad y seguridad a los usuarios de las vías; sin dejar a un lado la importancia de optimizar los movimientos de tierra para no afectar el proyecto económicamente.

MARIO ALBERTO CASTAÑO AVILA

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CV} (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	VALORES DE K_{min}				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1.0	2.1	3.0	20 (1)
30	35	1.9	2.0	5.1	6.0	20 (1)
40	50	3.8	4.0	8.5	9.0	24
50	65	6.4	7.0	12.2	13.0	30
60	85	11.0	11.0	17.3	18.0	36
70	105	16.8	17.0	22.6	23.0	42
80	130	25.7	26.0	29.4	30.0	48
90	160	38.9	39.0	37.6	38.0	54
100	185	52.0	52.0	44.6	45.0	60
110	220	73.6	74.0	54.4	55.0	66
120	250	95.0	95.0	62.8	63.0	72
130	285	123.4	124.0	72.7	73.0	78

Tabla 8. Valores de K mín. para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales.
Fuente: Tabla 4.4 Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS.

Para una vía con velocidad específica de 30 km/h se definió un valor de K redondeado equivalente a: 2.0 para curvas convexas y 6.0 para curvas cóncavas. Adicional, se debe mencionar que en ningún caso el valor de K debe exceder un valor numérico de 50 cuando las pendientes de las tangentes sean de signo diferente, razón que será explicada más adelante.

8.3 Descripción y cálculos de los elementos geométricos de la curva vertical

Las curvas verticales pueden ser de dos tipos, cóncavas o convexas dependiendo de su forma, y simétricas o asimétricas de acuerdo a su proporción entre sus ramas. Ver **figura 3.**

Las curvas simétricas están conformadas por dos parábolas de igual longitud que se unen en la proyección vertical del PIV, para las curvas asimétricas su determinación es diferente ya que sus parábolas son de diferente longitud. En la **figura 4** se muestra un claro ejemplo de curvas simétricas y asimétricas.

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

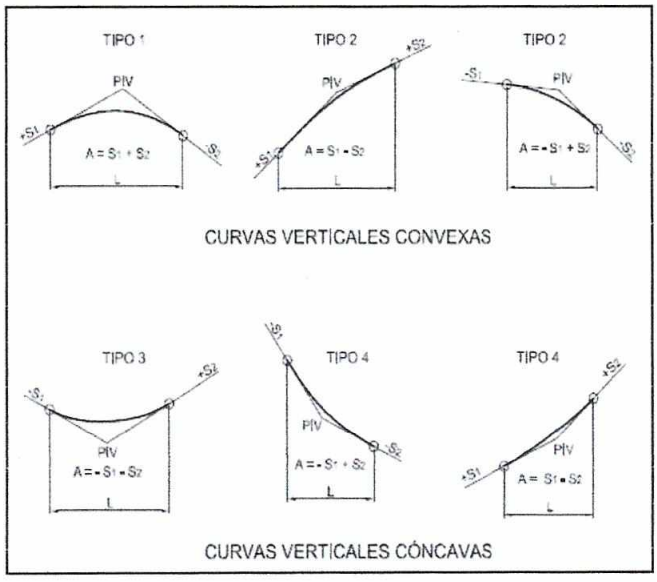


Figura 3. Tipos de curvas verticales cóncavas y convexas.
Fuente: Figura 4.3 Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS.

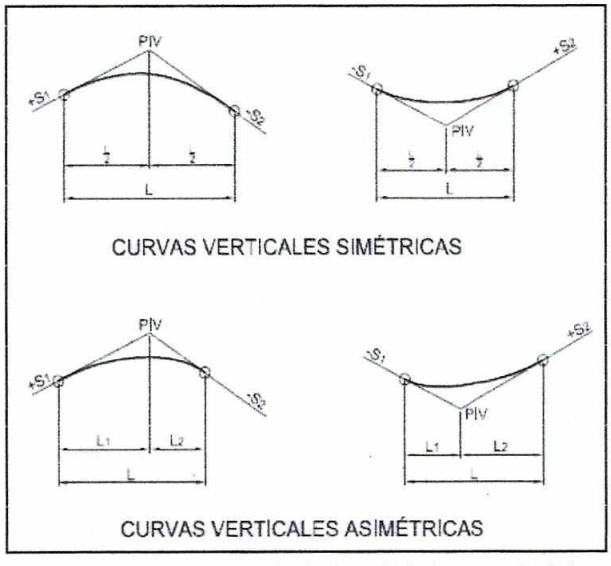


Figura 4. Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas.
Fuente: Figura 4.4 Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS.

Durante el diseño geométrico vertical, la selección de las curvas asimétricas o simétricas estarán condicionadas a la distancia de las entre tangencias y a los empalmes con intersecciones viales y estructuras hidráulicas como box culvert o puentes, siempre en lo posible respetando los valores establecidos del parámetro K.

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

8.4 Determinación de la longitud de las curvas verticales

Para la determinación de las curvas verticales ya sean simétricas o asimétricas, cóncavas o convexas se deben considerar diferentes criterios.

- ✓ **Criterio de seguridad**

Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para que en toda su trayectoria la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada (DP). Es pertinente manifestar que en algunos casos el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales que satisfagan la distancia de visibilidad de adelantamiento (Da).

- ✓ **Criterio de operación**

Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

- ✓ **Criterio de drenaje**

Establece una longitud máxima que puede tener la curva vertical para evitar que, por ser muy extensa, en su parte central resulte muy plana dificultándose el drenaje de la calzada, por lo cual el parámetro K para control de visibilidad de parada en ningún caso para curvas cóncavas puede ser mayor a 50 ya que podría convertir la curva vertical en un tramo de la vía con pendiente cero lo que ocasionaría durante un día de precipitación estancamiento de aguas lluvias.

- ✓ **Parámetro Visibilidad de Parada (K)**

La longitud de la curva es la relación del parámetro K con la sumatoria de las pendientes longitudinales, proceso de calculo que generalmente se realiza durante el proceso de cálculo con el software AutoCAD Civil 3D, este es el método más usado para el cálculo de la longitud de la curva vertical.

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

9. DISEÑO TRANSVERSAL

El diseño transversal de la vía se define en función del nivel de los paramentos y corredores de las casas, con la finalidad de evitar que por ningún motivo los bordes de diseño queden por encima del nivel de las viviendas y así evitar alguna posibilidad de inundación de las mismas; adicional se contemplan bombeos normales y transicionales que garanticen seguridad a los usuarios y drenaje superficial.

9.1 Ancho de Calzada

En el estudio se propone 7 metros de calzada para los alineamientos buscando secciones uniformes, que brinde seguridad y comodidad a lo largo del trayecto.

En la **tabla 9** se indica el ancho de la calzada en función de la categoría de la carretera, del tipo de terreno y de la velocidad de diseño del tramo homogéneo (VTR), sin embargo, como se mencionó anteriormente el ancho de calzada para vías urbanas está obligado a las condiciones geométricas y espaciales de los alrededores de la vía. El ancho que mejor se ajusta a las condiciones de espacio disponible es de 7.0 metros.

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V_{TR}) (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Montañoso	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Montañoso	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	7.00	7.00	7.00	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Montañoso	-	-	6.60	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	6.00	6.60	7.00	-	-	-	-	-
Terciaria	Plano	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	6.00	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 9. Ancho de calzada en metros.
Fuente: Tabla 5.2 Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS.

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

9.2 Bombeo normal o inclinación transversal

El bombeo normal es la pendiente que se le da a la calzada con el objeto de facilitar el escurrimiento superficial del agua. En la **tabla 10** se indica la inclinación transversal denominada bombeo, que depende del tipo de superficie de rodadura.

TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA	BOMBEO (%)
Superficie de concreto hidráulico o asfáltico	2
Tratamientos superficiales	2 – 3
Superficie de tierra o grava	2 – 4

Tabla 10. Determinación del bombeo de la vía a diseñar.
Fuente: Tabla 5.3 Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS.

Para el presente estudio geométrico se adopta un doble bombeo de -2.00%, desde el eje de la vía el cual tendrá un comportamiento transicional en las curvas horizontales variando hasta el 2%, en este caso se puede considerar tal transición como el peralte de la vía.

9.3 Rotación de la calzada

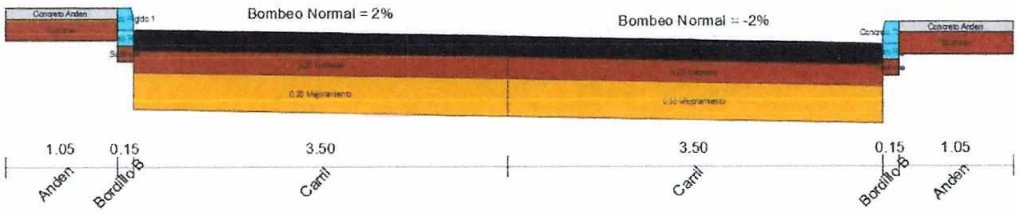
La rotación de la sección transversal se diseña girando el pavimento de la calzada alrededor de su línea central. Este es el método más empleado en el diseño de carreteras urbanas, porque permite un desarrollo más armónico y genera menor distorsión de los bordes, adicional permite repartir las escorrentías superficiales de forma equivalente a ambos lados de la vía y así evitar cargar un solo costado.

 Sección en Bombeo	El desarrollo transversal de los diferentes tamos viales a lo largo del recorrido se platea bajo esta configuración, conservando un bombeo del 2% cumpliendo con lo establecido de la Tabla 5.3 M.D.G. INVIAS
 Sección girada	En tramos donde se encuentren las curvas horizontales o halla empalmes viales la calzada debe girar de tal manera que el bombeo transite de un - 2% desde el eje de la calzada a un 2% y -2% a los bordes de la vía.

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

9.4 Secciones transversal típica

En este numeral, se presenta la sección trasversal típica de diseño, la cual obedece a un trabajo interdisciplinario de la mano del diseñador de la estructura de pavimento con la cual se establece la estructura de pavimento y con el apoyo del diseñador hidráulico, se valida que la altura adoptada de los bordillos si cumpla con la capacidad hidráulica en función del análisis hidráulico e hidrológico. En la Figura 5, se presentan las secciones transversales de diseño.



Seccion Transversal Tipica #3. Pavimento 7.00 m - Cra 16

Figura 5.Sección transversal típica.
Fuente: Imagen extraída del diseño transversal.

En los anexos del 1 al 3 se pueden observar las características de los diferentes tramos viales:

- ✓ Cotas del terreno natural.
- ✓ Cotas de diseño en eje y bordes de la vía.
- ✓ Ancho de las calzadas.
- ✓ Bombeo seleccionado.
- ✓ Pendiente longitudinal.
- ✓ Espesores del diseño de la estructura del pavimento.
- ✓ Volumen de excavación y relleno.

Adicional se puede observar la composición de cada sección transversal para cada tramo vial.

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

10. CARÁCTERISTICAS DE DISEÑO DE LA VÍA

La vía se localiza en terreno plano con anchos de calzada de 7.0m. Los vehículos circulan a velocidades de operación de 30 km/h.

Clasificación:	Vía Urbana
Longitud:	138.69 m
Tipo de Terreno:	Plano
Velocidad de Diseño:	30 km/h
Ancho de Calzada:	7.0m
Ancho de Carril:	3.5m
Ancho de Anden:	1.05 m
Bordillo:	0.15 m
Bombeo Normal:	2%

Tabla 11. Características Propuestas de Diseño Geométrico de la Vía.
Fuente: Elaboración Propia.

Los elementos geométricos de una carretera deben estar convenientemente relacionados, para garantizar una operación segura, a una velocidad de operación continua en tramos rectos homogéneos y tramos con curvas horizontales y acorde con las condiciones generales de la vía.

11. MEMORIAS DE CÁLCULO

11.1 Cálculo de los elementos de curvatura vertical

Con base en la velocidad de diseño se definieron los diferentes parámetros de diseño vertical el parámetro de control de visibilidad K, las cotas de diseño de la rasante con su respectivo abscisado.

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

11.1.1 Elementos de diseño Vertical

Alineación vertical: A1
Descripción:
Intervalo de PK: inicio: 0+000.00, fin: 0+138.69

VAV	PAQUETE	Inclinación de rasante TS	Longitud de curva
0	0+000.00	-0,37%	

Tabla 12. Acuerdos Verticales.
Fuente: Elaboración propia.

11.2 Cálculo de las cotas de borde de la vía.

Con base en las secciones transversales de diseño y los bombeos de la sección transversal se generó la cartera de control de cotas de borde de diseño, la cual garantiza las especificaciones transversales de diseño, el sentido de rotación del bombeo en la calzada, transiciones de bombeo y pendiente del bombeo, adicional en la cartera se puede observar el ancho de la vía abscisado cada 10 m. Tal información se puede encontrar en el **Anexo 1.**

11.3 Cálculo de los volúmenes de movimiento de tierras

Con base en las secciones transversales de diseño y peraltes, se calculó la cartera de movimientos de tierra (Corte y Lleno) conservando el mismo abscisado. Tal información se puede encontrar en el **Anexo 2.**

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA
INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN VIAS Y TRANSPORTE

12. CONCLUSIONES

El rediseño del perfil vial en el tramo Vía 2 - Carrera 16, entre las calles 22A y 22C es una medida necesaria para asegurar la funcionalidad, seguridad y durabilidad de la vía, así como para cumplir con los lineamientos establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de INVIAS de 2008. Se solicita la aprobación para proceder con las acciones correspondientes para implementar este ajuste.

13. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda la implementación de señales de tránsito en los sectores de las vías que lo requiera a lo largo de todo el trazado vial con el fin de aumentar la seguridad de los usuarios vehiculares como de los peatones.
- ✓ Se recomienda durante el proceso de localización y replanteo, conservar el mismo sistema de coordenadas y hacer uso de los puntos de control materializados en campo con la finalidad de conservar el mismo sistema de elevaciones que aparece en las carteras de control y localización.
- ✓ Se recomienda conservar las pendientes longitudinales planteadas en el presente informe durante el proceso constructivo, ya que la información recolectada del levantamiento topográfico y el diseño geométrico realizado reflejaran el direccionamiento de flujo de escorrentías superficiales.

Mario Castaño.

MARIO ALBERTO CASTAÑO AVILA
Especialista en Vías y Transportes
M.P. 22202313829 COR
C.C. No.1.068.665.220

MARIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

ANEXO 1: CARTERAS DE CONTROL DE BORDES

	CONSTRUCCION DE VIAS EN PAVIMENTO RIGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPO EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, CORDOBA	MUNICIPIO	MONTERIA

ANEXO 2 CARTERA DE CONTROL DE BORDES SOBRE LA VIA - ALINEAMIENTO 1 - Costa de Oro - MONTERIA

BORDE IZQUIERDO				EJE DE LA VIA		BORDE DERECHO			
Pendiente Longitudinal (%)	Cota a Nivel de Pavimento	Ancho Media Banca (m)	Bombeo (%)	Abscisa	Cota a Nivel de Pavimento	Bombeo (%)	Ancho Media Banca (m)	Cota a Nivel de Pavimento	Pendiente Longitudinal (%)
0.00%	15.250	3.50	0.0%	K0+000.00	15.250	0.0%	3.50	15.250	0.00%
0.34%	15.267	3.50	1.0%	K0+005.00	15.232	-0.7%	3.50	15.206	-0.88%
-0.38%	15.248	3.50	1.0%	K0+010.00	15.213	-1.0%	3.50	15.178	-0.56%
-0.01%	15.248	3.50	1.5%	K0+015.00	15.195	-1.5%	3.50	15.143	-0.71%
-0.03%	15.246	3.50	2.0%	K0+020.00	15.176	-2.0%	3.50	15.106	-0.73%
-0.36%	15.228	3.50	2.0%	K0+025.00	15.158	-2.0%	3.50	15.088	-0.36%
-0.38%	15.209	3.50	2.0%	K0+030.00	15.139	-2.0%	3.50	15.069	-0.38%
-0.36%	15.191	3.50	2.0%	K0+035.00	15.121	-2.0%	3.50	15.051	-0.36%
-0.38%	15.172	3.50	2.0%	K0+040.00	15.102	-2.0%	3.50	15.032	-0.38%
-0.36%	15.154	3.50	2.0%	K0+045.00	15.084	-2.0%	3.50	15.014	-0.36%
-0.36%	15.136	3.50	2.0%	K0+050.00	15.066	-2.0%	3.50	14.996	-0.36%
-0.38%	15.117	3.50	2.0%	K0+055.00	15.047	-2.0%	3.50	14.977	-0.38%
-0.36%	15.099	3.50	2.0%	K0+060.00	15.029	-2.0%	3.50	14.959	-0.36%
-0.38%	15.080	3.50	2.0%	K0+065.00	15.010	-2.0%	3.50	14.940	-0.38%
-0.36%	15.062	3.50	2.0%	K0+070.00	14.992	-2.0%	3.50	14.922	-0.36%
-0.38%	15.043	3.50	2.0%	K0+075.00	14.973	-2.0%	3.50	14.903	-0.38%
-0.36%	15.025	3.50	2.0%	K0+080.00	14.955	-2.0%	3.50	14.885	-0.36%
-0.38%	15.006	3.50	2.0%	K0+085.00	14.936	-2.0%	3.50	14.866	-0.38%
-0.36%	14.988	3.50	2.0%	K0+090.00	14.918	-2.0%	3.50	14.848	-0.36%
-0.38%	14.969	3.50	2.0%	K0+095.00	14.899	-2.0%	3.50	14.829	-0.38%
-0.36%	14.951	3.50	2.0%	K0+100.00	14.881	-2.0%	3.50	14.811	-0.36%
-0.38%	14.932	3.50	2.0%	K0+105.00	14.862	-2.0%	3.50	14.792	-0.38%
-0.36%	14.914	3.50	2.0%	K0+110.00	14.844	-2.0%	3.50	14.774	-0.36%
-0.38%	14.895	3.50	2.0%	K0+115.00	14.825	-2.0%	3.50	14.755	-0.38%
-0.36%	14.877	3.50	2.0%	K0+120.00	14.807	-2.0%	3.50	14.737	-0.36%
-0.71%	14.842	3.50	1.5%	K0+125.00	14.789	-1.5%	3.50	14.737	-0.01%
-0.73%	14.805	3.50	1.0%	K0+130.00	14.770	-1.0%	3.50	14.735	-0.03%
-4.14%	14.598	3.50	0.7%	K0+135.00	14.572	-0.7%	3.50	14.546	-3.78%
3.79%	14.738	3.50	0.0%	K0+138.69	14.738	0.0%	3.50	14.738	5.21%

ANEXO 2: CARTERAS DE EXCAVACIÓN Y RELLENO

	CONSTRUCCION DE VIAS EN PAVIMENTO RIGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPO EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, CORDOBA	MUNICIPIO	MONTERIA

ANEXO 3.0 CARTERA DE VOLUMEN DE EXCAVACION Y TERRAPLEN - ALINEAMIENTO 1 - Costa de Oro - MONTERIA

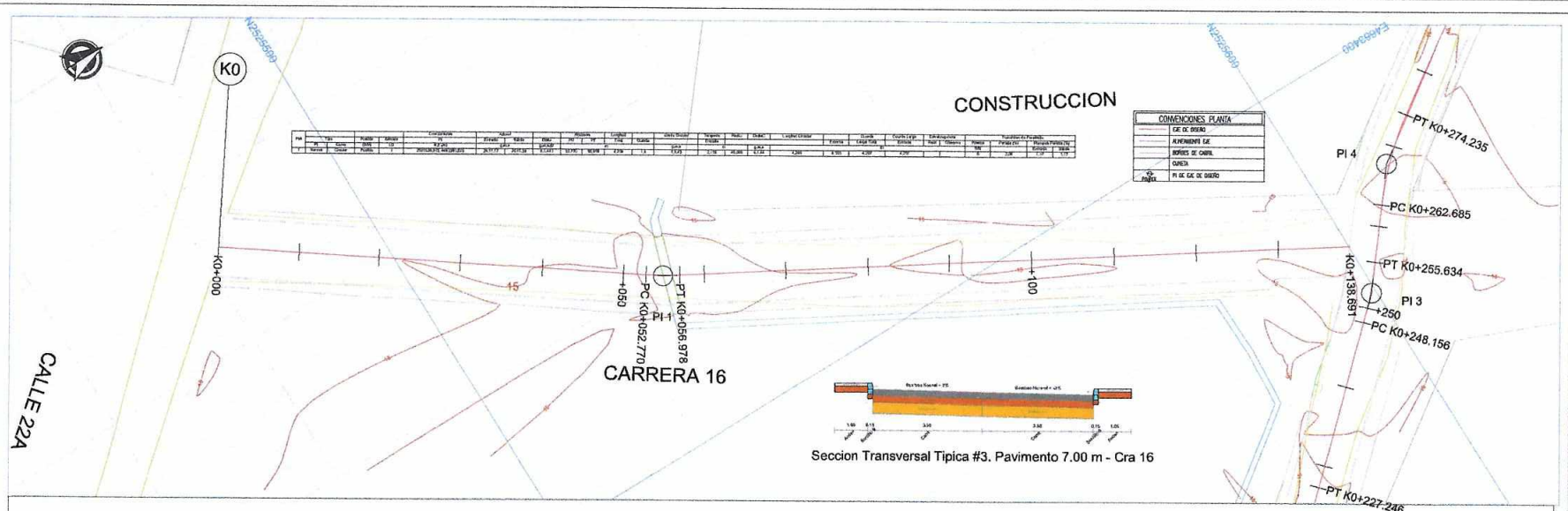
P.K. inicial: K0+000.00

P.K. final: K0+138.69

P.K.	Área de Excavación (m2)	Volumen de Excavación (m3)	Vol. Excavación acumul. (m3)	Área de Conformación (m2)	Volumen de Conformación (m3)	Vol. Conformación acumul. (m3)
K0+000.00	4.69	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00
K0+010.00	4.49	45.91	45.91	0.84	7.03	7.03
K0+020.00	5.01	47.53	93.44	0.35	5.95	12.98
K0+030.00	5.03	50.22	143.66	0.27	3.10	16.08
K0+040.00	4.47	47.52	191.18	0.26	2.67	18.74
K0+050.00	4.66	45.70	236.89	0.49	3.74	22.48
K0+060.00	5.65	51.64	288.52	0.59	5.32	27.80
K0+070.00	4.79	52.22	340.75	0.53	5.59	33.39
K0+080.00	5.09	49.37	390.12	0.36	4.46	37.85
K0+090.00	5.55	53.20	443.31	0.19	2.74	40.59
K0+100.00	5.71	56.31	499.62	0.20	1.92	42.51
K0+110.00	6.15	59.28	558.91	0.04	1.17	43.68
K0+120.00	6.59	63.67	622.58	0.15	0.97	44.65
K0+130.00	6.77	66.81	689.38	0.24	1.97	46.61
K0+138.69	5.99	55.48	744.86	0.06	1.29	47.91

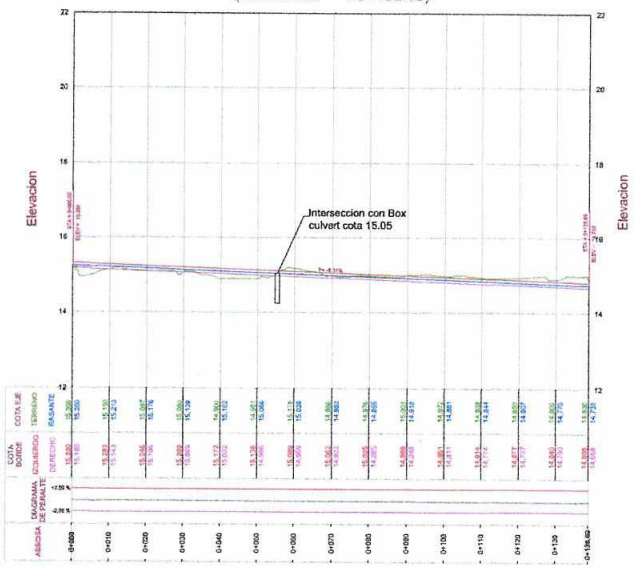
MÁRIO ALBERTO CASTAÑO
AVILA

ANEXO 3: PLANOS Y DETALLES DISEÑO GEOMETRICO



Seccion Transversal Tipica #3. Pavimento 7.00 m - Cra 16

PERFIL LONGITUDINAL Via 2 – CARRERA 16 ENTRE CALLE 22 A Y CALLE 22 C
(K0+000.00 – K0+138.69)



CONVENCIONES PERFIL
- NIVEL RASANTE DE DISEÑO
- PERFIL EJE TERRENO NATURAL
- PERFIL BORDE DERECHO
- PERFIL BORDE IZQUIERDO
- PIV DE EJE DE DISEÑO

① PLANTA PERFIL
ESCALA: SIN ESCALA

Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

PROYECTO
PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN EL BARRIO COSTA DE ORO EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA

UBICACIÓN
- Barrio Costa de Oro
- Calle 23D entre la calle 23 y la cra 16
- Cra 16 entre las calle 22A y 22D

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL

EQUIPO DE DISEÑO Y DESARROLLO

REALIZÓ
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN VIAS Y TRANSPORTE
MARIO ALBERTO CASTAÑO AVILA
DIRECTOR

CONTIENE

COLABORADORES

OBSERVACIONES

ARCHIVO
ALINEAMIENTO DEL ARCHIVO

FECHA
ABRIL 24 2021

ESCALA
1:700

PLANO
DG01

CC
01

132

TABLA DE VOLUMNES 0+020.00			
TIPO DE MOVIMIENTO	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
EXCAVACION	5.01	47.53	93.44
RELLENO	0.35	5.95	12.98

0+020.00

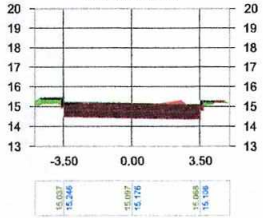


TABLA DE VOLUMNES 0+050.00			
TIPO DE MOVIMIENTO	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
EXCAVACION	4.66	45.70	236.89
RELLENO	0.49	3.74	22.48

0+050.00

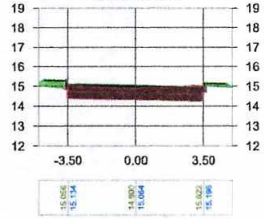


TABLA DE VOLUMNES 0+080.00			
TIPO DE MOVIMIENTO	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
EXCAVACION	5.09	49.37	390.12
RELLENO	0.36	4.46	37.85

0+080.00

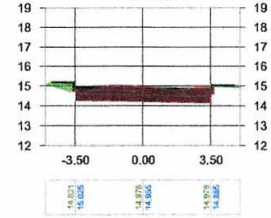


TABLA DE VOLUMNES 0+110.00			
TIPO DE MOVIMIENTO	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
EXCAVACION	6.15	59.28	558.91
RELLENO	0.04	1.17	43.66

0+110.00

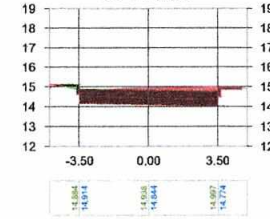


TABLA DE VOLUMNES 0+138.69			
TIPO DE MOVIMIENTO	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
EXCAVACION	5.99	55.48	744.86
RELLENO	0.06	1.29	47.91

0+138.69

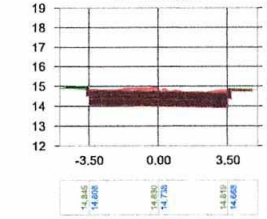


TABLA DE VOLUMNES 0+010.00			
TIPO DE MOVIMIENTO	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
EXCAVACION	4.49	45.91	45.91
RELLENO	0.84	7.03	7.03

0+010.00

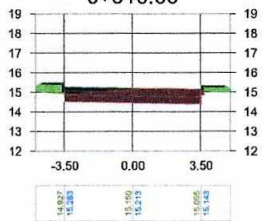


TABLA DE VOLUMNES 0+040.00			
TIPO DE MOVIMIENTO	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
EXCAVACION	4.47	47.52	191.18
RELLENO	0.26	2.67	16.74

0+040.00

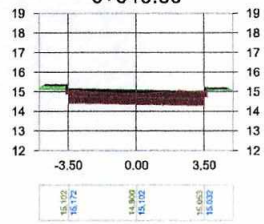


TABLA DE VOLUMNES 0+070.00			
TIPO DE MOVIMIENTO	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
EXCAVACION	4.79	52.22	340.75
RELLENO	0.53	5.59	33.36

0+070.00

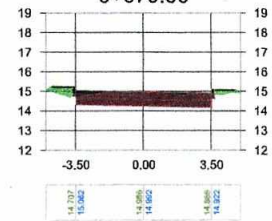


TABLA DE VOLUMNES 0+100.00			
TIPO DE MOVIMIENTO	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
EXCAVACION	5.71	56.31	499.62
RELLENO	0.20	1.92	42.51

0+100.00

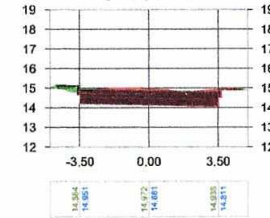


TABLA DE VOLUMNES 0+130.00			
TIPO DE MOVIMIENTO	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
EXCAVACION	6.77	66.81	689.38
RELLENO	0.24	1.97	46.61

0+130.00

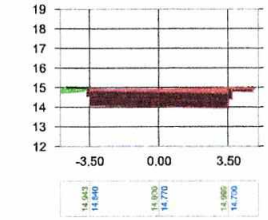


TABLA DE VOLUMNES 0+000.00			
TIPO DE MOVIMIENTO	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
EXCAVACION	4.69	0.00	0.00
RELLENO	0.56	0.00	0.00

0+000.00

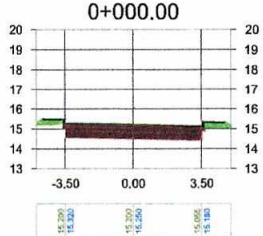


TABLA DE VOLUMNES 0+030.00			
TIPO DE MOVIMIENTO	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
EXCAVACION	5.03	50.22	143.66
RELLENO	0.27	3.10	16.08

0+030.00

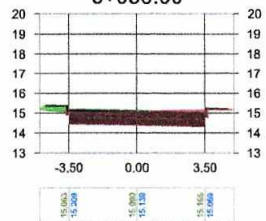


TABLA DE VOLUMNES 0+060.00			
TIPO DE MOVIMIENTO	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
EXCAVACION	5.05	51.64	288.52
RELLENO	0.59	5.32	27.80

0+060.00

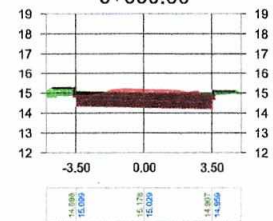


TABLA DE VOLUMNES 0+090.00			
TIPO DE MOVIMIENTO	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
EXCAVACION	5.55	53.20	443.31
RELLENO	0.19	2.74	40.59

0+090.00

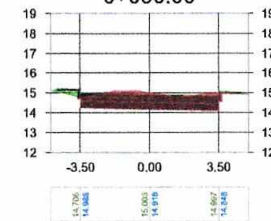
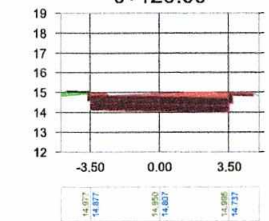


TABLA DE VOLUMNES 0+120.00			
TIPO DE MOVIMIENTO	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
EXCAVACION	6.59	63.67	622.58
RELLENO	0.15	0.97	44.65

0+120.00



① SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA: SIN ESCALA

Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

PROYECTO

PAVIMENTACIÓN DE VIAS EN EL BARRIO COSTA DE ORO EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA



UBICACIÓN

- Barrio Costa de Oro
- Calle 236 entre la calle 23 y la cra 16
- Cra 16 entre las calles 224A y 228

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL

EQUIPO DE DISEÑO Y DESARROLLO

REALIZO

ESPECIALISTA EN VIAS Y TRANSPORTE
MARIO ALBERTO CASTAÑO AVILA

CONTIENE

COLABORADORES

OBSERVACIONES

ACADEMIA DEL ARCHIVO

FECHA: ABRIL 24 2021

ESCALA: 1:100

PLANO: ST01 01

133

CARTA DE RESPONSABILIDAD
DISEÑADOR GEOMETRICO

CARTA DE RESPONSABILIDAD

Montería, marzo de 2024

Yo **MARIO ALBERTO CASTAÑO AVILA,** realice el diseño geométrico a partir topografía existentes, de igual forma siguiendo los requisitos del INVIAS, y asumo toda la responsabilidad por el alcance de los planos requerido para el proyecto **"PARA CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPO, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA".**

Cualquier modificación al documento y planes, únicamente con mi autorización directa.

Mario Castaño.

MARIO ALBERTO CASTAÑO AVILA
Especialista en Vías y Transportes
M.P. 22202313829 COR
C.C. No.1.068.665.220



VALIDO PARA REDISEÑO DE PERFIL
la Vía 2 - Carrera 16, entre las calles 22A y 22C.
Del proyecto CONSTRUCCION DE VIAS EN PAVIMENTO
RIGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPO
EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, CORDOBA.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.
22202-313829 COR
Fecha de Expedición: **22/10/2015**

Nombre:
MARIO ALBERTO
CASTAÑO AVILA
Cédula:
C.C. 1068665220
Profesión:
INGENIERO CIVIL
Institución:
UNIVERSIDAD PONTIFICIA
BOLIVARIANA SECC MONTERIA



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

PRESIDENTE DEL CONSEJO

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

VALIDO PARA REDISEÑO DE PERFILES
la Vía 2 - Carrera 16, entre las calles 22A y 22C.
Del proyecto CONSTRUCCION DE VIAS EN PAVIMENTO
RIGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPO
EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA CORDOBA.

137

REPUBLICA DE COLOMBIA

19675

UNIVERSIDAD DEL SINU
Elías Bechara Zainúm

EL RECTOR Y EL CONSEJO SUPERIOR
POR EL TENOR DE LA PRESENTE, HACEMOS SABER QUE

Mario Alberto Castaño Avila

IDENTIFICADO(A) CON LA CEDULA DE CIUDADANIA NO. 1.060.661.298 de Tierralta de Cor , ALUMNO(A) DE ESTA INSTITUCION Y EN TAL VIRTUD FORMADA EN EL PENSAMIENTO DE NUESTRO FUNDADOR CON PROYECCION UNIVERSAL. VALORES CULTURALES Y HUMANOS DEL HOMBRE COLOMBIANO CONFERIMOS, EN NOMBRE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA Y POR AUTORIZACION DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL, EL CARACTER Y TITULO DE

Especialista en Vías y Transportes

CON EL COMPROMISO DE LIDERAZGO AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD, LA UNIVERSIDAD Y SU FAMILIA PARA GENERAR FUTURAS CONDICIONES DE VIDA MAS FAVORABLES A TODOS; COMPROMETIDO CON NUESTRA RAZON DE SER, ELEVANDO LA CULTURA REGIONAL Y NACIONAL, COMO CONTRIBUCION A LA HUMANIDAD, CON EL CRITERIO DE LA LIBERTAD COMO DERECHO NATURAL Y SIN DISTINGO DE RAZA, CREDO, SEXO O COLOR. EL PRESENTE TITULO LLEVA LAS FIRMAS DEL RECTOR, VICERRECTOR, DECANO Y SECRETARIO GENERAL, EN LA CIUDAD DE Montería
A LOS 25 DIAS DEL MES DE Febrero DEL AÑO 2021

EL RECTOR | EL VICERRECTOR | EL DECANO | EL SECRETARIO GENERAL

545

VALIDO PARA DISEÑO DE PERFIL
la Vía 2 - Carrera 16, entre calles 22A y 22C
Del proyecto CONSTRUCCION DE CIRCUITO
RIGIDO EN LOSA EN PAVIMENTO
EN EL BARRIO POST DE PASATIEMPO
EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, CORDOBA.

UNIVERSIDAD DEL SINU
Elías Bechara Zaínum
Fundada en 1974

ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD

ACTA DE GRADO NUMERO 0281-003EVT

Resolución Rectoral No. 2705 de febrero 18 de 2021

CONSIDERANDO QUE

Mario Alberto Castaño Avila
C.C. No 1.068.665.220 de Ciénaga de Oro

Cumplió satisfactoriamente con los requisitos exigidos por los acuerdos y reglamentos de la Universidad, resuelve otorgarle el título de

Especialista en Vías y Transportes

En nombre y representación de la Universidad del Sinú - Elías Bechara Zainum- y de la República de Colombia y previo al juramento de rigor, el Rector hizo entrega del Diploma No. 19615 registrada en el folio 545 del libro 6

En el testimonio de lo anterior se firma la presente acta de grado en la ciudad de Montería, a los veinticinco (25) días del mes de febrero de 2021

Rector

Secretario General

Decano
Ciencias e Ingenierías

VALIDO PARA REDISEÑO DE PERFIL
Ma VIB 2 - Carrera 16 entre las calles 22A y 22C.
Del proyecto CONSTRUCCION DE VIAS EN PAVIMENTO
RIGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPO
EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA CORDOBA.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2024-2635911

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que MARIO ALBERTO CASTAÑO AVILA, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1068665220, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 22202-313829 desde el 22 de Octubre de 2015, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1222.

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 diecisiete (17) días del mes de Marzo del año dos mil veinticuatro (2024).

VALIDO PARA REDISEÑO DE PERFIL
Del proyecto CONSTRUCCION DE VIAS EN PAVIMENTO
la Vía 2 - Carrera 16, entre las calles 20A y 22C.
RIGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPO
EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, CORDOBA

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

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

DISEÑO ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

INFORME DISEÑO DE PAVIMENTO

CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA.

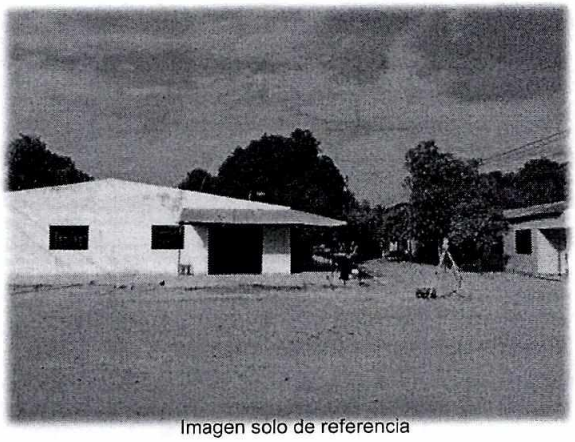


Imagen solo de referencia

ING. ÁNGEL ÁLVAREZ
MAT. 22202196761 COR

MONTERÍA - CÓRDOBA
ENERO DE 2024

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION 4

OBJETIVO GENERAL 5

OBJETIVOS ESPECIFICOS 5

1. LOCALIZACIÓN DEL SECTOR EN ESTUDIO 6

1.1 Tramos de vías a pavimentar 7

2. CARACTERIZACIÓN DE LA SUBRASANTE 7

3. TRANSITO DE DISEÑO 8

4. METODOLOGIA AASTHO 93 8

4.1. Confiabilidad (R) 9

4.2. Índice de Serviciabilidad 10

4.3. Error normal combinado [So] 10

4.4. Módulo de rotura del concreto 11

4.5. Módulo elástico del concreto 12

4.6. Módulo de reacción de la subrasante 13

4.7. Coeficiente de drenaje 14

4.8. Coeficiente de transferencia de carga (J) 15

4.9. Análisis por el Método AASTHO 93 16

4.10. Análisis de los resultados 17

5. METODO DE LA ASOCIACION DE CEMENTO PORTLAND (PCA) 17

5.1. Fórmulas empleadas para calcular el consumo de fatiga 18

5.2. Fórmulas empleadas para calcular el consumo de erosión 18

5.3. Análisis por el Método de la PCA 19

5.3.1. Análisis de los resultados 20

5.3.2. Análisis de sensibilidad 21

CONCLUSIONES 23

RECOMENDACIONES 24

BIBLIOGRAFIA 29

ANEXOS 30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Emplazamiento de la zona del proyecto 6

Figura 2. Módulo de rotura 12

Figura 3. Cálculo del K Combinado 14

Figura 4. Calculo del espesor del pavimento – Método AASTHO 93 16

Figura 5. Sección Transversal de la estructura – Método AASTHO 93 17

Figura 6. Sección Transversal de la estructura – Método PCA 20

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Nomenclatura y datos de la vía 7

Tabla 2. Nivel de confiabilidad R recomendados 9

Tabla 3. Serviciabilidad final 10

Tabla 4. Error normal combinado, So 11

Tabla 4. Valores de K cuando la losa se apoya sobre una capa granular 13

Tabla 6. Valores de Cd recomendado para pavimentos rígidos 14

Tabla 7. Coeficiente de transferencia de carga 15

Tabla 8. Resumen de parámetros Método AASHTO 93 16

Tabla 9. Transferencia de carga 25

Tabla 10. Barras de anclaje 25

Tabla 11. Geometría juntas pavimento en los tramos 27

INTRODUCCION

Se conoce como pavimento, el conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales que se diseñan técnicamente y se construyen con materiales apropiados como asfalto o concreto debidamente compactados con el fin de soportar cargas de tráfico. Algunos de los elementos indispensables para cumplir la función del pavimento es la adecuada distribución de las capas de la estructura (Sub-base, base, losa de concreto o carpeta asfáltica).

Considerando lo anterior, y soportado bajo las formulaciones y metodologías empleada por la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transporte (AASHTO 93) y la Asociación de Cemento Portland (PCA 84) se efectúa el diseño de la estructura de pavimento rígido en el proyecto CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA.

A continuación, se presentan los parámetros de diseño de los dos métodos referidos anteriormente, la caracterización de la subrasante, el tránsito de diseño y demás insumos requeridos para el diseño estructural del pavimento.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar la estructura de pavimento rígido del proyecto CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA, a través de las metodologías propuestas por la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transporte (AASTHO 93) y la Asociación de Cemento Portland (PCA 84).

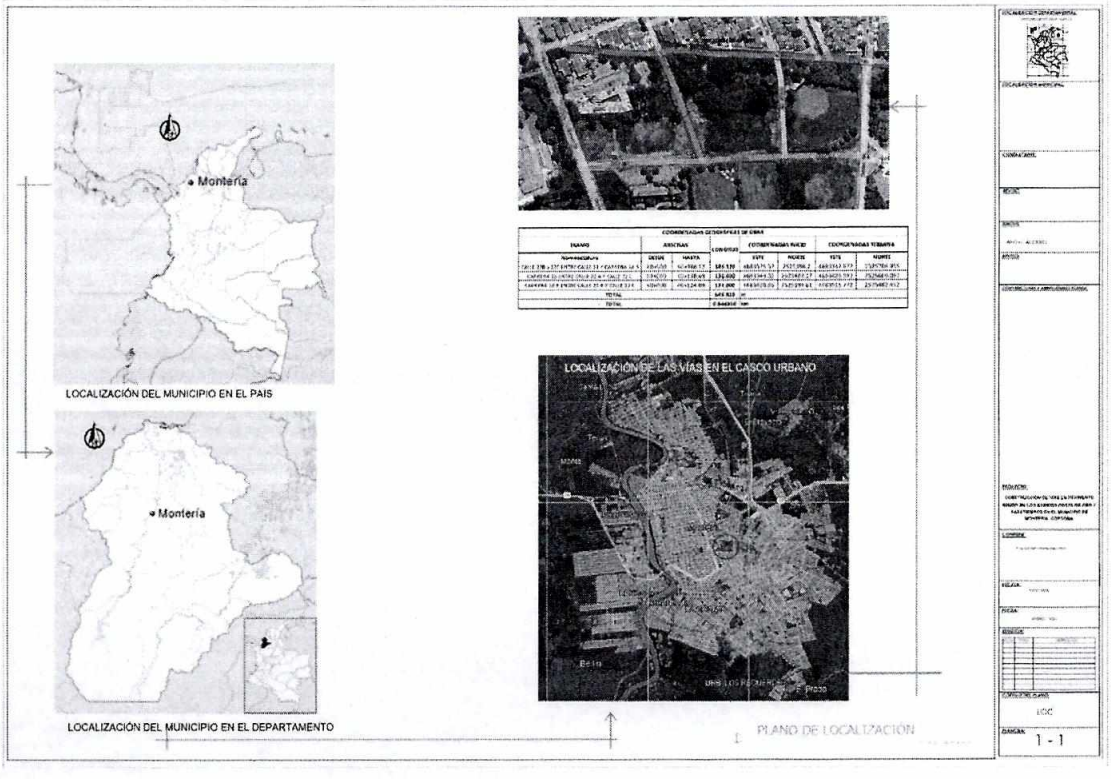
OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer los parámetros de diseño de la estructura de pavimento propuesta.
- Definir el módulo de reacción de la subrasante a través del valor del CBR.
- Calcular el consumo de esfuerzo y el consumo de erosión a través del método de la PCA

1. LOCALIZACIÓN DEL SECTOR EN ESTUDIO

El sitio donde se considera intervenir los tramos viales se encuentra localizado al sur - este del municipio de Montería - Córdoba. Sobre las vías: CALLE 22B y 22C ENTRE CALLE 23 Y CARRERA 18 A – CARRERA 16 ENTRE CALLE 22 A Y CALLE 22 C – CARRERA 16 B ENTRE CALLE 22 A Y CALLE 22 C. En la figura 1 se observa el emplazamiento nacional y departamental del proyecto.

Figura 1. Emplazamiento de la zona del proyecto



Fuente: Plano de localización

1.1 Tramos de vías a pavimentar

Los tramos contarán con una longitud de **648.810 m** comprendidos entre la abscisa que se mencionan a continuación:

Tabla 1. Nomenclatura y datos de la vía

COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE OBRA							
TRAMO	ABSCISAS		LONGITUD	COORDENADAS INICIO		COORDENADAS TERMINA	
Nomenclatura	DESDE	HASTA		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
CALLE 22B y 22C ENTRE CALLE 23 Y CARRERA 18 A	K0+000	K0+386.12	**386.12**	4683575.57	2525396.2	4683347.877	2525706.955
CARRERA 16 ENTRE CALLE 22 A Y CALLE 22 C	K0+000	K0+138.69	**138.69**	4683348.32	2525482.17	4683420.992	2525600.091
CARRERA 16 B ENTRE CALLE 22 A Y CALLE 22 C	K0+000	K0+124.00	**124.00**	4683420.65	2525398.61	4683511.772	2525482.412
TOTAL			**648.81**	m			
TOTAL			**0.64881**	km			

Fuente: El Autor

2. CARACTERIZACIÓN DE LA SUBRASANTE

La caracterización de la subrasante es un parámetro fundamental en el diseño de pavimento ya que es la plataforma o capa donde se emplazará toda la estructura y la que resiste toda la carga impuesta por el tránsito.

Para caracterizar el suelo de subrasante es necesario realizar una evaluación en campo y recuperar muestras para establecer el valor de la resistencia en el laboratorio, a través del ensayo CBR (Californian Bearing Ratio), el cual consiste en aplicarle una fuerza puntual a unas probetas compactadas con 12, 25 y 56 golpes, que previamente estuvo sumergida durante 96 horas, a una velocidad de 1.27mm/seg; en este sentido se toma la lectura a una penetración de 0.1" pulg. y 0.2" pulg. Además de lo anterior, se pueden establecer correlaciones que existente entre el Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC) y el valor del CBR. Según la información consignada en el estudio de suelo, recomienda diseñar la estructura de pavimento con un valor de CBR de diseño mejorado de **5.28%.**

3. TRANSITO DE DISEÑO

El transito es la variable más importante en el diseño de pavimentos porque es la que determina, en cierto grado, su espesor; además el número y el peso de los ejes de los vehículos inciden directamente en el pre-dimensionamiento de la estructura.

De acuerdo al estudio de tránsito el número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas es de **204286**. Ver estudio de tránsito anexo.

4. METODOLOGIA AASTHO 93

Un pavimento de hormigón o pavimento rígido consiste básicamente en losas de hormigón simple o armado, apoyadas directamente sobre una base o subbase, el cual puede ser dimensionado utilizando ecuaciones empíricas. Por ejemplo, las ecuaciones empíricas utilizadas en la guía AASHTO 1993 son en gran medida resultados del AASTHO Road Test.

El método AASHTO 1993 se fundamenta en la siguiente fórmula general de diseño, la cual relaciona el número de ejes equivalentes de 8,2 Ton con el espesor de la losa de hormigón:

$$Log(W_{18}) = Zr \times So + 7.35 \times Log(D+1) - 0.06 + \frac{Log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1+\frac{1.624\times10^{7}}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22-0.32 \times P_t) \times Log\left(\frac{MR \times Cd \times (D^{0.75}-1.132)}{215.63 \times J\left(D^{0.75}-\frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{K}\right)^{0.25}}\right)}\right)$$

Dónde:

- W18: Número de cargas de 18 Kips (80 KN) previstas.
- ZR: Valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.
- So: Desvío estándar de todas las variables.
- D: Espesor de la losa del pavimento en pulgadas.

- ΔPSI: Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño
- Pt: Serviciabilidad final
- S'c: Módulo de rotura del concreto, en psi.
- J: Coeficiente de transferencia de carga
- Cd: Coeficiente de drenaje
- Ec: Módulo de elasticidad del concreto, en psi.
- K: Módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), en pci. (psi/pulg).

4.1. Confiabilidad (R)

Tiene en cuenta el grado de incertidumbre que se presenta durante la estimación de las variables, introduciendo para tal fin un factor de seguridad al diseño. Para entender este parámetro hay que señalar que la confiabilidad es contraria a la probabilidad de falla. Así, si R tiende a un valor de 100%, significa que el diseñador está introduciendo una probabilidad de falla tendiente a 0% al diseño, y en este punto el espesor de las capas de pavimento alcanzará su mayor valor debido a que el factor de seguridad es lo más alto posible.

Tabla 2. Nivel de confiabilidad R recomendados

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad R [%]	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 - 99.9	80.0 - 99.9
Arterias principales	80.0 - 99.0	75.0 - 95.0
Colectoras	80.0 - 95.0	75.0 - 95.0
Locales	50.0 - 80.0	50.0 - 80.0

Fuente: Ing. Hugo Rondón Quintana

Basado en lo anteriormente propuesto, se toma un valor de confiabilidad de **85%** por tratarse de una vía colectora.

4.2. Índice de Serviciabilidad

Este índice tiene en cuenta el estado inicial y final de serviciabilidad del pavimento que se diseñará y construirá. A pesar de ser un parámetro bastante subjetivo, el estado de serviciabilidad se evalúa de manera cuantitativa asignando un valor de entre 0 y 5, donde 5 es el máximo valor, asumiendo que el pavimento se encuentra en perfecto estado de serviciabilidad. Se parte por lo general de un valor inicial para pavimento de P_o entre 4.0 y 4.2 (estado bueno de la vía) y se determina el valor donde ocurre la falla funcional del pavimento P_f entre 1.5 y 2.5

Tomando como referencia la siguiente tabla, se opta un valor de serviciabilidad inicial de **4.2** y serviciabilidad final de **2.5**

Tabla 3. Serviciabilidad final

Tipo de vía	Serviciabilidad Final P_f
Autopistas	2.5 - 3.0
Carreteras	2.0 - 2.5
Zonas industriales	
Pav. urbano principal	1.5 - 2.0
Pav. urbano secundario	1.5 - 2.0

Fuente: AASTHO 93

4.3. Error normal combinado [So]

Para el diseño de pavimentos es necesario determinar el error normal combinado (So), el cual tiene en cuenta la falla o desviación de diseño, la variación de las propiedades de los materiales, la variación de las propiedades de la subrasante, la variación en la estimación del tránsito, la variación de las condiciones climáticas y la variación en la calidad de la construcción. Los valores de So se obtienen en la siguiente tabla:

Tabla 4. Error normal combinado, So

Proyecto de pavimento	S_o	
	Flexible	Rígido
	0.4 - 0.50	0.30 - 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

Fuente: Ing. Hugo Rondón Quintana

S_o toma **0.35** el valor del error normal combinado para el presente proyecto.

4.4. Módulo de rotura del concreto

Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S'c) o Módulo de Ruptura (MR) normalmente especificada a los 28 días.

Para calcular el módulo de rotura, el Instituto del Cemento Portland, propone utilizar la siguiente formula en función de la resistencia a la compresión del concreto.

$$MR = K\ x\ \sqrt{f'c}$$

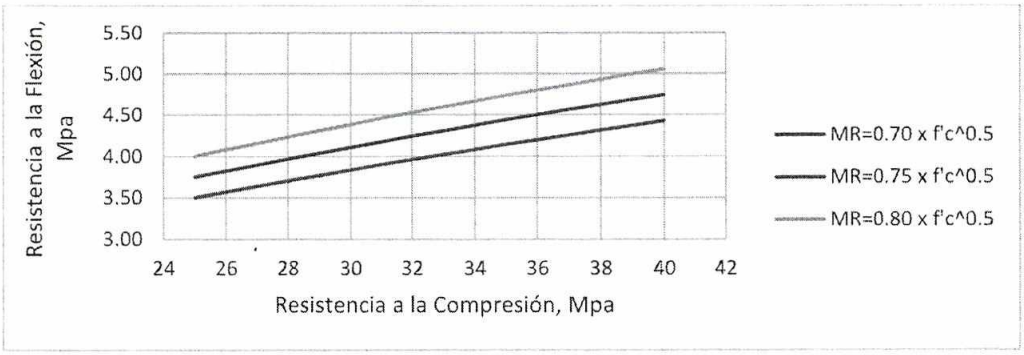
Donde K = 0.7 si el agregado es redondeado, K = 0.8 si el agregado es triturado y la resistencia a la compresión (f'c) de 28 Mpa. Por lo tanto, el módulo de rotura es:

$$MR = 0.7\ x\ \sqrt{28}$$

$$\boldsymbol{MR = 3.8\ Mpa}$$

Para nuestro proyecto se recomienda tomar el valor de **MR = 4.0 Mpa**

Figura 2. Módulo de rotura



Fuente: ICPA

4.5. Módulo elástico del concreto

El Módulo de Elasticidad del concreto está íntimamente relacionado con su Módulo de Ruptura y se determina mediante la norma ASTM C469. Existen varios criterios con los que se puede estimar el Módulo de Elasticidad. Se puede establecer con la siguiente formula:

$$E = 57000\ x\ \sqrt{f'c}$$

Dónde:

E = Módulo de elasticidad del concreto

f'c = Resistencia a la compresión

$$E = 57000\ x\ \sqrt{3500\ psi}$$

$$\boldsymbol{E = 3'372,165\ psi}$$

4.6. Módulo de reacción de la subrasante

Este factor da idea de cuánto se asienta la subrasante cuando se le aplica un esfuerzo de compresión. Numéricamente, es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada sobre un área de carga, dividido por la deflexión en pulgadas para esa carga. Los valores de k son expresados como libras por pulgada cuadrada por pulgada (PCI).

Puesto que la prueba de carga sobre placa, requiere tiempo y es costosa, el valor de k es estimado generalmente por correlación con otros ensayos simples, tal como la razón de soporte california (CBR) o las pruebas de valores R. El resultado es válido porque no se requiere la determinación exacta del valor k; las variaciones normales para un valor estimado no afectarán apreciablemente los requerimientos de espesores del pavimento. Las ecuaciones utilizadas para la determinación del valor de reacción de la subrasante son:

$$K = 2.55 + 52.5 \log(CBR), \quad para\ CBR \leq 10\%$$
$$K = 46 + 9.08\ [\log(CBR)]^{4.34} \quad para\ CBR > 10\%$$

K=2.55+52.5Log (5,28) = 40,49 Mpa/m.

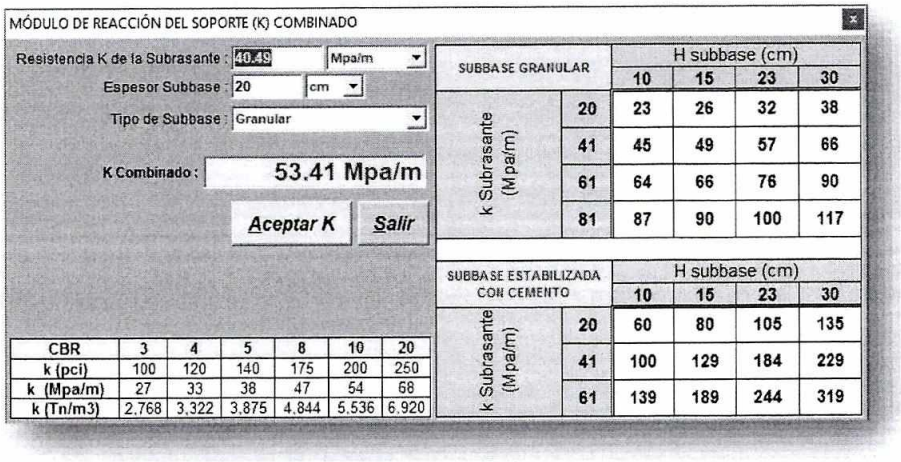
Considerando que la losa de concreto hidráulico se apoyará sobre una capa granular, se realiza el cálculo del módulo de reacción combinado de la subrasante. Se efectúa teniendo presente los valores consignados en la siguiente tabla:

Tabla 5. Valores de K cuando la losa se apoya sobre una capa granular

Valor de K para la subrasante		Valor de K para subbase combinada							
		10 cm		15 cm		22.5 cm		30 cm	
Mpa/m	pci	Mpa/m	pci	Mpa/m	pci	Mpa/m	pci	Mpa/m	pci
20	73	23	85	26	96	32	117	38	140
40	147	45	165	49	180	57	210	66	245
60	220	64	235	66	245	76	280	90	330
80	295	87	320	90	330	100	370	117	430

Fuente: Ing. Hugo Rondón Quintana

Figura 3. Cálculo del K Combinado



Fuente: El Autor

Efectuado el cálculo de K con las ecuaciones anteriores mencionadas, se establece en la tabla anterior, el valor interpolado del módulo de reacción combinado de la subrasante, el cual es de **53.41 Mpa/m**. con la ayuda del software BS-PCA de la U del Cauca

4.7. Coeficiente de drenaje

Este parámetro de diseño hace referencia a la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próxima a la saturación. Este porcentaje de tiempo se calcula como la relación entre el número de días promedio que llueve en la zona donde se construirá la estructura de pavimento y los 365 días del año.

Tabla 6. Valores de Cd recomendado para pavimentos rígidos

TIEMPO PARA REMOCIÓN DEL AGUA	CALIDAD DE DRENAJE	<1%	1-5%	5-25%	>25%
2 HORAS	EXCELENTE	1.23	1.18	1.13	1.10
1 DÍA	BUENO	1.18	1.13	1.05	1.00
1 SEM.	ACEPTABLE	1.13	1.05	0.95	0.90
1 MES	POBRE	1.05	0.95	0.85	0.80
(EL AGUA NO DRENA)	MUY POBRRE	0.95	0.85	0.75	0.70

Fuente: AASTHO 93

Para el cálculo del coeficiente de drenaje se realizó un conteo de los días que llueve en la zona de influencia del proyecto; en ese orden de ideas y con el apoyo de la serie histórica de la Estación **BOCA DE LA CEIBA [13070070]** emplazada en el municipio de Montería y contemplada en la base del IDEAM, se realiza los cálculos pertinentes, obteniendo como resultado el promedio en la zona donde se considera construir el pavimento, el número de días de lluvias son alrededor de 98.

Suponiendo que la calidad del drenaje sea buena y que el porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento estará expuesta a grados de humedad próxima a saturación, se considera un coeficiente de drenaje de **1.10**

$$Tiempo = \frac{98}{365}\ x\ 100 = 26.85\%$$

4.8. Coeficiente de transferencia de carga (J)

Es un parámetro adimensional que tiene en cuenta la capacidad que una estructura de pavimento rígido pueda transferir o distribuir cargas en la zona más propensa a fallar (Juntas). Este parámetro adicionalmente tiene en cuenta el efecto que genera sobre las juntas y sobre la transferencia de carga el confinamiento lateral de las losas.

Tabla 7. Coeficiente de transferencia de carga

TIPO DE LOSA	CARACTERISTICA	J
Confinada	Con Dovelas	3.1
	Sin Dovelas	4.2
No confinada	Con Dovelas	3.2
	Sin Dovelas	4.4

Fuente: Ing. Hugo Rondón Quintana

Según la anterior tabla, se opta por **3.1** como valor del coeficiente de transferencia de carga.

4.9. Análisis por el Método AASTHO 93

Establecidos los parámetros de diseños propuestos anteriormente, se efectúa el análisis del método a través de la fórmula propuesta por la presente metodología, donde los resultados son los siguientes:

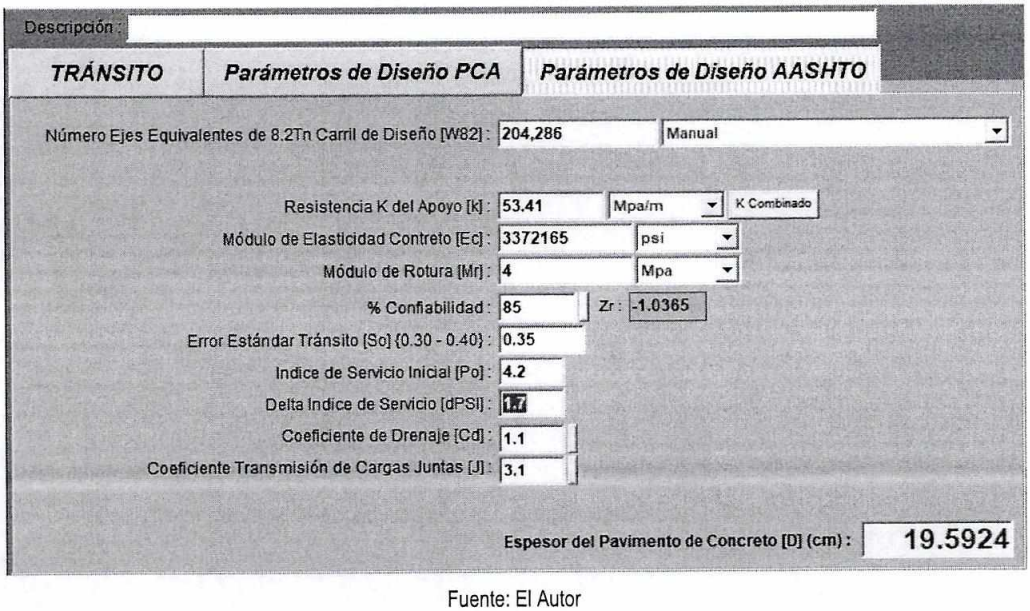
Tabla 8. Resumen de parámetros Método AASHTO 93

MÉTODO AASHTO	
W82	204286
K	53.41
Ec	3372165
Mr	4.0
% Confiabilidad	85
So	0.35
Po	4.2
dPSI	1.7
Cd	1.1
J	3.1

Fuente: El Autor

Resolvemos la ecuación con la ayuda del software BS-PCA de la universidad del Cauca

Figura 4. Cálculo del espesor del pavimento – Método AASTHO 93

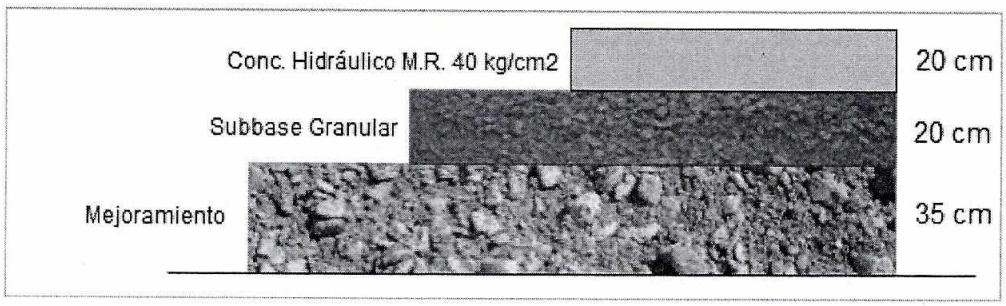


Fuente: El Autor

4.10. Análisis de los resultados

Un espesor de 19.5924 cm = 20 cm resiste 204,286 ejes equivalentes de 8.2 Ton. en el carril de diseño y durante el periodo de diseño.

Figura 5. Sección Transversal de la estructura – Método AASTHO 93



Fuente: El Autor

5. METODO DE LA ASOCIACION DE CEMENTO PORTLAND (PCA)

En 1966 se publica la primera versión del método de la PCA, posteriormente modificada y siendo la versión actual la de 1984. En esta versión se ha estudiado la influencia de una serie de factores que no pudieron ser considerados de forma adecuada en la primera versión, tales como pavimentos con pasadores en las juntas, bases de concreto pobre, bermas de concreto, deterioro del pavimento debidos a la erosión de la base, vehículos pesados con ejes trídem, etc.

Un aspecto relevante que se destaca en la versión de 1984 es la introducción del criterio de erosión, el cual reconoce que un pavimento (especialmente si está sometido a un tránsito pesado) puede fallar por fenómenos de bombeo o "pumping", erosión de la base y escalonamiento de las juntas, antes que por fatiga debida a excesivas repeticiones de carga.

El método considera dos criterios de diseño:

- Fatiga: Con el fin de proteger los pavimentos de la acción de los esfuerzos producidos por las repeticiones de carga.

- Erosión: Con el fin de limitar en los bordes de la losa juntas y esquinas los efectos de la deflexión del pavimento, controlando de esta manera la erosión de la fundación y de los materiales de las bermas. Es de suma importancia este criterio, pues algunas fallas de pavimento tales como bombeo, desnivel entre losas y deterioro de bermas, son independientes de la fatiga.

Los ejes triples (trídem) pueden ser más dañinos desde el punto de vista de la erosión, que desde el punto de vista de la fatiga.

5.1. Fórmulas empleadas para calcular el consumo de fatiga

Para el análisis de fatiga, se utilizó la siguiente formula recomendada por la PCA 84:

$$Log\ N_f = 11.737 - 12.077\left(\frac{\sigma}{S_c}\right) \qquad para\ \frac{\sigma}{S_c} \geqslant 0.55$$

$$N_f = \left(\frac{4.2577}{\frac{\sigma}{S_c} - 0.4325}\right)^{3.268} \qquad para\ 0.45 < \frac{\sigma}{S_c} < 0.55$$

$$N_f = Ilimitado \qquad para\ \frac{\sigma}{S_c} \leqslant 0.45$$

Donde

N_f = Número de repeticiones

σ = Esfuerzo de tensión aplicado

S_c = Módulo de rotura del concreto

$\frac{\sigma}{S_c}$ = Relación de esfuerzo

5.2. Fórmulas empleadas para calcular el consumo de erosión

Una causa frecuente del deterioro de pavimentos de concreto es el bombeo, que consiste en la expulsión del material granular bajo la losa, generando pérdida de soporte la misma. La erosión ocurre debido a la acción combinada de la carga y la presencia de agua en el material de soporte, que genera la expulsión del material por las esquinas y juntas de las losas, generando vacíos que inducen escalonamiento y fisuración del pavimento.

Para el cálculo del consumo de erosión se utilizaron las siguientes formulas:

$$Log\ N = 14.524 - 6.777(C_1P - 9.0)^{0.103}$$

$$P = 268.7\frac{p^2}{hk^{0.73}}$$

$$Porcentaje\ de\ daño\ por\ erosión = 100\sum_{i=1}^{m}\frac{c_2 n_i}{N_i}$$

Donde

P = Relación de trabajo o potencia

p = Presión en la interface losa - soporte en psi

h = Espesor de la losa en pulgadas

k = Módulo de reacción de la subrasante en pci

C_1 = Factor de ajuste (1 subbase no tratada, 0.9 subbase tratada)

C_2 = Factor de ajuste (0.06 sin berma de concreto, 0.94 con berma de concreto)

- **FACTORES DE DISEÑO**

- Resistencia a la flexión del concreto (Módulo de rotura, MR)
- Resistencia de la subrasante o del conjunto subrasante – subbase (K)
- Los tipos, frecuencias y magnitudes de las cargas por eje esperadas.
- El período de diseño, usualmente tomado de 20 años.

5.3. Análisis por el Método de la PCA

Datos de entrada:

- MR: 4.0 Mpa
- K combinado: 53.41 Mpa/m
- Período de diseño: 20 años
- Juntas con pasadores: Si
- Bermas de concreto: No
- Factor de Seguridad Cargas - F.S: 1.0
- % Vehículos pesados: 62.50%

El análisis de fatiga y de erosión se efectuó en el programa 3G DIS PAV v1.4. En los anexos se puede detallar completamente:

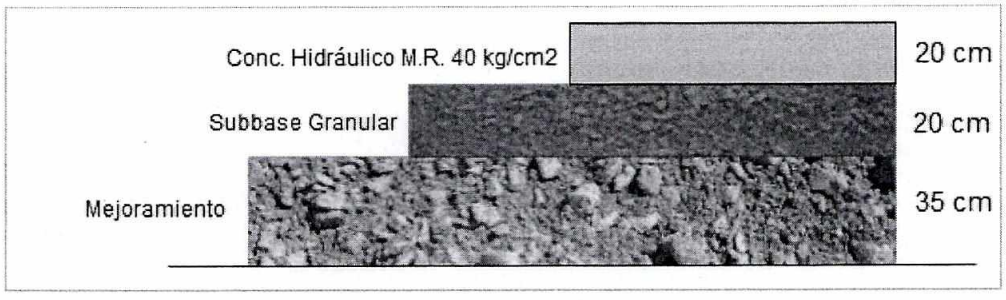
5.3.1. Análisis de los resultados

Para el espesor de concreto hidráulico de 20 cm, con Módulo de Rotura (MR) de 4.0 Mpa y K combinado de 53.41 Mpa/m, los porcentajes de fatiga y erosión o daño son los siguientes:

- Porcentaje de fatiga: 23.43 %
- Porcentaje de erosión o daño: 1.65 %

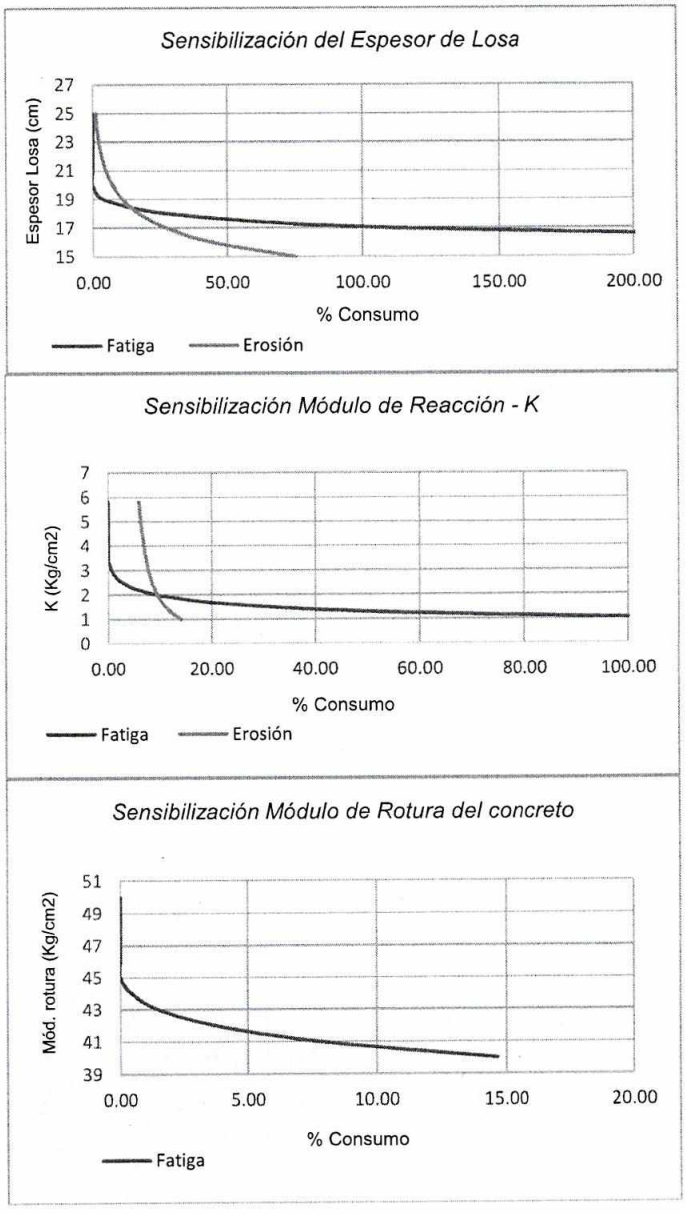
Por lo anterior, el espesor de losa escogido de 20 cm se considera adecuado ya que los totales de fatiga y erosión no superan el 100%.

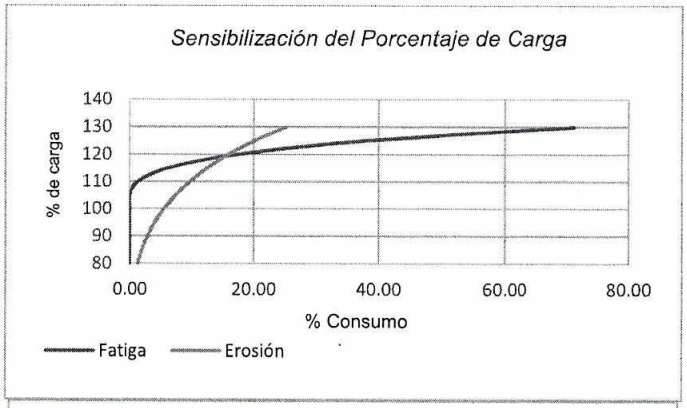
Figura 6. Sección Transversal de la estructura – Método PCA

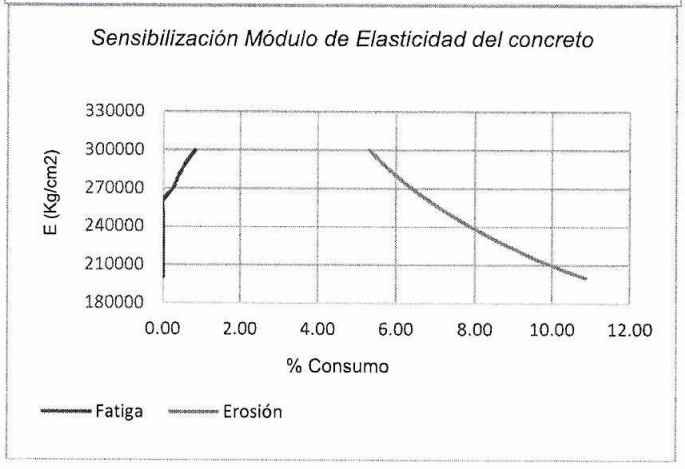


Fuente: El Autor

5.3.2. Análisis de sensibilidad




Sensibilización del Porcentaje de Carga
% de carga
140
130
120
110
100
90
80
0.00
20.00
40.00
60.00
80.00
% Consumo
Fatiga
Erosión


Sensibilización Módulo de Elasticidad del concreto
E (Kg/cm2)
330000
300000
270000
240000
210000
180000
0.00
2.00
4.00
6.00
8.00
10.00
12.00
% Consumo
Fatiga
Erosión

CONCLUSIONES

Un espesor de losa de concreto de 20 cm, una base granular de 20 cm y un mejoramiento de 35 cm, garantiza un buen comportamiento en la estructura de pavimento durante su vida útil. La garantía se centra en que el consumo de fatiga y el consumo de erosión están por debajo del 100% calculado a través del método de la PCA (Asociación de Cemento Portland).

El cálculo de la estructura de pavimento proyectada se efectúa siguiendo los lineamientos propuestos por la norma AASTHO 93; esta metodología es confiable porque permite incluir el dimensionamiento del índice de serviciabilidad basado en la calificación inicial y final del pavimento; además, permite incluir un valor de desviación estándar normal referida al valor de la confiabilidad. En este sentido, se podría establecer que la metodología AASTHO 93 incluye un factor de seguridad.

Si se quisiera optimizar al máximo el diseño, se deberá escoger un espesor mínimo tal que los porcentajes de fatiga y erosión se acerquen a 100% sin sobrepasar este valor. Sin embargo, puede ser que el costo inicial sea muy bajo, pero podría presentarse constantes costos en mantenimiento, superando los costos de compensación.

Los principales fenómenos que inciden en la fisuración de la losa de concreto son: Características de la mezcla, condiciones ambientales, condiciones de la superficie de apoyo (terminación superficial, rigidez, permeabilidad), protección y curado del hormigón, aserrado de juntas y posicionamiento de pasadores, diseño de juntas de contracción.

RECOMENDACIONES

- La relación entre la resistencia a sulfatos del cemento Pórtland y su contenido de aluminato tricálcico (C3A) está bien establecida. El cemento Pórtland que contiene menos de 5% de C3 A ha sido clasificado como un resistente a sulfatos. (imcyc 2006)

- La resistencia del concreto a los sulfatos puede mejorarse significativamente produciendo un concreto impermeable y denso, hecho de cemento resistente a sulfatos, una baja relación de agua-cemento con suficiente contenido de cemento, y que sea apropiadamente colocado, compactado y curado. (imcyc 2006)

- Se debe emplear para la carpeta de rodadura de concreto hidráulico, un concreto resistente a los sulfatos, durable de acuerdo a las características del entorno.

- **Respecto a la transferencia de carga por trabazón entre los agregados:**

  Interacción de corte entre partículas de agregados de las caras de la junta por debajo del aserrado primario.

  Es útil emplear este tipo de transferencia para vías de bajo tránsito pesado (80 a 120 VP/d). El grado de transferencia de carga se encuentra afectado por: espesor de losa, separación entre juntas (abertura de juntas), condiciones de drenaje, tipo de agregado (natural, triturado), agregados con TM > 25 mm. , subbases rígidas y **condiciones de soporte en bordes.**

- **Respecto a la transferencia de carga mediante pasadores o dovelas**

  Se emplea cuando no es suficiente la transferencia de carga mediante trabazón de los agregados.

Tabla 9. Transferencia de carga

Tramo	Espesor de losa (m)	Diámetro (in)	Longitud (mm)	Espaciamiento (mm)
U. diseño	190 - 200	1"	350	300

Fuente: ICPA 2012

- **Juntas longitudinales de Contracción**

  - Necesarias para controlar la fisuración longitudinal.
  - Se ejecutan (por aserrado) cuando se pavimentan 2 o más tramos simultáneamente.
  - La transferencia de carga se efectúa mediante trabazón entre agregados.
  - Se recomienda ubicarlas junto a las líneas demarcatorias de división de carriles
  - No colocar barras de unión a menos de 40 cm. de las juntas transversales.

Tabla 10. Barras de anclaje

Tramo	Espesor de losa (m)	Diámetro (in)	Longitud (m)	Espaciamiento (m)
U. diseño	0.20	1/2"	0.85	1.2

Fuente: ICPA 2012

- **Recomendaciones respecto al aserrado de juntas y colocación de pasadores**

  - Pasadores o dovelas libres de óxido y con tratamiento antiadherente en toda su longitud. **No emplear grasa bajo ninguna circunstancia**.
  - Pasadores perfectamente cortados, sin resaltos.
  - Verificar una correcta densificación en zonas de inserción o canastos.
  - El aserrado debe comenzar tan pronto como el hormigón permita ser cortado sin desprendimientos de agregados gruesos o roturas.
  - El aserrado nunca debe ser demorado o interrumpido, más allá de la hora del día o la condición climática.
  - La profundidad de aserrado: 1/4 del espesor de la subbase Granulares; 1/3 E Juntas Longitudinales.
  - Contar con cantidad suficiente de aserradoras en el frente (mínimo 3) y una adicional para contingencias.

- La secuencia de corte corresponde exactamente con el mismo orden de aparición de las fisuras en el pavimento. Solo se efectúa en casos de contingencias efectuar cortes alternados.
- El corte de las juntas longitudinales se debe efectuar levemente retrasado del aserrado transversal.

- **Recomendaciones respecto a juntas transversales de contracción**

  - Se efectúan al final de la jornada de trabajo o en interrupciones programadas (puentes, estructuras fijas, intersecciones) o por imposibilidad de continuar con la fundición del concreto.
  - La transferencia de carga se efectúa a través del pasador

- **Recomendaciones respecto a juntas longitudinales de construcción**

  - Se ejecutan cuando la calzada es construida por franjas.
  - En caso de posibles ampliaciones de calzada, dejar los bordes con machimbre.
  - No ejecutar el aserrado primario.
  - Tener especial cuidado a las condiciones de terminación de los bordes.

- **Recomendaciones respecto a juntas de dilatación**

  - Su ancho debe estar de 12 a 25 mm, ya que mayores dimensiones pueden ser causal de movimientos excesivos en las juntas cercanas (pérdida de trabazón entre agregados, rotura de sellos)
  - La transferencia de carga se efectúa a través del pasador, sino debe realizarse sobre espesor de hormigón.
  - En pavimentos sin pasadores las 3 o 4 juntas próximas a la de dilatación deben ejecutarse con pasadores.
  - En intersecciones asimétricas o en forma de T no deben colocarse pasadores, con el fin de permitir movimientos horizontales diferenciales.
  - Por razones constructivas y respetando los criterios de la literatura existente, se ha establecido una separación máxima ente juntas transversales según tabla 11.

Para losas reforzadas: La relación longitud (L)/ancho (a): 1 < L/a < 1,4. Recomendable que L/a < 1,2 e idealmente que la losa sea cuadrada.

Tabla 11. Geometría juntas pavimento en los tramos

GEOMÉTRIA CALLES						
TRAMO	ABSCISAS		LONGITUD m	ANCHO CALZADA m	GEOMETRIA LOSA	
Nomenclatura	DESDE	HASTA			ANCHO m	LARGO m
CALLE 22C ENTRE CARRERA 16 Y CARRERA 18 A	K0+000	K0+265.24	**265.24**	6.60	3.30	3.30
CALLE 22B ENTRE CARRERA 16 Y CARRERA 18 A	K0+265	K0+386.12	**120.88**	6.00	3.00	3.00
CARRERA 16 ENTRE CALLE 22 A Y CALLE 22 C	K0+000	K0+138.69	**138.69**	7.00	3.50	3.50
CARRERA 16 B ENTRE CALLE 22 A Y CALLE 22 C	K0+000	K0+124.00	**124.00**	6.00	3.00	3.00
TOTAL			**648.81**	**m**		

Fuente: ICPA 2012

- **Recomendaciones respecto a las características de la mezcla**

  - En la etapa de diseño se recomienda diseñar con una resistencia a flexión a 28 días del orden de 3,8 MPa. No se recomienda dimensionar con concretos de elevada resistencia. (para nuestro proyecto 4,0 Mpa)
  - Evaluar las características de los agregados, o del hormigón elaborado con los mismos (Coeficiente de expansión térmica, Módulo de elasticidad, Módulo de rotura, etc.), previo a la elaboración del concreto.
  - Optimizar la distribución granulométrica de agregados para minimizar el contenido de agua y de cemento, En la etapa de dosificación
  - Realizar ensayos de limpieza al agregado grueso. Evitar el empleo de agregados con polvo adherido.
  - Emplear agregados saturados (relevante en agregados de elevada absorción y en clima caluroso).

- **Recomendaciones en el proceso de aserrado respecto a las condiciones climáticas**

  - Dentro de los posibles riesgos incidentes en la abertura del aserrado están: Brusca caída de temperatura o lluvia, altas temperaturas en días soleados, condiciones de baja humedad. Se recomienda Considerar la modificación del horario de pavimentación (altas temperaturas en días soleados).

- **Recomendaciones en losas irregulares**

  Se recomienda colocar una parrilla ½" @ 0.20 m

ANGEL DAVID ALVAREZ GENES
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN VIAS Y TRANSPORTE
MP 22202-196761 COR

BIBLIOGRAFIA

- RONDON QUINTANA, Hugo Alexander. Pavimentos: materiales, construcción y diseño. Ecoe Ediciones. Primera Edición. Bogotá 2015.
- Método de la Portland Cement Association – PCA 1984.
- Manual de pavimento de concreto rígido para altos, medios y bajos volúmenes de tránsito. INVIAS
- YANG H. Huang. Pavement Analysis and Design. Segunda edición. Editorial Pearson. Prentice Hall. Páginas 545 – 568.
- Instituto Mexicano del cemento y del concreto – Imcyc 2006
- Especificaciones del Instituto Nacional de Vías – INVIAS 2012

ANEXOS

ANEXO #1

CÁLCULO MÉTODO PCA 84

CALCULO DEL ESPESOR PAV. RÍGIDO - METODO PCA 84

CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA.

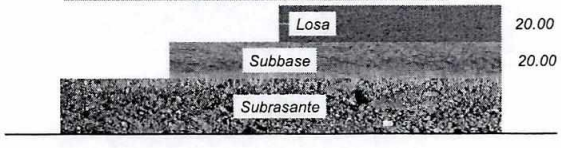
Diseñó: Ing. Ángel Álvarez — *Matrícula: 22202-196761*

Localización: Montería - Córdoba — *Fecha: ene-24*

ESP. LOSA =	*20.00*	*cm*	*Juntas con dovelas =*	*SI*	
ESP. SUB-BASE =	*20.00*	*cm*	*Con berma =*	*NO*	
Mod. Rotura =	*4.0*	*Mpa*	*Periodo de diseño =*	*20*	*Años*
F.S. Carga =	*1.0*		*CBR Subrasante =*	*5.3*	*%*
Tipo Base =	*Granular*		*Mód. Reacción Subras. =*	*40.49*	*MPa/m*
			K Comb. Subr. - Sub-base =	*53.41*	*MPa/m*
			Mod. Elást. Conc. =	*3372165*	*PSI*
			Coef. Poisson =	*0.20*	*[ ]*
			Coef. Variación =	*0.15*	*[ ]*

Carga por Eje (Toneladas)	*Multip. por F.S.C*	*Repeticiones Esperadas*	*ANÁLISIS DE FATIGA*		*ANÁLISIS DE EROSIÓN*	
			Repeticiones admisibles	***(%) Fatiga***	***Repeticiones admisibles***	***(%) Erosión***
	Esfuerzo Equivalente =	*1.39*		*Factor de Erosión =*	*2.38*	
	Factor Relación Esfuerzo =	*0.35*				
EJE SENCILLOS						
14	*14.0*	*182*	*1,743*	*10.42*	*579,965*	*0.03*
13	*13.0*	*423*	*6,502*	*6.50*	*889,316*	*0.05*
12	*12.0*	*867*	*24,397*	*3.55*	*1,423,854*	*0.06*
11	*11.0*	*1859*	*92,161*	*2.02*	*2,411,794*	*0.08*
10	*10.0*	*2936*	*433,512*	*0.68*	*4,414,227*	*0.07*
9	*9.0*	*6783*	*8,851,511*	*0.08*	*9,064,607*	*0.07*
8	*8.0*	*8840*	*Ilimitadas*		*22,594,549*	*0.04*
7	*7.0*	*12155*	*Ilimitadas*		*85,307,647*	*0.01*
6	*6.0*	*16885*	*Ilimitadas*		*2,412,451,083*	*0.00*
5	*5.0*	*52854*	*Ilimitadas*		*Ilimitadas*	
	Esfuerzo Equivalente =	*1.19*		*Factor de Erosión =*	*2.46*	
	Factor Relación Esfuerzo =	*0.30*				
EJE TÁNDEM						
24	*24.0*	*614*	*386,899*	*0.16*	*654,053*	*0.09*
22	*22.0*	*1233*	*3,437,704*	*0.04*	*1,083,766*	*0.11*
20	*20.0*	*3750*	*Ilimitadas*		*1,912,726*	*0.20*
18	*18.0*	*10727*	*Ilimitadas*		*3,686,299*	*0.29*
16	*16.0*	*25486*	*Ilimitadas*		*8,122,569*	*0.31*
14	*14.0*	*26776*	*Ilimitadas*		*22,658,526*	*0.12*
13	*13.0*	*47652*	*Ilimitadas*		*44,704,340*	*0.11*
11	*11.0*	*28335*	*Ilimitadas*		*497,118,145*	*0.01*
9	*9.0*	*35312*	*Ilimitadas*		*Ilimitadas*	
7	*7.0*	*39031*	*Ilimitadas*		*Ilimitadas*	
EJE TRÍDEM						

Total Consumo Fatiga (%) =	*23.43*
Total Consumo Erosión (%) =	*1.65*

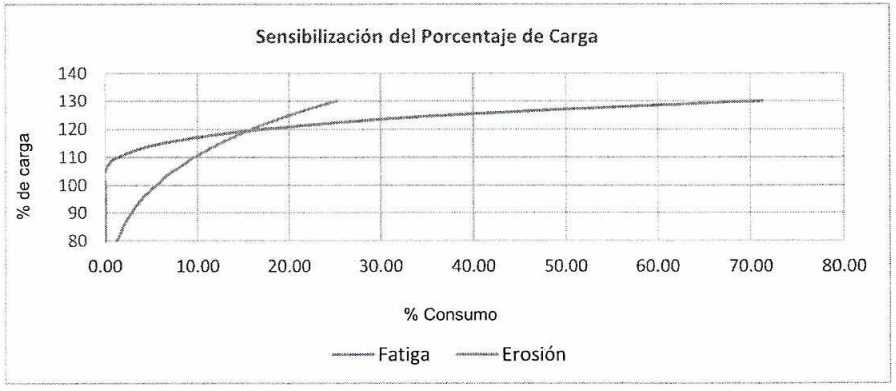


ANEXO #2

REPORTE DE SENCIBILIDAD

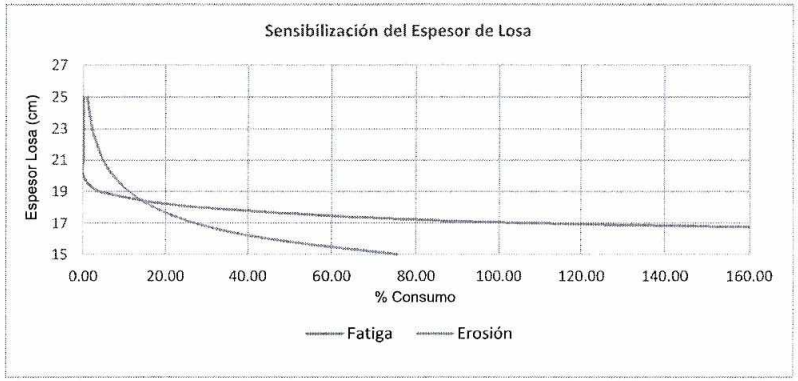
SENSIBILIZACION DEL PORCENTAJE DE CARGA

Incremento de Carga %	H LOSA	K APOYO	Mr	E	Carga Eje	C. Llanta	Radio	Repeticiones Admisibles		Rep. Esperadas	Consumos	
											Fatiga	Erosión
	cm	Kg/cm³	Kg/cm²	Kg/cm²	Tn	Tn	cm	Fatiga	Erosión	Carril Diseño	%	%
80	20	3.5	45	250000	7.20	3.60	0.38	Ilimitadas	7699015.29	100000	0.00	1.30
85	20	3.5	45	250000	7.65	3.83	0.39	Ilimitadas	5092945.88	100000	0.00	1.96
90	20	3.5	45	250000	8.10	4.05	0.40	Ilimitadas	3511034.84	100000	0.00	2.85
95	20	3.5	45	250000	8.55	4.28	0.41	Ilimitadas	2499727.64	100000	0.00	4.00
100	20	3.5	45	250000	9.00	4.50	0.42	Ilimitadas	1826513.49	100000	0.00	5.47
105	20	3.5	45	250000	9.45	4.73	0.43	Ilimitadas	1363531.28	100000	0.00	7.33
110	20	3.5	45	250000	9.90	4.95	0.44	7192403.00	1036466.23	100000	1.39	9.65
115	20	3.5	45	250000	10.35	5.18	0.45	1593018.09	800143.80	100000	6.28	12.50
120	20	3.5	45	250000	10.80	5.40	0.46	571377.56	626064.15	100000	17.50	15.97
125	20	3.5	45	250000	11.25	5.63	0.47	262560.36	495675.55	100000	38.09	20.17
130	20	3.5	45	250000	11.70	5.85	0.48	140357.44	396574.38	100000	71.25	25.22



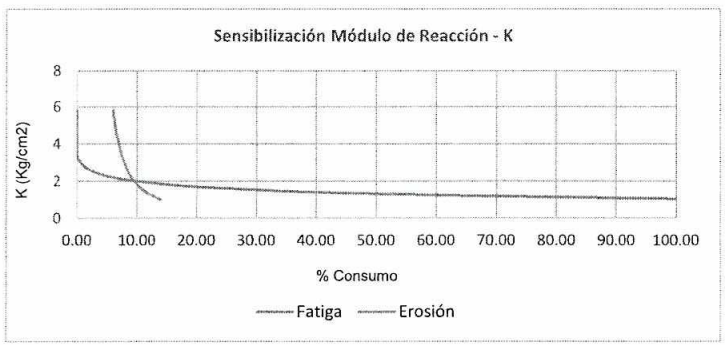
SENSIBILIZACION DEL ESPESOR DE LA LOSA

Incremento de Carga %	H LOSA	K APOYO	Mr	E	Carga Eje	C. Llanta	Radio	Repeticiones Admisibles		Rep. Esperadas	Consumos	
											Fatiga	Erosión
	cm	Kg/cm³	Kg/cm²	Kg/cm²	Tn	Tn	cm	Fatiga	Erosión	Carril Diseño	%	%
105	15	3.5	45	250000	9.45	4.73	0.43	4494.12	132574.78	100000	2225.13	75.43
105	16	3.5	45	250000	9.45	4.73	0.43	22595.13	223517.66	100000	442.57	44.74
105	17	3.5	45	250000	9.45	4.73	0.43	90749.32	364471.84	100000	110.19	27.44
105	18	3.5	45	250000	9.45	4.73	0.43	353030.41	578057.99	100000	28.33	17.30
105	19	3.5	45	250000	9.45	4.73	0.43	2411452.77	896086.44	100000	4.15	11.16
105	20	3.5	45	250000	9.45	4.73	0.43	Ilimitadas	1363531.28	100000	0.00	7.33
105	21	3.5	45	250000	9.45	4.73	0.43	Ilimitadas	2044589.04	100000	0.00	4.89
105	22	3.5	45	250000	9.45	4.73	0.43	Ilimitadas	3032145.79	100000	0.00	3.30
105	23	3.5	45	250000	9.45	4.73	0.43	Ilimitadas	4462986.49	100000	0.00	2.24
105	24	3.5	45	250000	9.45	4.73	0.43	Ilimitadas	6543016.80	100000	0.00	1.53
105	25	3.5	45	250000	9.45	4.73	0.43	Ilimitadas	9590660.88	100000	0.00	1.04



SENSIBILIZACION DEL MODULO DE REACCION - K

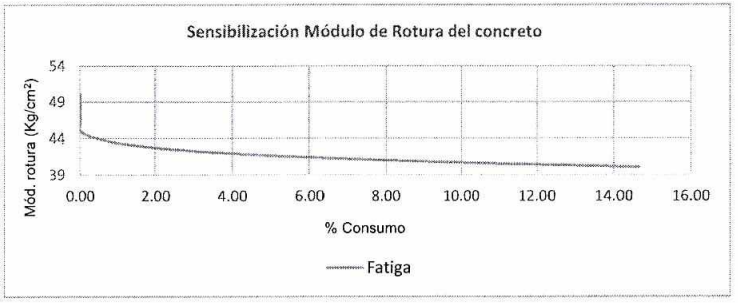
Incremento de Carga %	H LOSA	K APOYO	Mr	E	Carga Eje	C. Llanta	Radio	Repeticiones Admisibles		Rep. Esperadas	Consumos	
								Fatiga	Erosión		Fatiga	Erosión
	cm	Kg/cm³	Kg/cm²	Kg/cm²	Tn	Tn	cm			Carril Diseño	%	%
105	20	1	45	250000	9.45	4.73	0.43	92687	709273	100000	107.89	14.10
105	20	1.3	45	250000	9.45	4.73	0.43	199968	833092	100000	50.01	12.00
105	20	1.6	45	250000	9.45	4.73	0.43	406927	937238	100000	24.57	10.67
105	20	1.9	45	250000	9.45	4.73	0.43	820458	1026898	100000	12.19	9.74
105	20	2.2	45	250000	9.45	4.73	0.43	1684996	1105465	100000	5.93	9.05
105	20	2.5	45	250000	9.45	4.73	0.43	3626015	1175283	100000	2.76	8.51
105	20	2.8	45	250000	9.45	4.73	0.43	8479159	1238041	100000	1.18	8.08
105	20	3.1	45	250000	9.45	4.73	0.43	22807843	1294995	100000	0.44	7.72
105	20	3.4	45	250000	9.45	4.73	0.43	Ilimitadas	1347104	100000	0.00	7.42
105	20	3.7	45	250000	9.45	4.73	0.43	Ilimitadas	1395118	100000	0.00	7.17
105	20	4	45	250000	9.45	4.73	0.43	Ilimitadas	1439634	100000	0.00	6.95
105	20	4.3	45	250000	9.45	4.73	0.43	Ilimitadas	1481133	100000	0.00	6.75
105	20	4.6	45	250000	9.45	4.73	0.43	Ilimitadas	1520011	100000	0.00	6.58
105	20	4.9	45	250000	9.45	4.73	0.43	Ilimitadas	1556595	100000	0.00	6.42
105	20	5.2	45	250000	9.45	4.73	0.43	Ilimitadas	1591160	100000	0.00	6.28
105	20	5.5	45	250000	9.45	4.73	0.43	Ilimitadas	1623937	100000	0.00	6.16
105	20	5.8	45	250000	9.45	4.73	0.43	Ilimitadas	1655125	100000	0.00	6.04



172/2

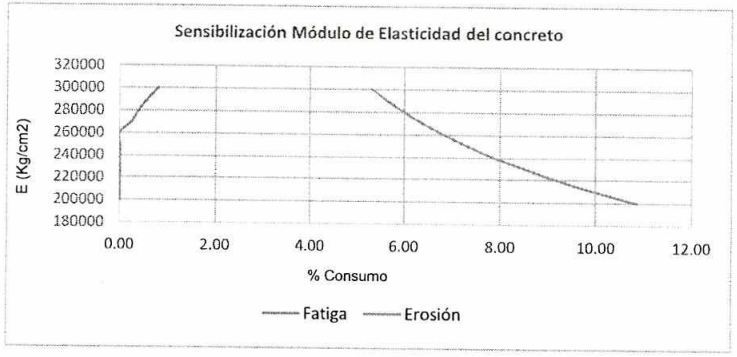
SENSIBILIZACION MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

Incremento de Carga %	H LOSA	K APOYO	Mr	E	Carga Eje	C. Llanta	Radio	Repeticiones Admisibles		Rep. Esperadas	Consumos	
								Fatiga	Erosión	Carril Diseño	Fatiga	Erosión
	cm	Kg/cm³	Kg/cm²	Kg/cm²	Tn	Tn	cm				%	%
105	20	3.5	40	250000	9.45	4.725	0.434	682485.67	1363531.285	100000	14.65	7.33
105	20	3.5	41	250000	9.45	4.725	0.434	1282195.747	1363531.285	100000	7.80	7.33
105	20	3.5	42	250000	9.45	4.725	0.434	2688126.651	1363531.285	100000	3.72	7.33
105	20	3.5	43	250000	9.45	4.725	0.434	6659597.39	1363531.285	100000	1.50	7.33
105	20	3.5	44	250000	9.45	4.725	0.434	21913028.38	1363531.285	100000	0.46	7.33
105	20	3.5	45	250000	9.45	4.725	0.434	Ilimitadas	1363531.285	100000	0.00	7.33
105	20	3.5	46	250000	9.45	4.725	0.434	Ilimitadas	1363531.285	100000	0.00	7.33
105	20	3.5	47	250000	9.45	4.725	0.434	Ilimitadas	1363531.285	100000	0.00	7.33
105	20	3.5	48	250000	9.45	4.725	0.434	Ilimitadas	1363531.285	100000	0.00	7.33
105	20	3.5	49	250000	9.45	4.725	0.434	Ilimitadas	1363531.285	100000	0.00	7.33
105	20	3.5	50	250000	9.45	4.725	0.434	Ilimitadas	1363531.285	100000	0.00	7.33



SENSIBILIZACION MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

Incremento de Carga %	H LOSA	K APOYO	Mr	E	Carga Eje	C. Llanta	Radio	Repeticiones Admisibles		Rep. Esperadas	Consumos	
											Fatiga	Erosión
	cm	Kg/cm³	Kg/cm²	Kg/cm²	Tn	Tn	cm	Fatiga	Erosión	Carril Diseño	%	%
105	20	3.5	45	200000	9.450	4.725	0.434	Ilimitadas	921156.257	100000	0.00	10.86
105	20	3.5	45	210000	9.450	4.725	0.434	Ilimitadas	1003657.706	100000	0.00	9.96
105	20	3.5	45	220000	9.450	4.725	0.434	Ilimitadas	1089169.248	100000	0.00	9.18
105	20	3.5	45	230000	9.450	4.725	0.434	Ilimitadas	1177666.090	100000	0.00	8.49
105	20	3.5	45	240000	9.450	4.725	0.434	Ilimitadas	1269126.451	100000	0.00	7.88
105	20	3.5	45	250000	9.450	4.725	0.434	Ilimitadas	1363531.285	100000	0.00	7.33
105	20	3.5	45	260000	9.450	4.725	0.434	Ilimitadas	1460864.032	100000	0.00	6.85
105	20	3.5	45	270000	9.450	4.725	0.434	39118101.295	1561110.408	100000	0.26	6.41
105	20	3.5	45	280000	9.450	4.725	0.434	24994148.549	1664258.213	100000	0.40	6.01
105	20	3.5	45	290000	9.450	4.725	0.434	17037720.131	1770297.168	100000	0.59	5.65
105	20	3.5	45	300000	9.450	4.725	0.434	12200780.414	1879218.772	100000	0.82	5.32



MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD EPAV

MONTERÍA – CÓRDOBA.

25/01/2024

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **ÁNGEL DAVID ÁLVAREZ GENES**, identificado con la cédula de ciudadanía No. 10.951.797 de Planeta Rica - Córdoba Ingeniero Civil con Matrícula Profesional No. 22202196761COR del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería.

CERTIFICO:

Que realicé el **DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO** del proyecto **CONSTRUCCIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS BARRIOS COSTA DE ORO Y PASATIEMPOS EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA.** Declaro que todos los Cálculos están hechos cumpliendo los requisitos técnicos vigentes, establecidos en la normatividad colombiana, por lo que soy responsable de los mismos.

Aclaro que me responsabilizo por los Cálculos del **DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO**, siempre y cuando en la Construcción se sigan textual y cabalmente las Directrices Técnicas hechas por el Suscrito.

Atentamente,

ÁNGEL DAVID ÁLVAREZ GENES
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN VÍAS Y TRANSPORTE
MP 22202196761 COR

REPÚBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACIÓN PERSONAL
CÉDULA DE CIUDADANÍA

NÚMERO **10.951.797**

ALVAREZ GENES
APELLIDOS

ANGEL DAVID
NOMBRES



FIRMA



INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO **08-ENE-1983**
PLANETA RICA
(CORDOBA)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.65	**A+**	**M**
ESTATURA	G.S. RH	SEXO

19-ENE-2001 PLANETA RICA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL
JUAN CARLOS GALINDO VACHA

A-1302800-00850210-M-0010951797-20160919 **00513**22846A 1 7684013040



REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA

COPNIA

MATRICULA PROFESIONAL No.

2220219676I COR

INGENIERO CIVIL

DE FECHA 16/12/2010

ANGEL DAVID

ALVAREZ GENES

C.C. 10851797

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

BOLIVARIANA SECC MONTERIA

PRESIDENTE DEL CONSEJO

177

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2024-2540337

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que ANGEL DAVID ALVAREZ GENES, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 10951797, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 22202-196761 desde el 16 de Diciembre de 2010, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1539.

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 treinta y uno (31) días del mes de Enero del año dos mil veinticuatro (2024).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

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

APROBACION PMT

Alcaldía de
MONTERÍA

SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE

Montería, 12 de julio de 2024

CE-STTM-0335-2024

Señor:
JAMED INGENIERIA SAS
Jeily Jailyn Martínez Atencia
Representante Legal
jemadingerencia@gmail.com
Carrera 30 #18-28 B Dulce Nombre
Sincelejo – Córdoba.
E.S.M

Referencia: Plan de Manejo De Tránsito, contrato No. SA-SIM-014-2024 cuyo objeto es "*PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN EL BARRIO COSTA DE ORO EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA*", Radicado mediante correo electrónico de fecha 10 de julio de 2024

Asunto: Aprobación Plan de Manejo De Tránsito "PMT"

Cordial saludo,

La Secretaría de Tránsito y Transporte Municipal como organismo gubernamental está comprometida con la protección de la vida y los bienes de los ciudadanos; tenemos la responsabilidad de velar por la aplicación y el cumplimiento de las reglamentaciones establecidas por el Ministerio de Transporte (Ley 769 de 2002). De igual manera, dentro de los objetivos de la Secretaría de Tránsito y Transporte Municipal están los de garantizar la movilidad, seguridad y efectivo control sobre el tránsito y el transporte en la ciudad.

En atención a la solicitud allegada a esta Secretaria mediante correo electrónico el día 10 de julio de 2024, con asunto "PCO-002 ENTREGA DE PLAN DE MANEJO DE TRANSITO", y una vez consultada la normatividad vigente que regula las actividades en vías públicas, me permito manifestarle que se **APRUEBA** el Plan de Manejo de Trafico realizado para el contrato No. SA-SIM-014-2024 cuyo objeto es "**PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN EL BARRIO COSTA DE ORO EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA**" por el periodo de **2 MESES**, por lo que deberán notificar el inicio de las obras para que nuestros ingenieros contratistas puedan visitar el sitio descrito a continuación, donde realizaran las obras, para supervisar el cumplimiento de dicho PMT.

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	
DIRECCIÓN	**BARRIO**
CALLE 22B ENTRE CALLE 23 Y CARRERA 16	COSTA DE ORO
CARRERA 16 ENTRE CALLE 22 A Y CALLE 22 C	COSTA DE ORO

Adicionalmente, se debe tener en cuenta el cumplimiento de las siguientes condiciones:

Alcaldía de
MONTERÍA

SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE

- Debe contar con previa aprobación de Secretaría de Planeación Municipal
- El contratista NO debe realizar actividades de manejo de escombros, cargue y descargue, con vehículos en horas pico.
- Abstenerse de generar circulación de vehículos pesados por la zona de influencia en horas pico.
- Todos los vehículos de carga que ingresen o salgan de la obra deberán tener lonas protectoras que impidan la caída de material particulado hacia las vías u otros vehículos, la constructora se hará responsable del aseo y limpieza de las vías donde queden desechos de materiales que caigan desde los vehículos donde son transportados.
- Con respecto al tránsito de vehículos pesados se deberá tener en cuenta el vigente decreto de cargue y descargue de la ciudad.
- Las zonas de cargue y descargue se ubicarán dentro del cerramiento provisional.
- El contratista deberá colocar y mantener la señalización de obra, así como los pasacalles informativos durante la ejecución del proyecto y retirarla una vez terminada la obra. Esta señalización deberá ser clara y de fácil interpretación, que les facilite a los actores viales la toma de decisiones en forma oportuna, ágil y segura, de acuerdo con cada etapa de cierre.
- La valla debe contener de forma clara quien es el contratista de la obra, el logotipo y nombre de la entidad, número de teléfono ante posibles quejas, nombre del proyecto y tiempo programado
- La señalización de tránsito peatonal debe colocarse antes de iniciar la obra, definiendo los senderos y caminos de acuerdo con el tránsito que se estima. El ancho del sendero no debe ser inferior a 1.0 m, además se deben implementar mallas protectoras de posibles caídas de escombros. Es importante colocar la señalización indicando la ubicación de los senderos y los cruces habilitados. Cada 60m longitudinales debe habilitarse un cruce peatonal en ambos sentidos.
- El contratista debe tener reguladores de tránsito permanente con sus respectivos uniformes reflectivos y elementos luminosos de control del tránsito, con el objeto de orientar el tránsito mientras permanezca la vía parcialmente cerrada, así mismo ofrecer rutas alternas de tránsito mediante la instalación de pasacalles informativos de acuerdo con cada etapa de cierre.
- El contratista deberá cumplir cabalmente lo que se presenta y se aprueba en el plan de manejo de tránsito.
- El contratista será el único responsable de la prevención, seguridad y señalización vial pertinente en el lugar y los alrededores mencionados de acuerdo con la normatividad legal vigente.
- El constructor deberá dotar con dispositivos de seguridad vial (reductores de velocidad plástico pernado: Especialmente las Zonas escolares, Zonas de Recreación y los puntos críticos de accidentalidad), demarcación horizontal y señalización vertical preventiva y reglamentaria a todas aquellas vías propias de su proyecto y que hagan parte de su zona de influencia.
- Para el cumplimiento de la anterior obligación se deberá solicitar ante esta dependencia la respectiva revisión de la señalización de tránsito vertical, horizontal y dispositivos de regulación de velocidad, con el fin de evaluar una posible asignación de sentidos únicos vehiculares, antes de la entrega definitiva de la obra. Esta señalización debe cumplir con los lineamientos y especificaciones técnicas del Manual de Señalización vial 2015, que para la señalización vertical se deberá instalar papel retro reflectivo tipo 4 con

Alcaldía de
MONTERÍA

SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE

laminado para protección de color y demarcación horizontal plástico en frio aplicado en llana

- Se deberá habilitar la vía al término del plazo solicitado.

Es de vital importancia dar cumplimiento estricto a la implementación del PMT, tanto en cerramiento vial, esquemas y señalización, para así poder garantizar la seguridad de todos los actores viales. Además, desde el inicio de las actividades.

Atentamente.

Firmado digitalmente por MARIA FERNANDA LOPEZ FABRA

MARÍA FERNANDA LÓPEZ FABRA
Secretaria de Tránsito y Transporte
Municipio de Montería

Proyectó: Mario Torres – Prof. Univ. STTM
Vo. Bo.: Juan David Valencia - Prof. Univ. STTM

PMT

JEMAD INGENIERÍA S.A.S. NIT. 901539452-9	PLAN DE MANEJO DE TRANSITO	Versión	01
		Pagina	1

PLAN DE MANEJO DE TRAFICO

CONTRATO N°SA-SIM-014-2024

PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN EL BARRIO COSTA DE ORO EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA



JUNIO 2024

Tabla de contenido

1. INTRODUCCION 4
2. OBJETIVOS 5
2.1. OBJETIVO GENERAL 5
2.2. OBJETIVO ESPECIFICO 5
3. RESUMEN GENERAL 6
4. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA OBRA 6
4.1. LOCALIZACION 6
4.2. TIPO DE TRABAJOS A EJECUTAR 7
4.3. DURACIÓN Y HORARIO DE LA OBRA 10
4.4. MAQUINARIA Y EQUIPO PARA UTILIZAR 10
4.5. INSTALACION, MANEJO Y RETIRO DE MAQUINARIA 11
4.6. MANEJO DE ESCOMBROS 11
5. PLAN DE MANEJO DE TRAFICO 12
5.1. MANEJO DE TRANSITO 13
5.2. MANEJO DE PEATONES 13
5.3. MANEJO DE VEHICULOS DE CARGA 13
5.4. SEÑALIZACION Y ADECUACIONES TEMPORALES 13
5.5. CRITERIOS DE LOCALIZACION DE LAS SEÑALES 14
5.6. DESMONTE DE SEÑALES 14
5.7. PERSONAL 14
5.7.1. ESPECIALISTA EN TRÁNSITO Y TRANSPORTE 14
5.8. SEÑALES PREVENTIVAS 15
5.9. SEÑALES REGLAMENTARIAS 15
5.10. SEÑALES INFORMATIVAS 16
5.11. DISPOSITIVOS PARA REGULACION DEL TRAFICO 17
5.13. DISPOSITIVOS MANUALES 18
5.13.1. PALETAS 18
6. INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN DEL PLAN 19
7. SOCIALIZACIONES 20
8. ATENCIÓN A USUARIOS Y HABITANTES DE LA ZONA 20
9. LIBERACIÓN O APERTURA DE LOS CIERRES VIALES 20
10. PUESTA EN MARCHA DEL PLAN DE MANEJO DE TRANSITO 20

ILUSTRACIONES

Ilustración 1.ubicacion del proyecto 7
Ilustración 2. vías alternas 12
Ilustración 3.Barricadas 17
Ilustración 4. barreras plásticas flexibles (maletines) 17
Ilustración 5. Paleteros 19

TABLAS

Tabla 1.Informacion general 6
Tabla 2. ubicación especifica del proyecto 6
Tabla 3. actividades por ejecutar 9
Tabla 4. Vías para intervenir 12
Tabla 5. Señalización preventiva de la obra 15
Tabla 6. Señales reglamentarias para la obra 16

1. INTRODUCCION

El presente documento constituye el plan de manejo de tránsito para la ejecución del contrato N° SA-SIM-014-2024 que tiene por objeto PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN EL BARRIO COSTA DE ORO EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, celebrado entra el MUNICIPIO DE MONTERÍA y la empresa JEMAD INGENIERIA SAS.

En este documento se recopilan las acciones que se realizaran durante la intervención de los diferentes tramos viales a intervenir, describiendo el tipo de señalización que utilizara el contratista para mitigar la afectación del tránsito vehicular durante la ejecución de las actividades derivadas del contrato de obra

Es importante destacar que, en un Plan de Manejo de Tránsito, es tan importante su correcta elaboración como su aplicación. Por lo tanto, el éxito del Plan de manejo de tránsito para dicha construcción depende de que sea acatado y/o ajustado de manera rigurosa.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este Plan de Manejo de Tránsito (PMT) es mitigar el impacto generado por las obras que se desarrollan dentro del alcance del proyecto "PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN EL BARRIO COSTA DE ORO EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA." y en las zonas aledañas a este, con el propósito de brindar un ambiente seguro, ordenado, ágil y cómodo a los conductores, pasajeros, ciclistas, peatones, personal de la obra y vecinos del lugar, en cumplimiento a las normas establecidas para la regulación del tránsito. En el PMT además de los aspectos técnicos, se definirán los costos iniciales y operativos de su implementación, los cuales deben contemplarse en el presupuesto de la contratación.

2.2. OBJETIVO ESPECIFICO

- Prestar atención continua a la seguridad en las vías dentro del área de influencia del proyecto de construcción o mantenimiento en ejecución, dando principal importancia a la seguridad de los peatones.
- Minimizar los riesgos de accidentalidad como consecuencia de la ejecución de obras sobre la vía, la presencia de maquinaria y equipo de construcción y las interferencias al tráfico propias de las labores a desarrollar.
- Evitar en lo posible la restricción u obstrucción de los flujos vehiculares y peatonales.
- Ofrecer a los usuarios una señalización clara y de fácil interpretación, que les facilite la toma de decisiones en forma oportuna, ágil y segura.
- Implementar los desvíos correspondientes con elementos de control y dispositivos adecuados para permitir desplazamientos canalizados y ofrecer adecuada señalización

3. RESUMEN GENERAL

CONTRATO N°:	SA-SIM-014-2024
OBJETO:	PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN EL BARRIO COSTA DE ORO EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA
CONTRATANTE:	MUNICIPIO DE MONTERIA
CONTRATISTA:	JEMAD INGENIERÍA S.A.S
VALOR:	839,397 SMLMV
PLAZO:	DOS (02) MESES

Tabla 1.Informacion general

4. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA OBRA

4.1. LOCALIZACION

Las obras se ejecutarán en la zona urbana del municipio de montería específicamente en el barrio costa de oro.

DIRECCIONES Y BARRIOS	
DIRECCION	**BARRIO**
CALLE 22B ENTRE CALLE 23 Y CARRERA 16	COSTA DE ORO
CARRERA 16 ENTRE CALLE 22 A Y CALLE 22 C	COSTA DE ORO

Tabla 2. ubicación especifica del proyecto

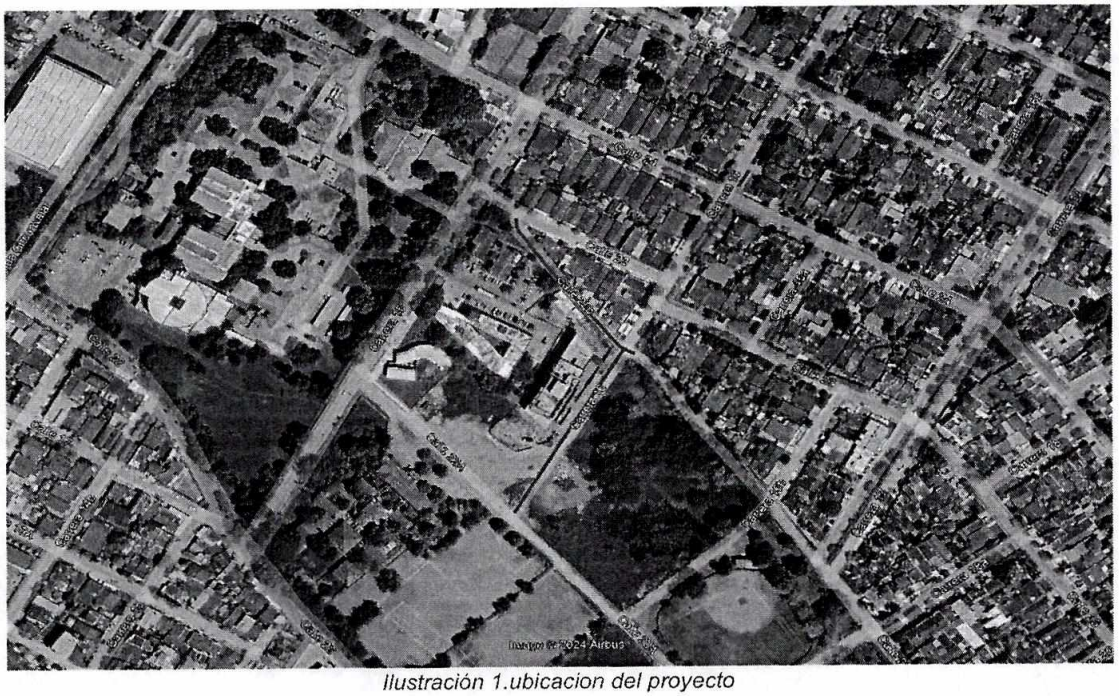


Ilustración 1.ubicacion del proyecto

4.2. TIPO DE TRABAJOS A EJECUTAR

Las actividades por ejecutar para la realización de las actividades en obra se describen a continuación:

PRELIMINARES	
DEMOLICIÓN DE BORDILLOS DE CONCRETO	M
CORTE DE PISO EN TABLON Y PLANTILLA DE CONCRETO E= 0.10MTS/0.15MTS CON CORTADORA	M
DEMOLICIÓN DE PISOS Y ANDENES DE CONCRETO	M2
EXCAVACIONES MECÁNICAS CON EXCAVADORA PARA FALLOS EN SUB RASANTE. PROFUNDIDAD > 50 CM. NO INCLUYE RETIRO	M3
EXCAVACIÓN EN MATERIAL COMÚN DE LA EXPLANACIÓN Y CANALES	M3
CARGUE Y RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE, CON ACARREO LIBRE	M3
REMOCION DE ESPECIES VEGETALES (TALA DE ÁRBOLES ALTURAS ENTRE H= 5.1M A 10M INCLUYE TRANSPORTE DE RESIDUOS, INCLUYE EXTRACCIÓN DE RAÍZ)	UND.
SUMINISTRO Y SIEMBRA DE ÁRBOLES MADERABLES DE ESPECIES NATIVAS DE 1.5M DE ALTURA, INCLUYE EXCAVACION, ABONO ORGANICO, TRANSPORTE Y MANTENIMIENTO	UND.
SUBRASANTE Y SUBBASE	

MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON ADICION DE MATERIALES (TIPO PIEDRA RAJON O SIMILAR)	M3
SUBBASE GRANULAR CLASE C	M3
GEOTEXTIL PARA SEPARACION DE SUELOS DE SUBRASANTE Y CAPAS GRANULARES	M2
PAVIMENTO, BORDILLOS Y ANDENES	
PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO MR (40 Kg/cm2)	M3
ADECUACIÓN DE CÁMARAS DE INSPECCIÓN (MANHOLES) EN CONCRETO DE 3000 PSI	UND.
BORDILLO DE PIEZAS PREFABRICADAS DE CONCRETO; INCLUYE LA PREPARACION DE LA SUPERFICIE DE APOYO	M
ACERO DE REFUERZO Fy = 420 Mpa	KG
SEÑALIZACION	
SEÑAL VERTICAL DE TRANSITO CON LAMINA RETROREFLECTIVA DE 60CM X 60CM	UND.
REDUCTORES DE VELOCIDAD TIPO RESALTO PLÁSTICO PERNADO	M
CUNETAS Y SUMIDEROS	
EXCAVACION MANUAL	M3
CARGUE Y RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE, CON ACARREO LIBRE	M3
GEOTEXTIL PARA SEPARACION DE SUELOS DE SUBRASANTE Y CAPAS GRANULARES	M2
RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO COMPACTADO	M3
ACERO DE REFUERZO Fy = 420 Mpa	KG
CUNETA DE CONCRETO VACIADA IN SITU; NO INCLUYE LA CONFORMACION DE LA SUPERFICIE DE APOYO	M3
ESPACIO PUBLICO ANDENES Y MOBILIARIOS	
S/I TABLETA GUÍA PREF. TÁCTIL PARA DISCAP. EN CONCRETO DE 0.20m X 0.20m X 0.06m COLOR AMARILLO TIPO TOPEROL (UNA HILERA) CON MORTERO 1:4, INCLUYE ARENA H.=0.04 m, RELLENO CON MATERIAL COMPACTADO SELECCIONADO DE 0.20m Y JUNTAS SELLADAS	M
FRANJA DEMARCADORA PARA LIMITADOS VISUALES CON ADOQUÍN EN CONCRETO DE 20cm X 10cm X 6cm COLOR AMARILLO PARA EMBEBER EN MORTERO, APAREJADO SEGÚN DISEÑO. INCLUYE MORTERO 1:4, ARENA H.=4 CM, INSTALACIÓN, COMPACTACIÓN, JUNTAS SELLADAS CON ARENA	M
CONSTRUCCIÓN PISO EN CONCRETO ESTAMPADO TIPO RONDA, 21 MPA (3.000 PSI). E=0,08M FUNDIDO ENSITIO, JUNTAS SEGÚN DISEÑO. INCLUYE EXCAVACIÓN, SUBBASE, Y TODO LO NECESARIO PARA SUCORRECTA CONSTRUCCIÓN.	M2

RAMPA PEATONAL INCLUYE BORDILLOS DE CAMBIO DE NIVEL, SARDINEL, ADOQUÍN TÁCTIL TIPO ALERTA Y PLANTILLA EN CONCRETO	UND.
RAMPA PARA USO VEHICULAR DE 4.20M X 1.20M, INCLUYE BORDILLO DE CONCRETO DE CAMBIO DE NIVEL, LOSETA TOPEROL, ADOQUIN EN CONCRETO DE 20CM X 10CM X 6CM COLOR AMARILLO, PLACA ENCONCRETO 0.15MTS DE ESPESOR, EXCAVACIONMANUAL, RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	UND.
S/I BOLARDOS ALTO EN HIERRO TIPO M63 - IDU EMPOTRADOS EN CONCRETO; INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN	UND.
OTRAS ACTIVIDADES	
S/I TUBERÍA PARA PROLONGACIÓN DE DRENAJES DE AGUAS LLUVIA EN 4". INCLUYE EXCAVACIÓN Y RELLENO	M
REPARACIÓN DE DOMICILIARIAS DEL ACUEDUCTO.INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN.	UND.
REUBICACIÓN TÍPICA MEDIDORES DE GAS RED DOMICILIARIA.	UND
RED DE BAJA TENSION (240/120) V	
LOCALIZACION Y REPLANTEO DE REDES DE BAJA TENSION.	M
INSTALACION E HINCADO DE POSTE EN CONCRETO DE (9 MTS - 510 KGF).	UND
SUMINISTRO DE MATERIALES Y CONSTRUCCION DE CIMENTACION CILINDRICA CON CONCRETO DE 3000 PSI A POSTE EN CONCRETO DE (9 MTS - 510 KGF).	UND
SUMINISTRO E INSTALACION DE ELEMENTOS ELECTRICOS PARA ARMADO EN ALINEACION - ANGULO - FINAL DE CIRCUITO PARA BT A 240/120 VOL.	UND
DESMONTE, RIEGO, ANCLAJE Y TENSIONADO DE RED PARA BT BIFASICA AEREA EN CABLE TRIPLEX DE ALUMINIO - No. 2 AWG.	M
ALUMBRADO PUBLIICO, ALIMENTADORES Y MEDIDAS DE BAJA TENSION (240/120) V	
SUMINISTRO E INSTALACION DE ELEMENTOS ELECTRICOS PARA REINSTALACION DE ALUMBRADO PUBLICO.	UND

Tabla 3. actividades por ejecutar

Otras actividades

- Señalización de la zona de obra
- Cierre y confinamiento de la obra
- Ejecuciones de labores de construcción
- Retiro de señalización
- Traslado de equipos
- Gestión de transito

- Gestión ambiental

4.3. DURACIÓN Y HORARIO DE LA OBRA

Las labores se realizarán de la siguiente manera:

El mejoramiento de la vía en concreto tendrá una duración en ejecución física de dos (02) meses.

En el transcurso de las obras se contempla la entrada y salida de volquetas, materiales de construcción, maquinaria, etc. El tráfico se verá afectado mientras duren las obras. Los trabajos se ejecutarán en el horario de las 07:00 am a 05:00 pm de lunes a viernes, sábados y festivos de 07:00 am a 01:00 pm, en horas de la noche cuando se requiera de 06:00pm a 12:pm.

4.4. MAQUINARIA Y EQUIPO PARA UTILIZAR

Durante la ejecución de los trabajos programados se utilizará maquinaria y herramienta menor, que no requiere ningún proceso especial de instalación, operación o retiro.

- Retrocargador pala 95hp
- Cortadora de pavimento 13.5 hp
- Motoniveladora 125 hp
- Vibrocompactador potencia 31hp
- Regla vibratoria
- Vehículo para transporte de agua
- Vibrador de concreto 2hp manguera de 3mts
- Minicargador con brazo excavador
- Minicargador con martillo demoledor
- Retrocargador 95hp
- Compactador manual vibratorio
- Rieles metálicos de 3 mts
- Mezcladora bulto 1 ½
- Fumigadora agrícola
- equipo de soldadura
- compactador (saltarin) fuerza 12kn
- taladro de ½, pulidora y lijadora
- motosierra
- pistola calafateo

4.5. INSTALACION, MANEJO Y RETIRO DE MAQUINARIA

La maquinaria a utilizar para este tipo de obra, estará ubicada dentro de los cerramientos de la obra, evitando inconvenientes a los habitantes del sector; las volquetas que transporten materiales de desecho hacia las escombreras y las mismas que traigan material para la obra, cumplirán con las normas pertinentes. Cuando sea necesario interrumpir el tránsito vehicular se dispondrá de paleteros para el manejo del mismo.

4.6. MANEJO DE ESCOMBROS

El manejo de los escombros se realizará de acuerdo a las normas ambientales, estos serán dispuestos en un lugar debidamente acordonado y señalizado en el evento de que sea imposible retirarlos dentro del tiempo indicado, se adecuara un sitio temporal que no interfiera con el tráfico vehicular, peatonal y la obra misma.

Los vehículos que se emplearan para el transporte de los escombros no se llenaran por encima de su capacidad y durante el tránsito de estos vehículos por las vías su carga estará debidamente aislada impidiendo que se disemine el material por las vías y garantizando la seguridad vial de los otros usuarios que transitan en sus vehículos.

Estos escombros serán descargados en los lugares autorizados que determine el municipio para su disposición final, la ruta planificada para la evacuación de estos escombros será atravez de la cara 15ª hasta llegar hasta la calle 29 y tomar la salida hasta planeta rica.



Ilustración 2. ruta de evacuación de escombros

5. PLAN DE MANEJO DE TRAFICO

Debido a que las vías a pavimentar son de carácter urbano, actualmente en la zona de influencia presenta bajo tráfico. Las vías que se verán afectadas serán:

DIRECCIONES Y BARRIOS	
DIRECCION	**BARRIO**
CALLE 22B ENTRE CALLE 23 Y CARRERA 16	COSTA DE ORO
CARRERA 16 ENTRE CALLE 22 A Y CALLE 22 C	COSTA DE ORO

Tabla 4. Vías para intervenir

estas vías presentan bajos volúmenes de tránsito, las intervenciones proyectadas no afectaran el flujo vehicular, sin que se generen traumatismos.

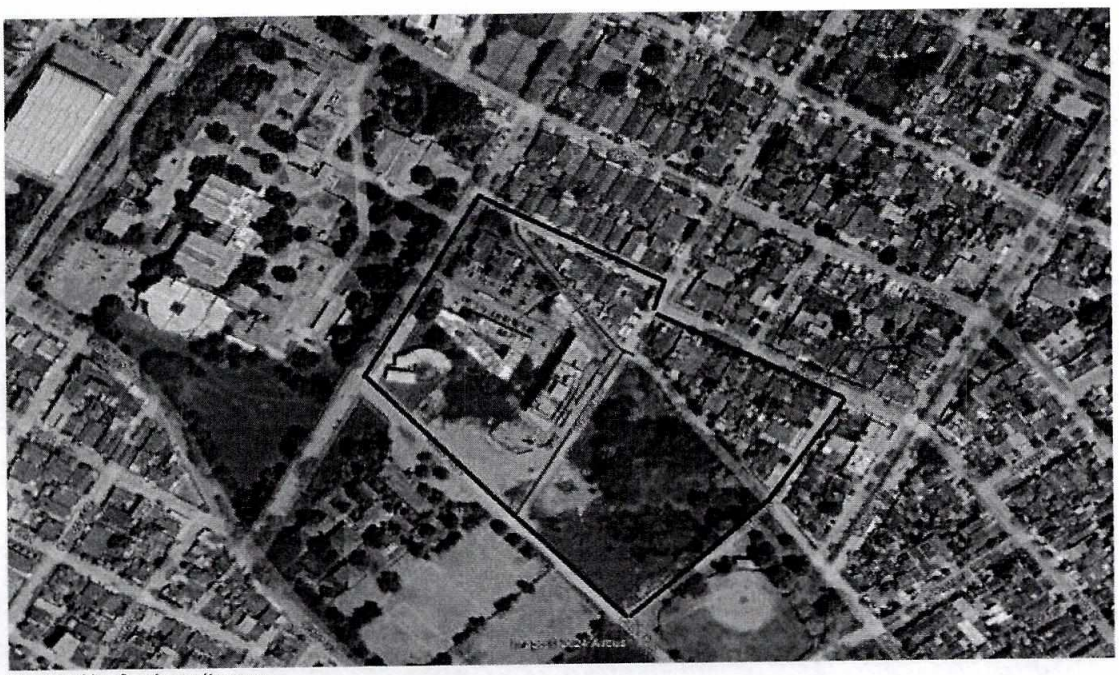


Ilustración 3. vías alternas

● Vías a intervenir ● vías alternas

5.1. MANEJO DE TRANSITO

Con la construcción de las obras viales y teniendo en cuenta el volumen de tránsito que es bajo, la afectación será moderada, porque no habrá cierre de las vías principales antes mencionadas. Habrá cierre parcial de las vías a pavimentar.

5.2. MANEJO DE PEATONES

Debido a que la obra es sobre vías urbanas y de bajo volumen de tránsito, generará conflicto sobre peatones en las zonas donde se presenta población.
No se afectarán las zonas o senderos de los eventuales caminantes, o en el caso más extremo se garantizará la circulación por uno de los costados de la vía, delimitando las áreas de trabajo o de estacionamiento del equipo de construcción.

5.3. MANEJO DE VEHICULOS DE CARGA

Los vehículos de carga del CONTRATISTA deberán ajustarse a la reglamentación establecida para el transporte de materiales.
En el sitio establecido como entrada y salida de maquinaria y equipo en la zona de obra se dispondrá de una persona debidamente capacitada para ejercer el control de salida.
En el sitio de cantera para entrada y salida se dispondrá de un solo banderero y señales preventivas de salidas y entrada de maquinaria pesada ubicadas a 300 m

5.4. SEÑALIZACION Y ADECUACIONES TEMPORALES

La señalización temporal que se instalará en la zona de obra es en material reflectivo grado ingeniería y está de acuerdo con la Resolución 001885 del 17 de junio de 2015 "MANUAL DE SEÑALIZACIÓN – Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia"

La señalización para utilizar es informativa, preventiva y reglamentaria; cada vez que se culminen los trabajos viales, tales como: construcción de obras de arte, etc. La disposición y ubicación de la señalización, se muestra en el plano adjunto al presente estudio, donde se indica la señalización de obra a instalar.

La función de la señalización es la de informar y prevenir de la presencia de trabajos en la vía. Este tipo de señalización es temporal, su instalación será anterior a la iniciación de las operaciones, permanecerá el tiempo que duren los trabajos y se retirará cuando se generen condiciones aceptables de operación y seguridad del tránsito.

5.5. CRITERIOS DE LOCALIZACION DE LAS SEÑALES

La señalización en obras viales y de espacio público debe ser utilizada como elemento esencial de la seguridad, tanto para usuarios como para trabajadores.

La señalización debe proteger adecuadamente a los trabajadores durante sus labores. Deben preverse elementos de bloqueo de la circulación y de protección de las áreas básicas de trabajo, que impidan el ingreso de vehículos o peatones.

Así mismo, deben alertar a los conductores y peatones de manera clara en condiciones de poca visibilidad.

La instalación de la señalización temporal debe cumplir con los siguientes objetivos:

- Alertar oportunamente a los usuarios de la proximidad de la obra y su naturaleza.
- Determinar las limitaciones y prohibiciones que deberá seguir el usuario en su tránsito por la zona de la intervención.
- Informar claramente sobre el inicio y finalización de la obra.
- Informar oportunamente sobre la existencia de desvíos.

5.6. DESMONTE DE SEÑALES

Usualmente las señales deben ser retiradas en orden inverso a la instalación, tan pronto no tienen más uso, con el fin de asegurar la coherencia de la señalización. Los peligros que persisten una vez terminada la obra deben ser señalizados de la misma forma que durante la obra.

Si la señalización permanente ha sido modificada durante la obra, se debe restaurar.

5.7. PERSONAL

Durante la Etapa de Construcción, el Contratista debe contar como mínimo con el siguiente personal dedicado a la elaboración, implementación y seguimiento del Plan de Manejo de Tránsito, Señalización y Desvíos en el corredor a intervenir:

5.7.1. ESPECIALISTA EN TRÁNSITO Y TRANSPORTE

Un Ingeniero civil y/o de Transporte y Vías, con experiencia general no menor de 6 años, en actividades referidas a Construcción y/o diseño de vías. Encargado del Plan de Manejo del tráfico y de señalización. Dentro de sus funciones se encuentra la implementación, seguimiento y ajuste al PMT.

5.8. SEÑALES PREVENTIVAS

al lugar de inicio de la obra. Serán instaladas siguiendo las especificaciones técnicas que se encuentran en el manual de señalización del Ministerio de Transporte.

- Forma: Rombo
- Colores: naranja para el fondo y negro para símbolos, textos, flechas y orlas.
- Tamaño: 60 x 60 cm

N° DE SEÑALES	SEÑAL	TIPOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
3	SPO-01		Esta señal se empleará para advertir la proximidad a un tramo de la vía que se ve efectuado por la ejecución del proyecto
3	SPO-02		Esta señal se empleará para advertir la proximidad a un sector por el que habitualmente circula equipo pesado para el desarrollo de las obras
3	SPO-03		Esta señal se empleará para advertir a los conductores la aproximación a un tramo de vía que estará regulado por personal de la obra, el cual utilizará señales manuales.
2			Esta señal se empleará para advertir a los conductores la aproximación de un sendero peatonal de ser necesario.

Tabla 5. Señalización preventiva de la obra

5.9. SEÑALES REGLAMENTARIAS

Este tipo de señales deben ser ubicadas en el sitio mismo de la prohibición, restricción, obligación y autorizaciones existentes en la zona de la obra.

Las especificaciones de las señales reglamentarias que deben instalarse deben estar apegadas a las que se encuentran en el manual de señalización vial del Ministerio de Transporte.

- Forma: Circular
- Colores: Blanco para el fondo, orlas y franjas diagonales color rojo, letras y símbolos en negro.

- Tamaño: 60 cm de diámetro
- Se utilizarán las siguientes señales

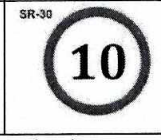
N° DE SEÑALES	SEÑAL	TIPOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
3	SRO-01		Esta señal se empleará para indicar a los conductores el inicio de un tramo de vía por el cual no se permite circular mientras dure la obra.
3	SRO-02		Esta señal se empleará para notificar el sitio mismo en donde es obligatorio tomar el desvió señalado.
2	SR-30		Esta señal se empleará para notificar la velocidad máxima a la que se puede circular.

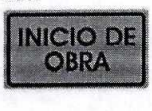
Tabla 6. Señales reglamentarias para la obra

5.10. SEÑALES INFORMATIVAS

El objetivo de la instalación de este tipo de señales es informar a las personas con anterioridad las obras que allí se realizan, la distancia a la que se encuentra la obra y otros aspectos de relevancia, las señales deben de ser de forma uniforme y cumplir con las siguientes especificaciones:

- Fondo naranja reflectivo, mensaje y orla de color negro. Para el texto se utilizará el alfabeto tipo D, con una altura mínima de letra de 20cm.

Se utilizarán las siguientes señales:

N° DE SEÑALES	SEÑAL	TIPOGRAFÍA	DESCRI PCIÓN
3	SRO-01		Esta señal se empleará para advertir a conductores y peatones la aproximación a un tramo de vía afectado por la obra. La señal llevara la leyenda "OBRA EN LA VÍA", seguida de la distancia a la
3	SIO-02		Esta señal se empleara para indicar el inicio de la obra.

2	SIO-05	SIO-05 	Esta señal se empleara para advertir a los usuarios de las vías, la proximidad a un sitio en el cual se desvía la circulación del tránsito, indicando la distancia a la que se encuentra.

Tabla 7. tabla de señales informativas

5.11. DISPOSITIVOS PARA REGULACION DEL TRAFICO

Las barricadas estarán conformadas por listones ubicados horizontalmente, con una longitud de 2,4 metros y una altura 0,20 metros, los cuales deben estar separados por un espacio igual al de sus alturas. Los listones horizontales estarán fijados sobre caballetes y la altura de cada una de las barricadas será de 1,50 metros.

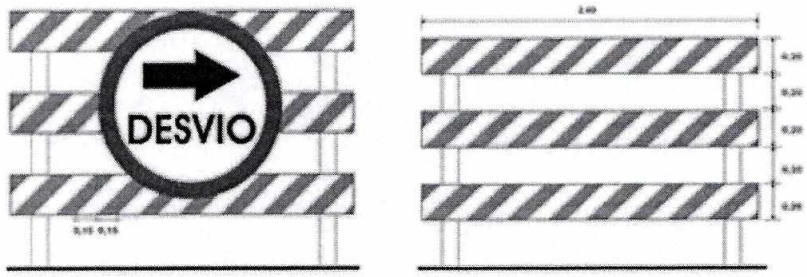


Ilustración 4.Barricadas

Los listones horizontales serán de colores blanco y naranjas alternados, con una inclinación de 45 grados hacia el piso en dirección del paso de los vehículos. Cuando existan desvíos hacia la izquierda y la derecha, las franjas se dirigirán a ambos lados, partiendo desde el centro de la barrera. Los soportes y el reverso de la barrera serán de color blanco.
Las franjas serán en material reflectivo Tipo III, de tal manera que sean visibles, bajo condiciones atmosféricas normales, a una distancia mínima de 300 metros, cuando se iluminen con las luces altas de un vehículo normal.

5.12. Barreras plásticas flexibles (maletines)

Son dispositivos, en material plástico, utilizados para restringir y canalizar el tránsito vehicular, cuando se genera un cierre total o parcial de la vía. Generalmente como dispositivos de canalización, se colocan en serie a una distancia máxima de separación de 3 m; su color deberá ser naranja y contarán con franjas de lámina reflectiva Tipo III o IV, distribuidas en sentido horizontal y vertical.

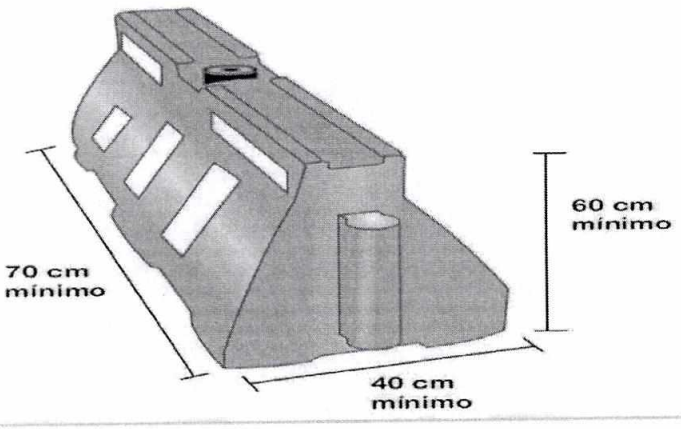


Ilustración 6. barreras plasticas flexibles

5.13. DISPOSITIVOS MANUALES

5.13.1. PALETAS

Estos dispositivos se utilizaran en las horas del día para efectos de regulación del tránsito en las vías afectadas por la ejecución de la obra.

Las paletas tienen la misma forma y características de la señal SR-01 Pare y que contiene los mensajes de "PARE" por una cara y de "SIGA" o "LENTO" en la otra cara. El tamaño la paleta corresponderá a la inscripción de un octágono dentro de un círculo mínimo de 45 cm de diámetro. El fondo de la cara de "PARE", será de color rojo con letras y bordes blanco y el fondo de la cara "SIGA", será de color verde con letras y bordes blancos, todos ellos fabricados en lámina reflectiva Tipo I.

El soporte de la paleta tendrá 1,20 m de longitud y será de color blanco.

La indumentaria del paletero constará de:

Un casco de color naranja con franjas horizontales de 10 cm de largo por 5 cm de ancho, fabricadas en lámina reflectiva Tipo III, de color blanco en el frente y rojo en la parte posterior.

Chaleco color naranja con un mínimo de dos franjas horizontales, verticales u oblicuas), de 5 cm cada una, en cinta reflectiva que cumpla con los coeficientes de retrorreflexión especificados en la norma técnica colombiana NTC - 4739, para la lámina reflectiva Tipo I. Las franjas serán en color blanco, rojo o amarillo.

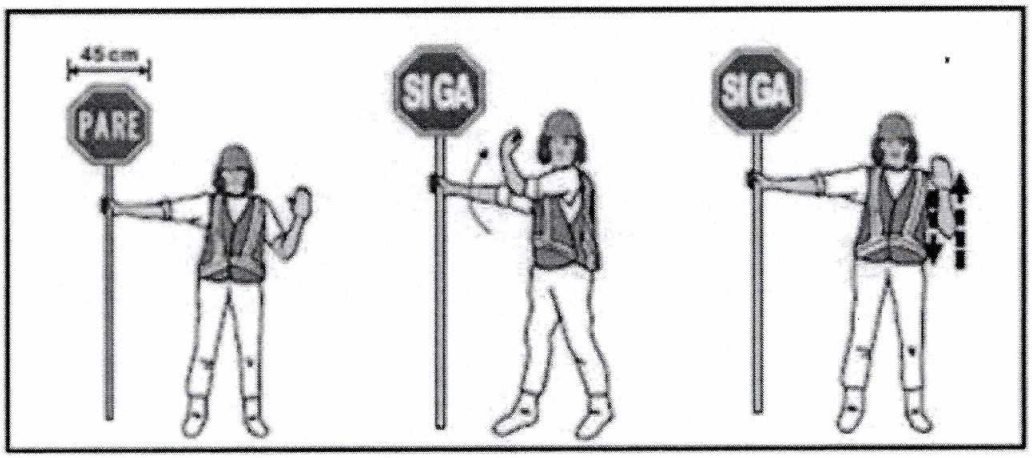


Ilustración 7. Paleteros

6. INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN DEL PLAN

La divulgación y socialización del plan de manejo de tráfico son actividades fundamentales dentro de las actividades que se programan dentro del plan, la finalidad de socializar y divulgar el plan no es más que describir las condiciones de tránsito, los cierres y desvíos propuestos y demás temas de interés del plan; esto permitirá a las personas que transitan por la vía tomar las precauciones necesarias y colaboren con la mitigación de los efectos negativos sobre la movilidad.

La información será divulgada a través de los siguientes canales de información:

- Vallas informativas
- Socializaciones con la comunidad, empresas de transporte colectivo y demás grupos de interés

Se deberá construir e instalar una valla con las siguientes especificaciones; con una dimensión de 4 metros x 2 metros instalada sobre una estructura de soporte.

La información que debe estar contenida en la valla es la siguiente:

- Contrato de obra pública.
- Objeto.
- Contratante.
- Contratista.
- Valor y plazo.

- Localización

7. SOCIALIZACIONES

Se realizará una socialización con la comunidad de empezar el proyecto, con el fin de darle a conocer los detalles de este, su importancia, así como también de los cierres y desvíos propuestos, para que los habitantes del sector o de la zona de influencia sean partícipes, facilitadores y veedores en el buen desarrollo de los trabajos.

8. ATENCIÓN A USUARIOS Y HABITANTES DE LA ZONA

Teniendo en cuenta las incomodidades que la obra genera a los habitantes de la zona, se le bridara a la comunidad la posibilidad de acercarse a un punto de la obra en donde se recibirán quejas, reclamos y sugerencias como estrategia de veeduría.

9. LIBERACIÓN O APERTURA DE LOS CIERRES VIALES

Una vez estén terminadas las actividades de construcción y verificado el cumplimiento de los estándares técnicos respectivos, la interventoría del proyecto en común acuerdo con la entidad contratante y las autoridades municipales, a solicitud del contratista constructor, podrá autorizar la apertura parcial, o total de tramos viales rehabilitados.

10. PUESTA EN MARCHA DEL PLAN DE MANEJO DE TRANSITO

El Plan de Manejo de Movilidad necesita la definición de una estrategia para su puesta en marcha. Esta estrategia está compuesta por varios aspectos que se deberán considerar para poner en funcionamiento el Plan de Manejo en obras, destacándose los siguientes:

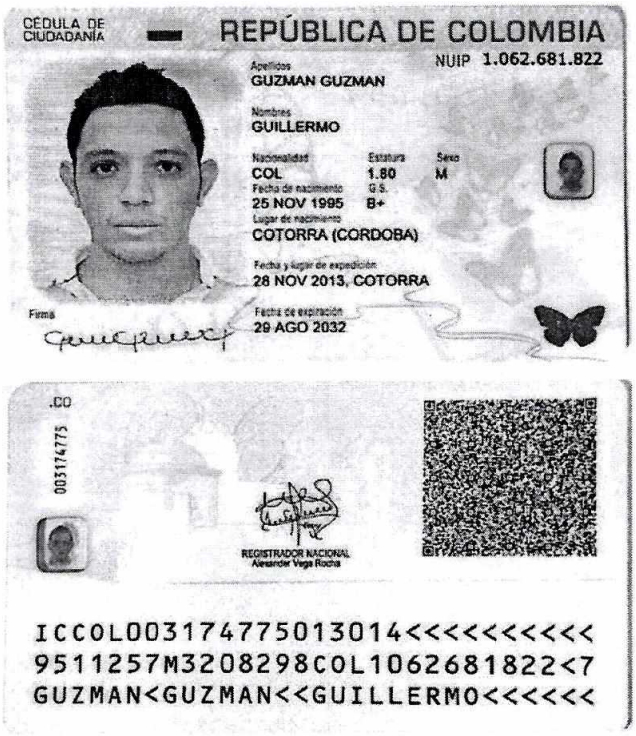
- Disponibilidad e instalación de los elementos para el Plan: Se convierte en una actividad fundamental para evitar improvisaciones en campo.
- Coordinación de participantes en el Plan: En cada uno de los numerales que conforman el Plan de Manejo de Movilidad, la interventoría definirá la forma de comunicación y el programa detallado de responsabilidades y compromisos de los responsables del Plan.
- Previsión para ajustes en campo del Plan de Manejo: Aunque el Plan de Manejo de Tránsito debe implementarse con anticipación al inicio de las obras, éste debe ser flexible y su evolución deberá estar prevista, a través de los distintos estados progresivos de la obra, especialmente, cuando ésta ha sido programada para realizarse por etapas.

Presenta y se suscribe,

GUILLERMO GUZMAN GUZMAN
ING. CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE

ANEXO: ESQUEMA DE SEÑALIZACION

JEMAD INGENIERÍA S.A.S. NIT. 901539452-9	PLAN DE MANEJO DE TRANSITO	Versión	01
		Pagina	22



CEDULA DE CIUDADANÍA

REPÚBLICA DE COLOMBIA

NUIP 1.062.681.822

Apellidos
GUZMAN GUZMAN

Nombres
GUILLERMO

Nacionalidad
COL

Estatura
1.80

Sexo
M

Fecha de nacimiento
25 NOV 1995

G.S.
B+

Lugar de nacimiento
COTORRA (CORDOBA)

Fecha y lugar de expedición
28 NOV 2013, COTORRA

Firma

Fecha de expiración
29 AGO 2032

.CO

0031747775

REGISTRADOR NACIONAL
Alexander Vega Rocha

ICCOL0031747750130l4<<<<<<<<<<
9511257M3208298COL1062681822<7
GUZMAN<GUZMAN<<GUILLERMO<<<<<<



REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.
22202-350763 COR
Fecha de Expedición: 03/02/2017

Nombre:
GUILLERMO
GUZMAN GUZMAN

Identificación:
C.C. 1062681822

Profesión:
INGENIERO CIVIL

Institución:
UNIVERSIDAD DEL SINU ELIAS
BECHARA ZAINUM

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2024-2630444

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que GUILLERMO GUZMAN GUZMAN, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1062681822, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 22202-350763 desde el 03 de Febrero de 2017, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 151.

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 catorce (14) días del mes de Marzo del año dos mil veinticuatro (2024).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

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

REPUBLICA DE COLOMBIA

14189

UNIVERSIDAD DEL SINU
Elías Bechara Zainúm

EL RECTOR Y EL CONSEJO SUPERIOR
POR EL TENOR DE LA PRESENTE, HACEMOS SABER QUE

Guillermo Guzmán Guzmán

IDENTIFICADO(A) CON LA CEDULA DE CIUDADANIA NO. 1.062.638.622 de Cotorra (Cesar) , ALUMNO(A) DE ESTA INSTITUCION Y EN TAL VIRTUD FORMADA EN EL PENSAMIENTO DE NUESTRO FUNDADOR CON PROYECCION UNIVERSAL, VALORES CULTURALES Y HUMANOS DEL HOMBRE COLOMBIANO CONFERIMOS, EN NOMBRE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA Y POR AUTORIZACION DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL, EL CARACTER Y TITULO DE

Especialista en Vías y Transportes

CON EL COMPROMISO DE LIDERAZGO AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD, LA UNIVERSIDAD Y SU FAMILIA PARA GENERAR FUTURAS CONDICIONES DE VIDA MAS FAVORABLES A TODOS; COMPROMETIDO CON NUESTRA RAZON DE SER, ELEVANDO LA CULTURA REGIONAL Y NACIONAL, COMO CONTRIBUCION A LA HUMANIDAD, CON EL CRITERIO DE LA LIBERTAD COMO DERECHO NATURAL Y SIN DISTINGO DE RAZA, CREDO, SEXO O COLOR. EL PRESENTE TITULO LLEVA LAS FIRMAS DEL RECTOR, VICERRECTOR, DECANO Y SECRETARIO GENERAL, EN LA CIUDAD DE Montería
A LOS 22 DIAS DEL MES DE Marzo DEL AÑO 2018

EL RECTOR | EL VICERRECTOR | EL DECANO | EL SECRETARIO GENERAL

S 331

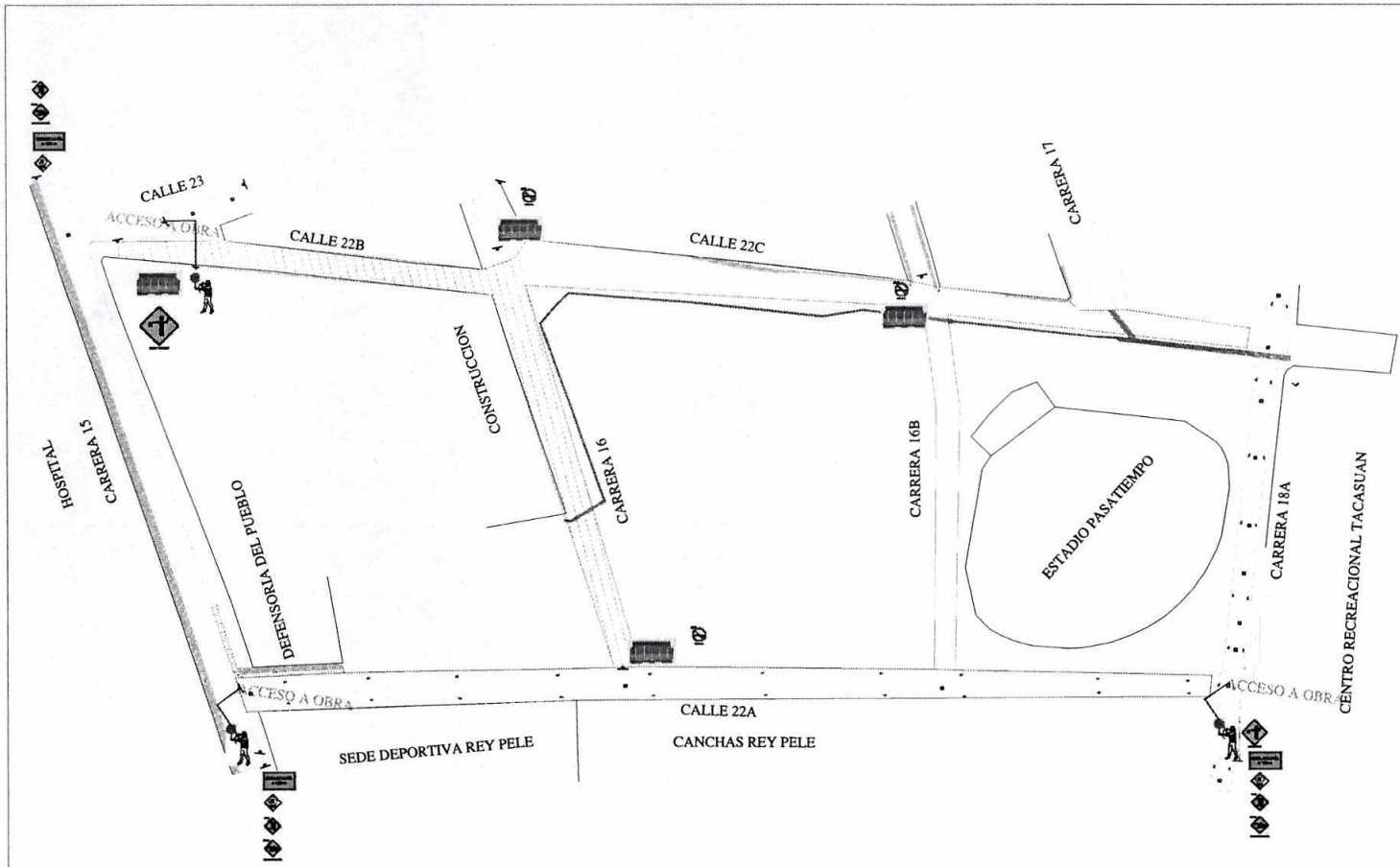


TABLA DE NOMENCLATURAS

Alcaldía de MONTERÍA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

PAVIMENTACION DE VIAS EN EL BARRIO COSTA DE ORO EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA

1 PLANO PMT

ESCALA SIN ESCALA

M01 01