



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

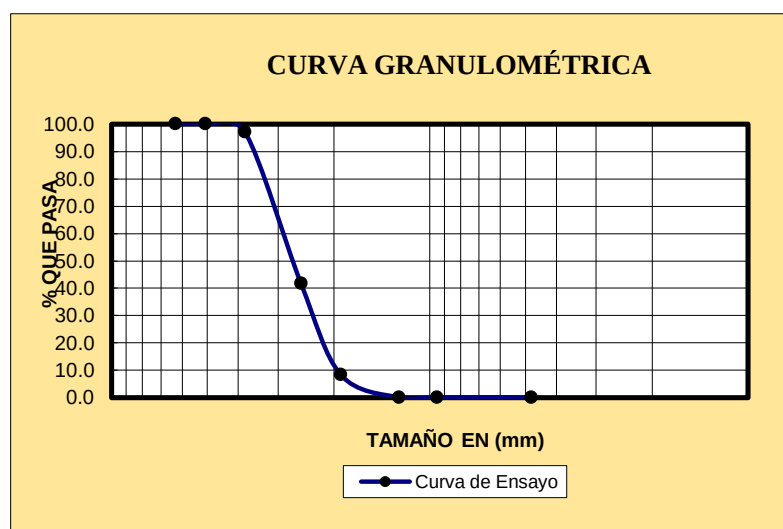
GRANULOMETRÍA 1 - AGREGADOS GRUESO

PROYECTO: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE AASHTO 2015 EN
 PAVIMENTOS RÍGIDOS APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS

LABORATORISTA: LEYDI N. CHOQUE ALEMAN

FECHA: JULIO DEL 2019

Peso Total (gr.) =		5000					
Tamices	Tamaño	Peso Ret.	Retenido Acumulado		% Que pasa	% Que pasa s/g	
	(mm)	(gr)	(gr)	(%)	del total	Especif. ASTM	C-33
2 1/2"	63	0.00	0.00	0.00	100.0	100	100
2	50.8	0.00	0.00	0.00	100.0	100	100
1 1/2	38.10	138.00	138.00	2.76	97.2	90	100
1	25.40	2771.30	2909.30	58.19	41.8	20	55
3/4	19.05	1675.40	4584.70	91.69	8.3	0	15
1/2	12.50	413.30	4998.00	99.96	0	-	-
3/8	9.50	0.00	4998.00	99.96	0	-	-
Nº4	4.80	0.00	4998.00	99.96	0	-	-
BASE	0	1.00	4999.00	99.98	0	-	-
SUMA =		4999.00					
PÉRDIDAS =		1.00					
MF =		7.94					

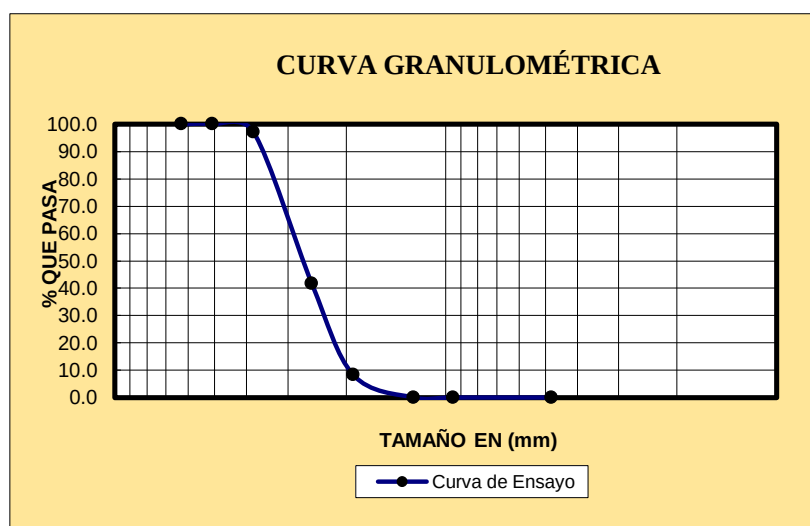


Univ. Leydi N. Choque Aleman
LABORATORISTA

Ing. Moises Diaz Ayar
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. MAT.

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES	
	GRANULOMETRÍA 2 - AGREGADOS GRUESO	
	PROYECTO: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE AASHTO 2015 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS	
	LABORATORISTA: LEYDI N. CHOQUE ALEMAN	FECHA: JULIO DEL 2019

Peso Total (gr.) =		5000					
Tamices	Tamaño	Peso Ret.	Retenido Acumulado		% Que pasa	% Que pasa s/g	
	(mm)	(gr)	(gr)	(%)	del total	Especif. ASTM	C-33
2 1/2"	63	0.00	0.00	0.00	100.0	100	100
2	50.8	0.00	0.00	0.00	100.0	100	100
1 1/2	38.10	144.80	144.80	2.90	97.1	90	100
1	25.40	2768.00	2912.80	58.26	41.7	20	55
3/4	19.05	1667.00	4579.80	91.60	8.4	0	15
1/2	12.50	417.50	4997.30	99.95	0	-	-
3/8	9.50	0.00	4997.30	99.95	0	-	-
Nº4	4.80	0.00	4997.30	99.95	0	-	-
BASE	0	1.50	4998.80	99.98	0	-	-
SUMA =		4998.80					
PÉRDIDAS =		1.20					
MF =		7.94					

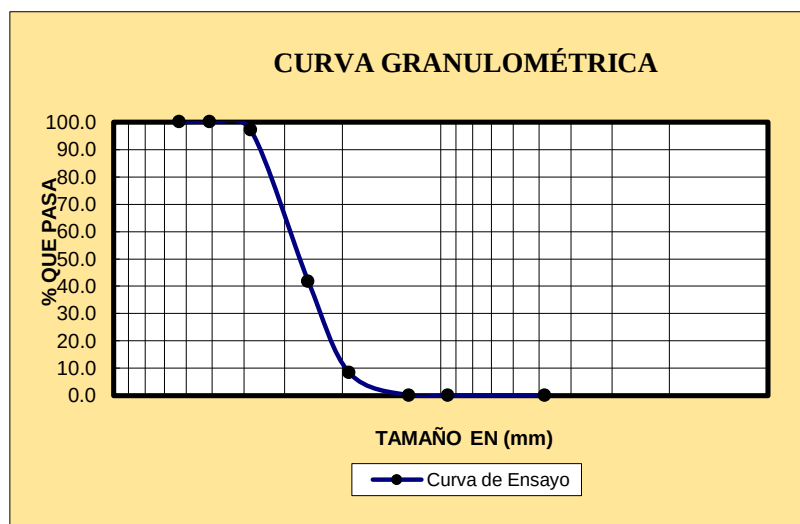


Univ. Leydi N. Choque Aleman
LABORATORISTA

Ing. Moises Diaz Ayarde
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. MAT.

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES	
	GRANULOMETRÍA 3 - AGREGADOS GRUESO	
	PROYECTO: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE AASHTO 2015 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS	
	LABORATORISTA: LEYDI N. CHOQUE ALEMAN	FECHA: JULIO DEL 2019

Peso Total (gr.) =		5000					
Tamices	Tamaño	Peso Ret.	Retenido Acumulado		% Que pasa	% Que pasa s/g	
	(mm)	(gr)	(gr)	(%)	del total	Especif. ASTM	C-33
2 1/2"	63	0.00	0.00	0.00	100.0	100	100
2	50.8	0.00	0.00	0.00	100.0	100	100
1 1/2	38.10	135.00	135.00	2.70	97.3	90	100
1	25.40	2750.30	2885.30	57.71	42.3	20	55
3/4	19.05	1677.70	4563.00	91.26	8.7	0	15
1/2	12.50	435.30	4998.30	99.97	0	-	-
3/8	9.50	0.00	4998.30	99.97	0	-	-
Nº4	4.80	0.00	4998.30	99.97	0	-	-
BASE	0	1.30	4999.60	99.99	0	-	-
SUMA =		4999.60					
PÉRDIDAS =		0.40					
MF =		7.94					

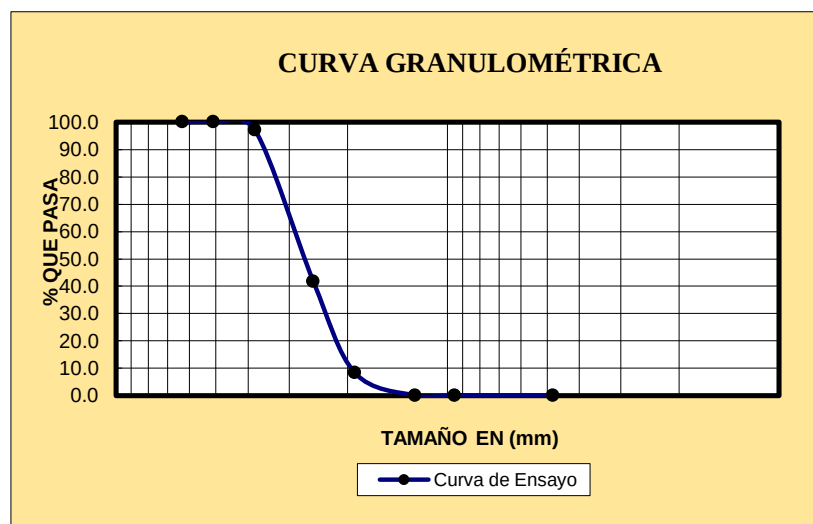


Univ. Leydi N. Choque Aleman
LABORATORISTA

Ing. Moises Diaz Ayari
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. MAT.

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES	
	GRANULOMETRÍA PROMEDIO - AGREGADOS GRUESO	
	PROYECTO: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE AASHTO 2015 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS	
	LABORATORISTA: LEYDI N. CHOQUE ALEMAN	FECHA: JULIO DEL 2019

Peso Total (gr.) =		5000					
Tamices	Tamaño	Peso Ret.	Retenido Acumulado		% Que pasa	% Que pasa s/g	
	(mm)	(gr)	(gr)	(%)	del total	Especif. ASTM	C-33
2 1/2"	63	0.00	0.00	0.00	100.0	100	100
2	50.8	0.00	0.00	0.00	100.0	100	100
1 1/2	38.10	139.27	139.27	2.79	97.2	90	100
1	25.40	2763.20	2902.47	58.05	42.0	20	55
3/4	19.05	1673.37	4575.84	91.52	8.5	0	15
1/2	12.50	422.03	4997.87	99.96	0	-	-
3/8	9.50	0.00	4997.87	99.96	0	-	-
Nº4	4.80	0.00	4997.87	99.96	0	-	-
BASE	0	1.27	4999.14	99.98	0	-	-
SUMA =		4999.14					
PÉRDIDAS =		0.86					
MF =		7.94					

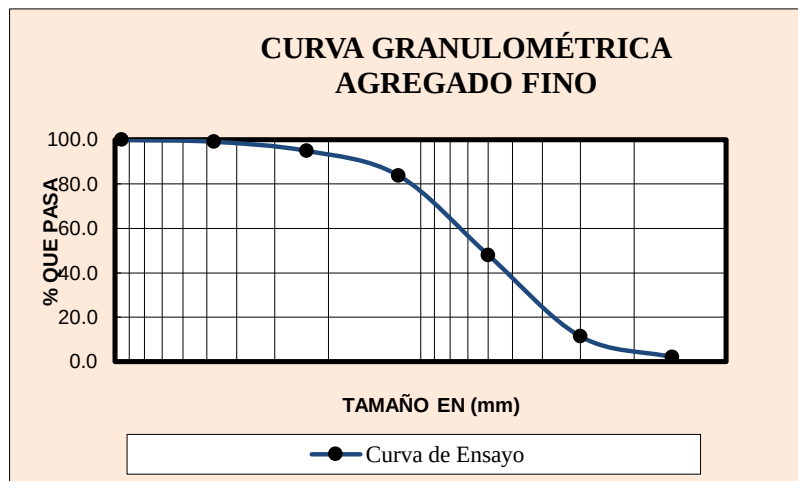


Univ. Leydi N. Choque Aleman
LABORATORISTA

Ing. Moises Diaz Ayard
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. MAT.

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES
GRANULOMETRÍA 1 - AGREGADO FINO	
PROYECTO: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE AASHTO 2015 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS	
LABORATORISTA: LEYDI N. CHOQUE ALEMAN	FECHA: JULIO DEL 2019

Peso Total (gr.)		1000					
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total	Especificacion ASTM C-33	
3/8	9.50	0.00	0.00	0.00	100.0	100	100
Nº4	4.75	9.40	9.40	0.94	99.1	95	100
Nº8	2.36	40.80	50.20	5.02	95.0	80	100
Nº16	1.18	111.30	161.50	16.15	83.9	50	85
Nº30	0.60	358.60	520.10	52.01	48.0	25	60
Nº50	0.30	366.30	886.40	88.64	11.4	10	30
Nº100	0.15	93.60	980.00	98.00	2.0	2	10
BASE		20.00	1000.00	100.00	0.0	0	0
SUMA		1000.0					
PÉRDIDAS		0.0					
MF =		2.61					

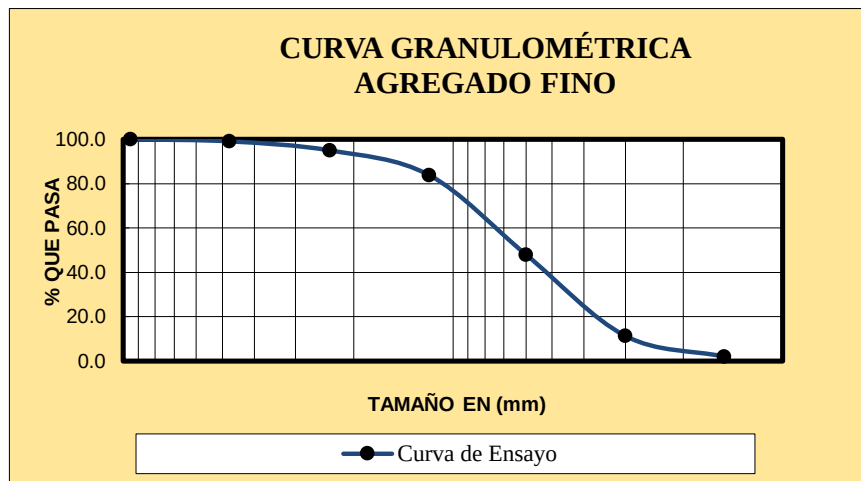


Univ. Leydi N. Choque Aleman
LABORATORISTA

Ing. Moises Diaz Ayarde
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. MAT.

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES
GRANULOMETRÍA 2 - AGREGADO FINO	
PROYECTO: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE AASHTO 2015 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS	
LABORATORISTA: LEYDI N. CHOQUE ALEMAN	FECHA: JULIO DEL 2019

Peso Total (gr.)		1000					
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total	Especificacion ASTM C-33	
3/8	9.50	0.00	0.00	0.00	100.0	100	100
Nº4	4.75	10.60	10.60	1.06	98.9	95	100
Nº8	2.36	41.60	52.20	5.22	94.8	80	100
Nº16	1.18	113.70	165.90	16.59	83.4	50	85
Nº30	0.60	357.60	523.50	52.35	47.7	25	60
Nº50	0.30	364.90	888.40	88.84	11.2	10	30
Nº100	0.15	94.30	982.70	98.27	2	2	10
BASE		17.30	1000.00	100.00	0.0	0	0
SUMA		1000.0					
PÉRDIDAS		0.0					
MF =		2.62					



Univ. Leydi N. Choque Aleman
LABORATORISTA

Ing. Moises Diaz Ayard
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

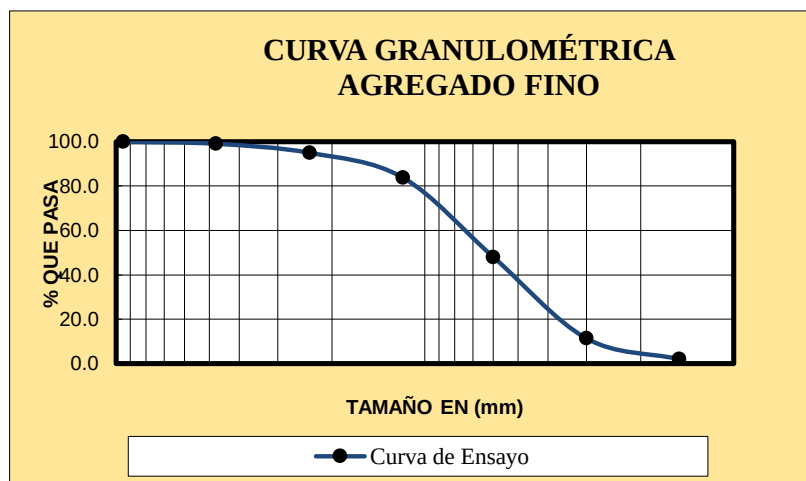
GRANULOMETRÍA 3 - AGREGADO FINO

PROYECTO: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE AASHTO 2015 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS

LABORATORISTA: LEYDI N. CHOQUE ALEMAN

FECHA: JULIO DEL 2019

Peso Total (gr.)		1000					
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total	Especificacion ASTM C-33	
3/8	9.50	0.00	0.00	0.00	100.0	100	100
Nº4	4.75	8.90	8.90	0.89	99.1	95	100
Nº8	2.36	41.50	50.40	5.04	95.0	80	100
Nº16	1.18	109.80	160.20	16.02	84.0	50	85
Nº30	0.60	359.80	520.00	52.00	48.0	25	60
Nº50	0.30	367.30	887.30	88.73	11.3	10	30
Nº100	0.15	94.40	981.70	98.17	2	2	10
BASE		18.30	1000.00	100.00	0.0	0	0
SUMA		1000.0					
PÉRDIDAS		0.0					
MF =		2.61					

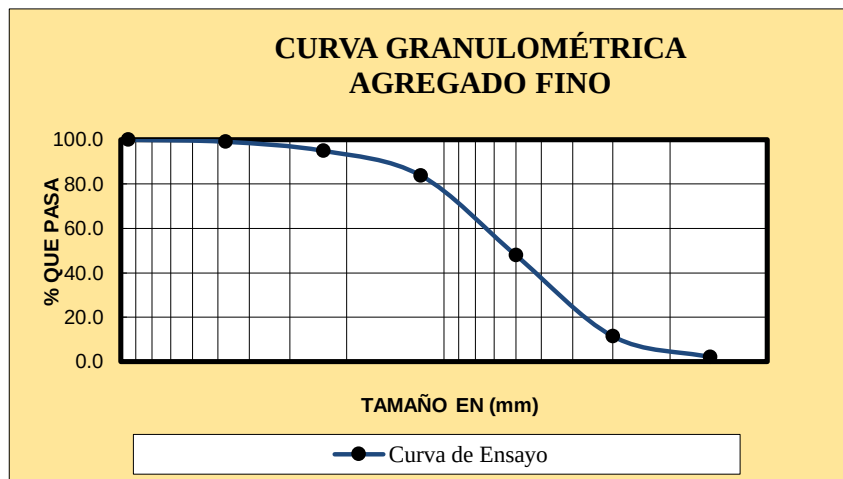


Univ. Leydi N. Choque Aleman
LABORATORISTA

Ing. Moises Diaz Ayard
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. MAT.

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES	
	GRANULOMETRÍA PROMEDIO - AGREGADO FINO	
	PROYECTO: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE AASHTO 2015 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS	
	LABORATORISTA: LEYDI N. CHOQUE ALEMAN	FECHA: JULIO DEL 2019

Peso Total (gr.)			1000				
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total	Especificacion ASTM C-33	
3/8	9.50	0.00	0.00	0.00	100.0	100	100
Nº4	4.75	9.63	9.63	0.96	99.0	95	100
Nº8	2.36	41.30	50.93	5.09	94.9	80	100
Nº16	1.18	111.60	162.53	16.25	83.7	50	85
Nº30	0.60	358.67	521.20	52.12	47.9	25	60
Nº50	0.30	366.17	887.37	88.74	11.3	10	30
Nº100	0.15	94.10	981.47	98.15	2	2	10
BASE		18.53	1000.00	100.00	0.0	0	0
SUMA		1000.0					
PÉRDIDAS		0.0					
MF =		2.61					



Univ. Leydi N. Choque Aleman
LABORATORISTA

Ing. Moises Diaz Ayarde
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. MAT.

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESITENCIA DE MATERIALES
PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO	
PROYECTO: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE AASHTO 2015 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS	
LABORATORISTA: LEYDI N. CHOQUE ALEMAN	FECHA: JULIO DEL 2019

MUESTRA N°	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA "C" (gr)	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm3)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm3)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm3)	% DE ABSORCIÓN
1	4958.30	5025.70	3082.00	2.55	2.59	2.64	1.36
2	4961.30	5029.60	3078.00	2.54	2.58	2.63	1.38
PROMEDIO				2.55	2.58	2.64	1.37

(B-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volumen de agua desplazado o sea el volumen de la muestra.

Univ. Leydi N. Choque Aleman
LABORATORISTA

Ing. Moises Diaz Ayarde
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. MAT.

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES
PESO UNITARIO - AGREGADO GRUESO	
PROYECTO: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE AASHTO 2015 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS	
LABORATORISTA: LEYDI N. CHOQUE ALEMAN	FECHA: JULIO DEL 2019

PESO UNITARIO SUELTO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm ³)	PESO RECIP. + MUESTRA SUELTA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm ³)
1	5725.00	9790.70	21290.00	15565.00	1.590
2	5725.00	9790.70	21310.00	15585.00	1.592
PROMEDIO					1.591

PESO UNITARIO COMPACTADO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm ³)	PESO RECIP. + MUESTRA COMPACTA (gr)	PESO MUESTRA COMPACTA (gr)	PESO UNITARIO COMPACTADO (gr/cm ³)
1	5725.00	9790.70	22080.00	16355.00	1.670
2	5725.00	9790.70	22095.00	16370.00	1.672
PROMEDIO					1.671

Univ. Leydi N. Choque Aleman
LABORATORISTA

Ing. Moises Diaz Ayarza
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES
PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO

PROYECTO: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE AASHTO 2015 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS

LABORATORISTA: LEYDI N. CHOQUE ALEMAN

FECHA: JULIO DEL 2019

Muestra Nº	Peso muestra (gr)	Peso de matraz (gr)	Muestra + matraz + agua (gr)	Peso del agua agregado al matraz "W" (ml) o (gr)	Peso muestra secada "A" (gr)	Volumen del matraz "V" (ml)	P.E. a granel (gr/cm ³)	P.E. saturado con sup. Seca (gr/cm ³)	P.E. aparente (gr/cm ³)	% de absorcion
1	500.00	116.00	905.00	289.00	492.70	500.00	2.34	2.37	2.42	1.46
2	500.00	116.00	903.60	287.60	494.20	500.00	2.33	2.35	2.39	1.16
PROMEDIO							2.34	2.36	2.41	1.31

(B-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volumen de agua desplazado o sea el volumen de la muestra.

Univ. Leydi N. Choque Aleman
LABORATORISTA

Ing. Moises Diaz Ayarde
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. MAT

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL ORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES
PESO UNITARIO - AGREGADO FINO	
PROYECTO: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE AASHTO 2015 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS	
LABORATORISTA: LEYDI N. CHOQUE ALEMAN	FECHA: JULIO DEL 2019

PESO UNITARIO SUELTO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	PESO RECIP. + MUESTRA SUELTA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm3)
1	2609.70	2954.80	7040.00	4430.30	1.499
2	2609.70	2954.80	7160.00	4550.30	1.540
PROMEDIO					1.520

PESO UNITARIO COMPACTADO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	PESO RECIP. + MUESTRA COMPACTA (gr)	PESO MUESTRA COMPACTA (gr)	PESO UNITARIO COMPACTADO (gr/cm3)
1	2609.70	2954.80	7345.00	4735.30	1.603
2	2609.70	2954.80	7500.00	4890.30	1.655
PROMEDIO					1.629

Univ. Leydi N. Choque Aleman
LABORATORISTA

Ing. Moises Diaz Ayarde
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. MAT.

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES
ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM C-131	
PROYECTO: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE AASHTO 2015 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS	
LABORATORISTA: LEYDI N. CHOQUE ALEMAN	FECHA: JULIO DEL 2019

GRADACION		A	B	C	D
DIAMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A EMPLEAR (gr)			
PASA	RETENIDO				
1½"	1"	1250			
1"	¾"	1250			
¾"	½"	1250	2500		
½"	3/8"	1250	2500		
3/8"	Nº3			2500	
Nº3	Nº4			2500	
Nº4	Nº8				5000
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
Nº DE ESFERAS		12	11	8	6
Nº DE REVOLUCIONES		500	500	500	500
TIEMPO DE ROTACION		15	15	15	15

DATOS DE LABORATORIO		
GRADACION "A"		
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	PESO RETENIDO
1½"	1"	1250
1"	¾"	1250
¾"	½"	1250
½"	3/8"	1250

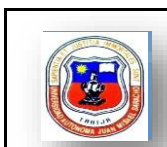
$$\% \text{ DE DESGASTE} = \frac{P_{\text{inicial}} - P_{\text{final}}}{P_{\text{inicial}}} * 100$$

$$\% \text{ DE DESGASTE} = \frac{5000 - 3960,4}{5000} * 100$$

$$\% \text{ DE DESGASTE} = 20,8$$

Univ. Leydi N. Choque Aleman
LABORATORISTA

Ing. Moises Diaz Ayarde
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES
DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES
PROYECTO: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE AASHTO 2015
EN PAVIMENTOS RÍGIDOS APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	Unidad	Valor
1.- Módulo de finura de la arena (MF)	s/u	2.61
2.- Peso unitario Compactado de la grava (PUC)	kg/m ³	1671
3.- Peso específico de la arena (γ_f)	gr/cm ³	2.41
4.- Peso específico de la grava (γ_g)	gr/cm ³	2.64
5.- Absorción de la arena (Aa)	%	1.31
6.- Absorción de la Grava (Ag)	%	1.40
7.- Humedad de la Arena (Ha)	%	1.92
8.- Humedad de la Grava (Hg)	%	2.37
9.- Tamaño máximo Nominal (TMN)	pulg	1½"
10.- Tamaño Máximo (TM)	pulg	1½"
11.- Peso específico del cemento	gr/cm ³	3.14

CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño (fck)	350	kg/cm ²
Asentamiento (S)	1	pulg
Relacion Agua / Cemento (a/c)	0.48	s/u

DATOS DE TABLAS

Vol. Agr. Grueso / Vol. unitario concreto (	0.73	s/u
Requerimiento de Agua (A)	181	kg/m ³

CÁLCULOS

Peso Agregado Grueso (Pag) $= (b/b_o) \times PUC$
1220.00 kg/m³

Peso cemento (Pc) $= A / (a/c)$
377.08 kg/m³

Volumen de Agregado Grueso (Vag) $= Pag/\gamma_g$
462.39 lt/m³

Volumen del cemento (Vc) $= Pc/\gamma_c$
120.09 lt/m³

Volumen de Arena (Vaf) $= 1000 - V_c - A - V_{ag}$

236.52 lt/m³

Peso del agregado fino (Paf) $= V_{af} \times \gamma_f$

570.02 kg/m³

PESOS SECOS DE LOS INGREDIENTES POR (m³) DE CONCRETO

Ingrediente	Peso Seco kg/m ³	olumen Absol lt/m ³	Peso especifico gr/cm ³
Cemento	377.08	120.09	3.14
Agua	181	181	1
Grava	1220.00	462.39	2.64
Arena	570.02	236.52	2.41
TOTAL	2348.10	1000.00	

PROPORCIONES DE MEZCLA

Cemento	Arena	Grava
1.0	1.512	3.2
<i>1.0</i>	<i>2.0</i>	<i>4.0</i>



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION DE VIGAS RECTANGULARES DE HORMIGON SIMPLE

PROYECTO: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE AASHTO 2015 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS

LABORATORISTA: LEYDI N. CHOQUE ALEMAN

FECHA: JULIO DEL 2019

Probeta N°	Estructura	Hormigon - Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Sección (cm ²)	Lectura (MPa)	Proyección 28 días
1	Viga 1	H3.5	8/7/2019	22/7/2019	14	11250.00	3.501	4.201
2	Viga 2	H3.5	8/7/2019	22/7/2019	14	11250.00	3.490	4.181
3	Viga 3	H3.5	9/7/2019	23/7/2019	14	11250.00	3.530	4.219
4	Viga 4	H3.5	10/7/2019	24/7/2019	14	11250.00	3.518	4.140
5	Viga 5	H3.5	10/7/2019	24/7/2019	14	11250.00	3.457	4.070
6	Viga 6	H3.5	11/7/2019	25/7/2019	14	11250.00	3.532	4.218
7	Viga 7	H3.5	12/7/2019	26/7/2019	14	11250.00	3.523	4.216
8	Viga 8	H3.5	15/7/2019	29/7/2019	14	11250.00	3.485	4.111
9	Viga 9	H3.5	16/7/2019	30/7/2019	14	11250.00	3.471	4.084
10	Viga 10	H3.5	17/7/2019	31/7/2019	14	11250.00	3.506	4.203
11	Viga 11	H3.5	18/7/2019	1/8/2019	14	11250.00	3.512	4.212
12	Viga 12	H3.5	19/7/2019	2/8/2019	14	11250.00	3.466	4.078

Univ. Leydi N. Choque Aleman
LABORATORISTA

Ing. Moises Diaz Ayarde
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGÓN SIMPLE

PROYECTO: ANALISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE AASHTO 2015 EN PAVIMENTOS RIGIDOS APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS

LABORATORISTA: LEYDI N. CHOQUE ALEMAN

FECHA: JULIO DEL 2019

Probeta N°	ESTRUCTURA	Hormigón - Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Sección (cm ³)	Lectura (MPa)	Proyección 28 días
1	Probeta 1	H35	22/7/2019	5/8/2019	14	5301.00	21.160	24.890
2	Probeta 2	H35	22/7/2019	5/8/2019	14	5301.00	19.350	22.760
3	Probeta 3	H35	22/7/2019	5/8/2019	14	5301.00	20.151	23.710
4	Probeta 4	H35	23/7/2019	6/8/2019	14	5301.00	22.651	26.650
5	Probeta 5	H35	23/7/2019	6/8/2019	14	5301.00	21.315	25.080
6	Probeta 6	H35	24/7/2019	7/8/2019	14	5301.00	21.675	25.500
7	Probeta 7	H35	24/7/2019	7/8/2019	14	5301.00	21.421	25.200
8	Probeta 8	H35	25/7/2019	8/8/2019	14	5301.00	19.982	23.510
9	Probeta 9	H35	25/7/2019	8/8/2019	14	5301.00	21.426	25.210
10	Probeta 10	H35	26/7/2019	9/8/2019	14	5301.00	21.001	24.710
11	Probeta 11	H35	26/7/2019	9/8/2019	14	5301.00	21.254	25.000
12	Probeta 12	H35	26/7/2019	9/8/2019	14	5301.00	21.985	25.860

Univ. Leydi N. Choque Aleman
LABORATORISTA

Ing. Moises Diaz Ayarde
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. MAT.

DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO

VIA DE SERVICIO

1.- ANTECEDENTES

La vía de servicio, o calzada de servicio, es un camino sensiblemente paralelo a una carretera, respecto de la cual tiene carácter secundario, conectado a ésta solamente en algunos puntos y que sirve a las propiedades o edificios contiguos. Por sus características, las vías de servicio son elementos funcionales y, como tales, no tienen la consideración de carreteras, si bien puede haber carreteras que hagan la función de la vía de servicio, en cuyo caso prevalece la condición de carretera sobre la de vía de servicio

Las vías de servicio pueden ser unidireccionales o bidireccionales.

El Proyecto de Pavimentación Tramo Vial “Palos Blancos – Choere”, es un proyecto importante que lleva a cabo actualmente la Gobernación de Entre Ríos de la Provincia O’connor, con el objetivo de integrar de una forma activa y permanente al movimiento económico del departamento de Tarija.

La carretera “Palos Blancos - Choere” adquiere relevancia económica y política para el Departamento y permite a sus pobladores mejorar su calidad de vida. Es por este motivo que los beneficiarios solicitan la construcción de esta vía de servicio dentro del Proyecto como parte vital para el desarrollo de sus actividades.

Se presenta a continuación el diseño de pavimento rígido para la construcción de la Vía de Servicio en la localidad de Palos Blancos, documento que tiene el propósito fundamental de determinar en Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), y los espesores de las capas del pavimento rígido.



El diseño estructural de pavimento rígido para la Vía de Servicio en la Localidad de Palos Blancos ha sido elaborado en cumplimiento al alcance de trabajo definido para esta etapa del proyecto, aplicando el método oficial de la Administradora Boliviana de Carreteras; AASHTO 93 y su suplemento AASHTO 97 para pavimento Rígido, mismos que hacen hincapié en ciertos factores, que se relacionan íntimamente con el diseño en sí, tales como la calidad de los materiales a emplearse durante su construcción, aspectos climáticos, aspectos operativos, entre los más notables.

2.- OBJETIVO

Se definirán los espesores de cada una de las capas que componen el paquete estructural de pavimento rígido. Para el diseño de éstas, se cuidarán los aspectos técnicos y económicos, con el fin de lograr un diseño óptimo y que satisfaga ambas premisas.

Para lograr tal propósito se seguirán las recomendaciones expuestas en la “Guía para el Diseño de Pavimentos AASHTO-93” y suplemento “AASHTO-97” además empleando planilla con la metodología de la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

3.- VARIABLES DE DISEÑO

En el diseño de pavimentos se involucran una serie de variables de distinto origen, estas variables intentan reproducir de mejor manera las condiciones reales y de funcionamiento a las que se verán sometidos los pavimentos durante su vida útil, de tal forma tenemos variables provenientes del tráfico que circulará por la carretera, variables que dependen de las características del asfalto a emplearse, variables que están en función de las condiciones climatológicas de la zona de emplazamiento del proyecto y variables que dependen de las características de las capas inferiores del paquete estructural.

4.- TRÁFICO

La determinación del tráfico que circulará por la vía de servicio es de gran importancia para el diseño, ya que con esta variable se determina el tipo de carga que se aplicará al pavimento. Para ello se ha realizado un aforo de tránsito en la vía. Este aforo tuvo una duración de siete días durante las 24 horas del día.

Estación Cr. Palos Blancos: En razón de ser un punto estratégico de descanso del flujo vehicular la vía principal de la localidad de Palos Blancos, se ha establecido el flujo vehicular en ambos sentidos del Tramo Palos Blancos – Choere hacia la comunidad de Palos Blancos.

Para obtener resultados confiables se han realizado los aforos de tráfico vehicular durante las 24 horas del día y por un periodo de 7 días (una semana), registrando al 100% de los conductores de los vehículos que ingresan y salen a la vía de servicio. El personal que

realizaron los aforos fue adecuadamente instruido y contó con todo el equipamiento requerido para este trabajo durante las horas diurnas y nocturnas.

Los aforos de tráfico se realizaron entre el 2 al 8 de Abril de 2018.

Con esta información se establece el tráfico promedio diario anual, TPDA.

Tabla N° 1
Aforo Volumétrico del Tránsito Actual
Vía de Servicio Palos Blancos
Resumen del Flujo Vehicular

ESTACION	T.P.D.A.	Descripcion	Composicion del Trafico												Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Cr. Palos Blancos	195	Nº de Veh.	45	62	3	4	2	33	8	8	36	10	1	2	214
		Porcentaje	21.03%	29.04%	1.34%	1.80%	1.07%	15.42%	3.60%	3.60%	16.89%	4.61%	0.53%	1.07%	100%

Fuente: Aporte del diseño

4.1. CATEGORÍAS DE TRÁFICO

En primer lugar se definieron las categorías de tráfico de la siguiente manera:

Tránsito Normal: Es el tránsito existente en la vía de servicio y considera el crecimiento en la vía con o sin mejoramiento, de acuerdo a los datos de aforos.

Tránsito Derivado: Es el tránsito atraído a la vía como resultado del mejoramiento de la misma.

Tránsito Generado: Es el tránsito que debe pasar por el Tramo Asfaltado Palos Blancos - Choere como consecuencia de la construcción de nuevas carreteras o mejoramiento de otras existentes, y que son afluentes del proyecto. Las carreteras existentes en esta categoría prestan servicio actualmente a la actividad hidrocarburífera en la zona de influencia directa o en zonas muy próximas a la misma.

4.2. TRÁNSITO NORMAL

De acuerdo al estudio de tráfico efectuado y a las características de la vía de servicio, el volumen de tráfico vehicular en la vía fue definido de acuerdo al Tráfico Promedio Diario TPD, resultado del estudio de tráfico realizado en abril 2018, encontrándose los siguientes niveles:

Tabla N°2
Tráfico Promedio Diario
Tramo: Vía de Servicio Abril 2018

TPD	SENTIDO		
	CH ⇌ PB	PB ⇌ CH	TOTAL
	116	98	214

Fuente: Aporte del diseño

4.3. PROYECCIÓN DEL TPDA – TRÁNSITO NORMAL

Para la determinación del tráfico de diseño para la Vía de Servicio se consideró el crecimiento de las actividades de la región, aplicables al proyecto que afectan los valores TPDA del tramo, entonces corresponde determinar la forma y magnitud en que estos serán afectados mediante la elaboración de “proyecciones”.

Una proyección es una estimación de un cambio futuro, estas se realizan sobre la base de suposiciones de permanencia de tendencias y factores no controlables como son los siguientes:

- ✓ El crecimiento histórico del TPDA.
- ✓ El crecimiento de la población.
- ✓ El crecimiento del consumo de los combustibles
- ✓ El crecimiento del parque automotor.
- ✓ El producto interno bruto.

El estudio hace un análisis de cada uno de estos factores explicando su crecimiento y su relación con el crecimiento de los volúmenes de tráfico.

El producto interno bruto PIB tiene estrecha relación con los volúmenes de tráfico porque está relacionado con la producción y se refleja en el transporte de carga que se traduce en número de camiones.

El crecimiento de la población, también está íntimamente ligado con el crecimiento de los volúmenes de tráfico por lo que este parámetro interviene para la proyección del Tráfico Normal.

La tasa de crecimiento promedio, utilizada para la proyección del tráfico, se presenta a continuación en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3
Tasa de Crecimiento Promedio
Tramo: Vía de Servicio

Factores	%
Tasa de Crecimiento	4

Basándose en este conjunto de variables económicas se ha encontrada una tasa del 4%, que se utilizó para proyectar el TPDA para el horizonte del proyecto, tomando como base el dato de TPDA del año 2018.

Con estas bases se han proyectado los TPDA para un horizonte de vida útil del proyecto de 20 años.

En la Tabla N° 4, se muestran los resultados del TPDA para las principales etapas del proyecto.

Tabla N° 4 Etapas del Proyecto

AÑO	ETAPA
2018	DISEÑO Y CONSTRUCCION
2019	INICIO DE OPERACION
2038	HORIZONTE DEL PROYECTO

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°5 Proyección del TPDA - Tránsito Normal

Años	Automoviles y Vagonetas	Camionetas (hasta 2 Tn)	Minibuses (hasta 15 pjs)	Microbuses (hasta 21 pjs; 2 ejes)	Buses Medianos (hasta 35 pjs; 2 ejes)	Buses Grandes (mas de 35 pjs; 3 ejes)	Camiones Medianos (de 2.5 a 10.0 Tn ; 2 ejes)	Camiones Grandes (mas de 10.0 Tn ; 2 ejes)	Camiones Grandes (mas de 10.0 Tn ; 3 ejes)	Camiones Semirremolque	Camiones Remolque	Otros Vehiculos	TOTAL
2018	45	62	3	4	2	33	8	8	36	10	1	2	214
2019	49	67	3	4	2	36	8	8	39	11	1	2	232
2020	53	73	3	5	3	39	9	9	42	12	1	3	251
2021	57	79	4	5	3	42	10	10	46	13	1	3	271
2022	62	85	4	5	3	45	11	11	50	14	2	3	294
2023	67	92	4	6	3	49	11	11	54	15	2	3	318
2024	72	100	5	6	4	53	12	12	58	16	2	4	344
2025	78	108	5	7	4	57	13	13	63	17	2	4	373
2026	85	117	5	7	4	62	15	15	68	19	2	4	403
2027	92	127	6	8	5	67	16	16	74	20	2	5	437
2028	99	137	6	9	5	73	17	17	80	22	3	5	473
2029	108	149	7	9	5	79	18	18	86	24	3	5	512
2030	117	161	7	10	6	85	20	20	94	26	3	6	554
2031	126	174	8	11	6	92	22	22	101	28	3	6	600
2032	137	189	9	12	7	100	23	23	110	30	3	7	649
2033	148	204	9	13	8	108	25	25	119	32	4	8	703
2034	160	221	10	14	8	117	27	27	128	35	4	8	761
2035	173	239	11	15	9	127	30	30	139	38	4	9	824
2036	187	259	12	16	10	137	32	32	151	41	5	10	891
2037	203	280	13	17	10	149	35	35	163	44	5	10	965
2038	220	303	14	19	11	161	38	38	176	48	6	11	1045

Fuente: Aporte del diseño

4.4. TRÁNSITO DERIVADO

Conceptualmente se denomina tráfico desviado o atraído, al incremento que es producto de la incorporación de volúmenes de carga o número de pasajeros, expresado en unidades vehiculares, que usan medios alternativos de transporte (vía aérea, vía férrea o carreteras alternas que tienen análogos destinos u orígenes que la carretera en estudio) debido a que las condiciones ofertadas por la mejora de la infraestructura representan menores costos de movilización u operativos.

Actualmente existe un flujo de tránsito motorizado de vehículos pesados (rígidos y articulados) que tiene como punto origen la ciudad de Yacuiba y Villamontes y destino final el occidente del país. Este tipo de vehículos transita por la carretera fundamental F009 y F011.

Se ha estimado que aproximadamente un 50% para el tránsito derivado de esta ruta. Los resultados de estas proyecciones se muestran en la Tabla N° 6

Tabla N° 6
Resultados de la proyección del TPDA
Tránsito Derivado Clasificado

Años	Automoviles y Vagonetas	Camionetas (hasta 2 Tn)	Minibuses (hasta 15 pjs)	Microbuses (hasta 21 pjs; 2 ejes)	Buses Medianos (hasta 35 pjs; 2 ejes)	Buses Grandes (mas de 35 pjs; 2 ejes)	Camiones Medianos (de 2.5 a 10.0 Tn; 2 ejes)	Camiones Grandes (mas de 10.0 Tn; 2 ejes)	Camiones Grandes (mas de 10.0 Tn; 2 ejes)	Camiones Semirremolque	Camiones Remolque	Otros Vehiculos	TOTAL
2019	24	34	2	2	1	18	4	4	20	5	1	1	116
2020	26	36	2	2	1	19	5	5	21	6	1	1	125
2021	29	39	2	2	1	21	5	5	23	6	1	1	136
2022	31	43	2	3	2	23	5	5	25	7	1	2	147
2023	33	46	2	3	2	25	6	6	27	7	1	2	159
2024	36	50	2	3	2	27	6	6	29	8	1	2	172
2025	39	54	2	3	2	29	7	7	31	9	1	2	186
2026	42	59	3	4	2	31	7	7	34	9	1	2	202
2027	46	63	3	4	2	34	8	8	37	10	1	2	218
2028	50	69	3	4	3	36	9	9	40	11	1	3	236
2029	54	74	3	5	3	39	9	9	43	12	1	3	256
2030	58	80	4	5	3	43	10	10	47	13	1	3	277
2031	63	87	4	5	3	46	11	11	51	14	2	3	300
2032	68	94	4	6	3	50	12	12	55	15	2	3	325
2033	74	102	5	6	4	54	13	13	59	16	2	4	351
2034	80	110	5	7	4	59	14	14	64	18	2	4	380
2035	87	120	5	7	4	63	15	15	70	19	2	4	412
2036	94	129	6	8	5	69	16	16	75	21	2	5	446
2037	101	140	6	9	5	74	17	17	81	22	3	5	483
2038	110	152	7	9	6	81	19	19	88	24	3	6	522

Fuente: Aporte del diseño

4.5. TRÁNSITO GENERADO

El tráfico derivado se produce cuando existen rutas paralelas, utilizando el tráfico la ruta de menor costo, la cual no necesariamente es la más corta.

Para el presente estudio se ha considerado un 30% del tráfico actual para el tráfico generado.

Tabla N° 7
Resultados de la proyección del TPDA
Tránsito Generado Clasificado

Años	Automoviles y Vagonetas	Camionetas (hasta 2 Tn)	Minibuses (hasta 15 pjs)	Microbuses (hasta 21 pjs; 2 ejes)	Buses Medianos (hasta 35 pjs; 2 ejes)	Buses Grandes (mas de 35 pjs; 2 ejes)	Camiones Medianos (de 2.5 a 10.0 Tn; 2 ejes)	Camiones Grandes (mas de 10.0 Tn; 2 ejes)	Camiones Grandes (mas de 10.0 Tn; 2 ejes)	Camiones Semirremolque	Camiones Remolque	Otros Vehiculos	TOTAL
2019	15	20	1	1	1	11	3	3	12	3	0	1	69
2020	16	22	1	1	1	12	3	3	13	3	0	1	75
2021	17	24	1	1	1	13	3	3	14	4	0	1	81
2022	19	26	1	2	1	14	3	3	15	4	0	1	88
2023	20	28	1	2	1	15	3	3	16	4	1	1	95
2024	22	30	1	2	1	16	4	4	17	5	1	1	103
2025	24	32	1	2	1	17	4	4	19	5	1	1	112
2026	25	35	2	2	1	19	4	4	20	6	1	1	121
2027	28	38	2	2	1	20	5	5	22	6	1	1	131
2028	30	41	2	3	2	22	5	5	24	7	1	2	142
2029	32	45	2	3	2	24	6	6	26	7	1	2	154
2030	35	48	2	3	2	26	6	6	28	8	1	2	166
2031	38	52	2	3	2	28	6	6	30	8	1	2	180
2032	41	57	3	4	2	30	7	7	33	9	1	2	195
2033	44	61	3	4	2	33	8	8	36	10	1	2	211
2034	48	66	3	4	2	35	8	8	39	11	1	2	228
2035	52	72	3	4	3	38	9	9	42	11	1	3	247
2036	56	78	4	5	3	41	10	10	45	12	1	3	267
2037	61	84	4	5	3	45	10	10	49	13	2	3	290
2038	66	91	4	6	3	48	11	11	53	14	2	3	313

Fuente: Aporte del diseño

4.6. RESUMEN DEL TRAFICO PROMEDIO ANUAL

Se presenta la Tabla N°8 con las proyecciones del tráfico total resultante del tráfico normal, derivado y generado considerando tasas de crecimiento variables que contiene el presente estudio.

Tabla N° 8
Resultados de la proyección del TPDA

AÑO	PROYECCION DEL TRAFICO			
	PB→CH			
	NORMAL	DERIVADO	GENERADO	TOTAL
2018	214	-	-	214
2019	232	116	69	417
2020	251	125	75	452
2021	271	136	81	488
2022	294	147	88	529
2023	318	159	95	572
2024	344	172	103	619
2025	373	186	112	671
2026	403	202	121	726
2027	437	218	131	786
2028	473	236	142	851
2029	512	256	154	921
2030	554	277	166	997
2031	600	300	180	1080
2032	649	325	195	1168
2033	703	351	211	1265
2034	761	380	228	1370
2035	824	412	247	1483
2036	891	446	267	1604
2037	965	483	290	1737
2038	1045	522	313	1881

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9
Resumen del Tráfico Promedio Diario Anual Clasificado

Años	Automoviles y Vagonetas	Camionetas (hasta 2 Tn)	Minibuses (hasta 15 pjs)	Microbuses (hasta 21 pjs; 2 ejes)	Buses Medianos (hasta 35 pjs; 2 ejes)	Buses Grandes (mas de 35 pjs; 3 ejes)	Camiones Medianos (de 2.5 a 10.0 Tn ; 2 ejes)	Camiones Grandes (mas de 10.0 Tn ; 2 ejes)	Camiones Grandes (mas de 10.0 Tn ; 3 ejes)	Camiones Semirremolque	Camiones Remolque	Otros Vehiculos	TOTAL
2019	88	121	6	8	4	64	15	15	70	19	2	4	417
2020	95	131	6	8	5	70	16	16	76	21	2	5	451
2021	103	142	7	9	5	75	18	18	83	23	3	5	489
2022	111	154	7	10	6	82	19	19	89	24	3	6	529
2023	120	166	8	10	6	88	21	21	97	26	3	6	573
2024	130	180	8	11	7	96	22	22	105	29	3	7	620
2025	141	195	9	12	7	103	24	24	113	31	4	7	671
2026	153	211	10	13	8	112	26	26	123	33	4	8	726
2027	165	228	10	14	8	121	28	28	133	36	4	8	786
2028	179	247	11	15	9	131	31	31	144	39	5	9	851
2029	194	268	12	17	10	142	33	33	156	42	5	10	921
2030	210	290	13	18	11	154	36	36	168	46	5	11	997
2031	227	313	14	19	12	166	39	39	182	50	6	12	1080
2032	246	339	16	21	12	180	42	42	197	54	6	12	1169
2033	266	367	17	23	14	195	46	46	214	58	7	14	1265
2034	288	398	18	25	15	211	49	49	231	63	7	15	1369
2035	312	430	20	27	16	229	53	53	250	68	8	16	1482
2036	337	466	21	29	17	247	58	58	271	74	9	17	1605
2037	365	504	23	31	19	268	63	63	293	80	9	19	1737
2038	395	546	25	34	20	290	68	68	318	87	10	20	1880

Fuente: Aporte del diseño

5.- DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE EQUIVALENCIA POR CARGA

En el diseño estructural de pavimentos a través del método AASHTO, la solicitud causada por el tráfico de los vehículos usuarios de la carretera está expresada como el número de repeticiones de aplicación de carga de un eje padrón de 8.2 ton. Para ello, el número de pasadas de los ejes de los vehículos que emplearán la carretera en el periodo de análisis (con diferentes cargas y configuraciones), debe ser correlacionado con el eje padrón a través de factores de equivalencia.

Los factores de equivalencia vehicular por carga han sido determinados, para cada tipo de vehículo, a partir de la composición de tráfico detectada en las encuestas de origen/destino realizadas en el proyecto (se muestra en el estudio de tráfico); empleando las tablas de la Guía para Diseños de Estructuras de Pavimento de la AASHTO, considerando un índice de serviciabilidad final igual a 2.5 y un número estructural SN = 4.

El peso total viene dado por la siguiente expresión:

$$W_t = W_v + W_c$$

Donde:

W_t = Peso total

W_v = Peso del vehículo.

W_c = Peso de la carga que lleva el vehículo.

Para el análisis correspondiente, de acuerdo al estudio de tráfico, se han tomado en cuenta los tipos de vehículos que circulan por el tramo en estudio.

Se ha considerado, para efectos de cálculo, que el eje delantero soporta valores cercanos a un tercio del peso total del vehículo y el eje trasero soporta el porcentaje restante.

La estimación de las cargas por eje se muestra en detalle en la Tabla N°10 (condición carga completa), Tabla N°11 (condición 50 % de carga) y la Tabla N°12 nos muestra los factores ponderados adoptando el criterio de considerar que el 70 % de los buses transitará con carga total completa y el restante 30 % lo hará con el 50 % de carga.

El peso en toneladas, permite ingresar a las tablas del Apéndice D de la Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimentos publicada por la AASHTO 1993 (American Association of State Highway and Transportation Officials), del que se obtiene el factor de equivalencia del eje. La suma de los factores parciales por eje obtenidos, proporciona el factor de equivalencia total por vehículo.

Tabla N° 10
Factor de Equivalencia con Carga Completa

FACTOR DE EQUIVALENCIA CON CARGA COMPLETA																
TIPO DE VEHICULO		Nº PASAJEROS	NOMENCLATURA ESTANDAR	PESO VACIO (tn)	PESO DE LA CARGA (tn)	PESO TOTAL (tn)	DISTRIBUCION DE EJES CARGADOS									
							DELANTERO	%	TRASERO	%	SEMI REMOLQUE	%	REMOLQUE			
													DELANTERO	%	TRASERO	%
1	AYV	Automovil Vagoneta	1 1			1.5	0.70	46.67	0.80	53.33						
2	CTA	Camioneta	1 1			2	1.00	50.00	1.00	50.00						
3	MNB	Minibus	15	1 1		7	3.00	42.86	4.00	57.14						
4	MCB	Microbus	21	1 1	6	3.2	3.00	32.61	6.20	67.39						
5	BM	Bus Mediano	35	1 1	10	5.3	15.3	34.64	10.00	65.36						
6	BG	Bus Grande	45	1 2	14	6.8	20.8	5.50	26.44	15.30	73.56					
7	CME	Camion Mediano		1 1	4	5.5	9.5	3.20	33.68	6.30	66.32					
8	CES	Camion de Eje Simple		1 1	7	11	18	7.00	38.89	11.00	61.11					
9	CET	Camion de Eje Tandem		1 2	10	15	25	7.00	28.00	18.00	72.00					
10	CSR	Camion Semi-Remolque		1 2 2	19.3	23.7	43	7.00	16.28	18.00	41.86	18	41.86			
11	CCR	Camion con Remolque		1 2 1 2	19	35	54	7.00	12.96	18.00	33.33			11	20.37	
12	OV	Otros Vehiculos		1 1			10	4.00	40.00	6.00	60.00			18	33.33	

Tabla N° 11
Factor de Equivalencia con 50% de Carga

FACTOR DE EQUIVALENCIA CON CARGA 50%																
TIPO DE VEHICULO		Nº PASAJEROS	NOMENCLATURA ESTANDAR	PESO VACIO (tn)	PESO DE LA CARGA (tn)	PESO TOTAL (tn)	DISTRIBUCION DE EJES CARGADOS									
							DELANTERO	%	TRASERO	%	SEMI REMOLQUE	%	REMOLQUE			
													DELANTERO	%	TRASERO	%
1	AYV	Automovil Vagoneta	1 1			1.5	0.70	46.67	0.80	53.33						
2	CTA	Camioneta	1 1			2	1.00	50.00	1.00	50.00						
3	MNB	Minibus	15 1 1			7	3.00	42.86	4.00	57.14						
4	MCB	Microbus	21 1 1	6	1.6	7.6	2.48	32.61	5.12	67.39						
5	BM	Bus Mediano	35 1 1	10	2.65	12.65	4.38	34.64	8.27	65.36						
6	BG	Bus Grande	45 1 2	14	3.4	17.4	4.60	26.44	12.80	73.56						
7	CME	Camion Mediano	1 1	4	2.75	6.75	2.27	33.68	4.48	66.32						
8	CES	Camion de Eje Simple	1 1	7	5.5	12.5	4.86	38.89	7.64	61.11						
9	CET	Camion de Eje Tandem	1 2	10	7.5	17.5	4.90	28.00	12.60	72.00						
10	CSR	Camion Semi-Remolque	1 2 2	19.3	11.85	31.15	5.07	16.28	13.04	41.86	13.04	41.86				
11	CCR	Camion con Remolque	1 2 1 2	19	17.5	36.5	4.73	12.96	12.17	33.33			7.44	20.37	12.17	33.33
12	OV	Otros Vehiculos	1 1			10	4.00	40.00	6.00	60.00						

Tabla N° 12
Factor de Equivalencia Ponderado

FACTOR DE EQUIVALENCIA PONDERADO CON 70% CARGADO Y 30% CON 50% DE SU CARGA																
TIPO DE VEHICULO		DISTRIBUCION DE EJES CARGADOS PESO (tn)														
		DELANTERO 70%	DELANTERO 30%	CARGA TOTAL	TRASERO 70%	TRASERO 30%	CARGA TOTAL	SEMI REMOLQUE 70%	SEMI REMOLQUE 30%	CARGA TOTAL SEMI REMOLQUE	DELANTERO REMOLQUE 70%	DELANTERO REMOLQUE 30%	CARGA TOTAL REMOLQUE	TRASERO REMOLQUE 70%	TRASERO REMOLQUE 30%	CARGA TOTAL TRASERO REMOLQUE
		CARGA 100%	CARGA 50%	DELANTERO	CARGA 100%	CARGA 50%	TRASERO	CARGA 100%	CARGA 50%	REMOLQUE	CARGA 100%	CARGA 50%	REMOLQUE	CARGA 100%	CARGA 50%	REMOLQUE
1	AYV Automovil Vagoneta	0.49	0.21	0.70	0.56	0.24	0.80			0.00			0.00			0.00
2	CTA Camioneta	0.70	0.30	1.00	0.70	0.30	1.00			0.00			0.00			0.00
3	MNB Minibus	2.10	0.90	3.00	2.80	1.20	4.00			0.00			0.00			0.00
4	MCB Microbus	2.10	0.74	2.84	4.34	1.54	5.88			0.00			0.00			0.00
5	BM Bus Mediano	3.71	1.31	5.02	7.00	2.48	9.48			0.00			0.00			0.00
6	BG Bus Grande	3.85	1.38	5.23	10.71	3.84	14.55			0.00			0.00			0.00
7	CME Camion Mediano	2.24	0.68	2.92	4.41	1.34	5.75			0.00			0.00			0.00
8	CES Camion de Eje Simple	4.90	1.46	6.36	7.70	2.29	9.99			0.00			0.00			0.00
9	CET Camion de Eje Tandem	4.90	1.47	6.37	12.60	3.78	16.38			0.00			0.00			0.00
10	CSR Camion Semi-Remolque	4.90	1.52	6.42	12.60	3.91	16.51	12.60	3.91	16.51			0.00			0.00
11	CCR Camion con Remolque	4.90	1.42	6.32	12.60	3.65	16.25			0.00	7.70	2.23	9.93	12.60	3.65	16.25
12	OV Otros Vehiculos	2.80	1.20	4.00	4.20	1.80	6.00			0.00			0.00			0.00

6.- DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO POR EL MÉTODO AASHTO 97

El pavimento rígido consiste de una subrasante preparada de las mismas características que la usada para pavimentos flexibles, una sub base y la losa de hormigón.

6.1. CONSIDERACIONES AMBIENTALES, CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Y DE DRENAJE

La carretera se desarrolla en una topografía plana. El clima también es variable, siendo notorio su incremento tanto en los índices de precipitación pluvial como en la temperatura ambiente.

6.2. MATERIALES

Para la consideración de la capacidad de soporte de los suelos de cimentación de la estructura del pavimento, se han realizado estudios geotécnicos de los suelos naturales existentes, el mismo está basado en la excavación de calicatas a lo largo del trazo proyectado.

El trabajo de obtención de muestras consistió en la excavación de calicatas a cielo abierto las mismas que se ubicaron mayormente sobre el eje de la vía de servicio.

Las calicatas fueron excavadas hasta una profundidad de entre 1.50 a 2.0 metros de profundidad, con el objetivo de conocer las características de los suelos naturales.

Los bancos para sub-base deberán ser homogéneos, y de esta manera evitar que los espesores del pavimento varíen con demasiada frecuencia, los podemos encontrar en formaciones de roca muy alterada o en bancos arenosos estratificados.

Tipos de bancos de préstamo:

- Longitudinales: son producto de los cortes.
- Laterales: distancia al eje del camino de hasta 20 m.
- Banco de préstamo: distancia al eje del camino de hasta 100 m.

Por otra parte, los materiales requeridos para la capa subbase se extraerán de canteras o

depósitos aluviales previamente verificados y aceptados por la supervisión. No obstante si el Contratista desea utilizar fuentes de materiales diferentes a las recomendadas en este Estudio, se podrá autorizar siempre que estos materiales cumplan con las características mínimas requeridas en las especificaciones técnicas verificados en laboratorio y que además no incremente los costos.

SUB BASE

Características del suelo:

IP = 1

LL = 10

TAMIZ	3 ½"	2"	1½"	1"	¾"	½"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
% QUE PASA	97,6	91,6	85,8	78,8	72,7	63,1	57,2	44,7	33,8	20,0	12,9	8,7

Capa Sub Base con CBR mínimo de 40 % (valor definido en base a los resultados de los ensayos de laboratorio realizados para esta etapa del proyecto). Se ha previsto que esta capa estará conformada por materiales naturales que provienen de yacimientos existentes en la zona.

El material granular de características parecidas a la subbase del pavimento flexible. Su propósito es el siguiente:

- Proveer una superficie estable, uniforme y de soporte permanente.
- Incrementar el módulo de reacción (k)
- Prevenir el bombeo del material de subrasante por el material fino en las juntas, grietas, y bordes de la losa.

LOSA DE HORMIGÓN

El tipo de losa que se utilizara es el JPCP (Jointed Plain Concrete Pavement) que significa una losa de pavimento simple (sin acero de refuerzo) con juntas. Los materiales que se usarán en la construcción de la losa son:

- Hormigón
- Pasadores para transferencia de cargas

- Sellante de juntas

6.3.- DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO

Para encontrar el espesor de la losa (D) se necesitan los siguientes datos:

- ESALs
- Serviciabilidad inicial y terminal
- Nivel de confiabilidad y desviación estándar
- Módulo de Ruptura del hormigón
- Módulo Elástico del hormigón
- Módulo de Reacción Efectivo
- Coeficiente de Transferencia de Carga
- Coeficiente de Drenaje

Módulo de Ruptura del Hormigón a 28 días

El módulo de ruptura del concreto (S_c') es el esfuerzo a tracción extremo bajo una carga crítica. Está relacionado a la resistencia a la compresión a los 28 días con la siguiente fórmula:

$$S_c' = 10 \times \sqrt{f_c'}; f_c': [psi]$$

$S_c' = 4200 \text{ kPA.}$

Módulo Elástico del Hormigón

El módulo elástico del concreto (E_c) es una medida de la rigidez de la losa. Mientras más largo el módulo elástico, la losa es más rígida. Los esfuerzos, deformaciones y deflexiones están en función de E_c . Para encontrar el módulo elástico de la losa podemos utilizar la siguiente ecuación:

$$E_c (psi) = 1,000,000 [S_c'(psi) - 488.5] / 43.5$$

$E_c' = 19.124,63 \text{ MPA.}$

Módulo Efectivo de Reacción de la Subrasante

La subrasante natural a lo largo del tramo proyectado, presentándose suelos de tipo A6.

Las características del suelo son:

IP = 25

LL = 80

TAMIZ	3 ½"	2"	1½"	1"	¾"	½"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
% QUE PASA	100	99,8	99,5	99	98,4	97,4	96,4	95	90,2	82,4	73,5	63,2

El módulo de reacción efectivo (k) es una medida del soporte que proveen las capas debajo de la losa. No se debe confundir con el módulo de reacción del suelo. Ya que este valor toma en cuenta las capas entre la losa y el suelo. Los datos que se necesitan para encontrar el valor de k, son los siguientes:

- El módulo efectivo de reacción de la subrasante para la vía de servicio (para un valor de CBR de diseño de la subrasante de 3,16%) es el siguiente:

Tabla 13

MODULO EFECTIVO DE REACCION DE LA SUBRASANTE

TRAMO	K (Kpa/mm)
Choere - Palos Blancos	31

Fuente: Elaboración propia

- Espesor de la Sub base, se considera un espesor de 150 mm.
- Espesor de la Losa, el espesor de la losa es un dato necesario para calcular k. Como el valor de k es necesario para calcular el espesor D, se asume un espesor necesario y se puede corregir luego, sin embargo se puede ver que el efecto de este dato no es significativo.
- Pérdida de Soporte (LS), el factor de pérdida de soporte representa a la pérdida de soporte por movimientos verticales diferenciales del suelo o erosión de la sub base. Usamos un valor de 1.0.

Coeficiente de Transferencia de Carga

El coeficiente de transferencia de carga (J) es usado en pavimentos rígidos para determinar el soporte lateral provisto a las esquinas de la losa. Mecanismos de transferencia de cargas, encajamiento del agregado o la presencia de bermas de concreto tienen efecto en este valor. Coeficientes grandes corresponden a menor soporte provisto al pavimento. Con menos soporte, es esperado que el pavimento sea más susceptible al bombeo, fallas o ruptura de esquinas. Como se planea el uso de bermas de tratamiento bituminoso, la AASHTO aconseja el uso del valor de **J=2.8**.

Coeficiente de Drenaje

El coeficiente de drenaje (Cd) incorpora el efecto del drenaje en la vida del pavimento rígido. Es análogo a los coeficientes de las capas (m) de los pavimentos flexibles. Considerando un drenaje BUENO, asumimos un valor de Cd=1.0

Especificaciones del Pavimento

Diseño de las Juntas Transversales

Las juntas transversales proveen una configuración ordenada de las grietas que ocurren cuando el hormigón empieza a contraerse. La transferencia de cargas en las juntas se obtiene por medio del encajamiento del agregado. Sin embargo se recomienda el uso de barras de transferencia de acero. Estas barras son cubiertas con pintura epóxica para prevenir la corrosión.

Espaciamiento de Juntas

La separación entre las juntas no debe exceder en pies el doble del espesor de la losa en pulgadas. Tampoco el radio longitud/ancho de la losa no debe exceder 1.25.

Diámetro, Longitud y Espaciamiento de las Barras

El diámetro de las barras no debe ser menor a 1/8 del espesor de la losa. La longitud común es de 400mm y el espaciamiento es de 300mm.

Diseño de los Pasadores en las Juntas Longitudinales

Las juntas longitudinales son las que están a lo largo del pavimento, dividen los carriles. Los pasadores son piezas de acero deformado que sirven para mantener juntos los carriles. Se espera que los pasadores sean flexibles, en tal caso no se deben usar diámetros grandes ni acero inelástico.

Factores de Diseño de los Pasadores Longitudinales

Para determinar las características de los pasadores se introducen los siguientes datos:

- Tipo de Acero, $f_s = 4200 \text{ kg/cm}^2 = 412 \text{ Mpa}$.
- Distancia al borde libre, se mide desde la junta longitudinal al borde del pavimento, $d = 4.00 \text{ m}$.
- Espesor de la losa.
- Factor de Fricción, representa la resistencia entre la capa que existe debajo del pavimento con la losa de hormigón, para sub bases granulares, se recomienda un valor de 1.5.
- Factor de Seguridad, para prevenir de que el acero se esfuerce excesivamente no se permite que alcance mas que el 75% de la resistencia última, este valor es recomendado por la AASHTO.
- Diámetro de las barras.

Diseño de las Juntas y Sellante

El diseño de las juntas de contracción es muy importante en el diseño de pavimentos rígidos. El diseño de la junta debe hacerse con la selección de un sellante apropiado.

Factores de Diseño de las Juntas

Los factores que influyen en el diseño de las juntas son:

- Coeficiente de Expansión Termal, es una medida del cambio de dimensiones del material debido a cambios de temperatura. El tipo de agregado usado en la mezcla es uno de los factores que tiene el mayor impacto. Para el uso de grava como agregado usamos $10.8 \text{E-}6 \text{ mm/mm/}^\circ\text{C}$.
- Rango de Temperatura del Vaciado a la Temperatura mínima, esta temperatura ayuda a saber los cambios en la losa desde su construcción.
- Coeficiente de Contracción por Secado, para estimar este valor se usa la TABLA con un valor de 2800 kPa, el coeficiente de contracción es 0.0006.
- Factor de Ajuste por fricción entre la Losa y Subbase, se usa un factor de ajuste en el movimiento en la junta debido a la resistencia a la fricción a ese movimiento entre la losa y la subbase, para subbases granulares se usa un valor de 0.80.

Propiedades del Sellante

Las propiedades del sellante son:

- Tipo de sellante, se asume el uso de un sellante de material asfaltico con cinta de respaldo.
-

Resultados

Los resultados para los tramos en estudio dan valores que varían en el espesor de la losa. En resumen las dimensiones del pavimento rígido se ven en los siguientes cuadros:

Grafica 1 DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO TRAMO PALOS BLANCOS - CHOERE

The screenshot shows the DIPAV 2.0 software interface. The main window has a menu bar with 'Archivo', 'Herramientas', 'Proyecto', and 'Ayuda'. Below the menu bar is a toolbar with various icons. The main area is divided into tabs: 'Pav. Rig. Via de Servicio', 'Rígido', 'Módulo', 'ESALs', 'Información Adicional', 'Barras de Amarre', 'Reservorio de Juntas', and 'Gráfico'. The 'Rígido' tab is selected. The form contains the following fields and values:

Parameter	Value	Unit
Serviciabilidad Inicial (P_o)	4.5	
Serviciabilidad Final (P_t)	2.5	
Módulo de Rotura del Homigón (S'_c) (MPa) - (psi)	4.2	MPa
Módulo de Elasticidad del Homigón (E) (MPa) - (psi)	19,124.63	MPa
Coefficiente de Drenaje (C_d)	1	
Coefficiente de Transferencia de Cargas (J)	2.8	
Módulo Efectivo de Reacción de la Subrasante (k) (kPa/mm) - (pci)	31	kPa/mm
Confianza (R) (%)	80	
Desviación Estándar (S_o)	0.39	
Número de Ejes Equivalentes ESALs	2,389,937	
Espesor de Losa (mm)	183	

At the bottom of the form, there are two radio buttons: 'Espesor' (selected) and 'ESALs'. There are also two buttons: 'Calcular' and 'Borrar todo'.

DIPAV 2.0

Archivo Herramientas Proyecto Ayuda

Pav. Rig. Via de Servicio

Rigido Módulo ESALS Información Adicional Barras de Amare Reservorio de Juntas Gráfico

Cálculo del TPDA Cálculo de Factores Equivalentes Vehiculares (FC)

Año	VIL, VAGONET	CAMIONETA	MINIBUS	MICROBUS	BUS MEDIANO	BUS GRANDE	MIÓN MEDIAN	ON GRANDE 2	ON GR
2019	122	171	10	11	7	102	22	13	
2020	130	182	10	12	7	108	24	14	
2021	138	193	11	13	8	114	25	15	
2022	146	205	12	14	8	121	27	15	
2023	155	217	12	14	9	129	28	16	
2024	165	230	13	15	9	136	30	17	
2025	175	244	14	16	10	145	32	18	
2026	185	259	15	17	11	154	34	20	
2027	197	275	16	18	11	163	36	21	
2028	208	292	16	19	12	173	38	22	
2029	221	310	17	21	13	183	41	23	
2030	235	329	19	22	13	195	43	25	
2031	249	349	20	23	14	207	46	26	
2032	264	370	21	25	15	219	48	28	
2033	280	392	22	26	16	232	51	30	

Espesor de Losa Asumido (mm) 20 Exportar Periodo de diseño 20

Porcentaje de Trafico en el Camil de Diseno (ESALs)(%) 50 Editar Tipos Nro. de Vehiculos 12

Número de Ejes Equivalentes ESALs 2,389,937 Calcular <===== Ok

DIPAV 2.0

Archivo Herramientas Proyecto Ayuda

Pav. Rig. Via de Servicio

Rigido Módulo ESALS Información Adicional Barras de Amare Reservorio de Juntas Gráfico

Cálculo del TPDA Cálculo de Factores Equivalentes Vehiculares (FC)

	L, VAGONI	AMIONET	MINIBUS	MICROBUS	IS MEDIAN	IS GRAND	ION MEDI	GRANDE	GRANDE	SEMI
Nomenclatura	Eje Delantero	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1er Eje Trasero	1	1	1	1	2	1	1	2	1
	2do Eje Trasero									2
	3er Eje Trasero									
Carga por Eje (ton)	Eje Delantero	0.7	1	3	2.1	4.9	6	3.5	4.6	4.6
	1er Eje Trasero	0.8	1	4	4.3	7.7	15.3	3.5	7.2	7.2
	2do Eje Trasero									11.7
	3er Eje Trasero									
Factor Camión	Eje Delantero	0.0001	0.00028	0.01463	0.00363	0.11084	0.2628	0.02732	0.08492	0.08492
	1er Eje Trasero	0.00014	0.00028	0.04736	0.064	0.77404	1.90459	0.02732	0.57782	0.57782
	2do Eje Trasero									0.5967
	3er Eje Trasero									
Total Ejes Equivalentes		0.00024	0.00056	0.06199	0.06783	0.88468	2.16739	0.05464	0.66274	0.66189
Total Número de Vehiculos		1660385	2325050	131400	154030	94535	1377875	303680	175200	1419485
ESAL's		398	1302	8145	10417	83852	2986392	16593	116112	967649

Espesor de Losa Asumido (mm) 20 Exportar Periodo de diseño 20

Porcentaje de Trafico en el Camil de Diseno (ESALs)(%) 50 Editar Tipos Nro. de Vehiculos 12

Número de Ejes Equivalentes ESALs 2,389,937 Calcular <===== Ok

DIPAV 2.0

Archivo Herramientas Proyecto Ayuda

Pav. Rig. Via de Servicio

Rígido Módulo ESALs Información Adicional Barras de Amarre Reservorio de Juntas Gráfico

Tipo de Capa Base: Mat. Granular

Espesor de Capa Base (mm): 150

Diámetro de Barras Pasajuntas (mm): 25

Longitud de Barras Pasajuntas (cm): 45

Separación entre Barras Pasajuntas (cm): 30

Revestimiento de Barras Pasajuntas: Pintura Anticorrosiva

Separación entre Juntas Transversales (m): 1.5

Espesor de Losa Adoptado (mm): 200

DIPAV 2.0

Archivo Herramientas Proyecto Ayuda

Pav. Rig. Via de Servicio

Rígido Módulo ESALs Información Adicional Barras de Amarre Reservorio de Juntas Gráfico

Coefficiente de Fricción / Losa - Base: 1.5

Calidad del Acero (MPa): 250

Diámetro de la Barra (mm): 10

Distancia al Borde Libre (m): 3

Porcentaje de Resistencia a Tracción: 75

Separación entre Barras (m): 0.71

Área de Acero Requerida (mm²/m): 110.4

Longitud de la Barra (m): 0.46

Calcular

DIPAV 2.0

Archivo Herramientas Proyecto Ayuda

Pav. Rígido Vía de Servicio

Rígido Módulo ESALs Información Adicional Barras de Amarre Reservorio de Juntas Gráfico

Coeficiente de Expansión Térmica (10^{-6} mm/mm/°C) 10.8
 Rango de Temperatura (°C) 15
 Coeficiente de Retracción por Secado (mm/mm) 0.0004
 Coeficiente de Ajuste por Fricción Losa/Base 0.8
 Tipo de Sellador Asfáltico
 Deformación Admisible del Sellador (mm/mm) 0.25
 Factor de Forma del Sellador 1
 Apertura de la Junta (mm) 0.7
 Ancho del Reservorio de Junta (mm) 3
 Profundidad Mínima del Sello (mm) 3
 Profundidad Mínima de Corte de Ampliación (mm) 11

Calcular

ANCHO DEL RESERVORIO DE JUNTA
 SELLO
 PROFUNDIDAD MINIMA DEL SELLO
 TIRA DE RESPALDO (BAKER ROD)
 PROFUNDIDAD MINIMA DE CORTE DE AMPLIACION
 CORTE INICIAL
 APERTURA DE LA JUNTA

Tabla 14
RESULTADOS PAVIMENTO RIGIDO
Tramo Choere - Palos Blancos

	CARPETA ASFALTICA (mm)
Losa de Hormigón	200
Subbase granular	150

Fuente: Aporte del diseño

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El periodo de diseño para la vía de servicio con pavimento rígido se ha fijado en 20 años realizando el mantenimiento de acuerdo a la práctica común para este tipo de pavimentos en nuestro país.
- Con los datos de tráfico normal, generado y derivado y los factores de carga vehiculares se ha procesado el número de Ejes Equivalentes representativos para el periodo de diseño de 20 años.
- Con los valores de tráfico considerado, los espesores del pavimento rígido para la vía de servicio, nos dio un espesor de losa de hormigón de 18 cm asumiendo con fines constructivos y de seguridad un espesor de 20 cm de losa de hormigón y con una capa sub base de 15 cm.
- De acuerdo a los resultados del diseño de las barras de amarre, en la etapa de construcción disponer los pasadores y pasajuntas en separaciones iguales o menores a los calculados, de tal manera que sean concordantes con las dimensiones de las losas.
- Por las características de la vía de servicio se adopta un pavimento rígido para su construcción. El resumen de espesores de capas de pavimento para la vía de servicio son los siguientes:

PAVIMENTO **Tramo Vía de Servicio**

	CARPETA ASFALTICA (mm)
Losa de Hormigón	200
Subbase granular	150

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS PARA DISTINTOS ESPESORES Y ANALISIS DE COSTOS

✓ Para losa de espesor 25cm.

Resultados a nivel mensual para cada predicción del software

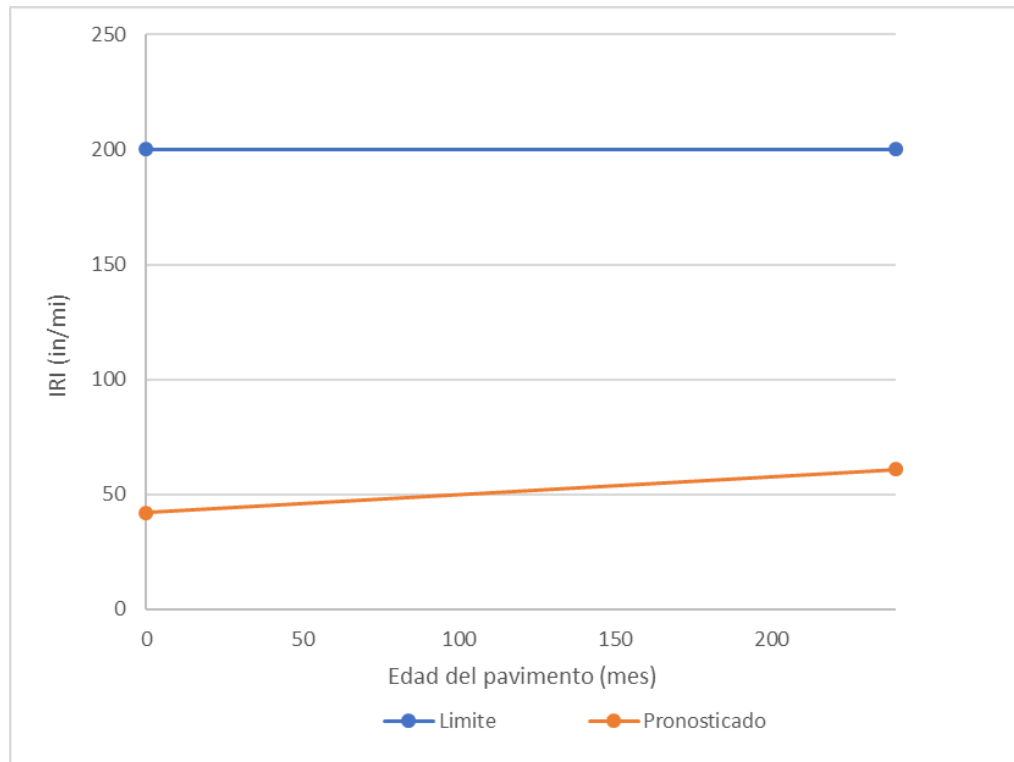
Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)	Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)
1	0.00010	0.000001	42.000	41	0.00184	0.000094	42.401
2	0.00020	0.000002	42.005	42	0.00191	0.000096	42.502
3	0.00030	0.000003	42.008	43	0.00193	0.000097	42.523
4	0.00040	0.000004	42.010	44	0.00196	0.000098	42.529
5	0.00050	0.000005	42.015	45	0.00200	0.000099	42.541
6	0.00051	0.000006	42.018	46	0.00215	0.00010	42.562
7	0.00060	0.000007	42.020	47	0.00222	0.00017	42.571
8	0.00070	0.000008	42.021	48	0.00285	0.00019	42.813
9	0.00072	0.000009	42.035	49	0.00304	0.00022	42.825
10	0.00080	0.000010	42.066	50	0.00310	0.00025	42.846
11	0.00083	0.000015	42.068	51	0.00311	0.00029	42.855
12	0.00090	0.000021	42.071	52	0.00322	0.00030	42.901
13	0.00100	0.000023	42.075	53	0.00335	0.00031	43.000
14	0.00110	0.000026	42.081	54	0.00360	0.00033	43.008
15	0.00112	0.000031	42.086	55	0.00390	0.00036	43.010
16	0.00115	0.000033	42.091	56	0.00410	0.00037	43.025
17	0.00120	0.000035	42.101	57	0.00415	0.00038	43.031
18	0.00121	0.000040	42.107	58	0.00422	0.00042	43.055
19	0.00124	0.000041	42.115	59	0.00425	0.000420	43.061
20	0.00130	0.000042	42.128	60	0.00436	0.000435	43.108
21	0.00133	0.000046	42.136	61	0.00440	0.000455	43.110
22	0.00136	0.000050	42.147	62	0.00460	0.000510	43.115
23	0.00140	0.000052	42.210	63	0.00486	0.000516	43.124
24	0.00141	0.000060	42.221	64	0.00500	0.000536	43.136
25	0.00142	0.000062	42.234	65	0.00510	0.000551	43.185
26	0.00150	0.000063	42.245	66	0.00515	0.000555	43.210
27	0.00153	0.000065	42.261	67	0.00536	0.000576	43.234
28	0.00155	0.000067	42.277	68	0.00555	0.000581	43.241
29	0.00160	0.000068	42.281	69	0.00590	0.000586	43.258
30	0.00161	0.000071	42.301	70	0.00610	0.000601	43.262
31	0.00162	0.000073	42.304	71	0.00620	0.000606	43.281
32	0.00164	0.000075	42.310	72	0.00635	0.000610	43.289
33	0.00170	0.000077	42.318	73	0.00645	0.000619	43.291
34	0.00171	0.000078	42.325	74	0.00667	0.000623	43.302
35	0.00172	0.000080	42.331	75	0.00701	0.000649	43.326
36	0.00173	0.000081	42.346	76	0.00715	0.000656	43.332
37	0.00174	0.000083	42.361	77	0.00736	0.000659	43.345
38	0.00180	0.000085	42.374	78	0.00740	0.000663	43.355
39	0.00181	0.000090	42.385	79	0.00750	0.000671	43.419
40	0.00182	0.000092	42.394	80	0.00760	0.000674	43.451
41	0.00184	0.000094	42.401	81	0.00800	0.000676	43.501

Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)	Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)
82	0.00814	0.000716	43.521	128	0.0905	0.000915	47.000
83	0.00816	0.000721	43.618	129	0.0925	0.000930	47.102
84	0.00819	0.000725	43.721	130	0.0956	0.000934	47.115
85	0.00826	0.000728	43.736	131	0.0975	0.000940	47.121
86	0.00831	0.000731	43.745	132	0.100	0.000941	47.312
87	0.00837	0.000733	43.759	133	0.125	0.000950	47.356
88	0.00843	0.000739	43.761	134	0.145	0.000953	47.451
89	0.00846	0.000743	43.770	135	0.189	0.000961	47.551
90	0.00847	0.000746	43.780	136	0.245	0.000970	47.569
91	0.00850	0.000747	43.801	137	0.275	0.000980	47.661
92	0.00855	0.000751	43.811	138	0.310	0.000983	47.680
93	0.00861	0.000752	43.901	139	0.335	0.000987	47.698
94	0.00863	0.000760	44.120	140	0.356	0.00099	48.100
95	0.00865	0.000766	44.132	141	0.378	0.0010	48.121
96	0.00870	0.000769	44.145	142	0.415	0.00115	48.136
97	0.00872	0.000770	44.152	143	0.474	0.00121	48.141
98	0.00876	0.00079	44.161	144	0.512	0.00126	48.256
99	0.00879	0.00081	44.185	145	0.533	0.00130	48.331
100	0.00882	0.000814	44.201	146	0.606	0.00133	48.410
101	0.00889	0.000816	44.212	147	0.623	0.00136	48.423
102	0.00891	0.000819	44.223	148	0.689	0.00140	48.521
103	0.00901	0.000826	44.230	149	0.701	0.00143	48.623
104	0.00905	0.000831	44.415	150	0.725	0.00145	48.715
105	0.00925	0.000837	44.489	151	0.756	0.00147	48.812
106	0.00946	0.000843	44.515	152	0.801	0.00151	49.251
107	0.00955	0.000846	44.523	153	0.832	0.00155	49.301
108	0.00967	0.000847	44.531	154	0.856	0.00156	49.323
109	0.0100	0.000850	44.551	155	0.900	0.00161	49.331
110	0.0155	0.000855	44.568	156	0.911	0.00163	49.352
111	0.0168	0.000861	44.601	157	0.956	0.00169	49.410
112	0.0257	0.000863	44.780	158	0.988	0.00170	49.425
113	0.0321	0.000865	45.010	159	1.000	0.00174	49.436
114	0.0351	0.000870	45.012	160	1.002	0.00176	49.441
115	0.0369	0.000872	45.250	161	1.101	0.00177	49.452
116	0.0451	0.000876	45.315	162	1.144	0.00211	49.601
117	0.0489	0.000879	45.320	163	1.166	0.00215	49.615
118	0.0561	0.000882	45.330	164	1.250	0.00219	49.624
119	0.0621	0.000889	46.250	165	1.333	0.00222	49.701
120	0.0678	0.000891	46.301	166	1.375	0.00285	49.710
121	0.0698	0.000901	46.312	167	1.388	0.00289	49.725
122	0.0715	0.000905	46.330	168	1.412	0.00292	49.728
123	0.0736	0.000906	46.333	169	1.436	0.00296	49.731
124	0.0815	0.000907	46.341	170	1.520	0.00300	49.740
125	0.0866	0.000908	46.412	171	1.545	0.00309	49.851
126	0.0878	0.000909	46.428	172	1.620	0.00310	49.991
127	0.0901	0.000911	46.437	173	1.715	0.00316	50.100

Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)	Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)
174	2.105	0.00318	50.125	208	3.415	0.0389	55.201
175	2.136	0.00319	50.136	209	3.463	0.0406	55.456
176	2.144	0.00321	50.145	210	3.478	0.0456	55.632
177	2.174	0.00327	50.158	211	3.510	0.0509	56.102
178	2.302	0.00330	50.161	212	3.522	0.0589	56.159
179	2.356	0.00336	50.267	213	3.536	0.0615	56.230
180	2.405	0.00341	50.310	214	3.601	0.0628	56.258
181	2.511	0.00349	50.325	215	3.621	0.0631	56.321
182	2.555	0.00356	50.331	216	3.636	0.0646	56.415
183	2.602	0.00361	50.348	217	3.645	0.0651	56.523
184	2.617	0.00366	50.351	218	3.701	0.0667	56.652
185	2.689	0.00371	50.621	219	3.725	0.0701	56.714
186	2.707	0.00382	50.758	220	3.734	0.0715	57.001
187	2.711	0.00387	51.020	221	3.810	0.0726	57.336
188	2.722	0.00394	51.125	222	3.825	0.0729	57.451
189	2.736	0.00401	51.321	223	3.845	0.0731	57.523
190	2.744	0.00450	51.451	224	3.913	0.0736	57.621
191	2.767	0.00501	51.620	225	4.015	0.0744	58.002
192	2.801	0.00574	51.715	226	4.122	0.0749	58.112
193	2.812	0.00601	52.010	227	4.225	0.0760	58.159
194	2.826	0.00689	52.140	228	4.249	0.0785	58.251
195	2.849	0.00700	52.250	229	4.310	0.0796	58.561
196	2.915	0.00736	52.310	230	4.341	0.0805	59.210
197	2.947	0.00816	52.333	231	4.451	0.0834	59.351
198	3.010	0.00849	52.348	232	4.500	0.0861	59.461
199	3.105	0.00951	52.415	233	4.502	0.0870	59.610
200	3.145	0.0100	53.150	234	4.569	0.0872	59.655
201	3.157	0.0120	53.495	235	4.610	0.0875	59.661
202	3.163	0.0150	53.620	236	4.650	0.0881	59.701
203	3.177	0.0210	54.251	237	4.667	0.0886	59.807
204	3.214	0.0236	54.320	238	4.689	0.0888	60.352
205	3.225	0.0249	54.451	239	4.691	0.0901	60.851
206	3.360	0.0303	54.621	240	4.7	0.0910	61
207	3.401	0.0356	54.751				

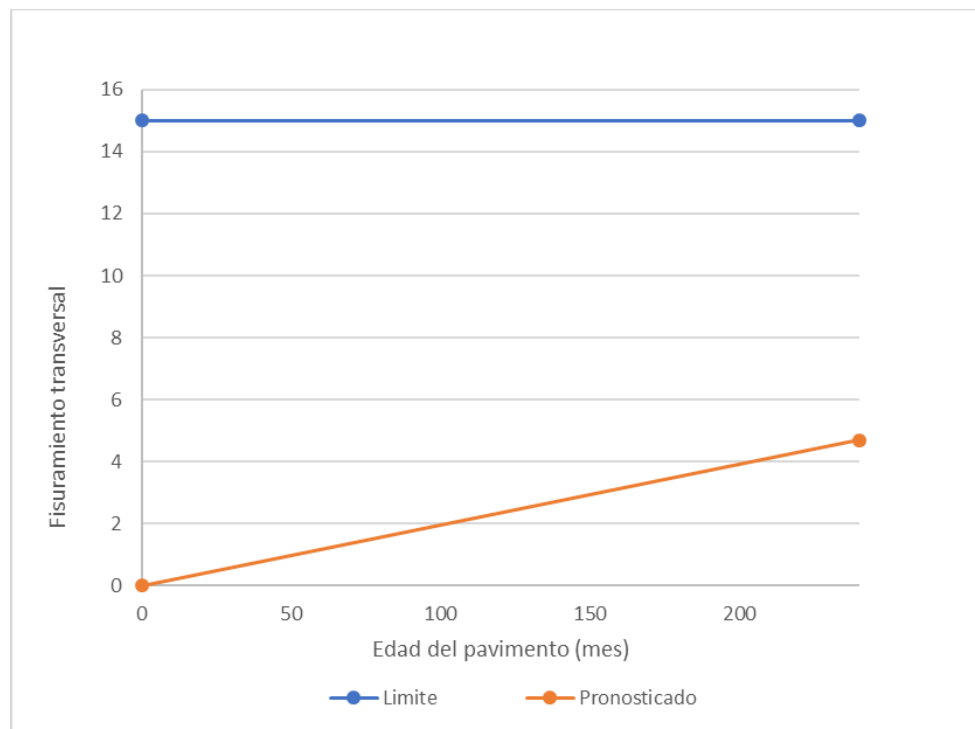
✓ IRI

Criterio de rendimiento	Deterioro especificado	Confiabilidad deseada	Deterioro pronosticado	Confiabilidad pronosticada	¿Aceptable?
Terminal IRI (in/mi)	200	80	61	95	cumple



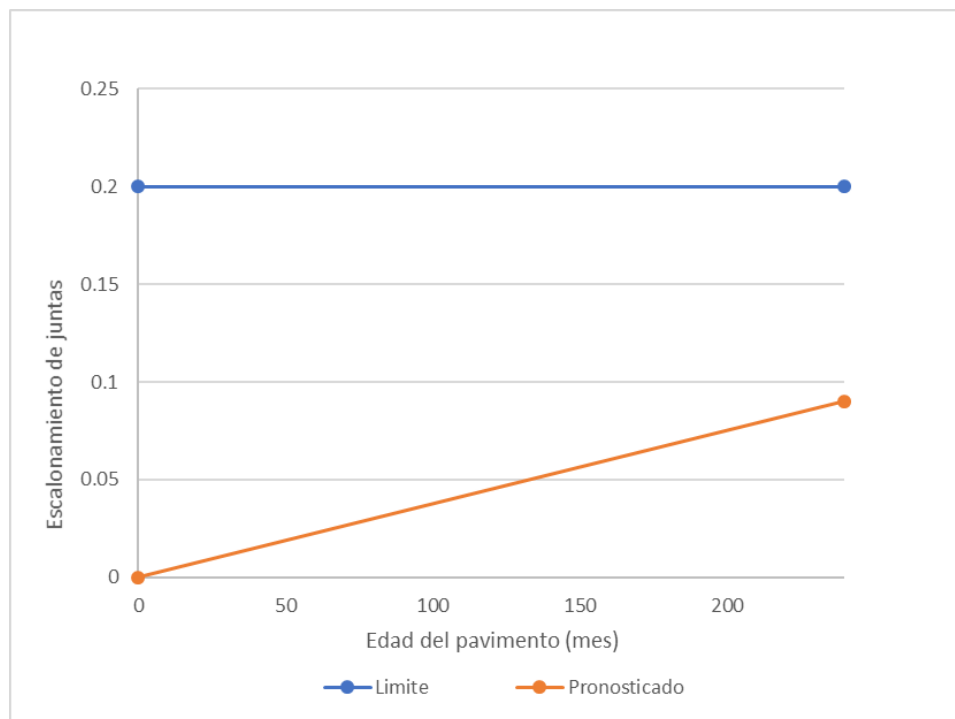
✓ Fisuramiento transversal

Criterio de rendimiento	Deterioro especificado	Confiabilidad deseada	Deterioro pronosticado	Confiabilidad pronosticada	¿Aceptable?
Fisuramiento Transversal (% de losas fisuradas)	15	80	4.7	99.99	cumple



✓ Escalonamiento de juntas (in)

Criterio de rendimiento	Deterioro especificado	Confiabilidad deseada	Deterioro pronosticado	Confiabilidad pronosticada	¿Aceptable?
Escalonamiento Promedio de juntas (in)	0.20	80	0.09	98	cumple



✓ Para losa de espesor 20cm.

Resultados a nivel mensual para cada predicción del software

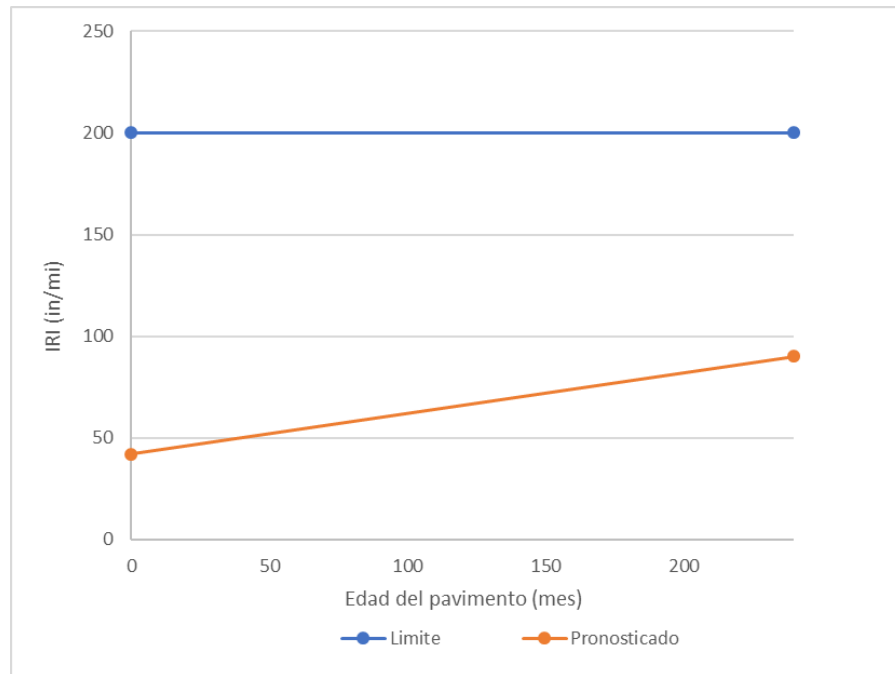
Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)	Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)
1	0.001	0.0001	42.000	41	0.449	0.000713	48.719
2	0.004	0.00017	42.281	42	0.466	0.000721	49.073
3	0.007	0.00019	42.435	43	0.485	0.000725	49.244
4	0.011	0.00022	42.593	44	0.504	0.000728	49.422
5	0.016	0.00025	42.748	45	0.522	0.000731	49.597
6	0.021	0.00029	42.908	46	0.542	0.000733	49.775
7	0.027	0.00030	43.068	47	0.561	0.000739	49.951
8	0.034	0.00031	43.221	48	0.581	0.000743	50.130
9	0.040	0.00033	43.382	49	0.601	0.000746	50.309
10	0.048	0.00036	43.540	50	0.620	0.000747	50.486
11	0.055	0.00037	43.702	51	0.641	0.000751	50.665
12	0.064	0.00038	43.861	52	0.662	0.000752	50.842
13	0.072	0.000412	44.024	53	0.683	0.000760	51.024
14	0.081	0.000420	44.186	54	0.705	0.000766	51.045
15	0.090	0.000435	44.347	55	0.727	0.000769	51.062
16	0.099	0.000455	44.510	56	0.749	0.000770	51.085
17	0.110	0.000510	44.671	57	0.771	0.00079	51.101
18	0.120	0.000516	44.837	58	0.794	0.00081	51.115
19	0.131	0.000536	45.003	59	0.816	0.000814	51.121
20	0.142	0.000551	45.161	60	0.840	0.000816	51.126
21	0.153	0.000555	45.327	61	0.864	0.000819	51.135
22	0.165	0.000576	45.492	62	0.886	0.000826	51.141
23	0.177	0.000581	45.659	63	0.911	0.000831	51.145
24	0.190	0.000586	45.824	64	0.935	0.000837	51.151
25	0.203	0.000601	45.992	65	0.960	0.000843	51.161
26	0.215	0.000606	46.160	66	0.985	0.000846	51.171
27	0.228	0.000610	46.326	67	1.010	0.000847	51.182
28	0.242	0.000619	46.495	68	1.036	0.000850	51.195
29	0.256	0.000623	46.662	69	1.061	0.000855	51.201
30	0.270	0.000649	46.833	70	1.088	0.000861	51.206
31	0.285	0.000656	47.005	71	1.113	0.000863	51.210
32	0.300	0.000659	47.168	72	1.141	0.000865	51.215
33	0.315	0.000663	47.340	73	1.169	0.000870	51.218
34	0.331	0.000671	47.510	74	1.194	0.000872	51.225
35	0.346	0.000674	47.683	75	1.222	0.000876	51.229
36	0.363	0.000676	47.853	76	1.249	0.000879	51.279
37	0.380	0.000683	48.027	77	1.278	0.000882	51.285
38	0.396	0.000689	48.201	78	1.306	0.000889	51.301
39	0.413	0.000699	48.372	79	1.335	0.000891	51.335
40	0.431	0.000711	48.547	80	1.364	0.000901	51.346
41	0.449	0.000713	48.719	81	1.393	0.000905	51.351

Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)	Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)
82	1.423	0.000910	51.361	128	3.090	0.00318	63.605
83	1.452	0.000930	51.365	129	3.132	0.00319	63.759
84	1.483	0.000934	51.372	130	3.176	0.00321	64.512
85	1.514	0.000940	51.385	131	3.219	0.00327	64.359
86	1.543	0.000941	51.396	132	3.264	0.00330	65.001
87	1.575	0.000950	51.405	133	3.309	0.00336	65.325
88	1.606	0.000953	51.410	134	3.352	0.00341	65.421
89	1.638	0.000961	51.415	135	3.397	0.00349	65.523
90	1.669	0.000970	51.420	136	3.442	0.00356	65.601
91	1.702	0.000980	51.422	137	3.488	0.00361	65.659
92	1.734	0.000983	51.429	138	3.533	0.00366	65.715
93	1.766	0.000987	51.435	139	3.580	0.00371	66.151
94	1.800	0.00099	51.456	140	3.627	0.00382	66.325
95	1.832	0.0010	51.461	141	3.672	0.00387	66.667
96	1.867	0.00115	51.469	142	3.719	0.00394	67.415
97	1.901	0.00121	51.510	143	3.765	0.00401	67.659
98	1.933	0.00126	51.516	144	3.814	0.00450	68.125
99	1.968	0.00130	51.523	145	3.863	0.00501	68.529
100	2.002	0.00133	51.605	146	3.908	0.00574	68.758
101	2.038	0.00136	51.705	147	3.957	0.00601	69.010
102	2.073	0.00140	52.021	148	4.005	0.00689	69.458
103	2.109	0.00143	52.110	149	4.055	0.00700	69.625
104	2.145	0.00145	52.265	150	4.103	0.00736	70.150
105	2.180	0.00147	52.456	151	4.153	0.00816	70.255
106	2.217	0.00151	52.551	152	4.204	0.00849	70.359
107	2.253	0.00155	52.568	153	4.253	0.00951	70.458
108	2.291	0.00156	52.586	154	4.304	0.0100	70.659
109	2.329	0.00161	52.789	155	4.353	0.0120	71.115
110	2.364	0.00163	53.105	156	4.405	0.0150	71.259
111	2.402	0.00169	53.698	157	4.458	0.0210	71.351
112	2.440	0.00170	54.052	158	4.506	0.0236	71.400
113	2.479	0.00174	54.647	159	4.558	0.0249	71.605
114	2.517	0.00176	55.051	160	4.610	0.0303	71.659
115	2.557	0.00177	56.089	161	4.663	0.0356	71.895
116	2.597	0.00211	56.895	162	4.715	0.0389	72.145
117	2.635	0.00215	57.259	163	4.769	0.0406	72.254
118	2.676	0.00219	58.001	164	4.823	0.0456	72.301
119	2.715	0.00222	58.745	165	4.875	0.0509	72.356
120	2.756	0.00285	59.321	166	4.930	0.0589	72.401
121	2.798	0.00289	60.151	167	4.983	0.0615	72.415
122	2.836	0.00292	60.656	168	5.039	0.0628	72.456
123	2.878	0.00296	60.988	169	5.095	0.0631	72.511
124	2.919	0.00300	61.254	170	5.146	0.0646	72.605
125	2.962	0.00309	61.655	171	5.202	0.0651	72.789
126	3.004	0.00310	62.748	172	5.257	0.0667	72.901
127	3.047	0.00316	63.558	173	5.314	0.0701	73.001

Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)	Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)
174	5.369	0.0715	73.125	208	7.454	0.0975	78.015
175	5.427	0.0726	73.251	209	7.522	0.0978	78.215
176	5.484	0.0729	73.301	210	7.588	0.0981	78.321
177	5.540	0.0731	73.315	211	7.656	0.0983	78.561
178	5.598	0.0736	73.656	212	7.724	0.0986	78.601
179	5.655	0.0744	74.015	213	7.790	0.0989	78.855
180	5.714	0.0749	74.258	214	7.859	0.0991	79.002
181	5.774	0.0760	74.359	215	7.926	0.0995	79.212
182	5.830	0.0785	74.451	216	7.996	0.0997	79.331
183	5.890	0.0796	74.656	217	8.067	0.0999	79.458
184	5.949	0.0805	75.020	218	8.130	0.100	79.561
185	6.009	0.0834	75.090	219	8.201	0.102	79.661
186	6.068	0.0861	75.111	220	8.270	0.103	79.752
187	6.129	0.0870	75.125	221	8.341	0.104	79.851
188	6.190	0.0872	75.321	222	8.411	0.105	80.001
189	6.250	0.0875	75.456	223	8.482	0.106	80.015
190	6.311	0.0881	75.565	224	8.554	0.107	80.115
191	6.371	0.0886	75.661	225	8.624	0.108	80.200
192	6.434	0.0888	75.755	226	8.696	0.110	81.253
193	6.497	0.0901	76.056	227	8.766	0.113	82.712
194	6.555	0.0910	76.101	228	8.840	0.116	83.000
195	6.618	0.0916	76.218	229	8.914	0.122	83.745
196	6.680	0.0922	76.302	230	8.983	0.125	84.656
197	6.745	0.0926	76.351	231	9.058	0.127	85.017
198	6.807	0.0931	76.489	232	9.130	0.131	85.759
199	6.871	0.0935	76.659	233	9.205	0.133	85.859
200	6.936	0.0941	76.759	234	9.277	0.136	86.211
201	6.999	0.0943	76.851	235	9.352	0.139	87.458
202	7.064	0.0945	77.001	236	9.428	0.141	87.659
203	7.127	0.0947	77.151	237	9.501	0.143	88.015
204	7.194	0.0951	77.252	238	9.576	0.145	88.356
205	7.261	0.0955	77.351	239	9.650	0.148	89.605
206	7.322	0.0961	77.451	240	9.727	0.150	89.905
207	7.389	0.0970	77.501				

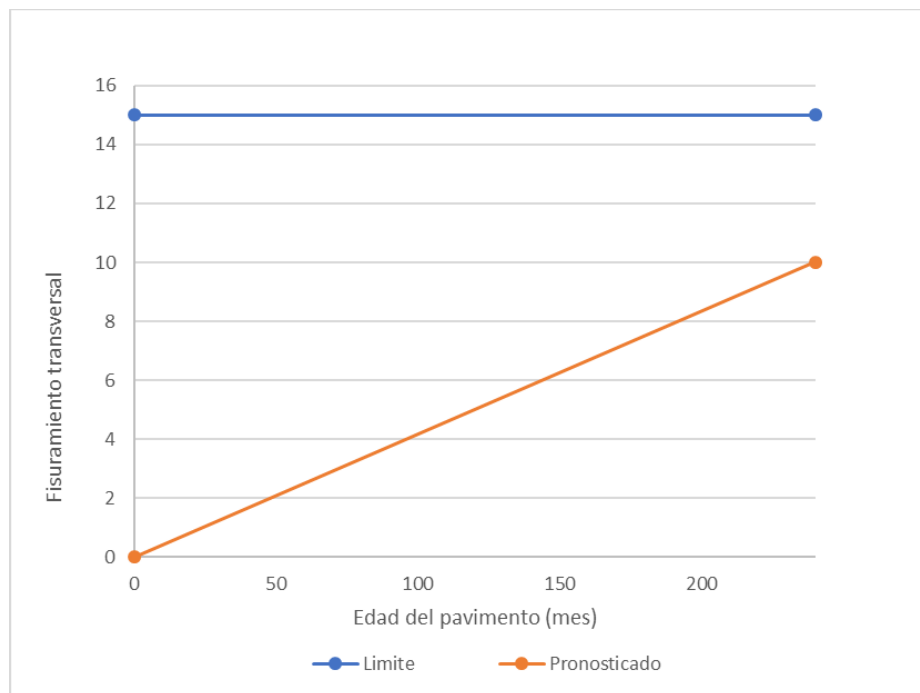
✓ IRI

Criterio de rendimiento	Deterioro especificado	Confiabilidad deseada	Deterioro pronosticado	Confiabilidad pronosticada	¿Aceptable?
Terminal IRI (in/mi)	200	80	90	100	cumple



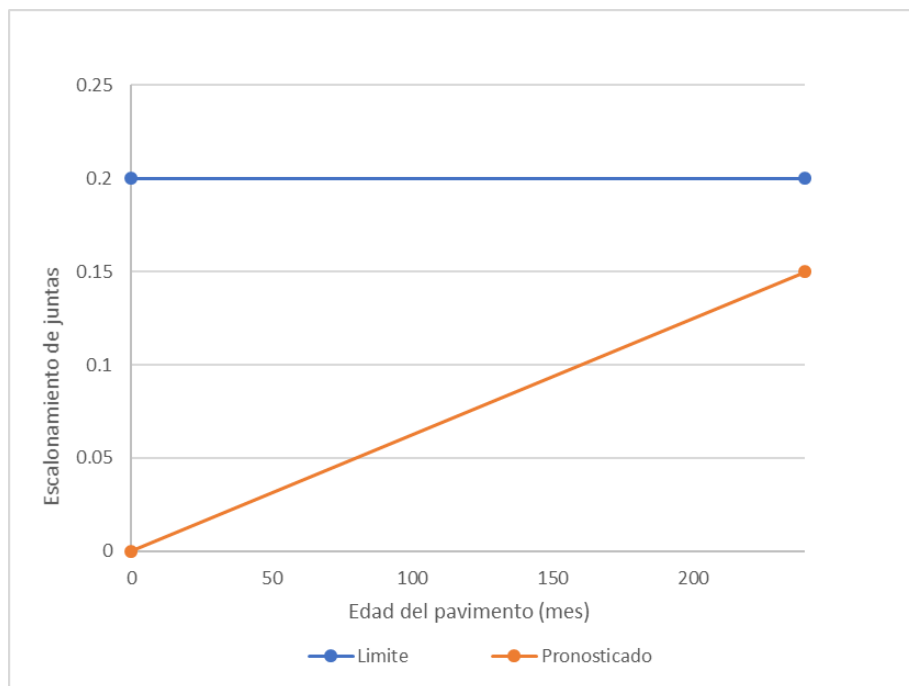
✓ Fisuramiento transversal

Criterio de rendimiento	Deterioro especificado	Confiabilidad deseada	Deterioro pronosticado	Confiabilidad pronosticada	Aceptable?
Fisuramiento Transversal (% de losas fisuradas)	15	80	10	99.74	cumple



✓ Escalonamiento de juntas (in)

Criterio de rendimiento	Deterioro especificado	Confiabilidad deseada	Deterioro pronosticado	Confiabilidad pronosticada	¿Aceptable?
Escalonamiento Promedio de juntas (in)	0.20	80	0.15	99.99	cumple



✓ **Para losa de espesor 18cm.**

Resultados a nivel mensual para cada predicción del software.

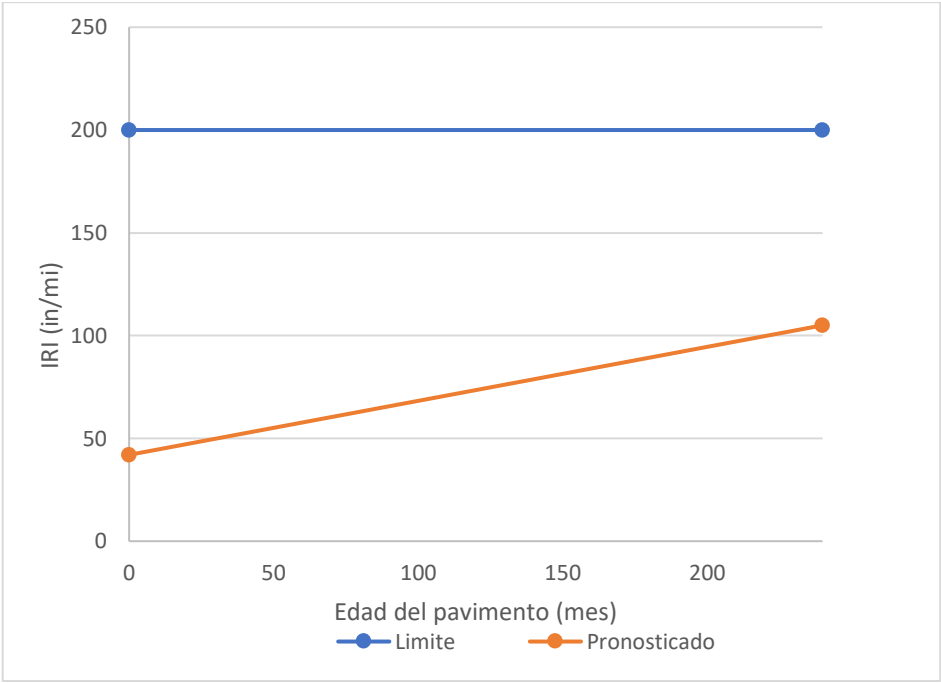
Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)	Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)
1	0.001	0.0001	42.000	41	0.455	0.000927	48.720
2	0.0015	0.00023	42.381	42	0.472	0.000981	49.001
3	0.0017	0.00027	42.452	43	0.481	0.00100	49.110
4	0.021	0.00032	42.801	44	0.495	0.00105	49.215
5	0.022	0.00035	42.836	45	0.521	0.00110	49.410
6	0.024	0.000361	43.125	46	0.530	0.00115	49.618
7	0.027	0.000402	43.345	47	0.541	0.00121	49.718
8	0.031	0.000415	43.495	48	0.556	0.00129	49.825
9	0.035	0.000419	44.018	49	0.574	0.00140	50.001
10	0.040	0.00043	44.235	50	0.588	0.00146	50.018
11	0.043	0.000451	44.285	51	0.605	0.00161	50.105
12	0.047	0.00047	44.323	52	0.625	0.00180	50.129
13	0.051	0.000480	44.359	53	0.649	0.00211	50.235
14	0.059	0.000486	44.389	54	0.661	0.00219	50.652
15	0.075	0.0005	44.422	55	0.686	0.00228	51.062
16	0.082	0.000511	44.459	56	0.751	0.00236	51.121
17	0.095	0.000545	44.478	57	0.765	0.00251	51.252
18	0.105	0.000562	44.523	58	0.782	0.00278	51.354
19	0.108	0.000570	44.589	59	0.811	0.00285	51.451
20	0.115	0.00061	44.601	60	0.826	0.00300	51.623
21	0.153	0.00062	44.675	61	0.835	0.00306	51.842
22	0.159	0.000631	44.723	62	0.886	0.00309	52.215
23	0.164	0.00065	44.759	63	0.971	0.00314	52.325
24	0.178	0.00066	44.786	64	0.985	0.00325	52.415
25	0.183	0.000671	44.850	65	1.016	0.00331	52.615
26	0.195	0.000679	45.020	66	1.021	0.00342	52.718
27	0.198	0.000680	45.036	67	1.029	0.00356	52.825
28	0.210	0.000685	45.352	68	1.031	0.00361	53.115
29	0.225	0.000701	45.625	69	1.042	0.00370	53.222
30	0.236	0.000735	46.213	70	1.062	0.00379	53.646
31	0.255	0.000741	46.514	71	1.089	0.00385	53.832
32	0.286	0.00077	46.825	72	1.149	0.00399	54.008
33	0.292	0.00081	47.141	73	1.162	0.00401	54.123
34	0.315	0.00084	47.418	74	1.174	0.00416	54.225
35	0.324	0.000851	47.745	75	1.199	0.00429	54.312
36	0.332	0.000861	47.895	76	1.216	0.00435	54.465
37	0.365	0.000879	48.008	77	1.229	0.00448	54.721
38	0.396	0.000891	48.115	78	1.279	0.00456	54.863
39	0.400	0.000903	48.345	79	1.295	0.00459	55.000
40	0.415	0.000911	48.625	80	1.300	0.00468	55.145
41	0.455	0.000927	48.720	81	1.333	0.00470	55.333

Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)	Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)
82	1.418	0.00475	55.481	128	3.601	0.00995	65.235
83	1.444	0.00481	55.512	129	3.617	0.0100	64.251
84	1.462	0.00490	55.723	130	3.645	0.0105	65.155
85	1.487	0.00501	55.800	131	3.663	0.0109	65.268
86	1.506	0.00508	55.912	132	3.701	0.0112	66.012
87	1.525	0.00513	56.011	133	3.714	0.0119	66.656
88	1.577	0.00527	56.095	134	3.731	0.0126	67.019
89	1.750	0.00532	56.111	135	3.749	0.0135	67.898
90	1.785	0.00539	56.212	136	3.789	0.0141	68.212
91	1.831	0.00544	56.320	137	3.850	0.0149	68.565
92	1.856	0.00549	56.412	138	3.861	0.0153	69.256
93	1.911	0.00556	56.511	139	3.882	0.0158	70.000
94	1.930	0.00567	56.725	140	3.902	0.0162	70.211
95	1.955	0.00584	56.817	141	3.951	0.0169	70.789
96	1.979	0.00598	57.056	142	3.974	0.0178	71.236
97	2.001	0.00612	57.122	143	4.010	0.0185	71.456
98	2.019	0.00623	57.214	144	4.019	0.0191	71.623
99	2.026	0.00635	57.321	145	4.078	0.0196	72.351
100	2.056	0.00655	57.415	146	4.109	0.0200	72.541
101	2.108	0.00676	57.555	147	4.122	0.0208	72.662
102	2.115	0.00700	57.623	148	4.136	0.0214	72.725
103	2.109	0.00703	57.819	149	4.141	0.0222	73.003
104	2.178	0.00712	58.011	150	4.188	0.0228	73.215
105	2.222	0.00726	58.108	151	4.301	0.0233	73.351
106	2.321	0.00737	58.351	152	4.335	0.0236	73.651
107	2.450	0.00749	58.519	153	4.495	0.0240	74.107
108	2.501	0.00761	58.625	154	4.511	0.0248	74.256
109	2.515	0.00785	58.789	155	4.555	0.0255	74.462
110	2.570	0.00796	59.216	156	4.612	0.0261	74.598
111	2.589	0.00801	59.346	157	4.635	0.0301	74.771
112	2.610	0.00819	59.715	158	4.659	0.0333	75.032
113	2.636	0.00828	59.925	159	4.716	0.0341	75.451
114	2.649	0.00847	60.011	160	4.729	0.0359	75.621
115	2.661	0.00851	60.333	161	4.809	0.0378	76.123
116	2.701	0.00863	60.425	162	4.856	0.0389	76.265
117	2.719	0.00870	60.589	163	4.901	0.0406	77.001
118	2.731	0.00885	61.121	164	5.111	0.0425	77.321
119	2.742	0.00891	61.512	165	5.215	0.0438	77.523
120	2.756	0.00900	61.878	166	5.333	0.0445	77.621
121	2.849	0.00911	62.415	167	5.451	0.0452	78.010
122	2.888	0.00923	62.982	168	5.509	0.0459	78.321
123	3.000	0.00935	63.017	169	5.615	0.0461	78.427
124	3.125	0.00942	63.519	170	5.655	0.0472	78.631
125	3.341	0.00956	64.002	171	5.789	0.0477	79.151
126	3.566	0.00962	64.512	172	5.856	0.0481	79.418
127	3.585	0.00987	64.819	173	5.915	0.0501	79.623

Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)	Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)
174	5.941	0.0512	80.026	208	8.056	0.107	91.325
175	5.956	0.0519	80.261	209	8.116	0.108	91.489
176	5.963	0.0523	80.451	210	8.252	0.109	91.999
177	6.010	0.0526	81.127	211	8.333	0.110	92.056
178	6.015	0.0540	81.261	212	8.415	0.112	92.341
179	6.048	0.0549	81.561	213	8.565	0.114	92.456
180	6.114	0.0552	82.259	214	8.723	0.116	93.145
181	6.219	0.0600	82.456	215	8.881	0.120	93.423
182	6.235	0.0606	82.565	216	9.022	0.121	93.500
183	6.306	0.0618	82.951	217	9.141	0.122	93.612
184	6.356	0.0625	83.014	218	9.245	0.124	94.015
185	6.386	0.0638	83.333	219	9.313	0.126	94.222
186	6.401	0.0651	83.459	220	9.450	0.130	94.356
187	6.425	0.0662	83.782	221	9.521	0.131	94.516
188	6.436	0.0678	84.261	222	9.565	0.133	94.623
189	6.509	0.0710	84.521	223	9.601	0.135	94.789
190	6.579	0.0729	85.001	224	9.656	0.138	95.018
191	6.605	0.0735	85.411	225	9.715	0.141	95.236
192	6.649	0.0738	85.623	226	9.759	0.144	95.481
193	6.656	0.0743	86.102	227	9.801	0.146	95.781
194	6.675	0.0749	86.389	228	9.895	0.149	95.891
195	6.700	0.0750	86.812	229	10.123	0.150	96.100
196	6.719	0.0758	87.231	230	10.135	0.153	96.152
197	6.729	0.0789	87.894	231	10.231	0.154	96.321
198	6.818	0.0813	88.103	232	10.256	0.155	96.451
199	6.856	0.0859	88.265	233	10.312	0.156	96.591
200	7.315	0.0904	89.014	234	10.435	0.157	96.789
201	7.359	0.0923	89.512	235	10.525	0.158	96.911
202	7.421	0.0961	89.891	236	10.556	0.159	97.000
203	7.506	0.0985	90.002	237	10.675	0.160	97.015
204	7.568	0.0990	90.215	238	10.787	0.161	97.056
205	7.777	0.100	90.489	239	10.799	0.162	97.068
206	7.850	0.101	90.891	240	10.857	0.163	97.096
207	8.008	0.105	91.189				

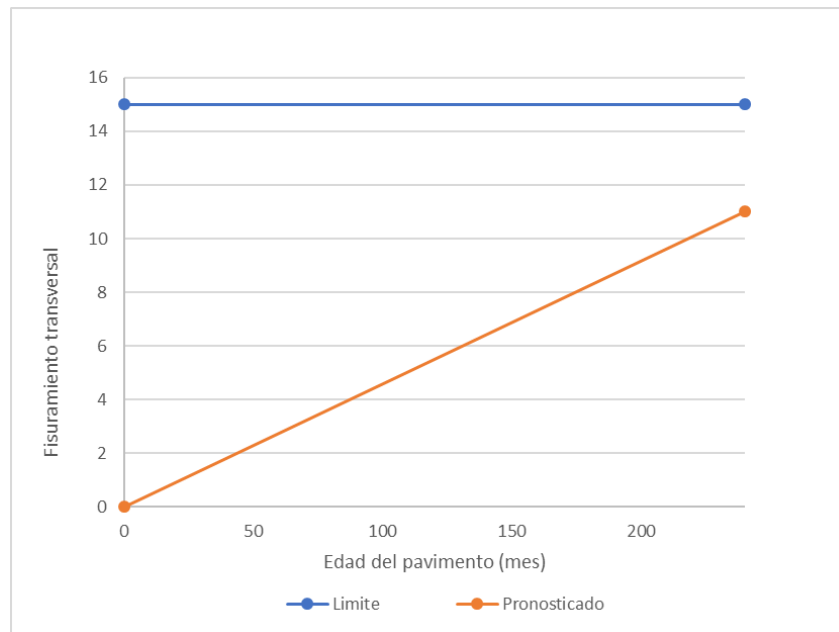
✓ IRI

Criterio de rendimiento	Deterioro especificado	Confiabilidad deseada	Deterioro pronosticado	Confiabilidad pronosticada	¿Aceptable?
Terminal IRI (in/mi)	200	80	98	95	cumple



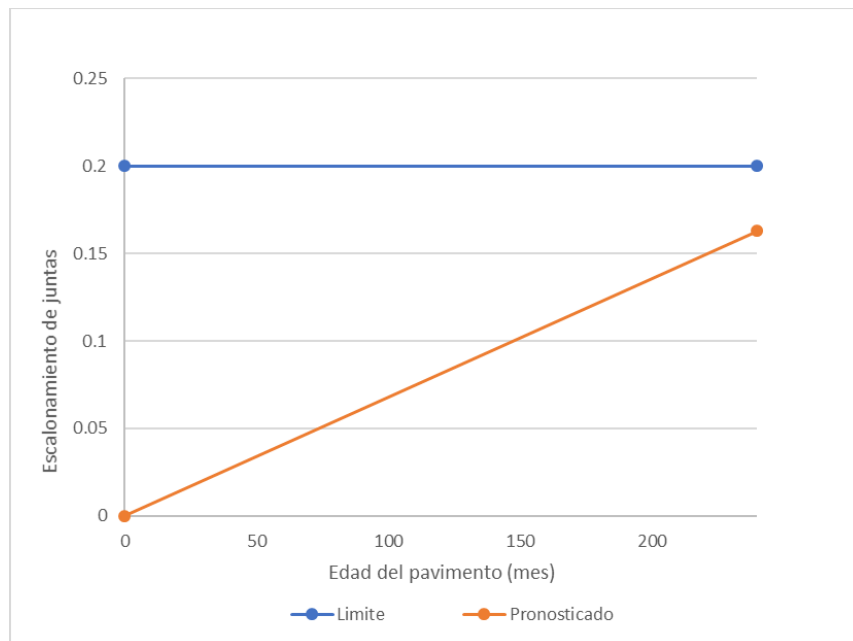
✓ Fisuramiento transversal

Criterio de rendimiento	Deterioro especificado	Confiabilidad deseada	Deterioro pronosticado	Confiabilidad pronosticada	¿Aceptable?
Fisuramiento Transversal (% de losas fisuradas)	15	80	11	86	cumple



✓ Escalonamiento de juntas (in)

Criterio de rendimiento	Deterioro especificado	Confiabilidad deseada	Deterioro pronosticado	Confiabilidad pronosticada	¿Aceptable?
Escalonamiento Promedio de juntas (in)	0.20	80	0.163	98	cumple



✓ **Para losa de espesor 16cm.**

Resultados a nivel mensual para cada predicción del software.

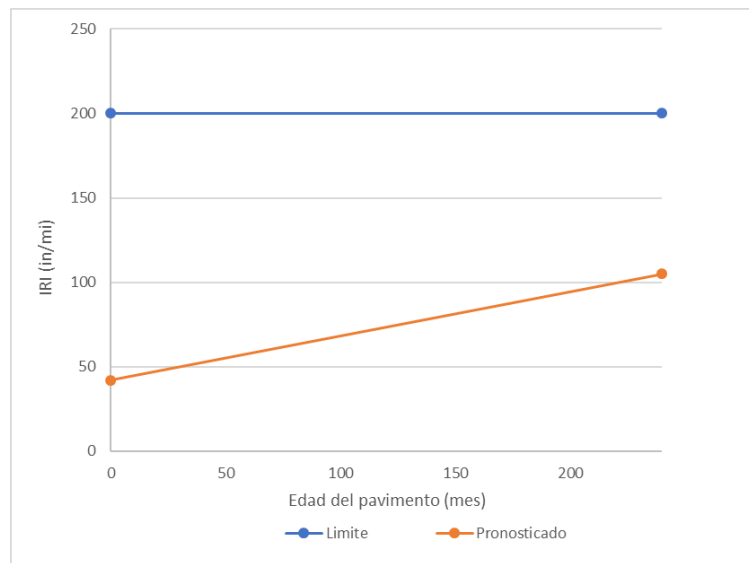
Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)	Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)
1	0.0051	0.00015	42.000	41	0.374	0.00095	49.345
2	0.0072	0.00018	42.556	42	0.400	0.001	49.561
3	0.0090	0.00023	42.601	43	0.412	0.00103	49.678
4	0.0121	0.00028	42.705	44	0.428	0.0011	50.016
5	0.0145	0.00033	43.015	45	0.476	0.0014	50.089
6	0.0201	0.00035	43.124	46	0.495	0.0015	50.124
7	0.0215	0.00039	43.451	47	0.515	0.00155	50.257
8	0.0256	0.00044	44.008	48	0.522	0.0016	50.321
9	0.0310	0.00047	44.017	49	0.537	0.00164	50.451
10	0.0361	0.00048	44.028	50	0.569	0.00167	51.000
11	0.0378	0.00049	44.104	51	0.578	0.0017	51.014
12	0.0400	0.00050	44.123	52	0.609	0.00172	51.018
13	0.0410	0.00051	44.145	53	0.621	0.00188	51.111
14	0.0422	0.000513	44.210	54	0.646	0.0020	51.128
15	0.0451	0.000521	44.325	55	0.658	0.0024	51.135
16	0.0561	0.000532	44.421	56	0.689	0.0025	51.147
17	0.0621	0.000539	44.428	57	0.710	0.00261	51.169
18	0.0689	0.00056	44.681	58	0.736	0.0028	51.750
19	0.0789	0.00057	44.751	59	0.758	0.00286	52.150
20	0.0815	0.00062	44.823	60	0.786	0.0031	52.250
21	0.0888	0.00065	45.001	61	0.810	0.00315	52.650
22	0.0914	0.00067	45.023	62	0.846	0.00323	53.015
23	0.0956	0.000675	45.089	63	0.861	0.00335	53.100
24	0.0989	0.000681	45.108	64	0.878	0.00346	53.145
25	0.102	0.000686	45.212	65	0.912	0.0036	53.256
26	0.110	0.00069	45.415	66	0.923	0.00364	53.578
27	0.132	0.000692	45.528	67	0.945	0.00371	54.021
28	0.145	0.000694	45.714	68	0.968	0.0039	54.128
29	0.165	0.0007	46.313	69	0.981	0.0040	54.351
30	0.211	0.000721	46.415	70	0.925	0.00405	54.678
31	0.222	0.000735	46.518	71	1.010	0.00412	55.016
32	0.236	0.00074	46.689	72	1.035	0.00425	55.333
33	0.258	0.00076	47.040	73	1.089	0.00438	55.548
34	0.279	0.00081	47.080	74	1.121	0.00466	55.845
35	0.285	0.00083	47.123	75	1.135	0.00488	56.140
36	0.296	0.00088	47.215	76	1.148	0.0050	56.245
37	0.307	0.00089	48.456	77	1.165	0.00508	56.351
38	0.314	0.0009	48.789	78	1.189	0.0051	56.484
39	0.336	0.00091	49.000	79	1.201	0.0053	56.891
40	0.358	0.00093	49.215	80	1.215	0.0054	57.001
41	0.374	0.00095	49.345	81	1.235	0.0056	57.270

Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)	Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)
82	1.241	0.00565	57.325	128	5.601	0.0105	66.320
83	1.256	0.0057	57.415	129	5.656	0.0108	66.451
84	1.261	0.00572	57.512	130	5.781	0.0110	66.591
85	1.289	0.00575	57.989	131	5.823	0.0115	67.012
86	1.300	0.0058	58.015	132	5.915	0.0121	67.891
87	1.308	0.0059	58.321	133	5.989	0.0128	68.333
88	1.325	0.00592	58.415	134	6.005	0.013	68.412
89	1.851	0.0060	58.662	135	6.018	0.0135	68.621
90	2.002	0.0062	58.788	136	6.033	0.014	69.000
91	2.015	0.00634	59.013	137	6.059	0.0147	69.565
92	2.031	0.00637	59.125	138	6.121	0.015	70.451
93	2.145	0.0066	59.281	139	6.223	0.0158	71.023
94	2.215	0.0067	59.315	140	6.316	0.0164	71.251
95	2.323	0.00677	59.417	141	6.418	0.0168	72.231
96	2.415	0.0069	59.751	142	6.598	0.0175	72.356
97	2.526	0.0070	60.000	143	6.781	0.018	73.451
98	2.621	0.0071	60.141	144	6.882	0.0184	73.894
99	3.015	0.0072	60.285	145	6.921	0.0190	74.141
100	3.121	0.00725	60.451	146	7.000	0.0194	74.251
101	3.215	0.0073	60.565	147	7.015	0.0197	75.007
102	3.265	0.00732	60.784	148	7.059	0.0201	75.014
103	3.655	0.0074	61.025	149	7.112	0.0215	75.741
104	3.891	0.00742	61.222	150	7.228	0.024	76.121
105	3.915	0.00746	61.358	151	7.316	0.0247	76.214
106	4.015	0.0075	61.569	152	7.425	0.0251	76.515
107	4.028	0.00755	61.777	153	7.651	0.0262	77.298
108	4.089	0.00761	61.898	154	7.815	0.0274	77.771
109	4.111	0.0077	62.017	155	7.891	0.0282	78.123
110	4.215	0.00782	62.099	156	7.912	0.029	78.651
111	4.325	0.00788	62.145	157	7.991	0.030	78.741
112	4.541	0.0079	62.444	158	8.002	0.0325	79.023
113	4.601	0.0080	62.641	159	8.018	0.0365	79.114
114	4.621	0.00812	62.751	160	8.025	0.037	79.352
115	4.789	0.00823	62.852	161	8.059	0.0382	80.120
116	4.891	0.00836	62.951	162	8.102	0.0404	80.321
117	4.901	0.00848	63.011	163	8.125	0.0414	80.555
118	4.989	0.00878	63.451	164	8.215	0.0445	81.215
119	5.001	0.0089	63.651	165	8.228	0.0459	81.322
120	5.015	0.009	63.774	166	8.302	0.0478	81.589
121	5.026	0.00921	63.851	167	8.356	0.049	82.048
122	5.126	0.00945	63.950	168	8.415	0.0521	82.145
123	5.235	0.00965	64.001	169	8.445	0.0549	82.322
124	5.301	0.00970	64.111	170	8.516	0.0589	82.455
125	5.312	0.00975	64.256	171	8.625	0.0604	83.351
126	5.421	0.00989	65.251	172	8.689	0.0612	83.671
127	5.519	0.0099	65.667	173	8.777	0.0620	84.000

Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)	Mes	Transversal (%)	Escalonamiento (in)	IRI final (in/mi)
174	8.801	0.0632	84.121	208	10.022	0.126	94.321
175	8.816	0.0642	84.361	209	10.041	0.127	94.561
176	8.825	0.0655	85.250	210	10.059	0.129	95.411
177	8.836	0.0661	85.881	211	10.104	0.130	95.651
178	8.849	0.0687	86.141	212	10.118	0.132	95.781
179	8.865	0.0701	86.245	213	10.123	0.134	96.018
180	8.895	0.0712	87.015	214	10.136	0.137	96.898
181	8.910	0.0732	87.421	215	10.145	0.140	97.512
182	8.921	0.0801	87.565	216	10.156	0.141	98.048
183	8.956	0.0815	88.015	217	10.165	0.142	98.515
184	8.999	0.084	88.331	218	10.221	0.143	98.614
185	9.001	0.0861	88.656	219	10.251	0.146	99.212
186	9.008	0.0874	89.015	220	10.259	0.148	99.515
187	9.010	0.0885	89.121	221	10.351	0.149	100.012
188	9.018	0.0892	89.225	222	10.389	0.150	100.321
189	9.059	0.0904	89.351	223	10.451	0.152	100.512
190	9.100	0.0915	89.477	224	10.520	0.153	100.618
191	9.102	0.0922	89.751	225	10.600	0.154	101.214
192	9.110	0.0932	90.012	226	10.623	0.157	101.451
193	9.118	0.0941	90.155	227	10.659	0.159	101.652
194	9.125	0.0952	90.251	228	10.781	0.160	102.231
195	9.137	0.0967	90.321	229	10.799	0.162	102.320
196	9.211	0.0985	90.684	230	10.895	0.164	102.451
197	9.221	0.0994	91.015	231	10.899	0.166	103.111
198	9.256	0.102	91.251	232	11.001	0.167	103.125
199	9.344	0.108	91.356	233	11.016	0.170	103.451
200	9.441	0.110	91.651	234	11.029	0.171	103.665
201	9.589	0.115	92.008	235	11.036	0.173	104.017
202	9.601	0.117	92.251	236	12.037	0.174	104.321
203	9.621	0.118	92.565	237	12.539	0.175	104.411
204	9.638	0.121	93.251	238	13.001	0.176	104.481
205	9.789	0.122	93.514	239	13.043	0.177	104.501
206	9.891	0.124	93.781	240	13.046	0.178	104.562
207	10.017	0.125	94.001				

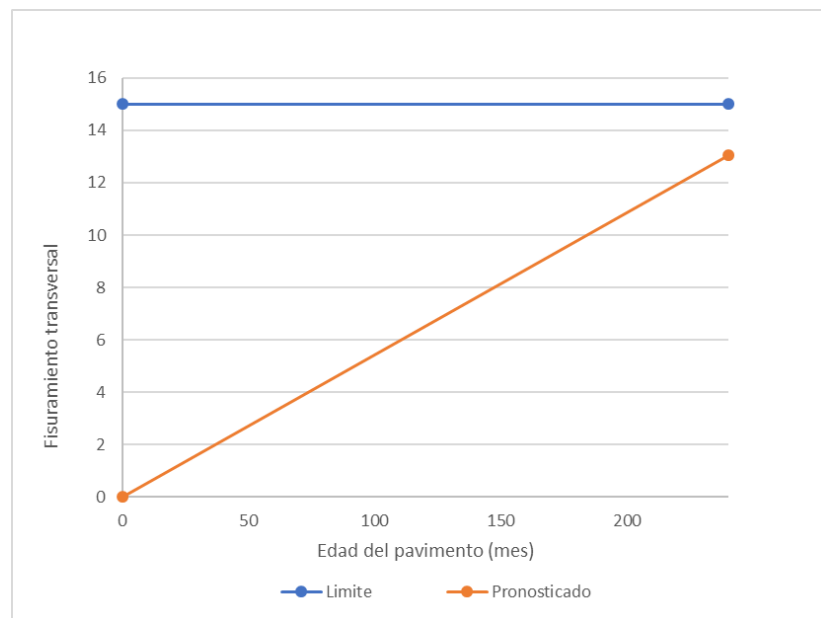
✓ IRI

Criterio de rendimiento	Deterioro especificado	Confiabilidad deseada	Deterioro pronosticado	Confiabilidad pronosticada	¿Aceptable?
Terminal IRI (in/mi)	200	80	105	99	cumple



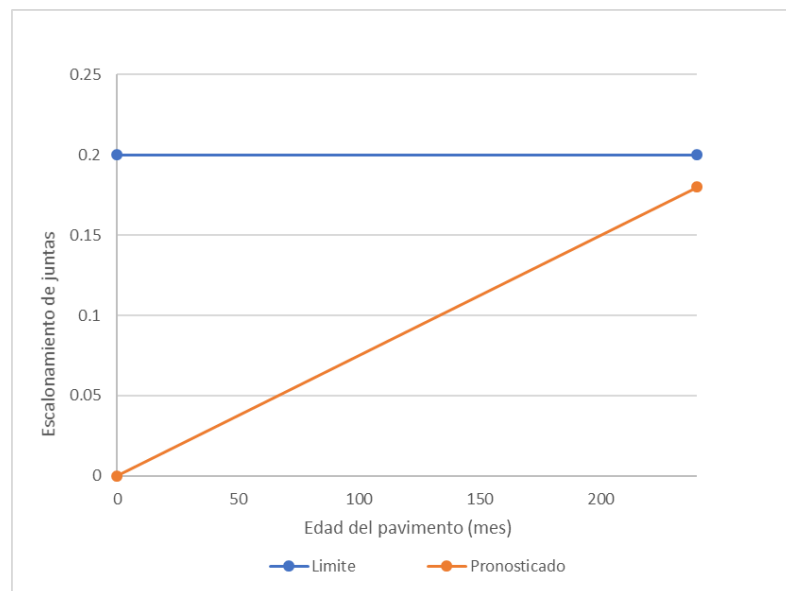
✓ Fisuramiento transversal

Criterio de rendimiento	Deterioro especificado	Confiabilidad deseada	Deterioro pronosticado	Confiabilidad pronosticada	¿Aceptable?
Fisuramiento Transversal (% de losas fisuradas)	15	80	13.046	90	cumple



✓ Escalonamiento de juntas (in)

Criterio de rendimiento	Deterioro especificado	Confiabilidad deseada	Deterioro pronosticado	Confiabilidad pronosticada	¿Aceptable?
Escalonamiento Promedio de juntas (in)	0.20	80	0.178	99.99	cumple



Criterio de rendimiento	Deterioro especificado	Confiabilidad deseada	Deterioro pronosticado	Confiabilidad pronosticada	¿Aceptable?
Para h=25 cm.					
Terminal IRI (in/mi)	200	80	61	95	cumple
% de losas fisuradas transversal	15	80	4.7	99.99	cumple
Escalonamiento de juntas (in)	0.20	80	0.09	98	cumple
Para h=20 cm.					
Terminal IRI (in/mi)	200	80	90	100	cumple
% de losas fisuradas transversal	15	80	10	99.74	cumple
Escalonamiento de juntas (in)	0.20	80	0.15	99.99	cumple
Para h=18 cm.					
Terminal IRI (in/mi)	200	80	98	95	cumple
% de losas fisuradas transversal	15	80	11	86	cumple
Escalonamiento de juntas (in)	0.20	80	0.163	98	cumple
Para h=16 cm.					
Terminal IRI (in/mi)	200	80	105	99	cumple
% de losas fisuradas transversal	15	80	13.046	90	cumple
Escalonamiento de juntas (in)	0.20	80	0.178	99.99	cumple

VERIFICACIÓN EN CAMPO DE LA VALIDACIÓN DEL PROGRAMA

Se ha realizado el estudio de un tramo del pavimento de longitud de 20m., donde se hizo levantamiento de datos para hallar el porcentaje de fisuras transversales, escalonamiento de juntas y para el cálculo del IRI.

- ✓ **% fisuras transversales:** en el tramo de estudio solo se halló una fisura transversal.



%fisura transversal= 0.00057

- ✓ **Escalonamiento de juntas:**

0	1	0.5	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0.5	1	1
1	1	2	1	0
0	1	1	1	0
1	2	1	1	0
1	2	1	1.5	1
0	1	0	0.5	1
1	1	0.5	2	1
0	0.5	1	1	0
0	1	1	0	0

Promedio=0.75mm=0.027"

✓ **Calculo de IRI**

Se ha realizado el levantamiento de datos mediante los equipos topográfico mira y nivel de ingeniero, cada 0.5 m en una longitud de 20 m., luego se realizo el calculo del IRI mediante el software INPACO.



Distancia	Carril izquierdo		Carril derecho	
	Altura (m)	Altura (m)	Altura (m)	Altura (m)
0.5	1.3102	1.2702	1.2985	1.3716
1	1.3110	1.2715	1.3055	1.3848
1.5	1.3285	1.2781	1.3140	1.3923
2	1.3305	1.2794	1.3210	1.3975
2.5	1.3412	1.2878	1.3213	1.4054
3	1.3485	1.2969	1.3302	1.4124
3.5	1.3503	1.3036	1.3399	1.4177
4	1.3585	1.3163	1.3473	1.4218
4.5	1.3647	1.3251	1.3537	1.4251
5	1.3700	1.3367	1.3602	1.4295
5.5	1.3745	1.3372	1.3652	1.4366
6	1.3810	1.3390	1.3691	1.4431
6.5	1.3945	1.3407	1.3729	1.4489
7	1.4010	1.3475	1.3765	1.4545
7.5	1.4065	1.3575	1.3829	1.4636
8	1.4183	1.3626	1.3871	1.4661
8.5	1.4273	1.3701	1.3935	1.4703
9	1.4387	1.3820	1.3991	1.4741
9.5	1.4483	1.3866	1.4004	1.4748
10	1.4592	1.3939	1.4094	1.4793
10.5	1.4682	1.4015	1.4121	1.4897
11	1.4699	1.4130	1.4158	1.4900
11.5	1.4710	1.4194	1.4216	1.4949
12	1.4763	1.4295	1.4278	1.5004
12.5	1.4835	1.4302	1.4324	1.5050
13	1.4922	1.4408	1.4404	1.5133
13.5	1.4985	1.4524	1.4453	1.5161
14	1.5033	1.4678	1.4509	1.5234
14.5	1.5096	1.4754	1.4581	1.5235
15	1.5193	1.4873	1.4620	1.5326
15.5	1.5355	1.4912	1.4679	1.5435
16	1.5453	1.5002	1.4746	1.5482
16.5	1.5547	1.5115	1.4749	1.5598
17	1.5584	1.5265	1.4890	1.5632
17.5	1.5694	1.5345	1.4982	1.5647
18	1.5795	1.5386	1.5039	1.5651
18.5	1.5807	1.5425	1.5075	1.5769
19	1.5815	1.5429	1.5093	1.5801
19.5	1.5822	1.5485	1.5127	1.5811
20	1.5826	1.5510	1.5218	1.5815
IRI	7	5.90	5.24	4.21
Promedio	5.5			

C:\Users\Profe\Desktop\INPACO\IRI.EXE

MINISTERIO DE TRANSPORTE - UNIVERSIDAD DEL CAUCA
CALCULO DEL COEFICIENTE 'IRI' [Método MIRA Y NIVEL] 05-1994

Delta X [500 mm]

Identificación del Tramo [0005]

Entrada Información

Cálculo del IRI

Código Tramo: 0005
Nombre del Tramo: Palos Blancos
Abscisa Inicial (m): 0
Abscisa Final (m): 19.5
Longitud Tramo (m):

âListar ãBorrar îSalir

C:\Users\Profe\Desktop\INPACO\IRI.EXE

MINISTERIO DE TRANSPORTE - UNIVERSIDAD DEL CAUCA
CALCULO DEL COEFICIENTE 'IRI' [Método MIRA Y NIVEL] 05-1994

Delta X [500 mm]

Identificación del Tramo [0005]

Entrada Información

Cálculo del IRI

Gráfica

Imprimir Información

Terminar

Cns	Abscisa	Cota (m)
1	0.00	1.2985
2	0.50	1.306
3	1.00	1.314
4	1.50	1.321
5	2.00	1.330
6	2.50	1.340
7	3.00	1.347
8	3.50	1.354
9	4.00	1.360
10	4.50	1.365
11	5.00	1.369
12	5.50	1.373
13	6.00	1.377
14	6.50	1.383
15	7.00	1.387

âGrabar ãInsert ãBorrar îSalir

C:\Users\Profe\Desktop\INPACO\IRI.EXE

MINISTERIO DE TRANSPORTE - UNIVERSIDAD DEL CAUCA
CALCULO DEL COEFICIENTE 'IRI' [Método MIRA Y NIVEL] 05-1994

Delta X [500 mm]

Identificación del Tramo

Entrada Información

Cálculo del IRI

Gráfica

Imprimir Información

Terminar

Delta X (mm)		
500.00		
Número Total de Datos		40
Número de Datos Analizados		40
% de Análisis		100.0
Z1		13.26
Z2		76.40
Z3		24.26
Z4		83.12
Y		20.60
σ RSi		164.423
IRI Calculado (m/km)		4.2160

C:\Users\Profe\Desktop\INPACO\IRI.EXE

MINISTERIO DE TRANSPORTE - UNIVERSIDAD DEL CAUCA
CALCULO DEL COEFICIENTE 'IRI' [Método MIRA Y NIVEL] 05-1994

Delta X [500 mm] Delta X (mm) 500.00

Identificación del Tra Entrada Información

Número Total de Datos 40
 Número de Datos Analizados 40

Cálculo del IRI
 Gráfica % de Análisis 100.0

Imprimir Información

Terminar

Z1 10.04
 Z2 -89.80
 Z3 -2.43
 Z4 42.48
 Y 0.60

σ RSi 204.391
 IRI Calculado (m/km) 5.2408

C:\Users\Profe\Desktop\INPACO\IRI.EXE

MINISTERIO DE TRANSPORTE - UNIVERSIDAD DEL CAUCA
CALCULO DEL COEFICIENTE 'IRI' [Método MIRA Y NIVEL] 05-1994

Delta X [500 mm] Delta X (mm) 500.00

Identificación del Tra Entrada Información

Número Total de Datos 40
 Número de Datos Analizados 40

Cálculo del IRI
 Gráfica % de Análisis 100.0

Imprimir Información

Terminar

Z1 11.42
 Z2 -115.32
 Z3 -2.77
 Z4 309.84
 Y 1.40

σ RSi 230.282
 IRI Calculado (m/km) 5.9047

C:\Users\Profe\Desktop\INPACO\IRI.EXE

MINISTERIO DE TRANSPORTE - UNIVERSIDAD DEL CAUCA
CALCULO DEL COEFICIENTE 'IRI' [Método MIRA Y NIVEL] 05-1994

Delta X [500 mm] Delta X (mm) 500.00

Identificación del Tra Entrada Información

Número Total de Datos 40
 Número de Datos Analizados 40

Cálculo del IRI
 Gráfica % de Análisis 100.0

Imprimir Información

Terminar

Z1 13.61
 Z2 -76.20
 Z3 9.35
 Z4 -191.81
 Y 5.00

σ RSi 273.326
 IRI Calculado (m/km) 7.0084