



PROYECTOS Y CONSULTORIAS CIVILES
DISEÑO GEOMETRICO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura			
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS			Página: 1
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó:	Código: VIAL-2020-01	Versión: 1

MEMORIA DE DISEÑO PAVIMENTOS METODO ASSHTO 1993

PROYECTO:

**DISEÑO DE VÍA
TORRES DE VENTURA**

ELABORÓ:

WILLIAM FERNANDO FERNÁNDEZ DIMATÉ.
Ing. Civil.
M.P. 25202-156865 CND

FEBRERO DE 2020



PROYECTOS Y CONSULTORIAS CIVILES
DISEÑO GEOMETRICO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura			Página: 2
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS			
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó:	Código: VIAL-2020-01	Versión: 1

MEMORIAL DE REPONSABILIDAD

Fusagasugá, febrero 2020

Señores:

PLANEACION MUNICIPAL/ PROYECTOS FUSAGASUGÁ

Ciudad

WILLIAM FERNANDO FERNÁNDEZ DIMATÉ, ingeniero civil con Matrícula Profesional N° **25202-156865 CND**, debidamente registrado en el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, presento el diseño de la vía identificada como carrera del municipio de **FUSAGASUGÁ, CUNDINAMARCA**, declaro quo asumo la responsabilidad por los perjuicios que causa de ellos puedan deducirse, exonerando a la OFICINA DE PLANEACION de cualquier responsabilidad.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por PLANEACION MUNICIPAL no constituye una aprobación al estudio geotécnico y de cimentación, sino una verificación del cumplimiento de la **NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10**.

Cordialmente,

WILLIAM FERNANDO FERNÁNDEZ DIMATÉ.

Ing. Civil.

M.P. 25202-156865 CND

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura	
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS	Página: 3
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó: Código: VIAL-2020-01 Versión: 1



CERTIFICADO DE VIGENCIA Y ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS
Nº E2019/VEN00229285

REPÚBLICA DE COLOMBIA
 CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE
 INGENIERÍA
 COPNIA
 EL DIRECTOR GENERAL
 CERTIFICA:

1. Que FERNANDEZ DIMATE WILLIAM FERNANDO identificado (a) con Cédula de Ciudadanía Nº 11258514, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, como INGENIERO CIVIL con Matrícula Profesional Nº 25202-156865 CND desde el (los) diecisiete (17) día(s) del mes de julio del año dos mil ocho (2008).
2. Que la (el) Matrícula 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 la (el) referida (o) Matrícula Profesional se encuentra vigente, por lo cual el profesional certificado actualmente NO está impedido para ejercer la profesión.
4. Que el profesional NO tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación tiene una validez de seis (6) meses y se expide en Bogotá, D.C., a los doce (12) días del mes (septiembre) del año dos mil diecinueve (2019).


RUBÉN DARÍO OCHOA ARBELÁEZ

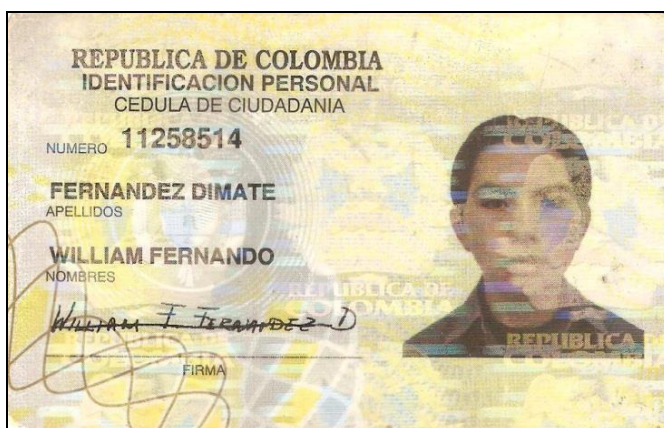
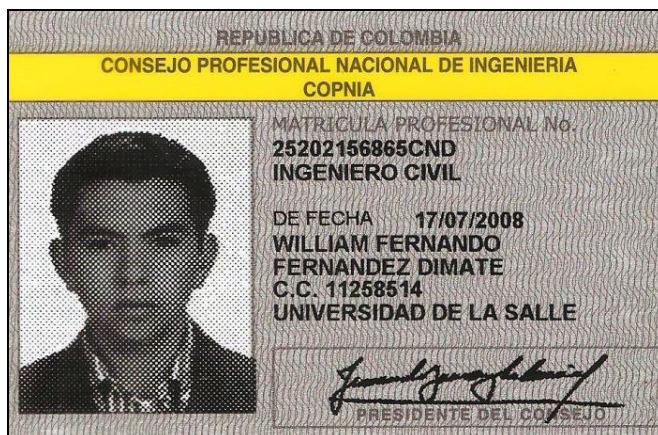
 Firma del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado.
 El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999.
 Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web <http://gdocumental.copnia.gov.co/investiteCSV> indicado el código que se encuentra en el costado izquierdo de este documento.
 Calle 78 Nº 9 – 57 Piso 13 – Bogotá D.C. Pbx: 3220102 – Correo-e: contactenos@copnia.gov.co
www.copnia.gov.co

Documento firmado por: CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA - COPNIA, N° de serie: 129108564875-637608623221-19180060538850. Emisor del certificado: AC TESTINTE CERTICAMARA S.A. - Fecha de emisión de la firma: 12/09/2019 11:50:42. Código Seguro de Verificación: <http://gdocumental.copnia.gov.co/investiteCSV> ElnZx0xy2tQWxGtUyKU http://www.copnia.gov.co Página 1 de un total de 1 página(s).

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

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura			
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS			Página: 4
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó:	Código: VIAL-2020-01	Versión: 1





PROYECTOS Y CONSULTORIAS CIVILES
DISEÑO GEOMETRICO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura			Página: 5
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS			
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó:	Código: VIAL-2020-01	Versión: 1

GENERALIDADES

El presente diseño pretende dar una solución económica, y acorde con los parámetros establecidos por el Instituto Nacional de Vías **INVIAS**, recomendado por la Portland Cement Association PCA, para el carril faltante que consolidará el desarrollo del proyecto denominado Torres de Ventura, colindando con la carrera 2, a la altura del barrio Las Margaritas de la ciudad de Fusagasugá, departamento de Cundinamarca.

Una estructura de pavimentos se compone de una serie o conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales que se diseñan y construyen con técnicas y materiales apropiados. Apoyada sobre una subrasante que se obtiene por el movimiento de tierras y que ha de resistir adecuadamente los esfuerzos de las cargas repetidas del tránsito.

Este diseño se debe realizar de tal forma, que las solicitudes de carga no generen en su estructura deformaciones permanentes, o patologías prematuras, que conlleven a daños anticipados sobre el horizonte o vida útil del pavimento. Por tal motivo, debe resistir agentes externos de intemperismo, tales como clima, material particulado, o agentes corrosivos, adicionalmente debe ser durable, económico y con condiciones superficiales seguras para los usuarios.

El documento presenta la realización del diseño de pavimentos requerido para una vía, bajo los parámetros establecidos por el método PCA, incluyendo la normatividad adoptada por el Instituto Nacional de Vías sobre las Especificaciones generales de Construcción de Carreteras, la cual analiza las condiciones de carga para un tránsito dado.

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura			Página: 6
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS			
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó:	Código: VIAL-2020-01	Versión: 1

MEMORIA DESCRIPTIVA PROYECTO

Se plantea intervenir la vía que colinda con el proyecto Torres de Ventura denominada dentro de la nomenclatura urbana como carrera 2 del municipio de Fusagasugá, Vía que actualmente no tiene media calzada construida con losas de concreto de 2.50X2.50m, no cuenta con sistema de drenaje ni bombeo manual de aguas lluvias.

Se plantea diseñar y construir la calzada faltante para completar el perfil vial exigido por la Secretaría de Planeación Municipal de Fusagasugá, de 6 metros de ancho y aproximadamente 60 metros de largo, andenes al lado y lado de la calzada de 1.50 y 2.50m de ancho.

Localización: Las obras se encuentran localizada en el predio esquinero de la carrera 2 con calle 8 del municipio de Fusagasugá.

Tamaño: Se intervendrán cerca de 300 metros cuadrados de la vía que corresponden a 60 metros de ancho y 3.50 metros de largo.

Características Técnicas: La estructura del pavimento seleccionado consistirá en pavimento rígido, con un espesor de 15 cm, base granular de 20cm, mejoramiento de subrasante en rajón de 30 cm.



Fig. 1. Estado Actual Carrera 2.

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura			Página: 7
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS			
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó:	Código: VIAL-2020-01	Versión: 1

DISEÑO GEOMETRICO

Para el desarrollo de diseño geométrico de la vía, se remite al cumplimiento de los parámetros mínimos establecidos en el Manual de diseño geométricos de carreteras del INVIAS.

Por tanto, se toma como vehículo de diseño un camión de categoría dos, cuya trayectoria vehicular genera un radio de giro mínimo de 7.66m y uno máximo de 12.70m, tal como se puede observar en las siguientes figuras.

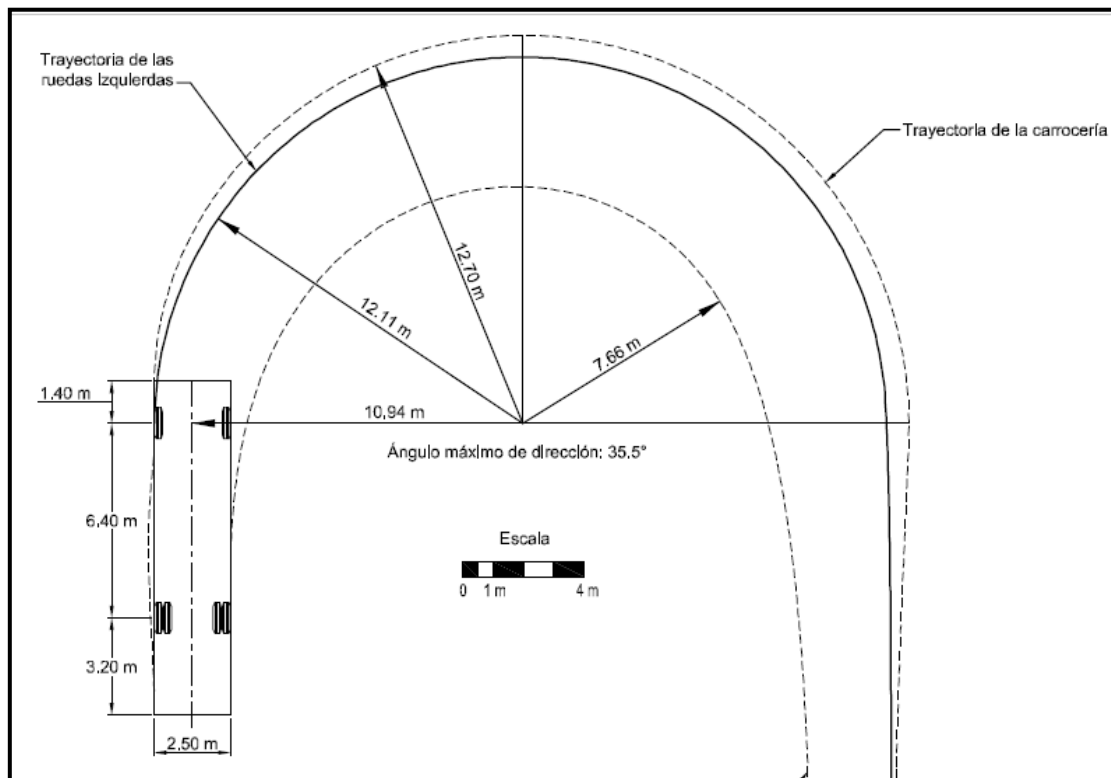


Fig. 1. Trayectoria ruedas vehículo de diseño (Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras. INVIAS)

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura			Página: 8
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS			
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó:	Código: VIAL-2020-01	Versión: 1

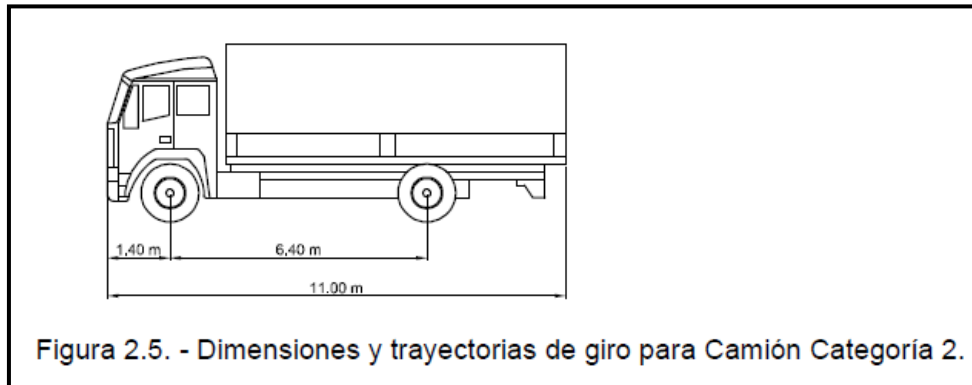


Fig. 1. Camion categoria 2. (Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras. INVIAS)

Una vez seleccionado el vehículo de diseño se procede a verificar los radios de giro del proyecto con el fin de ajustarlos a las normas vigentes.

Posteriormente se traza el alineamiento vertical mediante el cual es determinante obtener el parámetro "k" para el cumplimiento de los criterios de seguridad, operación y drenaje.

"... El alineamiento vertical está formado por una serie de rectas enlazadas por arcos parabólicos, a los que dichas rectas son tangentes. La inclinación de las tangentes verticales y la longitud de las curvas dependen principalmente de la topografía de la zona, del alineamiento horizontal, de la visibilidad, de la velocidad del proyecto, de los costos de construcción.... "teniendo en cuenta lo anterior, se procede a realizar el trazado cumpliendo con los anteriores requisitos.

En resumen, se da cumplimiento a la tabla 4.4 del manual de diseño geométrico de vías en el cual se determina el valor de la longitud de la curva vertical en función del parámetro "K" y la velocidad de diseño.

Estableciéndose para el presente diseño vías con velocidades entre 20 y 50Km/hr.

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura			
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS			Página: 9
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó:	Código: VIAL-2020-01	Versión: 1

Tabla 4.4.
Valores de K_{min} para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales

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

⁽¹⁾ La adopción de este valor tiene como finalidad garantizar unas mínimas condiciones de estética a las carreteras, y por consiguiente de comodidad para los usuarios.

Nota:

Debido a que en el presente proyecto la vía a tratar se encuentra construida en media calzada y cuenta con un alineamiento ya definido, con sus respectivos andenes, accesos, redes de alcantarillado y redes eléctricas, solamente se plantearía la construcción de la otra media calzada respetando el alineamiento anteriormente mencionado.

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura			Página: 10
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS			
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó:	Código: VIAL-2020-01	Versión: 1

ESTUDIO DE TRÁNSITO.

El procedimiento de diseño desarrollado es el recomendado por la PORTLAND CEMENT ASSOCIATION – PCA.

De la Figura IV.9 y teniendo en cuenta un K para la subrasante de 4.0Kg/cm³ obtenemos un K para el conjunto (Subbase y subrasante) de 5.5Kg/cm³ para un espesor de subbase granular de 20cms

Proyectando el número de vehículos (eje equivalente de 8.2Ton) que transiten por la vía durante el periodo de diseño tenemos:

$$N = \text{TPD} \times A / 100 \times B / 100 \times 365 \times ((1+r)^n - 1) / \ln(1+r) \times FC$$

Siendo:

TPD= 100 Trafico promedio diario
A = 10% de vehículos comerciales
B= 50% Un carril de diseño
r= 5% tasa promedio de crecimiento.
n= Periodo de diseño (20 Años)
FC = Factor camión = 1.4.

$$N = 100 \times 0.1 \times 0.5 \times 365 \times ((1.05^{20}) - 1) / \ln(1.05) \times 1.4$$

$$N = 86580 \text{ vehículos equivalentes a } 8.2\text{Ton.}$$

ESFUERZO OCASIONADO POR LA CARGA

Teniendo en cuenta un K del sistema de 5.5Kg/cm, y carga de eje sencillo de 8.2Ton y espesor de losa de 15cm vamos a la Fig. V2 determinando un esfuerzo de 22.5Kg/cm²

Relación de esfuerzos:

Teniendo en cuenta N=86580 y siguiendo la tabla de Minor (Fig. V.1) la relación de esfuerzos R de E deberá no ser menor o igual a 0.56

Para ello

$$R \text{ de } E = ft / MR = 22.5 / 40 = .56$$

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura			Página: 11
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS			
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó:	Código: VIAL-2020-01	Versión: 1

Espesor de losa de 15cm con un $MR = 40 \text{ Kg/cm}^2$.

Subrasante:

Si bien es cierto la presión sobre la subrasante es relativamente baja ($< 1.0 \text{ Kg/cm}^2$) pueden presentarse "colchones" o reducciones localizadas en la capacidad portante por lo que se debe tener especial cuidado homogenizando el suelo a nivel de la subrasante.

De acuerdo con el tipo de suelo y correlacionando los resultados de laboratorio del estudio de suelos basado en la resistencia al corte no drenada, obtenemos como valor de CBR de la subrasante para efectos de diseño del 5%.

De la figura 1. Tenemos para dicho valor de CBR y tipo de material un módulo de reacción de la subrasante de $K = 4.0 \text{ Kg/cm}^3$.

Aproximando el valor de N a $0,5 \times 10^6$ y un CBR de la subrasante de 5% obtenemos un espesor de sub-base de 22 cm.

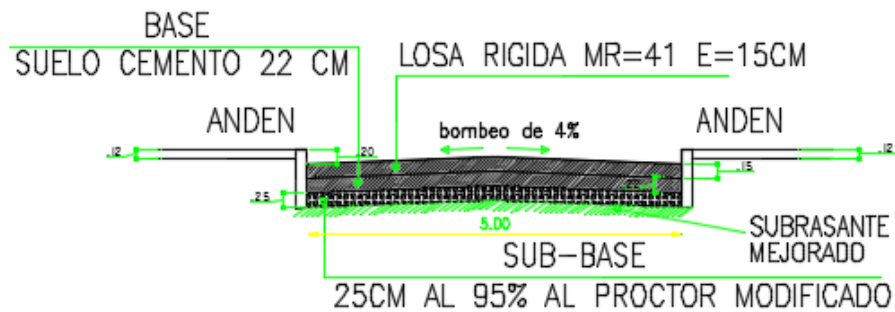
Estos valores podrán ajustarse dependiendo variaciones en los parámetros de diseño tales como tráfico y características de los materiales que conforman la estructura del pavimento.

Drenaje

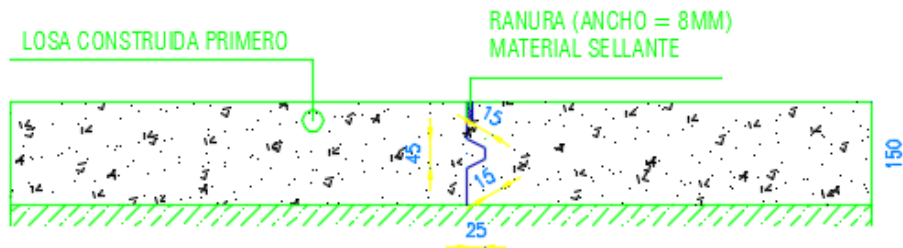
Las cunetas irán paralelas al eje de la vía, impermeabilizadas y resistentes a la erosión con pendiente igual a la de la vía, estarán a lado y lado confinado mediante sardinel con borde libre para facilitar el flujo de agua hacia el colector final.

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura			Página: 12
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS			
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó:	Código: VIAL-2020-01	Versión: 1

ESQUEMA TÍPICO PAVIMENTO RIGIDO (LOSAS DE CONCRETO)



NOTA:
LA SEPARACIÓN ENTRE JUNTA Y
JUNTA DEBE ESTAR ENTRE 3.50 Y
4.00 M



DETALLE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN escala 1:10

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura			Página: 13
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS			
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó:	Código: VIAL-2020-01	Versión: 1

RECOMENDACIONES

-  El presente diseño se ha realizado de acuerdo a los parámetros de norma del Instituto Nacional de Vías y en toda su integridad es de vital importancia que la construcción de las mismas sea llevada a cabo con los controles de las especificaciones de la misma entidad.
-  Se considera significativo llevar el control de todas las actividades en el proceso constructivo para garantizar la funcionalidad y durabilidad de las vías.
-  Es de suma importancia, también durante el proceso constructivo, llevar a cabo la toma de muestreos y controles entre los cuales se puede nombrar ensayo de proctor modificado al material de la BG para determinar la humedad optima de compactación y colocar la MDC-2 una vez se halla verificado dicha compactación al 95%, para lo cual es recomendable la toma de varias densidades in situ de acuerdo al avance de las obras.
-  Como es bien sabido, los drenajes eficientes garantizan la durabilidad de las capas de la estructura del pavimento, se recomienda diseñar y construir las mismas de acuerdo a los parámetros de las especificaciones del INVIAS.
-  Es recomendable realizar un mantenimiento preventivo y correctivo a los diez (10) años de vida de la estructura para evitar daños irreparables de alto costo en el final de la vida útil del pavimento.

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura		
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS		Página: 14
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó:	Código: VIAL-2020-01 Versión: 1

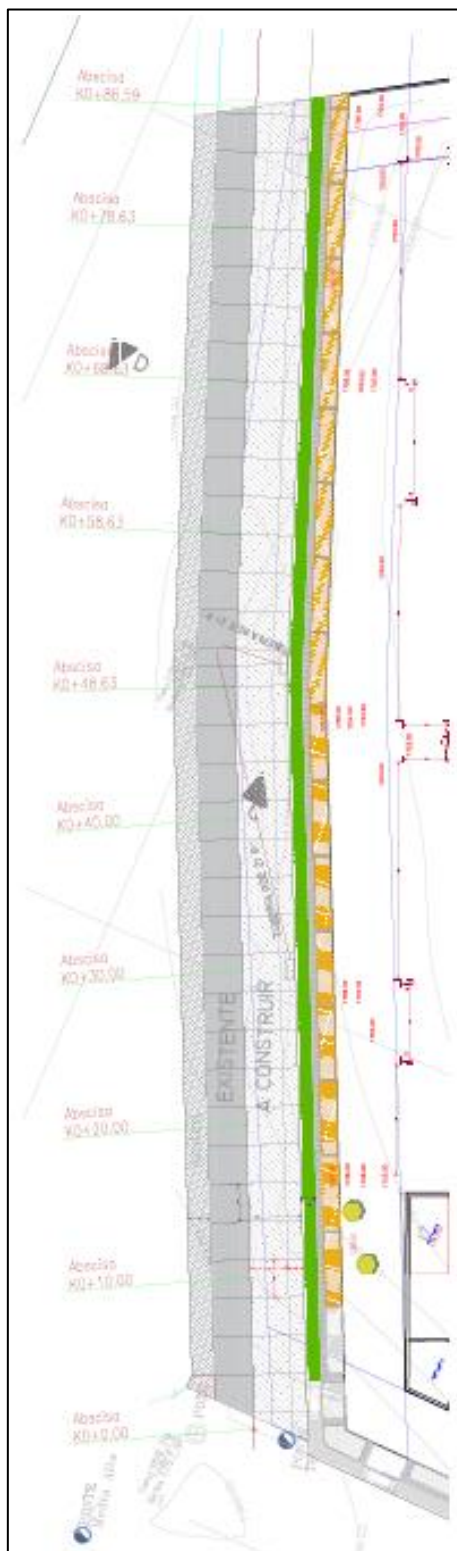


Fig. 2. Planta Vía a intervenir.

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura			Página: 15
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS			
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó:	Código: VIAL-2020-01	Versión: 1

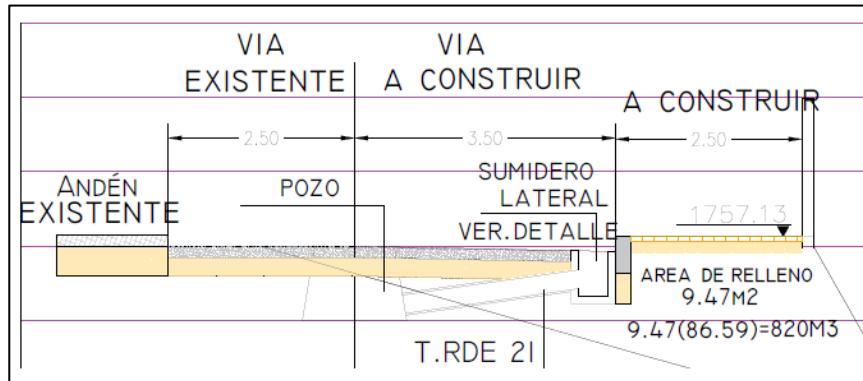


Fig. 3. Sección típica vía a intervenir.

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura	Página: 16
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS	
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó: Código: VIAL-2020-01 Versión: 1

ANEXOS

RELACIONES DE HUMEDAD- PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS INVE -142-13

Proyecto: Carrera 2 - Barrio Las Margaritas	Ubicación: Municipio de Fusagasugá
Fecha: Febrero de 2020	

PROCTOR MODIFICADO MÉTODO: D					
N° De Capas:	5	Altura De Caída Del Martillo:	45.7	cm	
N° De Golpes Por Capa:	56	Diámetro Del Molde:	15.29	cm	
Peso Del Martillo:	4.54	Kg	Altura Del Molde:	11.64	cm
DENSIDAD					
Molde número		1	1	1	1
Peso molde + Suelo compactado	(g)	6521.0	6732.0	6854.0	6789.0
Peso del molde	(g)	2110	2110	2110	2110
Peso Suelo Compactado	(g)	4410.7	4621.7	4743.7	4678.7
Volumen Suelo Compactado	(cm³)	2137.3	2137.3	2137.3	2137.3
Densidad Suelo Húmedo	(g/cm³)	2.064	2.162	2.219	2.189
Contenido de Humedad	(%)	7.3	9.3	11.9	13.6
Densidad Suelo Seco	(kg/m³)	1923.6	1978.0	1983.0	1926.9
CONTENIDO DE HUMEDAD					
Recipiente número		3	2	1	4
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	(g)	480.0	450.0	415.0	441.0
Peso Recipiente+Suelo Seco	(g)	450.0	415.0	375.0	393.0
Peso del Recipiente	(g)	40	40	40	40
Contenido de humedad	(%)	7.3	9.3	11.9	13.6

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD

Ensayo Sobre Material

Pasa Tamiz 3/4"

Resultados

Densidad Máxima	
1992.0	kg/m³
10.8	%
Humedad óptima	

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura	Página: 17
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS	
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó: Código: VIAL-2020-01 Versión: 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS GRUESO Y FINO INVE -213-13

Proyecto: Carrera 2 - Barrio Las Margaritas

Ubicación: Municipio de Fusagasugá

Fecha: Febrero de 2020

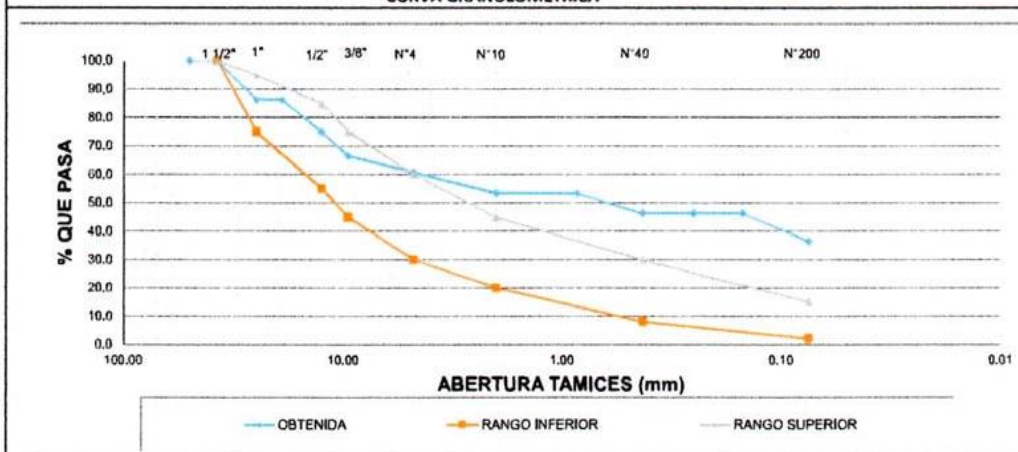
N° de Recipiente:								
Masa Total Muestra Seca (g):		6546.0		Masa Muestra Seca Después De Lavado (g):			5102.0	
Abertura Tamiz		Masa Retenida (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa	Especificación (%)		
in	mm					ARTICULO 320-13		
3"	75.00		0.0	0.0	100.0	100	100	
2"	50.00		0.0	0.0	100.0	100	100	
1 1/2"	37.50		0.0	0.0	100.0	100	100	
1"	25.00	897.0	13.7	13.7	86.3	75	95	
3/4"	19.00		0.0	13.7	86.3			
1/2"	12.50	743.3	11.4	25.1	74.9	55	85	
3/8"	9.50	546.3	8.3	33.4	66.6	45	75	
N° 4	4.75	378.3	5.8	39.2	60.8	30	60	
10	2.00	487.3	7.4	46.6	53.4	20	45	
20	0.850		0.0	46.6	53.4			
40	0.425	455.9	7.0	53.6	46.4	8	30	
60	0.250		0.0	53.6	46.4			
100	0.150		0.0	53.6	46.4			
200	0.075	645.3	9.9	63.4	36.6	2	15	
Fondo Tamizado En Seco		167.3	2.6	66.0	34.0			
Fondo Total		1611.3	24.6	91	9			
Total		5764.7	91					
Gravas:		39.2	Arenas:		24.3	Finos:		36.6

Gravas: 39.2

Arenas: 24.3

Finos: 36.6

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones: Se compara con franja granulométrica de la especificación INVIAS Artículo 320-13

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura			
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS			Página: 18
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó:	Código: VIAL-2020-01	Versión: 1

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO INVE -125-13 LIMITE PLÁSTICO INVE -126

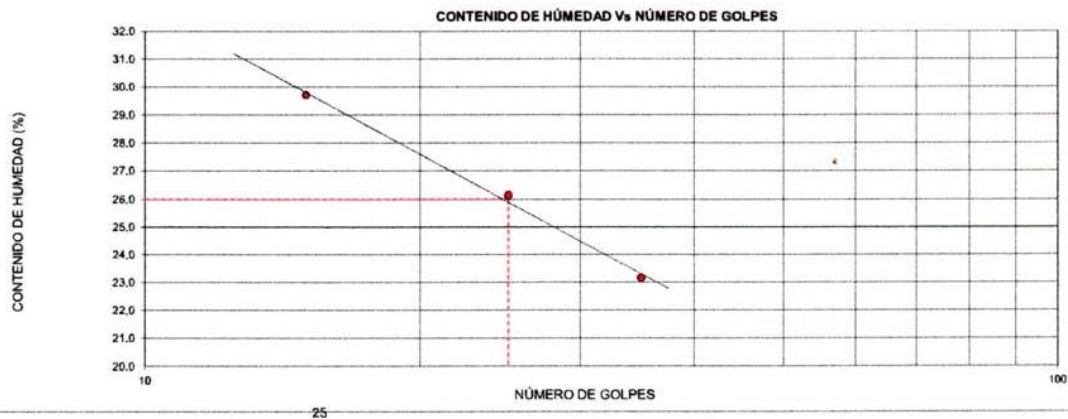
Proyecto: Carrera 2 - Barrio Las Margaritas

Ubicación: Municipio de Fusagasugá

Fecha: Febrero de 2020

Golpes	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			CONTENIDO DE HUMEDAD
	35	25	15	19	20	22	
Recipiente No.	6	9	18	19	20	22	65
P ₁ (g)	38.20	38.70	39.90	23.70	23.10	22.90	84.7
P ₂ (g)	33.50	33.50	33.90	22.10	21.60	21.40	72.9
P ₃ (g)	13.20	13.60	13.70	13.50	13.60	13.20	14.0
W (%)	23.2	26.1	29.7	18.6	18.8	18.3	20.0

LÍMITE LÍQUIDO (%)	26	CLASIFICACIÓN U.S.C.S PASA T-40	C L
LÍMITE PLÁSTICO (%)	19	ÍNDICE DE LIQUIDEZ	0.148
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	7	ÍNDICE DE CONSISTENCIA	0.852
CLASIFICACIÓN U.S.C.S. GENERAL	-	ÍNDICE DE FLUIDEZ	17.801



P₁ = Peso del recipiente mas muestra húmeda

P₂ = Peso del recipiente mas muestra seca
W = Contenido de humedad de la muestra

P₃ = Peso del recipiente

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura			
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS			Página: 19
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó:	Código: VIAL-2020-01	Versión: 1

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD INVE 122-13

Proyecto: Carrera 2 - Barrio Las Margaritas	Ubicación: Municipio de Fusagasugá
Fecha: Febrero de 2020	

Equipos:		Horno N°: CIE-HN-01	Balanza N°: CIE-BAL-04												
Fecha De Muestreo:		Fecha de Ensayo: 23/04/2018													
Tipo De Muestra:		Abscisa:													
sondeo:	Muestra: 1	Profundidad:													
Descripción: MATERIAL GRAVO ARENOARCILLOSA COLOR HABANO															
Observaciones: N/A															
<table border="1"> <tr><th align="center" colspan="2">CONTENIDO HUMEDAD</th></tr> <tr><td>RECIPIENTE N°</td><td align="center">65</td></tr> <tr><td>P₁ (g)</td><td align="center">84.7</td></tr> <tr><td>P₂ (g)</td><td align="center">72.9</td></tr> <tr><td>P₃ (g)</td><td align="center">14.0</td></tr> <tr><td>HUMEDAD (%)</td><td align="center">20.0</td></tr> </table>				CONTENIDO HUMEDAD		RECIPIENTE N°	65	P ₁ (g)	84.7	P ₂ (g)	72.9	P ₃ (g)	14.0	HUMEDAD (%)	20.0
CONTENIDO HUMEDAD															
RECIPIENTE N°	65														
P ₁ (g)	84.7														
P ₂ (g)	72.9														
P ₃ (g)	14.0														
HUMEDAD (%)	20.0														
P1 = Peso del recipiente mas muestra húmeda		P2 = Peso del recipiente mas muestra seca													
P3 = Peso del recipiente		W = Contenido de humedad de la muestra													
Fecha De Muestreo:		Fecha de Ensayo: 13/03/2018													
Tipo De Muestra:		Abscisa:													
sondeo:	Muestra: 2	Profundidad:													
Descripción: MATERIAL GRAVO ARENOARCILLOSA COLOR HABANO															
Observaciones: N/A															
<table border="1"> <tr><th align="center" colspan="2">CONTENIDO HUMEDAD</th></tr> <tr><td>RECIPIENTE N°</td><td align="center">46</td></tr> <tr><td>P₁ (g)</td><td align="center">90.0</td></tr> <tr><td>P₂ (g)</td><td align="center">77.2</td></tr> <tr><td>P₃ (g)</td><td align="center">14.0</td></tr> <tr><td>HUMEDAD (%)</td><td align="center">20.3</td></tr> </table>				CONTENIDO HUMEDAD		RECIPIENTE N°	46	P ₁ (g)	90.0	P ₂ (g)	77.2	P ₃ (g)	14.0	HUMEDAD (%)	20.3
CONTENIDO HUMEDAD															
RECIPIENTE N°	46														
P ₁ (g)	90.0														
P ₂ (g)	77.2														
P ₃ (g)	14.0														
HUMEDAD (%)	20.3														
P1 = Peso del recipiente mas muestra húmeda		P2 = Peso del recipiente mas muestra seca													
P3 = Peso del recipiente		W = Contenido de humedad de la muestra													

Proyecto: Diseño vial Torres de Ventura

Propietario: Prodic Ingeniería SAS

Página: 20

Elaboró: W.F.F.D.

Aprobó: W.F.F.D

Revisó:

Código: VIAL-2020-01

Versión: 1

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE CBR (NTC 2122)

Proyecto: Carrera 2 - Barrio Las Margaritas

Ubicación: Municipio de Fusagasugá

Fecha: Febrero de 2020

Fecha De Muestreo: 20/04/2018				Fecha de Ensayo: 4/22/2018			
Tipo De Muestra:				Abscisa:			
Procedencia:		Muestra: 1		Profundidad:			
Descripción: MATERIAL GRAVO ARENOARCILLOSA COLOR HABANO							
Equipos: Cazuela N°: CIE-CAZ-01 Horno N°: CIE-HN-01 Balanza N°: CIE-BAL-04							
Observaciones:							
Número de golpes por capa		56		26		12	
Molde número		15		8		20	
Sobrecarga (kg)		5.15		5.09		5.03	
Diámetro de la muestra (cm)		15.50		15.45		15.41	
Altura de la muestra (cm)		11.46		11.44		11.55	
Volumen de la muestra (cm³)		2162.41		2144.73		2154.16	
Lectura inicial		2018-04-22 743		540		630	
Lectura							
Lectura final		2018-04-26 743		540		630	
% de Expansión		0.00%		0.00%		0.00%	
PENETRACIÓN	ESFUERZO	LECTURA	ESFUERZO	LECTURA	ESFUERZO	LECTURA	ESFUERZO
	ESTÁNDAR	ANILLO		ANILLO		ANILLO	
(plg)	(lb/plg²)	(inx10⁻³)	(lb/plg²)	(inx10⁻³)	(lb/plg²)	(inx10⁻³)	(lb/plg²)
0.000	-	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
0.025	-	76.00	341.20	29.0	130.10	13.0	58.31
0.050	-	110.00	494.06	48.0	215.41	18.0	80.74
0.075	-	159.00	714.54	64.0	287.28	21.0	94.20
0.100	1000	187.00	840.59	81.0	363.67	29.0	130.10
0.125	-	204.00	917.14	105.0	471.58	43.0	192.96
0.150	-	235.00	1056.74	123.0	552.54	61.0	273.80
0.175	-	258.00	1160.32	156.0	701.04	76.0	341.20
0.200	1500	289.00	1299.93	187.0	840.59	94.0	422.12
0.300	1900	365.00	1642.06	234.0	1052.24	110.0	494.06
0.400	2300	432.00	1943.34	287.0	1290.93	164.0	737.04
0.500	2600	521.00	2342.73	351.0	1579.06	194.0	872.11
CONTENIDO DE HUMEDAD		ANTES DE INMERSION	DESPUÉS DE INMERSION	ANTES DE INMERSION	DESPUÉS DE INMERSION	ANTES DE INMERSION	DESPUÉS DE INMERSION
Recipiente número		B114	17T	23T	27T	18T	19T
Peso del suelo húmedo + r (g)		345.6	258.0	360.9	327.7	333.9	281.6
Peso del suelo seco + reci (g)		315.8	233.6	330.6	294.2	305.4	249.3
Peso del recipiente (g)		35.8	40.9	40.8	42.0	40.3	40.5
Humedad (%)		10.6	12.7	10.5	13.3	10.7	15.5
PESO UNITARIO		ANTES DE INMERSIÓN	DESPUÉS DE INMERSIÓN	ANTES DE INMERSIÓN	DESPUÉS DE INMERSIÓN	ANTES DE INMERSIÓN	DESPUÉS DE INMERSIÓN
Peso molde + suelo (g)		9045	9187	9488	9612	9021	9186
Peso del molde (g)		4278.00	4278.00	5049.00	5049.00	4931.00	4931.00
Peso Unitario Húmedo (kg/m3)		2204.5	2270.2	2052.8	2110.1	1891.4	1967.7
Peso Unitario Seco (kg/m3)		1992.5	2015.0	1858.5	1862.7	1707.8	1704.1

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura			
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS			Página: 21
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó:	Código: VIAL-2020-01	Versión: 1

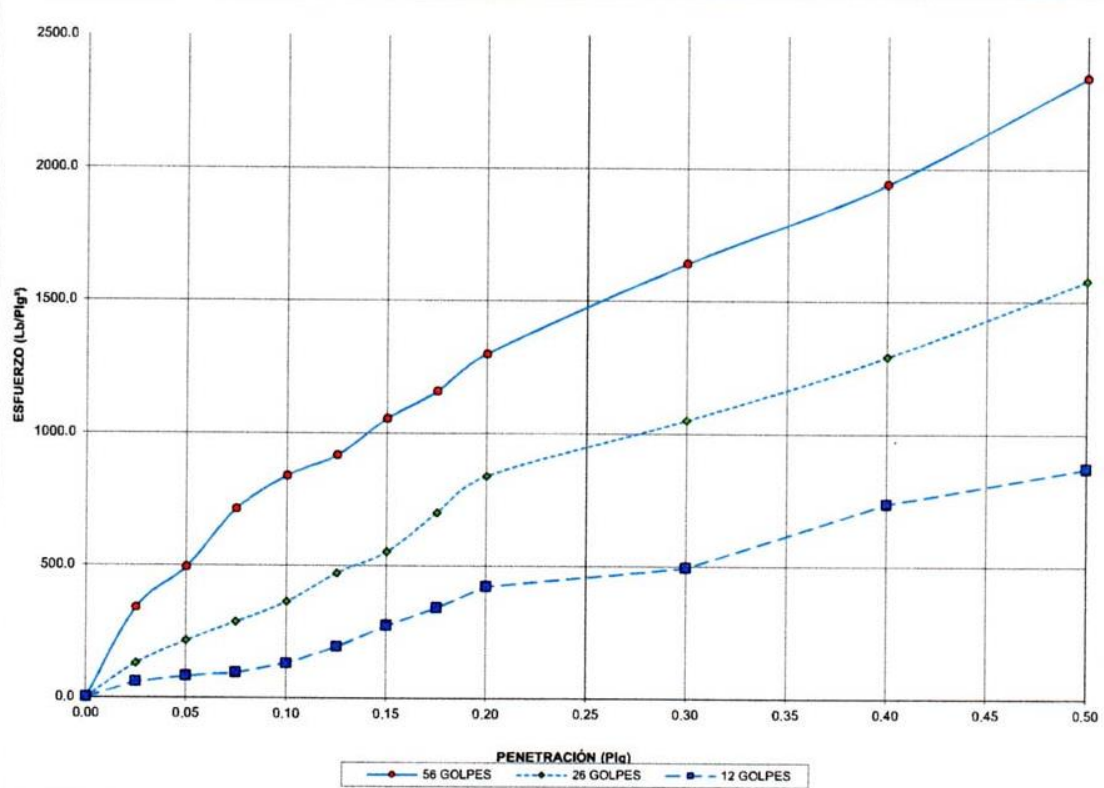
ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE CBR (NTC 2122)

Proyecto: Carrera 2 - Barrio Las Margaritas

Ubicación: Municipio de Fusagasugá

Fecha: Febrero de 2020

Fecha De Muestreo: 20/04/2018		Fecha de Ensayo: 4/22/2018	
Tipo De Muestra:		Abscisa:	
Procedencia:		Muestra: 1	Profundidad:
Descripción: MATERIAL GRAVO ARENOARCILLOSA COLOR HABANO			
Equipos: Cazuela N°: CIE-CAZ-01 Horno N°: CIE-HN-01 Balanza N°: CIE-BAL-04			
Observaciones:			



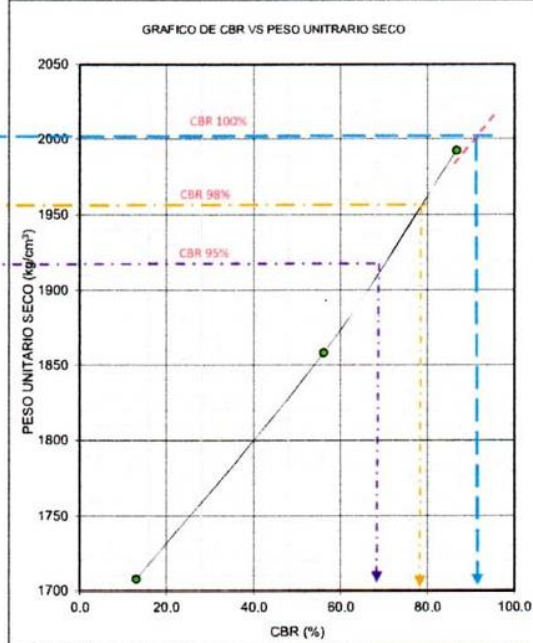
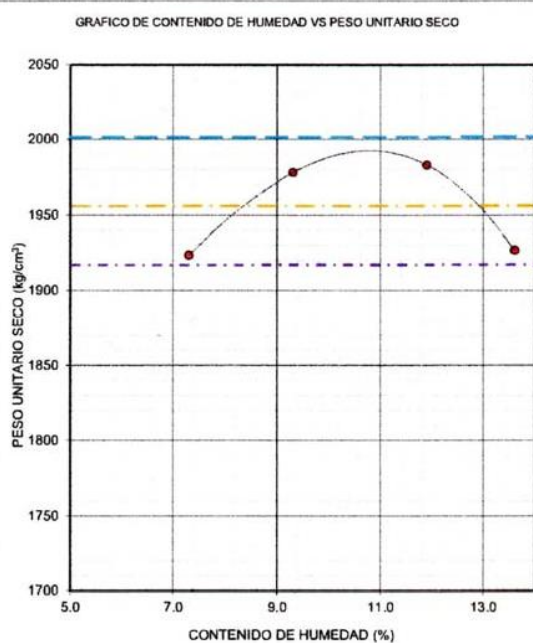
RELACIÓN DE SOPORTE EN PORCENTAJE						
Número de golpes por capa	56		26		12	
Penetración a	0,1 plg (2,54mm)	0,2 plg (5,08mm)	0,1 plg (2,54mm)	0,2 plg (5,08mm)	0,1 plg (2,54mm)	0,2 plg (5,08mm)
% CBR Después de inmersión	84.1	86.7	36.4	56.0	13.0	28.1

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura	
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS	Página: 22
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó: Código: VIAL-2020-01 Versión: 1

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE CBR (NTC 2122)

Proyecto: Carrera 2 - Barrio Las Margaritas	Ubicación: Municipio de Fusagasugá
Fecha: Febrero de 2020	

Fecha De Muestreo: 20/04/2018	Fecha de Ensayo: 4/22/2018
Tipo De Muestra:	Abscisa:
Procedencia:	Muestra: 1 Profundidad:
Descripción: MATERIAL GRAVO ARENOARCILLOSA COLOR HABANO	
Equipos: Cazuela N°: CIE-CAZ-01 Horno N°: CIE-HN-01 Balanza N°: CIE-BAL-04	
Observaciones:	



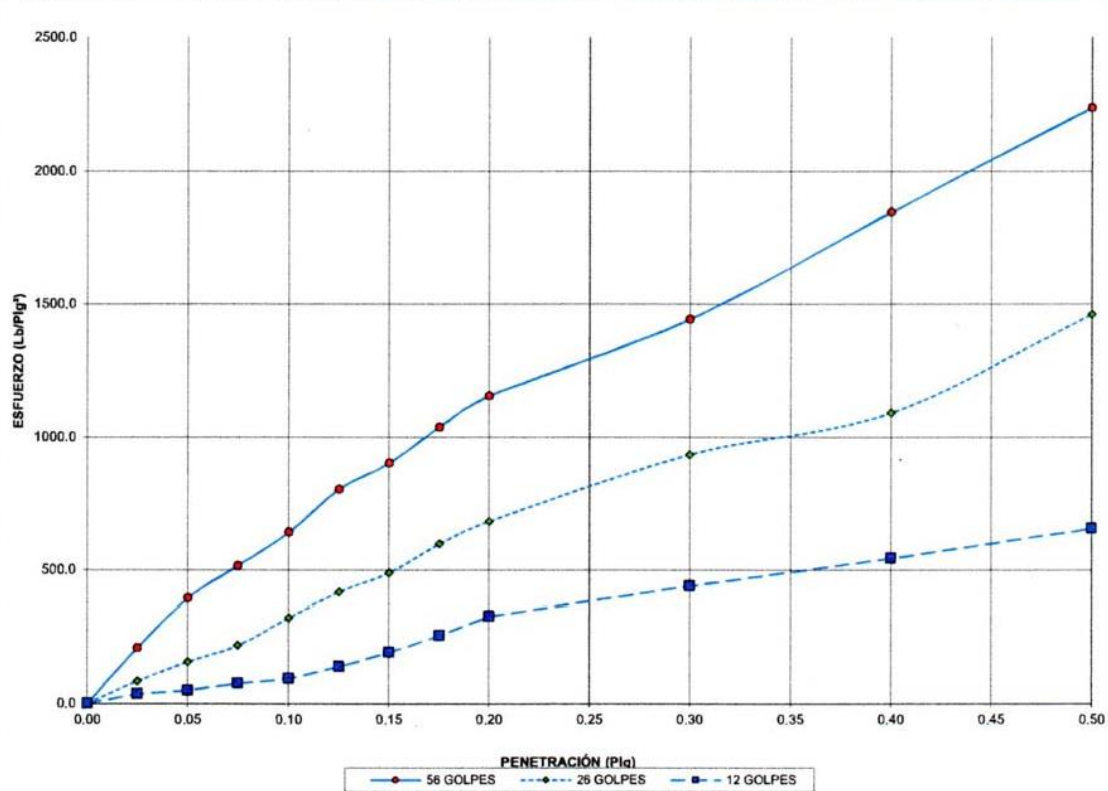
%	PROCTOR	CBR %
100	1992	91.7
98	1952.16	78.5
95	1892.4	68.0
90	U	

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura	Página: 23
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS	
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó: Código: VIAL-2020-01 Versión: 1

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE CBR (NTC 2122)

Proyecto: Carrera 2 - Barrio Las Margaritas	Ubicación: Municipio de Fusagasugá
Fecha: Febrero de 2020	

Fecha De Muestreo: 20/04/2018		Fecha de Ensayo: 4/22/2018	
Tipo De Muestra:		Abscisa:	
Procedencia:		Muestra: 3	Profundidad:
Descripción: MATERIAL GRAVO ARENOARCILLOSA COLOR HABANO			
Equipos: Cazuela N°: CIE-CAZ-01		Horno N°: CIE-HN-01	Balanza N°: CIE-BAL-04
Observaciones:			



RELACIÓN DE SOPORTE EN PORCENTAJE					
Número de golpes por capa	56		26		12
Penetración a	0,1 pig (2,54mm)	0,2 pig (5,08mm)	0,1 pig (2,54mm)	0,2 pig (5,08mm)	0,1 pig (2,54mm) 0,2 pig (5,08mm)
% CBR Después de inmersión	64.3	77.1	32.3	45.5	9.4 21.8

Proyecto:	Diseño vial Torres de Ventura	
Propietario:	Prodic Ingeniería SAS	Página: 24
Elaboró: W.F.F.D.	Aprobó: W.F.F.D	Revisó: Código: VIAL-2020-01 Versión: 1

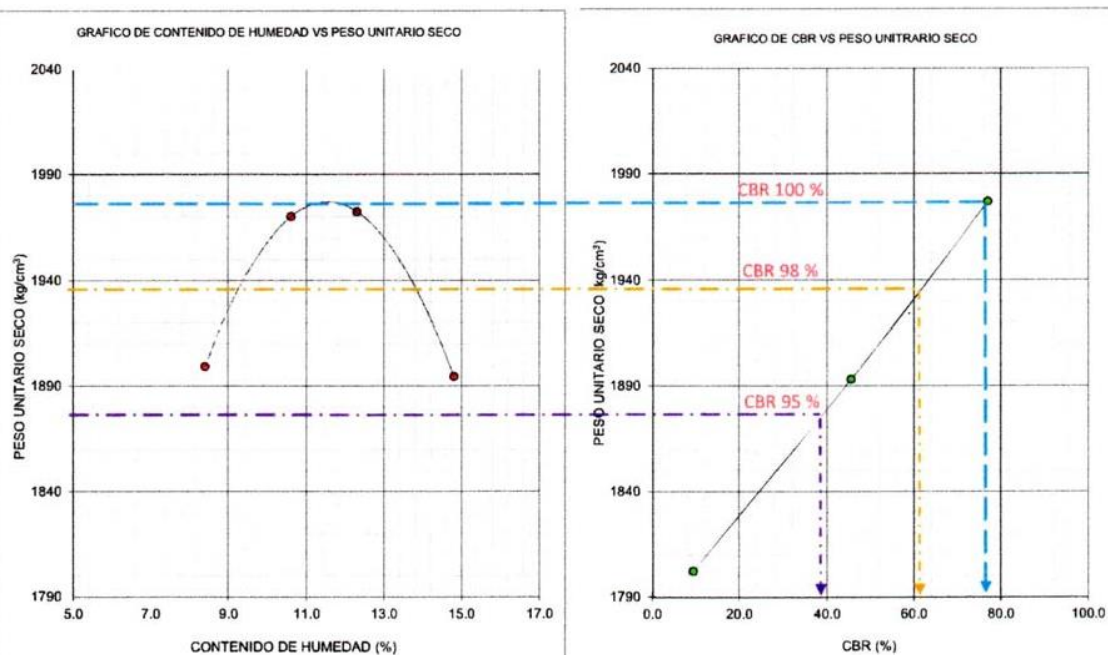
ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE CBR (NTC 2122)

Proyecto: Carrera 2 - Barrio Las Margaritas	Ubicación: Municipio de Fusagasugá
Fecha: Febrero de 2020	

Fecha De Muestreo: 20/04/2018	Fecha de Ensayo: 4/22/2018
Tipo De Muestra:	Abscisa:
Procedencia:	Muestra: 3 Profundidad:
Descripción: MATERIAL GRAVO ARENOARCILLOSA COLOR HABANO	

Equipos: Cazuela N°: CIE-CAZ-01 Horno N°: CIE-HN-01 Balanza N°: CIE-BAL-04

Observaciones:



%	PROCTOR	CBR %
100	1977	77.1
98	1937	61.5
95	1878	39
90		