

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS VERSION 01
--	--	--

MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA

LOS CORDOBAS - CORDOBA

CARTAGENA, JUNIO 2025

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS VERSION 01
--	--	--

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	4
2. ALCANCE DEL ESTUDIO GEOTECNICO	6
2.1. EXPLORACION DEL SUB-SUELO	6
2.2. ENSAYOS DE LABORATORIOS DE SUELOS	8
2.3. ANALISIS DE INGENIERIA	8
3. CARACTERISTICAS DEL SITIO	8
3.1. PERFIL ESTRATIGRAFICO	8
3.1.1 Estratigrafia Zona del Proyecto	8
3.2. NIVEL FREATICO	9
3.3 CONDICIONES GEOTECNICAS ESPECIALES – IDENTIFICACION DE SUELOS EXPANSIVOS, COLAPSABLES	9
4. ANALISIS DE INGENIERIA	10
4.1 ANALISIS DE LICUEFACCION DE LOS SUELOS	10
5. DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO	10
5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA SUBRASANTE	10
5.2 PARAMETROS DE DISEÑO PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO	12
5.2.1 Tránsito	12
5.2.2 Módulo de Reacción de la Subrasante	14
5.2.3 Confiabilidad	14
5.2.4 Índice De Serviabilidad Inicial y Final	15
5.2.5 Coeficiente De Drenaje	15
5.2.6 Coeficiente De transmisión de Cargas, J	16
5.2.7 Factor De Pérdida De Soporte	17
5.2.8 Módulo De Rotura	18
5.2.9 Sub Base Granular	18

	EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS
			VERSION 01

5.2.10 Diseño de juntas y pasadores	19
5.2.11 Juntas longitudinales	20
5.2.12 Juntas transversales	20
5.2.13 Corte y sellado de juntas	21
5.2.14 Juntas de contracción	23

5.3 DISEÑO DE ADOQUINES PEATONALES	23
---	-----------

6. DISEÑO DEFINITIVO DE LAS ESTRUCTURAS DEL PAVIMENTO	25
--	-----------

6.1 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO	25
6.1.1 Calzada nueva	25

7. LIMITACIONES.	27
-------------------------	-----------

Anexo

- Ensayos de Laboratorio: Parámetros de Consolidación, registro de perforación, granulometrías.

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS VERSION 01
--	--	--

MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA

LOS CORDOBAS - CORDOBA

1. INTRODUCCION

Este informe muestra los resultados de la evaluación geotécnica del sitio en donde se proyecta la construcción de la doble calzada en los alrededores de la Villa Olimpica del Municipio de los Córdoba en el Departamento de Córdoba.

EL MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS contrató con **EV INGENIERIA S.A.S**, los estudios y diseños geotécnicos, para determinar el sistema de cimentación a construir y las recomendaciones geotécnicas para la construcción de la misma.

De acuerdo a los Lineamientos establecidos por el Instituto Nacional de Vias, se realizaron Dos (2) apiques de dos (2) m de profundidad en la zona donde se va a construir la Doble Calzada.

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS
		VERSION 01

Figura 1. Localización general del proyecto.



Tomado de Google Earth

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS VERSION 01
--	--	--

Figura 2. Localización de Sondeos en el proyecto.



Tomado de Google Earth

2. ALCANCE DEL ESTUDIO GEOTECNICO

Con el propósito de conocer el estado actual del sub-suelo, sus características índices y capacidad portante del terreno, así como las recomendaciones de interacción suelo - estructura necesaria para orientar el diseño de la cimentación de la nueva estructura, se realizaron los siguientes trabajos:

2.1. EXPLORACION DEL SUB-SUELO

En la exploración del sub-suelo se ejecutaron Dos (2) apiques de 2.0 m, para la determinación del CBR del material de Subrasante.

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CORDOBAS
		VERSION 01

El sistema empleado para la exploración fue de percusión y lavado, utilizando tuberías de revestimiento de 2 1/2 pulgadas de diámetro.

En los sondeos se ejecutaron ensayos de penetración estándar (E.P.E.) recuperando muestras alteradas de suelos cada 1.0 m, para su posterior identificación y clasificación en el laboratorio. Para este ensayo se utilizó un martillo de 140 lbs que corre sobre una guía de 30 pulgadas de longitud, con el cual se hinca un toma-muestra partido (Split Spoon) y se controla el número de golpes por pie de penetración.

Las tablas 1 y 2, presentan un resumen de las consideraciones geotécnicas descritas en los diferentes registros de perforación para establecer las propiedades mecánicas de los diferentes estratos encontrados en cada perforación en mención.

Tabla No. 1 Compacidad Relativa de las Arenas

Resistencia a la Penetración N (golpes/pie)	Términos Descriptivos		Densidad Relativa D-(%)	Angulo de Fricción Interna - ϕ Grados
0 – 4	A	Muy suelta	0 – 15	25 – 30
4 – 10	B	Suelta	15 – 35	28 – 32
10 – 30	C	Media	35 – 65	32 – 36
30 – 50	D	Compacta	65 – 85	36 – 41
> 50	E	Muy compacta	85 – 100	41 – 43

Tabla No. 2 Resistencia al Corte de Suelos Cohesivos

Resistencia a la Penetración N (golpes/pie)	Descripción de la Consistencia	Resistencia a la Compresión Simple Ton/m2	Peso Unitario Saturado Ton/m3
0 – 2	Muy blando	1.5 – 2.5	1.50 – 1.60
2 – 4	Blando	2.5 – 5.0	1.60 - 1.92
4 – 8	Firme	5.0 – 10.0	1.76 - 2.08
8 – 15	Resistente	10.0 – 20.0	1.92 - 2.24
15 – 30	Dura	20.0 – 40.0	
> 30	Muy dura	> 40.0	> 2.08

Anexos a este informe se encuentran los registros de perforación de cada uno de los sondeos efectuados, teniendo en cuenta lo descrito en las anteriores Tablas.

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS
		VERSION 01

2.2. ENSAYOS DE LABORATORIOS DE SUELOS

Para clasificar y determinar las propiedades físicas y mecánicas de los tipos de suelos presentes en el sitio en estudio se ejecutaron diferentes ensayos de laboratorio de suelos sobre testigos recuperados en cada estrato del sub-suelo. Estos ensayos consistieron en análisis granulométricos, humedades naturales y límites de Atterberg. Los resultados obtenidos se muestran en un cuadro resumen anexo a este informe.

2.3. ANALISIS DE INGENIERIA

En esta etapa se procedió a una evaluación preliminar de las condiciones geomorfológicas y geotécnicas del sitio proyectado, basado en la información obtenida en el campo y relacionada con los ensayos de laboratorios, con el propósito de suministrar las recomendaciones que han de seguirse en el diseño y construcción de las cimentaciones de las estructuras proyectadas.

3. CARACTERISTICAS DEL SITIO

3.1. PERFIL ESTRATIGRAFICO

En los registros de perforación anexos al presente informe se presenta en forma gráfica y detallada la estratigrafía obtenida a partir de los sondeos y ensayos de laboratorio efectuados. A partir de esta información, para efectos de diseño, se ha obtenido el perfil estratigráfico, en la cual se ha tenido en cuenta los niveles del terreno en los sondeos localizados.

3.1.1 Estratigrafía Zona del Proyecto

En este sitio la estratigrafía es uniforme en cuanto a resistencia y conformación, encontrándose las siguientes condiciones:

Apique AP-1

En este sitio se encuentra desde la superficie y hasta 0.50 m, una Arcilla de Baja Plasticidad Parda Oscura, de allí y hasta la profundidad explorada de 2.0 m, se encuentra una Arcilla de Alta Plasticidad Parda Clara con vetas grises.

Apique AP-2

En este sitio se encuentra desde la superficie y hasta 0.50 m, una Arcilla de Baja Plasticidad Parda Clara con vetas grises y oxido, de allí y hasta la profundidad explorada de 2.0 m, se encuentra una Arcilla de Alta Plasticidad Parda Amarillenta con vetas grises y oxido.

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS VERSION 01
--	--	--

Apiques Realizados



3.2. NIVEL FREATICO

En ninguno de los sitios explorados se detectó la presencia del nivel freático. Ver registros de perforación.

3.3 CONDICIONES GEOTECNICAS ESPECIALES – IDENTIFICACION DE SUELOS EXPANSIVOS, COLAPSABLES

No existen en la zona del proyecto condiciones geotécnicas especiales, a pesar de presentarse Arcillas de Alta plasticidad por tener el límite líquido menor a 60, la expansividad en la zona del proyecto es Marginal. Para proteger la cimentación se plantea un relleno por debajo de los niveles de pisos y cimentación de 40 cm en material de zahorra o recebo compactado, el cual debe cumplir con especificaciones de Afirmado Invias.

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS
		VERSION 01

Adicionalmente dada la topografía plana en la zona del proyecto no se presentan zonas susceptibles a colapso. En revisión de las estructuras existentes no se observan ningún tipo de problemas asociados a la geotecnia en la zona.

Grado de Expansión	LL %	IP %	τ nat (Ton/pie ²)
Elevado	> 60	> 35	> 4
Marginal	50-60	25-35	1.5-4
Bajo	< 50	< 25	< 1.5

Determinación de suelos expansivos – INV-132 – Norma Invias.

4. ANALISIS DE INGENIERIA

4.1 ANALISIS DE LICUEFACCION DE LOS SUELOS

A su vez no se presenta análisis de licuefacción de suelos, debido a que los suelos están conformados por Arcillas de Baja y alta plasticidad de Consistencia Firme ($4 < N < 8$) a Muy Dura ($N > 30$), por lo cual estos suelos no son susceptibles a los efectos de la licuefacción. A su vez no existe presencia del nivel freático.

5. DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA SUBRASANTE

Teniendo en cuenta las relaciones de esfuerzo de California del Terreno (CBR) de la subrasante en el sitio que conforma la zona del proyecto se determinó el Modulo de Reacción de la Subrasante. Teniendo en cuenta que los materiales predominantes son Arcillas de alta y baja plasticidad.

Apique	CBR inalterado (%)	CBR Sumergido (%)	Expansión (%)
1	15.50	1.88	3.9
2	11.22	2.16	3.8

A su vez, de acuerdo a los CBR de los apiques realizados en la zona del proyecto, se puede determinar que los materiales de subrasante son homogéneos a lo largo de los distintos apiques realizados, razón por la cual se puede determinar un CBR de diseño, para lo cual se determina el CBR Sumergido menor de los dos, el cual es 1.88%. El cual

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS
		VERSION 01

es un valor bajo, por lo cual para aumentar las condiciones de resistencia se hace necesario el mejoramiento del terreno por encima de ese material de subrasante.

Dada la baja resistencia de los estratos de subrasante, se plantea la colocación de un material de mejoramiento o terraplén por encima de la subrasante existente, cuya finalidad es aumentar el CBR del conjunto Subrasante – mejoramiento por encima del 5%, evitando la perdida de soporte durante la vida útil de la obra. Se contempla la utilización de la metodología de IVANOV, para determinar el Módulo elástico equivalente del conjunto Subrasante – Mejoramiento. A continuación, el desarrollo de la metodología.

$$E_{1-2} = \frac{E_2}{1 - \frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right) \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{n * h_1}{2a}\right)}$$

$$n = \sqrt[2.5]{\frac{E_1}{E_2}}$$

E_{1-2} = Módulo ponderado de las capas, kg/cm^2

E_2 = Módulo de la capa inferior, kg/cm^2

E_1 = Módulo de la capa superior, kg/cm^2

h_1 = Espesor de la capa superior, cm

a = radio del área cargada, cm

De acuerdo a los datos del proyecto, se tiene un CBR de diseño de la subrasante (capa inferior) de 1.88%, el Módulo elástico de la capa inferior es:

$$E_2 = 130 * CBR^{0.714} = 130 * 1.88^{0.714} = 204 \text{ kg/cm}^2$$

Para un material de mejoramiento, conformado por material de terraplén (capa superior) con un CBR de 10%, el Módulo elástico de la capa superior es:

$$E_1 = 130 * CBR^{0.714} = 130 * 10^{0.714} = 672.9 \text{ kg/cm}^2$$

A partir de E_1 y E_2 , se determina el valor de n :

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS
		VERSION 01

$$n = \sqrt[2.5]{\frac{E_1}{E_2}} = \sqrt[2.5]{\frac{672.9}{204}} = 1.612$$

Para un espesor de material de terraplén con CBR del 10% de mejoramiento, de 45 cm y un radio de llanta de 15 cm, tenemos el siguiente Módulo elástico ponderado de las capas:

$$E_{1-2} = \frac{249.4}{1 - \frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{1}{1.612^{3.5}} \right) \text{tg}^{-1} \left(\frac{1.612 * 45}{2 * 15} \right)} = 522 \text{ kg/cm}^2$$

A partir del Módulo Elástico del conjunto, determinamos el CBR de diseño, con un mejoramiento de terraplén de 45 cm:

$$\text{MR (kg/cm}^2\text{)} = 100 * \text{CBR}$$

$$\text{CBR} = 5.22\%$$

5.2 PARAMETROS DE DISEÑO PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO

5.2.1 Tránsito

La metodología de diseño de la AASHTO se basa en el Número de ejes equivalentes de 18 Kips en el Carril de diseño W8.2, para lo cual se tuvo en cuenta los datos del Tránsito Promedio Diario de vehículos que circularán por el tramo objeto del diseño, obtenidos en el ítem 6.1.1. El año base o inicio de la obra el 2025 y el año final del periodo de diseño de 2045, situación que se mantiene constante para el análisis de la estructura a construir.

A continuación, a partir de los datos de conteo y proyección del tránsito de acuerdo al conteo de Siete (7) días y de Doce (12) horas diarias, que se hizo en la zona del proyecto, se tienen los siguientes Números equivalentes de 8.2 toneladas para el diseño de la estructura del pavimento rígido para un periodo de diseño de 10 y 20 años:

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA						MUNICIPIO DE LOS CORDOBAS
							VERSION 01

Transito	Autos	Buses	C2P	C2G	C3-C4	C-5	C-6	TPDS
06/07/2025	144	27	23	25	0	0	0	219
30/06/2025	180	56	30	31	2	0	0	299
01/07/2025	186	44	32	23	0	0	0	285
02/07/2025	180	53	25	26	0	0	0	284
03/07/2025	185	53	22	24	0	0	0	284
04/07/2025	192	42	22	23	0	0	0	279
05/07/2025	191	42	22	23	0	0	0	278
TPDS	180	45	25	25	0	0	0	275

Transito	Autos	Buses	C2P	C2G	C3-C4	C-5	C-6	TPDS
Transito a 12 horas	180	45	25	25	0	0	0	275
T. atraido (10%)	18	5	3	3	0	0	0	29
T. Generado (3.5%)	6	2	1	1	0	0	0	10
Transito Total	204	52	29	29	0	0	0	314

Fd	50%	Factor de distribución Carril
r %	5%	Tasa de crecimiento
TA	10%	Transito atraido
TG	3.5%	Transito generado

FEC	1	1.14	3.44	6.73	4.4	4.72
------------	---	------	------	------	-----	------

AÑO	AÑO	Buses	C2P	C2G	C3-C4	C-5	C-6	NE Equiv	NE Acum
0	2025	52	33	100	0	0	0	33,763	33,763
1	2026	55	35	105	0	0	0	35,588	69,350
2	2027	57	36	110	0	0	0	37,048	106,398
3	2028	60	38	115	0	0	0	38,873	145,270
4	2029	63	40	121	0	0	0	40,880	186,150
5	2030	66	42	127	0	0	0	42,888	229,038
6	2031	70	44	134	0	0	0	45,260	274,298
7	2032	73	47	140	0	0	0	47,450	321,748
8	2033	77	49	147	0	0	0	49,823	371,570
9	2034	81	51	155	0	0	0	52,378	423,948
10	2035	85	54	162	0	0	0	54,933	478,880
11	2036	89	57	171	0	0	0	57,853	536,733
12	2037	93	59	179	0	0	0	60,408	597,140
13	2038	98	62	188	0	0	0	63,510	660,650
14	2039	103	65	198	0	0	0	66,795	727,445
15	2040	108	69	207	0	0	0	70,080	797,525
16	2041	114	72	218	0	0	0	73,730	871,255
17	2042	119	76	229	0	0	0	77,380	948,635
18	2043	125	80	240	0	0	0	81,213	1,029,848
19	2044	131	84	252	0	0	0	85,228	1,115,075
20	2045	138	88	265	0	0	0	89,608	1,204,683

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS VERSION 01
--	--	--

5.2.2 Módulo de Reacción de la Subrasante

Para determinar el módulo de reacción de la Subrasante, se tuvieron en cuenta los CBR de diseño de la calzada en estudio, para lo cual se tienen las siguientes consideraciones:

5.2.2.1 Calzada

Debido a que el CBR Sumergido a Cuatro (4) días es del orden del 1.88%, en la condición más desfavorable, se plantea el mejoramiento de la estructura mediante la adición de 45 cm de Material seleccionado para el tramo que cumple especificación INVIAS – Terraplén (material seleccionado), de acuerdo a la metodología de IVANOV, obteniéndose un Módulo Elástico del Conjunto de 522 kg/cm² (7457 psi).

Para determinar el Módulo de Reacción del Diseño, se obtuvieron los promedios de los Módulos de reacción del Conjunto Subbase-Subrasante, para lo cual se tiene en cuenta el CBR de diseño del tramo en estudio, que para este tramo es 5.22%, teniendo en cuenta 45 cm de mejoramiento con material de terraplén seleccionado. El material de Subbase con espesor de 30 cm, tiene un Módulo de reacción del conjunto de 336 Pci.

5.2.3 Confiabilidad

De acuerdo a los términos de referencia y para la metodología de la AASHTO se recomienda una confiabilidad para Vías Urbanas, Colectoras entre el 80.0 a 95.0 %. A su vez se utilizó un Error estándar combinado S_o de 0.35 el cual corresponde a estructuras de pavimentos Rígidos nuevas.

Para lo cual se obtienen factores de seguridad en el diseño de $F_s=2.29$ y 5.49 para las confiabilidades del 80% y 95% respectivamente. ($F_s = 10 - Z_r S_o$) siendo Z_r la desviación Normal estándar, cuyos valores son -0.841 y -1.645 para la confiabilidad del 80% y 95% en el diseño.

Para el diseño del corredor vial se establece una confiabilidad del 90%, por ser una estructura para una vía urbana colectora, para un periodo de diseño de 20 años. Lo anterior para ambos tramos en estudio.

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS
		VERSION 01

Tabla N°3 Niveles de confiabilidad.

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

5.2.4 Índice De Serviabilidad Inicial y Final

La Metodología AASHTO recomienda una Índice de Serviabilidad Inicial de la Vía de 4.5 para vías de Concreto rígido que se construyan nuevas, el Índice de serviabilidad de la vía inicial se estableció para el diseño en 4.5, debido a que las condiciones ideales en las cuales se establecieron los Tramos de pruebas de la AASHTO y que fueron la base para los espesores del Método de Diseño, son muy difícil de establecer en las condiciones imperantes en nuestro proyecto.

Tabla N°4. Índices de Serviabilidad. AASHTO.

TIPO PAVIMENTO	SERVICIABILIDAD INICIAL, Po
Concreto	4.5
Asfalto	4.2

TIPO DE VIA	SERVICIABILIDAD FINAL, Pt
Autopistas	2,50 - 3,00
Carreteras	2,00 - 2,50
Pavi. Urbano	1,50 - 2,00

El índice de servicio final de las vías terciarias, se estableció en 2.5, porque al asociar menores valores se contemplaría la intransitabilidad de la vía y la no funcionabilidad bajo buenas condiciones de servicio el corredor vial.

5.2.5 Coeficiente De Drenaje

El método AASHTO contempla coeficientes de drenajes comprendidos entre 1.25 y 0.70 dependiendo de la Calidad del Drenaje de la vía, por lo cual teniendo en cuenta que es una obra nueva y que se va a construir con optimas obras de drenajes que permitan la evacuación rápida del agua por encima de la estructura del pavimento, tenemos una calidad del drenaje Regular, adicionalmente como la estructura estará sujeta a niveles de

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS
		VERSION 01

humedad correspondientes al 5% al 25% del tiempo, se establece un coeficiente de drenaje de 0.90 debido a que la topografía es relativamente plana, por lo cual los drenajes superficiales de las aguas serán lentos.

Tabla N°5. Coeficientes de drenaje. AASHTO.

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Tabla N°6. Coeficiente de Capa para la estructura del Pavimento de Diseño.

CARACTERISCAS DEL DRENAJE	PORCENTAJE DEL TIEMPO QUE EL PAVIMENTO ESTÁ SATURADO			
	Menos del 1%	1 - 5%	5 - 25%	más de
Excelente	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,2
Bueno	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1.0
Regular	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0,8
Pobre	1,15 - 1,05	1,05 - 0,8	0,80 - 0,60	0,6
Muy Malo	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,4

5.2.6 Coeficiente De transmisión de Cargas, J

Para la metodología de la AASHTO se tomaron coeficientes de Transmisión de cargas de $J=2.7$ y 3.2 , para evaluar el efecto de la presencia de Bermas de Concreto o no, respectivamente. Para $J=2.7$ se tiene en cuenta cuando existe solo un carril de circulación y $J=3.20$ para zonas en las cuales no se contempla bermas de concreto. Se estableció un valor de 3.20 , dado que no se cuenta con bermas de concreto.

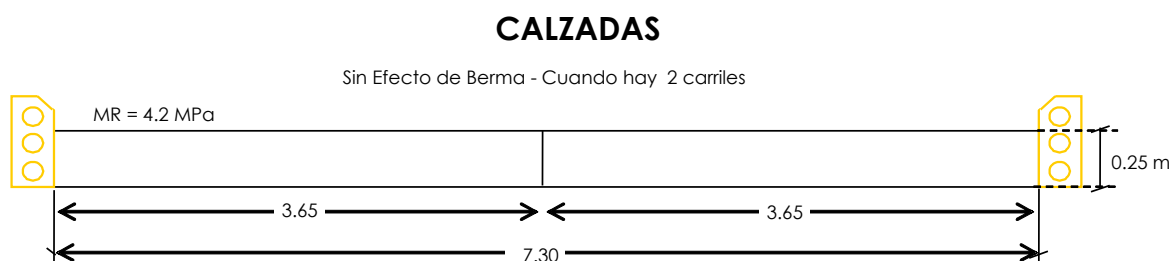
Los esfuerzos en una estructura del pavimento se dan cerca al borde de la losa, al asociar una berma de concreto a la misma el efecto del confinamiento de la estructura permite absorber los esfuerzos inducidos por la llanta del vehículo cerca al borde de la estructura del pavimento, más específicamente en la mitad de las juntas transversales.

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS VERSION 01
--	--	--

Por lo anterior se contempla el efecto Berma en los sitios en los cuales se contemplan separadores en concreto, bermas de concreto, adicionalmente para anchos de losas que sean superiores a 3.80 m, en el Diseño Geométrico de la calzada se contemplan anchos de Losa de 3.65 m, para lo cual si se pretende incluir el efecto de la existencia de berma en el Diseño se tendría que construir a ambos lados y fundidos en la losa de concretos sardineles.

Es importante anotar que para que se produzca el efecto berma en la estructura del pavimento, la losa debe fundirse monolíticamente con el bordillo, adicionalmente losa y bordillo deben tener la misma resistencia del concreto $MR=4.2$ Mpa, es decir, en este diseño no se contempla el efecto berma, porque el bordillo y la losa de pavimento no se funden monolíticamente.

Figura N°3. Esquema sin efecto de berma.



NOTA: No se deben construir Bordillos prefabricados, dado que no se generan el confinamiento requerido a la estructura del pavimento.

5.2.7 Factor De Pérdida De Soporte

La pérdida de apoyo potencial en la losa debido a la erosionabilidad de la Subbase o asentamientos diferenciales para el diseño es $FS=0$, debido a que el diseño de la estructura contempla la utilización de 30 cm de subbase granular y material de mejoramiento. Se considera un valor de 0, debido a que el terraplén se protegerá lateralmente mediante piedra pegada, adicionalmente la Subrasante expansiva, se controlará mediante la colocación de un Geo textil de refuerzo sobre esta.

El Módulo de reacción del Conjunto Subbase-Subrasante, tiene en cuenta el CBR de diseño del tramo en estudio, el cual es 5.22%, y el material de Subbase en un espesor de 30 cm, por lo cual se obtiene un módulo de reacción del conjunto de 336 Pci.

Para el análisis de la estructura se tuvieron en cuenta la utilización de Subbases Granulares debido a que garantizar un buen soporte de la losa de concreto.

	EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS
			VERSION 01

Nota: No se considera perdida de soporte para la estructura del pavimento rígido del corredor existente, ni el nuevo o adosado al existente, dado que se contempla la colocación de andenes o sardineles laterales a la vía.

5.2.8 Módulo De Rotura

De acuerdo a lo contemplado se tiene un $M_r = 4.2$ Mpa (600 psi) para la vía en estudio. Adicionalmente a lo anterior estos criterios sirvieron de base para determinar el Módulo de Elasticidad E_c del Concreto Rígido, el cual es de 4.050.000 psi.

De acuerdo a la tabla 3-1 del Manual de diseño de Pavimentos de concreto, para vías de bajo, medio y alto tráfico del Invias, para el tipo de transito que circula en el corredor vial se tiene que el número de camiones por día, esta entre 150 a 300, por tal razón se contempla un $M_r=4.2$ Mpa, adicionalmente la estructura del pavimento a construir contempla Bermas o Bordillos de confinamiento, por lo que se requiere un Módulo de Rotura de 4.2 Mpa, que permita mejorar las condiciones de estabilidad de la obra, a lo largo del corredor vial.

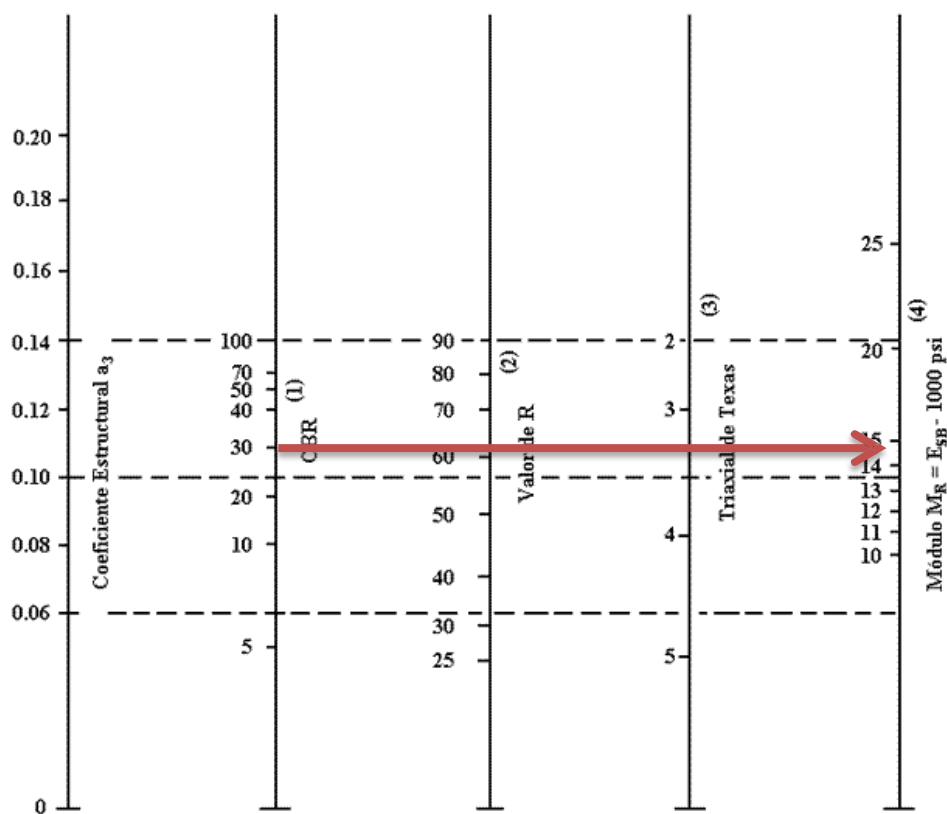
5.2.9 Sub Base Granular

Para determinar el coeficiente de capa de bases, a_3 , se obtiene a partir del CBR de la Sub base el cual es 30% en condición saturada a 4 días. La Sub Base debe cumplir con las Especificaciones técnicas del INVIAS, para lo cual se le deberán hacer todos los ensayos de laboratorio antes de iniciar el proceso constructivo.

La metodología de la AASHTO-93, establece el coeficiente de capa a partir del valor del CBR de la Sub-Base, para lo cual se tiene el siguiente nomograma. Para lo cual se obtiene un Módulo Elástico para un CBR del 30% de 14.000 psi.

	EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS
			VERSION 01

Gráfica N°1. Nomograma para determinar el Coeficiente de capa de la Sub Base Granular.



- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.
(2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo Mexico y Wyoming.
(3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.
(4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

5.2.10 Diseño de juntas y pasadores

El diseño de juntas se realizó por medio de metodologías reconocidas como son la AASHTO y PCA para la optimización de este refuerzo.

El diseño de las juntas tiene por objeto controlar la fisuración del concreto y mantener la capacidad estructural y calidad del pavimento. Las juntas en los pavimentos rígidos son necesarias para controlar las grietas longitudinales y transversales. El agrietamiento resulta de los efectos combinados de la retracción por secado del concreto, de los cambios de temperatura y de humedad, de la fricción entre la losa y la base, de las características de tránsito aplicadas y de las características propias del concreto.

	EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS
			VERSION 01

5.2.11 Juntas longitudinales

La junta longitudinal controla el agrietamiento producido por alabeo. En la construcción del pavimento, la junta debe ser marcada con una ranura que separe los carriles y proporcione alojamiento para el sellado, unida por una barra de anclaje.

Si el pavimento se construye carril por carril, la junta longitudinal es del tipo junta de construcción.

Tabla N° 4. Separación entre Barras para Juntas Longitudinales.

Espesor de losa (cm)	Barra de ϕ 9.5 mm (3/8")				Barra de ϕ 12.7 mm (1/2")				Barra de ϕ 15.9 mm (5/8")			
	Longitud , mm	Separación entre barra, m			Longitud , mm	Separación entre barra, m			Longitud , mm	Separación entre barra, m		
		Carril 3.5 m	Carril 3.35 m	Carril 3.65 m		Carril 3.5 m	Carril 3.35 m	Carril 3.65 m		Carril 3.5 m	Carril 3.35 m	Carril 3.65 m
Acero fy = 2800 kg/cm2 (40.000 psi)												
15	450	0.8	0.75	0.65	600	1.2	1.2	1.2	700	1.2	1.2	1.2
17.5		0.7	0.6	0.55		1.2	1.2	1		1.2	1.2	1.2
20		0.6	0.55	0.5		1.05	1	0.9		1.2	1.2	1.2
22.5		0.55	0.5	0.45		0.95	0.85	0.8		1.2	1.2	1.2
>25		0.45	0.45	0.4		0.85	0.8	0.7		1.2	1.2	1.2
Acero fy = 4200 kg/cm2 (60.000 psi)												
15	650	1.2	1.1	1	850	1.2	1.2	1.2	1000	1.2	1.2	1.2
17.5		1.05	0.95	0.85		1.2	1.2	1.2		1.2	1.2	1.2
20		0.9	0.8	0.75		1.2	1.2	1.2		1.2	1.2	1.2
22.5		0.8	0.75	0.65		1.2	1.2	1.2		1.2	1.2	1.2
>25		0.7	0.65	0.6		1.2	1.15	1.1		1.2	1.2	1.2

Las barras de acero no se deben instalar a menos de 40 cm de la junta transversal para evitar que interfieran con el movimiento de las juntas. Se recomienda utilizar acero de 4200 kg/cm2 para losas de 20 cm con diámetros de 1/2" espaciados cada 1.20 m y en longitudes de 85 cm.

5.2.12 Juntas transversales

Las juntas transversales o juntas de contracción son juntas de alabeo, es decir, controlan las grietas causadas por la retracción de fraguado del hormigón y por las acciones climáticas (temperatura y humedad).

Se deben cumplir los siguientes requisitos mínimos para la colocación de las dovelas en las juntas de los pavimentos.

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS
		VERSION 01

Tabla N°5. Separación entre Barras para Juntas Transversales.

Espesor del pavimento, mm	Diámetro del pasador		Longitud total, mm	Separación entre centros, mm
	mm	pulg		
100	12.57	1/2	250	300
110 - 130	15.9	5/8	300	300
140 - 150	19.1	3/4	350	300
160 - 180	22.2	7/8	350	300
190 - 200	25.4	1	350	300
210 - 230	28.6	1 1/8	400	300
240 - 250	31.8	1 1/4	450	300
260 - 280	34.9	1 3/8	450	300
290 - 300	38.1	1 1/2	500	300

Las juntas transversales de construcción se proyectan para que coincidan con las de contracción. La transferencia de carga debe hacerse con pasadores de acero liso, de la misma manera como se recomiendan más adelante. Cuando la interrupción es imprevista, se presenta la necesidad de colocar una junta de construcción.

IMPORTANTE: Durante el Proceso Constructivo, NO se puede cambiar el diámetro de las barras de transferencia recomendadas anteriormente, por áreas equivalentes en acero, debido que al colocar diámetros más pequeños a los establecidos en la recomendación se inducen esfuerzos mayores entre el concreto y la dovela, ocasionando pérdida en la transferencia de carga a la losa siguiente, además del deterioro del concreto alrededor de la dovela.

5.2.13 Corte y sellado de juntas

Las juntas transversales se deben cortar con un equipo autopropulsado con disco diamantado cumpliendo con las siguientes dimensiones:

- Corte inicial de 1/3 del espesor de la losa, medido desde la superficie, con un ancho máximo de 3mm. Corte de ensanche de 3 mm de ancho máximo y una profundidad de 31 mm medido desde la superficie de la losa.
- El ancho total de la junta transversal debe tener 6 mm (1.5 mm) de ancho, incluido el corte inicial y el corte de ensanche.
- El corte de la junta se debe realizar en un tiempo comprendido entre 6 a 8 horas después de fundida la losa de pavimentos.

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS VERSION 01
--	--	--

Se deben ejecutar los cortes de las juntas transversales y el sello de las juntas de acuerdo con el detalle anexo.

Figura N°4. Detalle de construcción de las juntas.

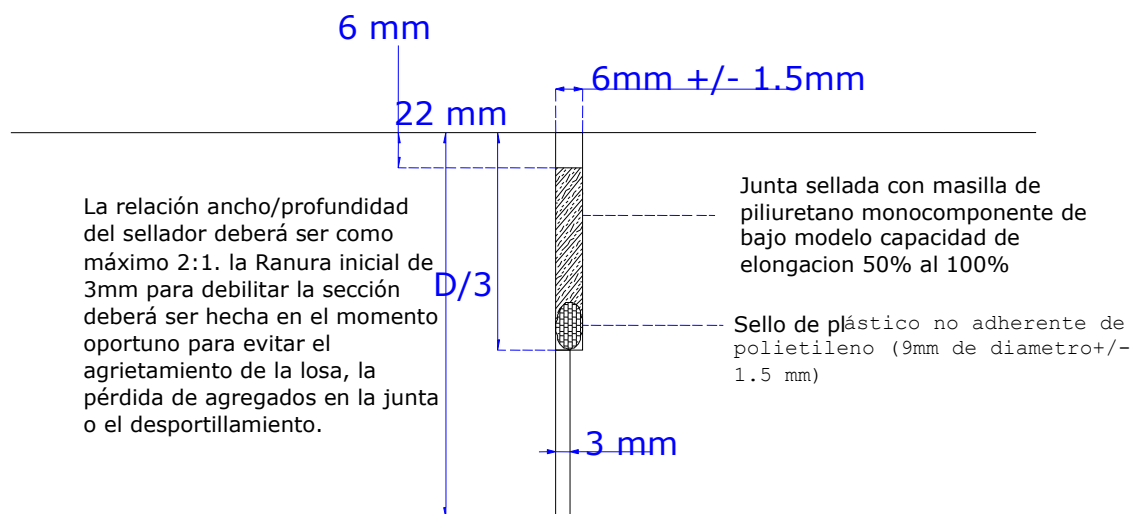
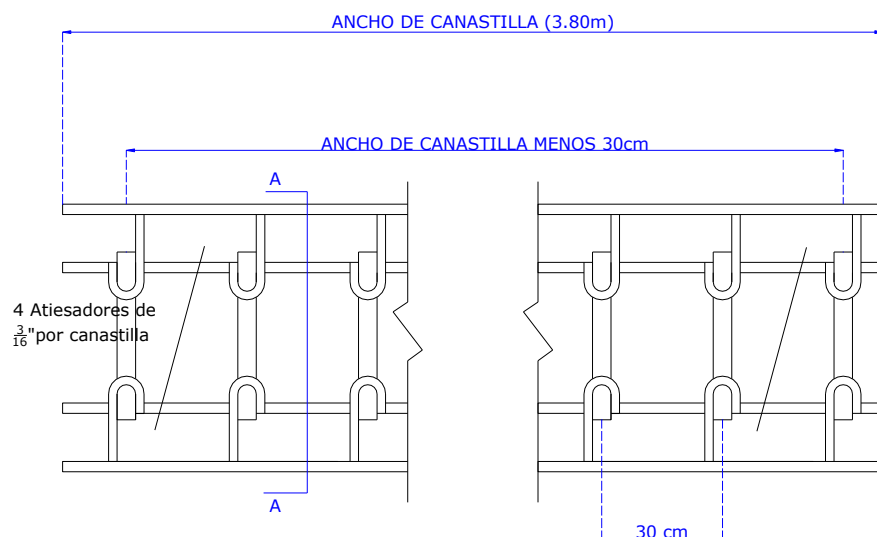
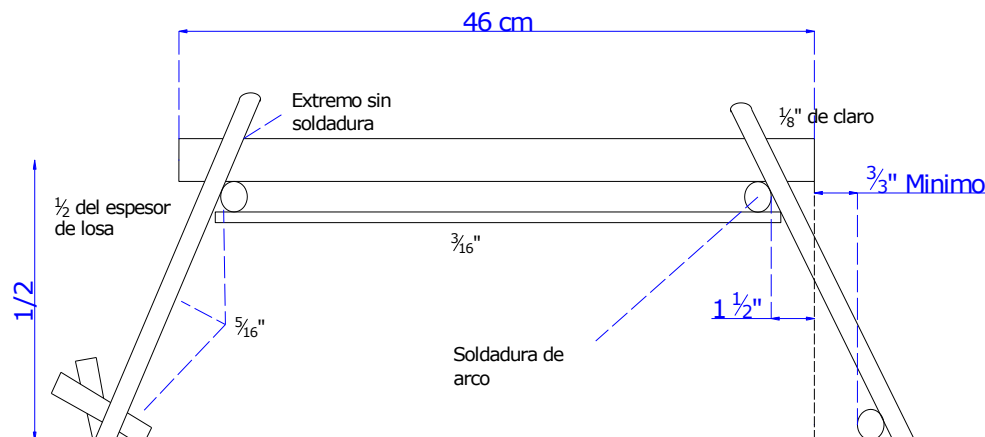


Figura N°5. Vista en planta canastilla de pasadores



 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS VERSION 01
--	--	--

Figura N°6. Detalle de canasta de pasadores de carga.



5.2.14 Juntas de contracción

Al comienzo y fin del tramo de estudio, cuando el pavimento empalma con el pavimento existente, se construye una junta, en la cual se aumenta el espesor de la losa para absorber los esfuerzos de borde ocasionados por el tráfico.

Las juntas longitudinales de construcción se presentan cuando el ancho del equipo solo permite construir el pavimento carril por carril. Esta junta coincide con la longitudinal de alabeo.

La transferencia de carga debe hacerse con pasadores de acero liso, de la misma manera como se han recomendado. Cuando la interrupción es imprevista, se presenta la necesidad de colocar una junta de construcción no proyectada en los planos.

5.3 DISEÑO DE ADOQUINES PEATONALES

Para el diseño de la estructura del pavimento articulado para el tráfico peatonal se tiene en cuenta los siguientes criterios de diseño:

- **Subrasante.** De acuerdo a los ensayos de CBR de los materiales de Subrasante en la zona en estudio se tienen valores de CBR de 5.22%, con un mejoramiento de 45 cm de material de Terraplen seleccionado (CBR.=10%).
- **Subbase.** El espesor de subbase granular será de 30 cm para garantizar un adecuado apoyo a la estructura propuesta.

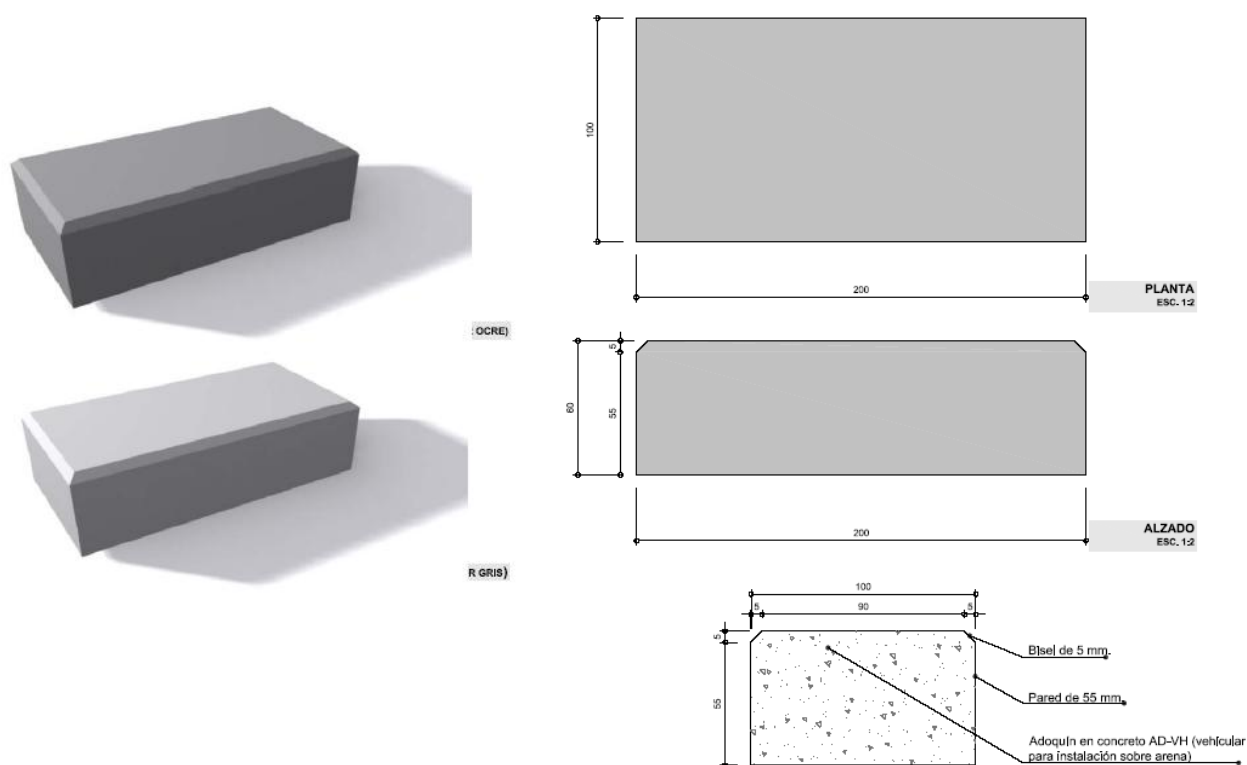
 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CORDOBAS VERSION 01
---	---	--

- Número de vehículos comerciales por día. El pavimento adoquinado será tipo peatonal por lo cual no se requiere calcular el Número de ejes equivalentes de 8.2 ton en el carril de diseño. Por lo cual se tiene en cuenta el valor de N mínimo en la tabla de diseño, equivalentes al paso de 1.5×10^6 ejes, permitiendo la colocación de una base en suelo cemento de 10 cm.

Se colocará una capa de arena de 5 cm de espesor, que servirá de apoyo al adoquín de 8 cm.

Las características del adoquín a utilizar en las zonas peatonales corresponden a las presentadas a continuación, se muestra un detalle del mismo.

Figura N°7. Detalles del pavimento adoquinado peatonal.



	EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS
			VERSION 01

6. DISEÑO DEFINITIVO DE LAS ESTRUCTURAS DEL PAVIMENTO

6.1 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO

La estructura del pavimento se evaluó con base en los criterios anteriormente establecidos para la metodología de la AASHTO, a continuación, los parámetros de Tránsito y subrasante, tenidos en cuenta en el diseño:

6.1.1 Calzada nueva

Para el diseño de la estructura en pavimento rígido, se tienen en cuenta los parámetros y criterios de los apiques, y las condiciones de tránsito para el corredor vial, estableciéndose los siguientes parámetros:

Tabla N°6. Parámetros de diseño para la calzada existente

SECTOR	Longitud (m)	Tránsito de Diseño (NEE de 8,2 Ton)	Condición de Subrasante mejorada CBR
Villa Olímpica	Variable	1.204.683	5.22

Parametros de Diseño	
Espesor del pavimento (pulg)	7.38
Numero de ejes equivalentes de 8.2 toneladas	1,204,683
Confiabilidad, R	90
Desviación standard	0.35
Modulo de Ruptura (psi)	600
Modulo de Elasticidad (psi)	4,050,000
Transferencia de Carga, J	3.20
Modulo de reacción de la Subrasante, Psi/in	336
Coeficiente de drenajes	0.90
Serviciabilidad inicial	4.50
Serviciabilidad final	2.50
Para K determinación	
Modulo Resiliente de la Subrasante, Psi	6,017
Modulo Resiliente de la Subbase, Psi	14,000.00
Espesor de la Base, pulgadas	12.00
Profundidad de la fundación Rígida	infinito
Valor de perdida de soporte	0.00

El espesor de la losa de concreto para soportar las cargas propuestas, será de 20 cm de concreto rígido MR 4.2 Mpa, un espesor de subbase granular INVIAS de 30 cm de

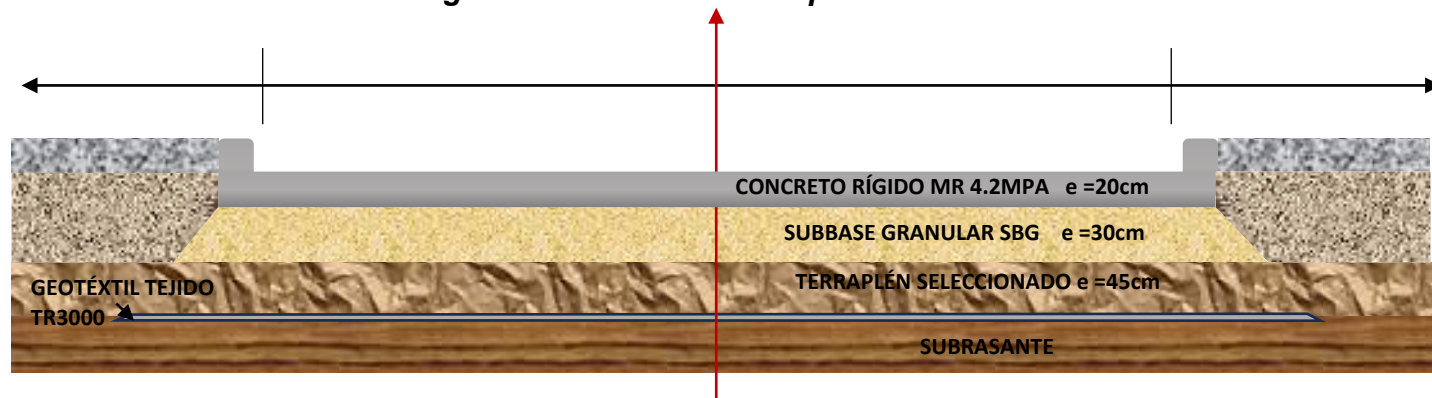
 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS
		VERSION 01

espesor, un mejoramiento de terreno de 45 cm (terraplén con $CBR \geq 10\%$), debajo del cual se colocará un Geotextil tejido TR3000. El concreto a utilizar en las placas de pavimento tendrá un módulo de ruptura a la flexión de 600 psi y un asentamiento máximo (Slump) de 2.5%. El tamaño máximo del agregado grueso debe ser de 1", con un desgaste en la máquina de los ángeles menor de un 45% los agregados finos deberán estar libre de impurezas orgánicas, el porcentaje que pasa el tamiz No 200 será máximo 3% y su módulo de finura no podrá ser inferior a 2.7 o mayor de 3.2%.

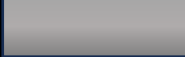
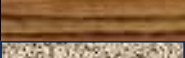
El tamaño máximo del agregado grueso debe ser de 1", con un desgaste en la máquina de los ángeles menor de un 45% los agregados finos deberán estar libre de impurezas orgánicas, el porcentaje que pasa el tamiz No 200 será máximo 3% y su módulo de finura no podrá ser inferior a 2.7 o mayor de 3.2%. La geometría de las losas considera longitudes de placas de un máximo de 4.4 m de largo con anchos de 3.65 m o que se cumpla una relación largo/ancho menor o igual a 1.2 ($L/a \leq 1.2$). Puesto que el ancho de calzada es variable se deben hacer modulaciones de placa de tal manera que se cumpla la relación anterior, pudiendo tener una relación máxima de L/a de 1.2.

De los resultados anteriores se observa que la metodología contempla el criterio de falla por el método de la AASHTO está asociado a un índice de servicio final y a la Confiabilidad del Diseño, lo cual se ve reflejado en un mayor factor de seguridad a medida que se aumenta el factor de confiabilidad.

Figura N°8 . Estructura del pavimento



 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA EN PAVIMENTO RIGIDO EN EL MUNICIPIO LOS CORDOBAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA	MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS
		VERSION 01

Material	Espesor (mm)	Espesor (in)	Convención	Nomenclatura	Norma
CONCRETO RIGIDO MR 4.2Mpa	200	7.8			450-22
SUBBASE GRANULAR	300	11.8		SBG	320-22
TERRAPLÉN CBR≥10%	450	17.7			220-22
GEOTÉXIL TEJIDO TR3000					
SUBRASANTE					
MATERIAL DE AFIRMADO					311 – 22
ANDEN CONCRETO MR =3.5Mpa					

7. LIMITACIONES.

El presente informe se basó en las condiciones de campo de las muestras obtenidas a distintas profundidades, mediante la ejecución de los sondeos practicados en diferentes sitios del área; podrán presentarse condiciones del subsuelo no encontradas en la investigación, sin embargo, se considera que el alcance de los trabajos de campo y laboratorio fueron los adecuados para definir las condiciones del subsuelo en los sitios del proyecto. Si durante la construcción se encuentran diferencias en las condiciones del subsuelo establecidas como típicas en este informe, se deberán comunicar oportunamente para realizar los ajustes necesarios a las conclusiones y recomendaciones.


EMIRO VANEGAS GOMEZ
Magíster en Geotecnia