

ANEXO 1

DOCUMENTOS DE RESPALDO

**BOLETA DE PESAJE DE LA VOLQUETA USADA EN
LA PRESENTE INVESTIGACIÓN**



BALANZA "MENDOZA"

KM 7.5 CARRETERA AL CHACO
CEL. 70218371 - 75128566

Tarija - Bolivia

N° 1245

Ingreso: 11/10/2023 12:37:01 PM
Salida:

BRUTO: 8.240	TARA: 0	NETO: 0	QQ.: 0,00
--------------	---------	---------	-----------

Vendedor: s/n s/n

Comprador: MERY CABRERA VILLCA

Chofer: ELIAS ROMERO

Placa: 134 TFP VOLVO AMARILLO

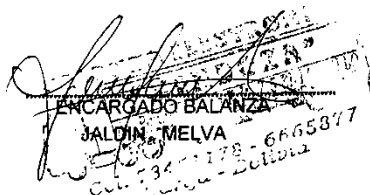
Tipo Vehiculo: VOLQUETA

Material: VOLQUETA

Monto Bs.: 30

Observacion:




ENCARGADO BALANZA
JALDIN MELVA
CEL. 734 178 - 6665877
Cel. Tarija - Bolivia

CLIENTE

**SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA EL ESTUDIO EN EL TRAMO
SAN MATEO – SELLA MÉNDEZ**

Nº 1062-23

Tarija, 09 de octubre del 2023

Señor:

Prof. Francisco Villarrubia Perales

Presente. -



**REF: SOLICITUD DE PERMISO PARA REALIZAR EVALUACION
MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.**

Distinguido profesor.

Mediante la presente me es gusto saludarle muy cordialmente y al mismo tiempo desearle éxito en las funciones que desempeña por el bien del desarrollo del departamento de Tarija.

Mi persona universitaria Cabrera Villca Mery, con R.U.: 67953 estudiante de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, que cursa la asignatura CIV – 502 Proyecto de Ingeniería Civil II (Mención Vías), aplicable a mi proyecto de grado titulado “**APLICACIÓN DEL MODELO HOGG, EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE**”, me dirijo a su persona con la finalidad de solicitar PERMISO para la realización de los siguientes ensayos: **VIGA BENKELMAN** en el tramo San Mateo - Sella Méndez.

Asi mismo me comprometo a no dañar el tramo indicado.

Sin otro particular motivo y esperando que la presente solicitud favorablemente por su autoridad, le agradezco de antemano por su tiempo y consideración.

Atentamente:

Univ. Cabrera Villca Mery

R.U.67953

C.I., 8505771PO

ANEXO 2

**PLANILLAS DE ESTUDIO CON LA VIGA
BENKELMAN**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
"LABORATORIO DE ASFALTOS"



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE
UBICACIÓN: TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ **CARRIL:** IDA (LADO DERECHO) **FECHA:** 12 de OCTUBRE de 2023

"EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO"

Equipo: Viga Benkelman

Nº	PROGRESI VA	LECTURAS DEL DIAL						PARÁMETROS DE EVALUACION			PARAMETROS DE EVALUACION CORREGIDOS			TEMPERATURAS		Espesor asfalto (cm)
		L-0cm 0.01 mm	L-50cm 0.01 mm	L-100cm 0.01 mm	L-150cm 0.01 mm	L-200cm 0.01 mm	L-500cm 0.01 mm	Do (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	RC (m)	Do' (0.01 mm)	D50' (0.01 mm)	RC' (m)	Amb °C	Asfalto °C	
1	00+000	0	6	6	8	12	14	14,00	8,00	521	13,97	7,99	521,78	14,0	37,0	6,00
2	00+200	0	8	6	8	12	16	16,00	8,00	391	15,97	7,99	391,34	14,0	37,0	6,00
3	00+400	0	4	6	6	8	12	12,00	8,00	781	11,98	7,99	782,67	14,0	37,0	6,00
4	00+600	0	4	4	4	10	16	16,00	12,00	781	15,88	11,91	786,93	14,0	38,0	6,00
5	00+800	0	4	4	8	14	18	18,00	14,00	781	17,87	13,90	786,93	15,0	38,0	6,00
6	01+000	0	6	6	6	8	12	12,00	6,00	521	11,91	5,96	524,62	15,0	38,0	6,00

CÁLCULO DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA (Dc):

$$Dc = D + t * Ds$$

Donde:

D =Deflexión recuperable promedio = 14,6

Ds = Desviación standard = 2,4

t = constante de probabilidad al 95% = 1,645

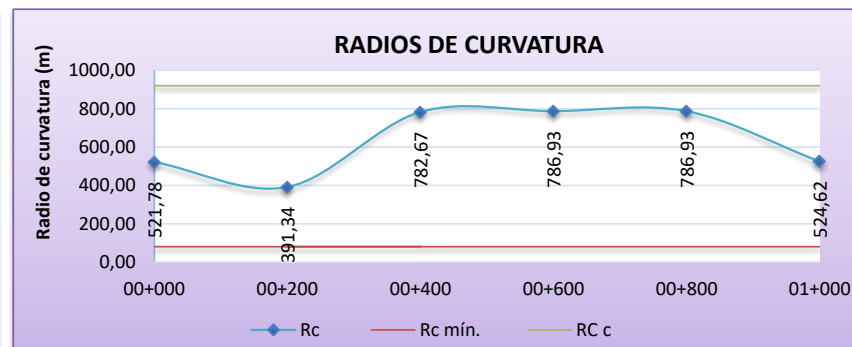
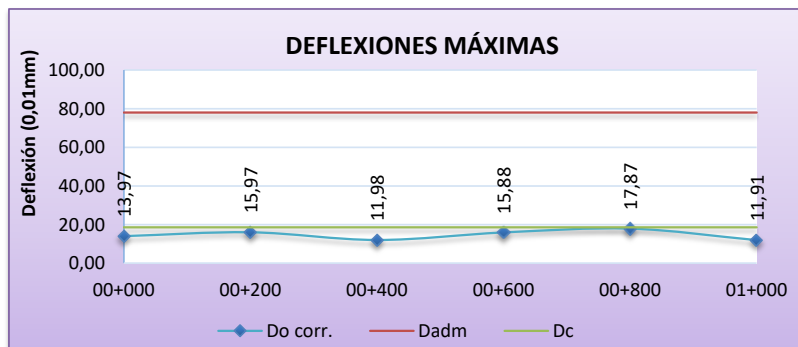
Dc =	18,54	x 10⁻² mm
Dadm =	77,99	x 10⁻² mm

NÚMERO DE MUESTRAS

SUMATORIA	6	6	6
PROMEDIO:	87,59	55,73	3794,27
DEFLEXIÓN MINIMA	14,60	9,29	632,38
DEFLEXIÓN MAXIMA	11,91	5,96	391,34
DESVIACION ESTÁNDAR	17,87	13,90	786,93
VARIANZA	2,40	2,98	174,53
COEFICIENTE DE VAR.	5,74	8,87	30461,32
COEFICIENTE DE VAR.	16,41	32,06	27,60
VALOR CARACTERISTICO	18,54	14,19	919,48

Rc mín =	80 m
RCc (m)=	919,48

→





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
"LABORATORIO DE ASFALTOS"



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE
UBICACIÓN: TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ **CARRIL:** IDA (LADO DERECHO) **FECHA:** 12 de OCTUBRE de 2023

"EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO"

Equipo: Viga Benkelman

Nº	PROGRESI VA	LECTURAS DEL DIAL						PARÁMETROS DE EVALUACION			PARAMETROS DE EVALUACION CORREGIDOS			TEMPERATURAS		Espesor asfalto (cm)
		L-0cm 0.01 mm	L-50cm 0.01 mm	L-100cm 0.01 mm	L-150cm 0.01 mm	L-200cm 0.01 mm	L-500cm 0.01 mm	Do (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	RC (m)	Do' (0.01 mm)	D50' (0.01 mm)	RC' (m)	Amb °C	Asfalto °C	
7	01+200	0	6	6	8	10	14	14,00	8,00	521	13,90	7,94	524,62	15,0	38,0	6,00
8	01+400	0	6	6	8	12	16	16,00	10,00	521	15,88	9,93	524,62	15,0	38,0	6,00
9	01+600	0	4	10	10	14	20	20,00	16,00	781	19,86	15,88	786,93	15,0	38,0	6,00
10	01+800	0	6	6	8	12	16	16,00	10,00	521	15,88	9,93	524,62	15,0	38,0	6,00
11	02+000	0	4	8	10	12	24	24,00	20,00	781	23,70	19,75	791,19	15,0	39,0	6,00

CÁLCULO DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA (Dc):

$$Dc = D + t * Ds$$

Donde:

D =Deflexión recuperable promedio = 17,8

Ds = Desviación standard = 3,9

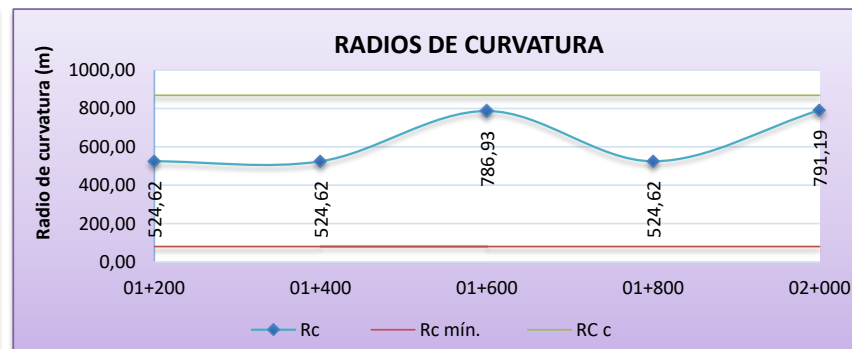
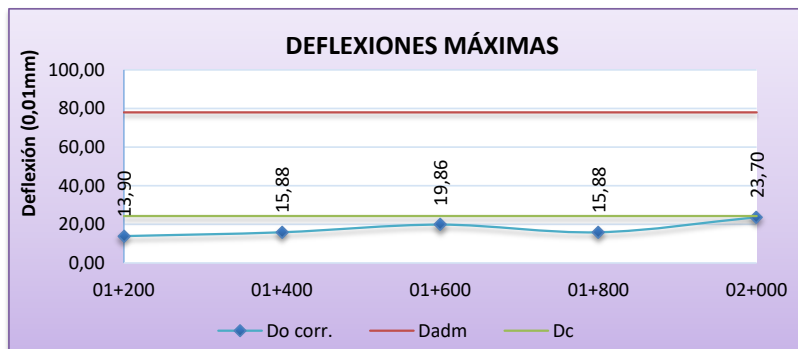
t = constante de probabilidad al 95% = 1,645

Dc =	24,30	x 10⁻² mm
Dadm =	77,99	x 10⁻² mm

NÚMERO DE MUESTRAS	5	5	5
SUMATORIA	89,22	63,43	3151,99
PROMEDIO:	17,84	12,69	630,40
DEFLEXIÓN MINIMA	13,90	7,94	524,62
DEFLEXIÓN MAXIMA	23,70	19,75	791,19
DESVIACION ESTÁNDAR	3,92	4,95	144,85
VARIANZA	15,39	24,46	20981,03
COEFICIENTE DE VAR.	21,99	38,98	22,98
VALOR CARACTERISTICO	24,30	20,82	868,67

Rc mín =	80 m
RCc (m)=	868,67

→





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
"LABORATORIO DE ASFALTOS"



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE
UBICACIÓN: TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ **CARRIL:** IDA (LADO DERECHO) **FECHA:** 12 de OCTUBRE de 2023

"EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO"

Equipo: Viga Benkelman

Nº	PROGRESI VA	LECTURAS DEL DIAL						PARÁMETROS DE EVALUACION			PARAMETROS DE EVALUACION CORREGIDOS			TEMPERATURAS		Espesor asfalto (cm)
		L-0cm 0.01 mm	L-50cm 0.01 mm	L-100cm 0.01 mm	L-150cm 0.01 mm	L-200cm 0.01 mm	L-500cm 0.01 mm	Do (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	RC (m)	Do' (0.01 mm)	D50' (0.01 mm)	RC' (m)	Amb °C	Asfalto °C	
12	02+200	0	4	4	4	6	18	18,00	14,00	781	17,77	13,82	791,19	15,0	39,0	6,00
13	02+400	0	4	8	10	16	22	22,00	18,00	781	21,72	17,77	791,19	16,0	39,0	6,00
14	02+600	0	6	4	8	10	18	18,00	12,00	521	17,77	11,85	527,46	16,0	39,0	6,00
15	02+800	0	4	6	6	10	20	20,00	16,00	781	19,75	15,80	791,19	16,0	39,0	6,00
16	03+000	0	8	4	6	8	16	16,00	8,00	391	15,80	7,90	395,60	16,0	39,0	6,00

CÁLCULO DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA (Dc):

$$Dc = D + t * Ds$$

Donde:

D =Deflexión recuperable promedio = 18,6

Ds = Desviación standard = 2,3

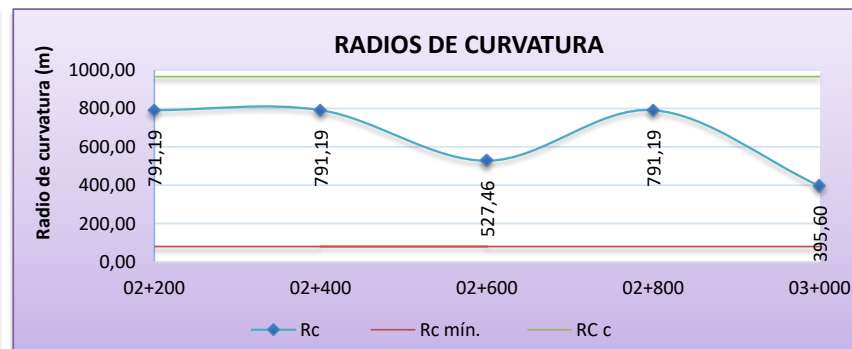
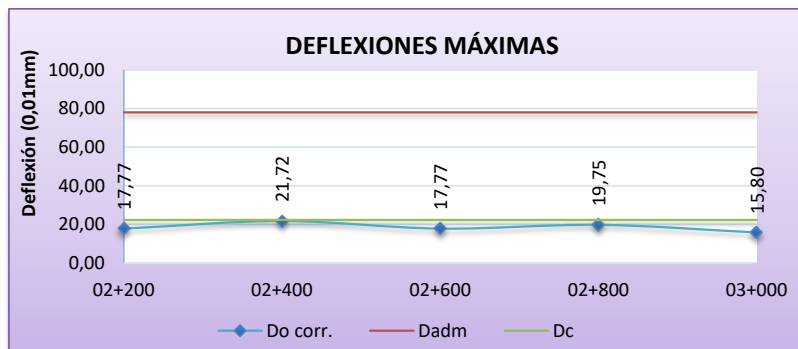
t = constante de probabilidad al 95% = 1,645

Dc =	22,27	x 10⁻² mm
Dadm =	77,99	x 10⁻² mm

NÚMERO DE MUESTRAS	5	5	5
SUMATORIA	92,82	67,15	3296,64
PROMEDIO:	18,56	13,43	659,33
DEFLEXIÓN MINIMA	15,80	7,90	395,60
DEFLEXIÓN MAXIMA	21,72	17,77	791,19
DESVIACION ESTÁNDAR	2,25	3,80	186,49
VARIANZA	5,07	14,43	34777,04
COEFICIENTE DE VAR.	12,13	28,29	28,28
VALOR CARACTERISTICO	22,27	19,68	966,10

Rc mín =	80 m
RCc (m)=	966,10

→





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
"LABORATORIO DE ASFALTOS"



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE
UBICACIÓN: TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ **CARRIL:** IDA (LADO DERECHO) **FECHA:** 12 de OCTUBRE de 2023

"EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO"

Equipo: Viga Benkelman

Nº	PROGRESI VA	LECTURAS DEL DIAL						PARÁMETROS DE EVALUACION			PARAMETROS DE EVALUACION CORREGIDOS			TEMPERATURAS		Espesor asfalto (cm)
		L-0cm 0.01 mm	L-50cm 0.01 mm	L-100cm 0.01 mm	L-150cm 0.01 mm	L-200cm 0.01 mm	L-500cm 0.01 mm	Do (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	RC (m)	Do' (0.01 mm)	D50' (0.01 mm)	RC' (m)	Amb °C	Asfalto °C	
17	03+200	0	14	16	24	28	36	36,00	22,00	223	35,55	21,72	226,06	16,0	39,0	6,00
18	03+400	0	10	14	16	24	34	34,00	24,00	313	33,57	23,70	316,48	16,0	39,0	6,00
19	03+600	0	12	16	18	24	40	40,00	28,00	260	39,50	27,65	263,73	17,0	39,0	6,00
20	03+800	0	12	14	22	28	36	36,00	24,00	260	35,55	23,70	263,73	17,0	39,0	6,00
21	04+000	0	12	12	16	22	38	38,00	26,00	260	37,52	25,67	263,73	17,0	39,0	6,00

CÁLCULO DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA (Dc):

$$Dc = D + t * Ds$$

Donde:

D = Deflexión recuperable promedio = 36,3

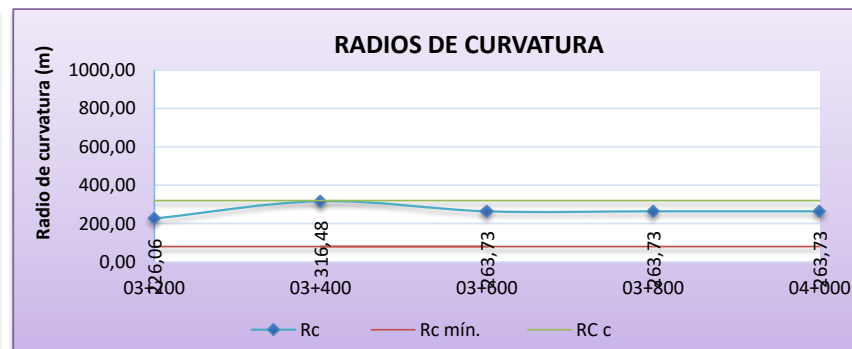
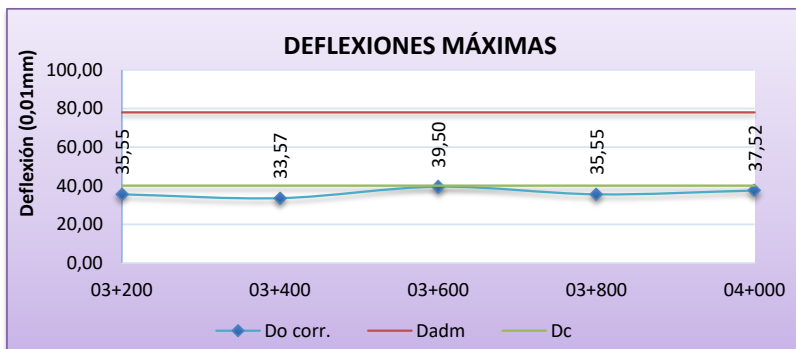
Ds = Desviación standard = 2,3

t = constante de probabilidad al 95% = 1,645

Dc =	40,04	x 10⁻² mm
Dadm =	77,99	x 10⁻² mm

NÚMERO DE MUESTRAS	5	5	5
SUMATORIA	181,69	122,44	1333,73
PROMEDIO:	36,34	24,49	266,75
DEFLEXIÓN MINIMA	33,57	21,72	226,06
DEFLEXIÓN MAXIMA	39,50	27,65	316,48
DESVIACION ESTÁNDAR	2,25	2,25	32,23
VARIANZA	5,07	5,07	1039,05
COEFICIENTE DE VAR.	6,20	9,19	12,08
VALOR CARACTERISTICO	40,04	28,19	319,77

Rc mín =	80 m
RCc (m)=	319,77





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
"LABORATORIO DE ASFALTOS"



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE
UBICACIÓN: TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ **CARRIL:** IDA (LADO DERECHO) **FECHA:** 12 de OCTUBRE de 2023

"EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO"

Equipo: Viga Benkelman

Nº	PROGRESI VA	LECTURAS DEL DIAL						PARÁMETROS DE EVALUACION			PARAMETROS DE EVALUACION CORREGIDOS			TEMPERATURAS		Espesor asfalto (cm)
		L-0cm 0.01 mm	L-50cm 0.01 mm	L-100cm 0.01 mm	L-150cm 0.01 mm	L-200cm 0.01 mm	L-500cm 0.01 mm	Do (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	RC (m)	Do' (0.01 mm)	D50' (0.01 mm)	RC' (m)	Amb °C	Asfalto °C	
22	04+200	0	16	4	8	12	40	40,00	24,00	195	39,50	23,70	197,80	17,0	39,0	6,00
23	04+400	0	10	4	8	10	36	36,00	26,00	313	35,55	25,67	316,48	17,0	39,0	6,00
24	04+600	0	18	6	8	14	42	42,00	24,00	174	41,25	23,57	176,77	17,0	40,0	6,00
25	04+800	0	12	4	6	6	38	38,00	26,00	260	37,32	25,54	265,15	17,0	40,0	6,00
26	05+000	0	12	8	10	10	40	40,00	28,00	260	39,29	27,50	265,15	17,0	40,0	6,00

CÁLCULO DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA (Dc):

$$Dc = D + t * Ds$$

Donde:

D =Deflexión recuperable promedio = 38,6

Ds = Desviación standard = 2,2

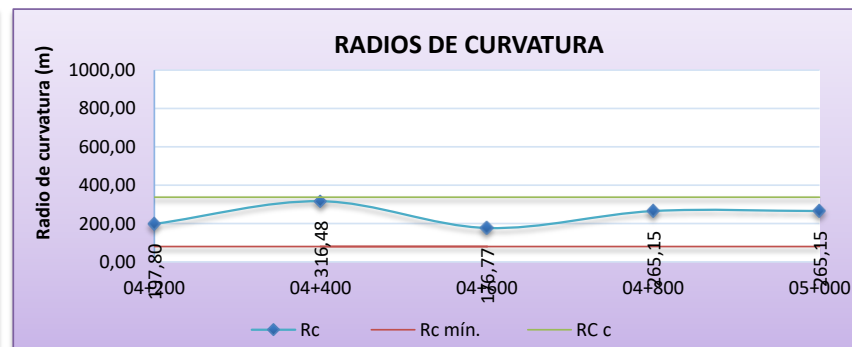
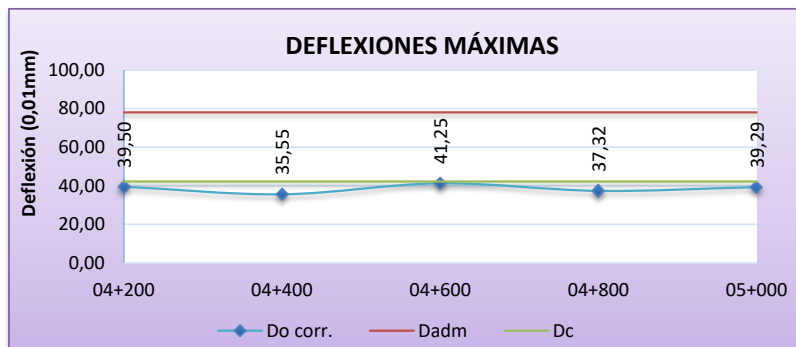
t = constante de probabilidad al 95% = 1,645

Dc =	42,19	x 10⁻² mm
Dadm =	77,99	x 10⁻² mm

NÚMERO DE MUESTRAS	5	5	5
SUMATORIA	192,90	125,98	1221,35
PROMEDIO:	38,58	25,20	244,27
DEFLEXIÓN MINIMA	35,55	23,57	176,77
DEFLEXIÓN MAXIMA	41,25	27,50	316,48
DESVIACION ESTÁNDAR	2,19	1,62	56,57
VARIANZA	4,81	2,63	3200,54
COEFICIENTE DE VAR.	5,69	6,44	23,16
VALOR CARACTERISTICO	42,19	27,87	337,33

Rc mín =	80 m
RCc (m)=	337,33

→





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
"LABORATORIO DE ASFALTOS"



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE
UBICACIÓN: TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ **CARRIL:** VUELTA (LADO IZQUIERDO) **FECHA:** 13 de OCTUBRE de 2023

"EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO"

Equipo: Viga Benkelman

Nº	PROGRESI VA	LECTURAS DEL DIAL						PARÁMETROS DE EVALUACION			PARAMETROS DE EVALUACION CORREGIDOS			TEMPERATURAS		Espesor asfalto (cm)
		L-0cm 0.01 mm	L-50cm 0.01 mm	L-100cm 0.01 mm	L-150cm 0.01 mm	L-200cm 0.01 mm	L-500cm 0.01 mm	Do (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	RC (m)	Do' (0.01 mm)	D50' (0.01 mm)	RC' (m)	Amb °C	Asfalto °C	
27	05+000	0	10	16	18	24	38	38,00	28,00	313	37,12	27,35	319,89	18,0	41,0	6,00
28	04+800	0	10	14	22	28	36	36,00	26,00	313	35,17	25,40	319,89	18,0	41,0	6,00
29	04+600	0	12	10	20	22	40	40,00	28,00	260	39,08	27,35	266,57	18,0	41,0	6,00
30	04+400	0	6	16	24	26	32	32,00	26,00	521	31,26	25,40	533,14	18,0	41,0	6,00
31	04+200	0	10	18	22	28	34	34,00	24,00	313	33,21	23,45	319,89	18,0	41,0	6,00

CÁLCULO DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA (Dc):

$$Dc = D + t * Ds$$

Donde:

D = Deflexión recuperable promedio = 35,2

Ds = Desviación standard = 3,1

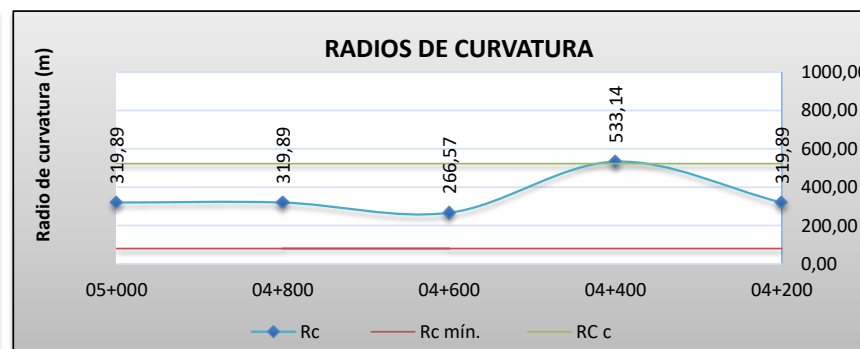
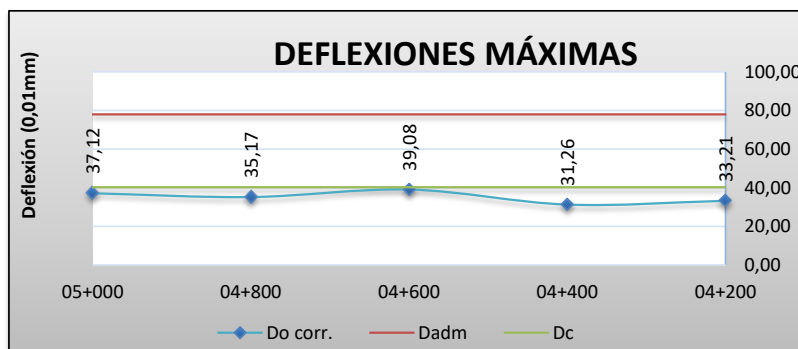
t = constante de probabilidad al 95% = 1,645

Dc =	40,25	x 10⁻² mm
Dadm =	77,99	x 10⁻² mm

NÚMERO DE MUESTRAS	5	5	5
SUMATORIA	175,84	128,95	1759,38
PROMEDIO:	35,17	25,79	351,88
DEFLEXIÓN MINIMA	31,26	23,45	266,57
DEFLEXIÓN MAXIMA	39,08	27,35	533,14
DESVIACION ESTÁNDAR	3,09	1,63	103,93
VARIANZA	9,54	2,67	10801,21
COEFICIENTE DE VAR.	8,78	6,34	29,54
VALOR CARACTERISTICO	40,25	28,48	522,84

Rc mín =	80 m
RCc (m)=	522,84

→





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
"LABORATORIO DE ASFALTOS"



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE
UBICACIÓN: TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ **CARRIL:** VUELTA (LADO IZQUIERDO) **FECHA:** 13 de OCTUBRE de 2023

"EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO"

Equipo: Viga Benkelman

Nº	PROGRESI VA	LECTURAS DEL DIAL						PARÁMETROS DE EVALUACION			PARAMETROS DE EVALUACION CORREGIDOS			TEMPERATURAS		Espesor asfalto (cm)
		L-0cm 0.01 mm	L-50cm 0.01 mm	L-100cm 0.01 mm	L-150cm 0.01 mm	L-200cm 0.01 mm	L-500cm 0.01 mm	Do (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	RC (m)	Do' (0.01 mm)	D50' (0.01 mm)	RC' (m)	Amb °C	Asfalto °C	
32	04+000	0	8	14	22	26	38	38,00	30,00	391	37,12	29,31	399,86	18,0	41,0	6,00
33	03+800	0	12	18	24	30	42	42,00	30,00	260	41,03	29,31	266,57	18,0	41,0	6,00
34	03+600	0	10	14	26	34	40	40,00	30,00	313	38,87	29,15	321,59	19,0	42,0	6,00
35	03+400	0	16	18	20	26	42	42,00	26,00	195	40,81	25,27	200,99	19,0	42,0	6,00
36	03+200	0	14	16	24	30	38	38,00	24,00	223	36,93	23,32	229,71	19,0	42,0	6,00

CÁLCULO DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA (Dc):

$$D_c = D + t * D_s$$

Donde:

D = Deflexión recuperable promedio = 39,0

Ds = Desviación standard = 2,0

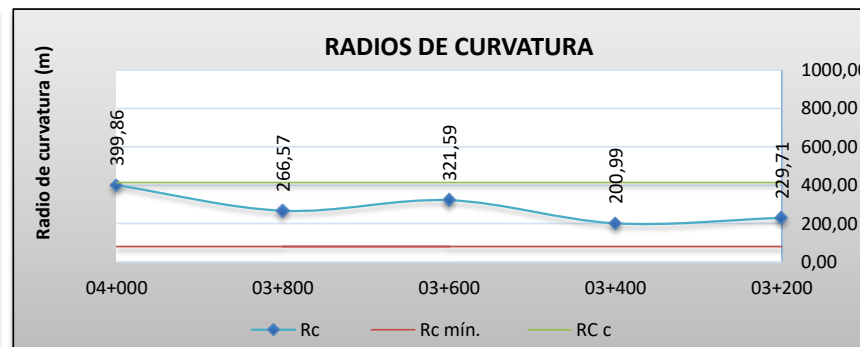
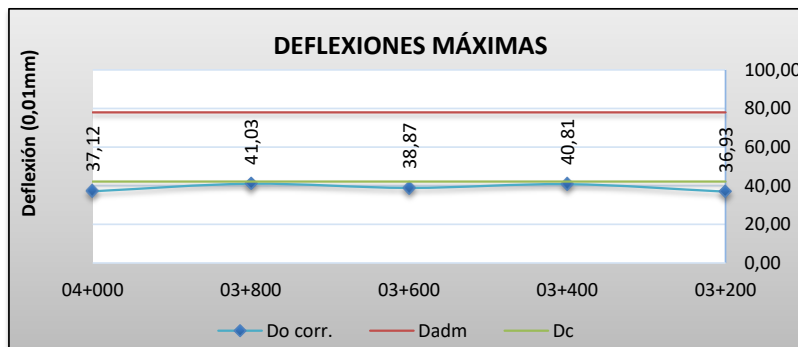
t = constante de probabilidad al 95% = 1,645

Dc =	42,16	x 10⁻² mm
Dadm =	77,99	x 10⁻² mm

NÚMERO DE MUESTRAS	5	5	5
SUMATORIA	194,76	136,35	1418,72
PROMEDIO:	38,95	27,27	283,74
DEFLEXIÓN MINIMA	36,93	23,32	200,99
DEFLEXIÓN MAXIMA	41,03	29,31	399,86
DESVIACION ESTÁNDAR	1,95	2,80	79,02
VARIANZA	3,81	7,86	6244,28
COEFICIENTE DE VAR.	5,01	10,28	27,85
VALOR CARACTERISTICO	42,16	31,88	413,73

Rc mín =	80 m
RCc (m) =	413,73

→





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
"LABORATORIO DE ASFALTOS"



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE
UBICACIÓN: TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ **CARRIL:** VUELTA (LADO IZQUIERDO) **FECHA:** 13 de OCTUBRE de 2023

"EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO"

Equipo: Viga Benkelman

Nº	PROGRESI VA	LECTURAS DEL DIAL						PARÁMETROS DE EVALUACION			PARAMETROS DE EVALUACION CORREGIDOS			TEMPERATURAS		Espesor asfalto (cm)
		L-0cm 0.01 mm	L-50cm 0.01 mm	L-100cm 0.01 mm	L-150cm 0.01 mm	L-200cm 0.01 mm	L-500cm 0.01 mm	Do (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	RC (m)	Do' (0.01 mm)	D50' (0.01 mm)	RC' (m)	Amb °C	Asfalto °C	
37	03+000	0	8	16	24	32	32	32,00	24,00	391	31,10	23,32	401,99	19,0	42,0	6,00
38	02+800	0	10	14	22	26	28	28,00	18,00	313	27,07	17,40	323,30	19,0	43,0	6,00
39	02+600	0	10	16	22	26	30	30,00	20,00	313	29,00	19,33	323,30	20,0	43,0	6,00
40	02+400	0	8	12	22	28	32	32,00	24,00	391	30,93	23,20	404,12	20,0	43,0	6,00
41	02+200	0	12	18	20	24	26	26,00	14,00	260	25,00	13,46	270,83	20,0	44,0	6,00

CÁLCULO DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA (Dc):

$$Dc = D + t * Ds$$

Donde:

D =Deflexión recuperable promedio = 28,6

Ds = Desviación standard = 2,6

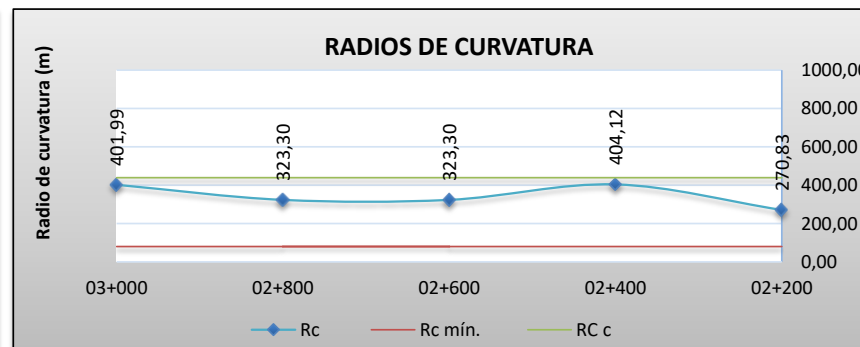
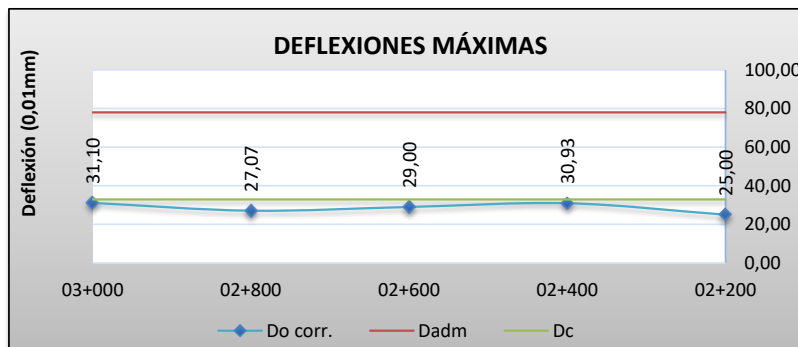
t = constante de probabilidad al 95% = 1,645

Dc =	32,90	x 10⁻² mm
Dadm =	77,99	x 10⁻² mm

NÚMERO DE MUESTRAS	5	5	5
SUMATORIA	143,09	96,71	1723,53
PROMEDIO:	28,62	19,34	344,71
DEFLEXIÓN MINIMA	25,00	13,46	270,83
DEFLEXIÓN MAXIMA	31,10	23,32	404,12
DESVIACION ESTÁNDAR	2,60	4,16	57,41
VARIANZA	6,78	17,27	3296,31
COEFICIENTE DE VAR.	9,10	21,48	16,66
VALOR CARACTERISTICO	32,90	26,18	439,15

Rc mín =	80 m
RCc (m)=	439,15

→





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
"LABORATORIO DE ASFALTOS"



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE
UBICACIÓN: TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ **CARRIL:** VUELTA (LADO IZQUIERDO) **FECHA:** 13 de OCTUBRE de 2023

"EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO"

Equipo: Viga Benkelman

Nº	PROGRESI VA	LECTURAS DEL DIAL						PARÁMETROS DE EVALUACION			PARAMETROS DE EVALUACION CORREGIDOS			TEMPERATURAS		Espesor asfalto (cm)
		L-0cm 0.01 mm	L-50cm 0.01 mm	L-100cm 0.01 mm	L-150cm 0.01 mm	L-200cm 0.01 mm	L-500cm 0.01 mm	Do (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	RC (m)	Do' (0.01 mm)	D50' (0.01 mm)	RC' (m)	Amb °C	Asfalto °C	
42	02+000	0	8	12	18	22	24	24,00	16,00	391	23,08	15,38	406,25	21,0	44,0	6,00
43	01+800	0	8	14	16	20	28	28,00	20,00	391	26,92	19,23	406,25	21,0	44,0	6,00
44	01+600	0	12	12	20	24	30	30,00	18,00	260	28,85	17,31	270,83	21,0	44,0	6,00
45	01+400	0	12	16	20	18	26	26,00	14,00	260	25,00	13,46	270,83	22,0	44,0	6,00
46	01+200	0	10	14	22	26	34	34,00	24,00	313	32,52	22,96	326,70	22,0	45,0	6,00

CÁLCULO DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA (Dc):

$$D_c = D + t * D_s$$

Donde:

D = Deflexión recuperable promedio = 27,3

Ds = Desviación standard = 3,6

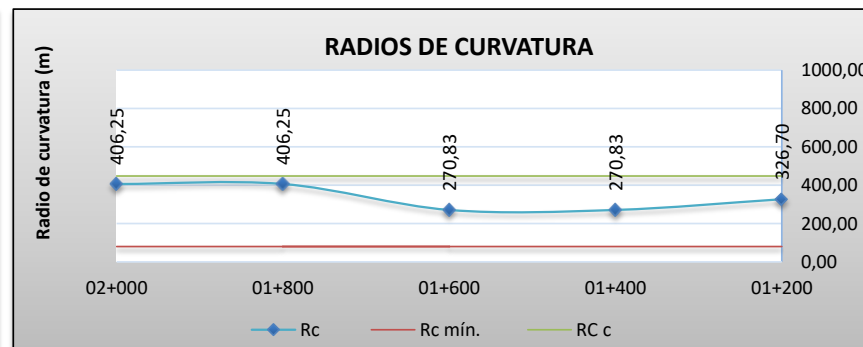
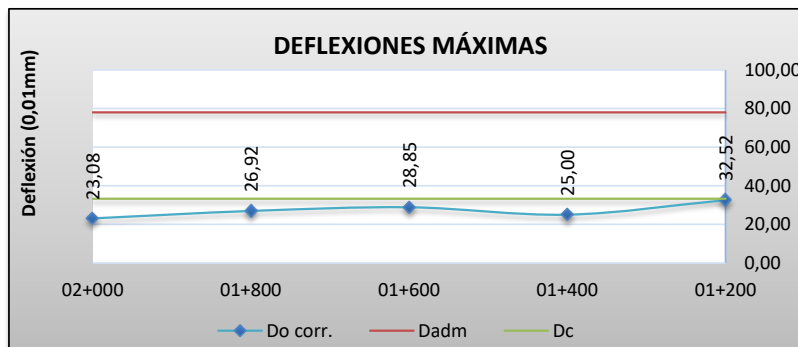
t = constante de probabilidad al 95% = 1,645

Dc =	33,26	x 10⁻² mm
Dadm =	77,99	x 10⁻² mm

NÚMERO DE MUESTRAS	5	5	5
SUMATORIA	136,37	88,34	1680,87
PROMEDIO:	27,27	17,67	336,17
DEFLEXIÓN MINIMA	23,08	13,46	270,83
DEFLEXIÓN MAXIMA	32,52	22,96	406,25
DESVIACION ESTÁNDAR	3,64	3,66	67,91
VARIANZA	13,23	13,36	4612,44
COEFICIENTE DE VAR.	13,34	20,69	20,20
VALOR CARACTERISTICO	33,26	23,68	447,89

Rc mín =	80 m
RCc (m)=	447,89

→





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
"LABORATORIO DE ASFALTOS"



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE
UBICACIÓN: TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ **CARRIL:** VUELTA (LADO IZQUIERDO) **FECHA:** 13 de OCTUBRE de 2023

"EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO"

Equipo: Viga Benkelman

Nº	PROGRESI VA	LECTURAS DEL DIAL						PARÁMETROS DE EVALUACION			PARAMETROS DE EVALUACION CORREGIDOS			TEMPERATURAS		Espesor asfalto (cm)
		L-0cm 0.01 mm	L-50cm 0.01 mm	L-100cm 0.01 mm	L-150cm 0.01 mm	L-200cm 0.01 mm	L-500cm 0.01 mm	Do (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	RC (m)	Do' (0.01 mm)	D50' (0.01 mm)	RC' (m)	Amb °C	Asfalto °C	
47	01+000	0	8	10	12	16	24	24,00	16,00	391	22,96	15,30	408,38	22,0	45,0	6,00
48	00+800	0	10	12	14	18	26	26,00	16,00	313	24,87	15,30	326,70	22,0	45,0	6,00
49	00+600	0	6	10	14	16	22	22,00	16,00	521	21,27	15,47	538,83	21,0	43,0	6,00
50	00+400	0	10	14	18	20	28	28,00	18,00	313	27,07	17,40	323,30	21,0	43,0	6,00
51	00+200	0	8	8	12	14	22	22,00	14,00	391	21,38	13,60	401,99	21,0	42,0	6,00
52	00+000	0	6	10	14	16	26	26,00	20,00	521	25,27	19,43	535,98	20,0	42,0	6,00

CÁLCULO DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA (Dc):

$$D_c = D + t * D_s$$

Donde:

D =Deflexión recuperable promedio = 23,8

Ds = Desviación standard = 2,3

t = constante de probabilidad al 95% = 1,645

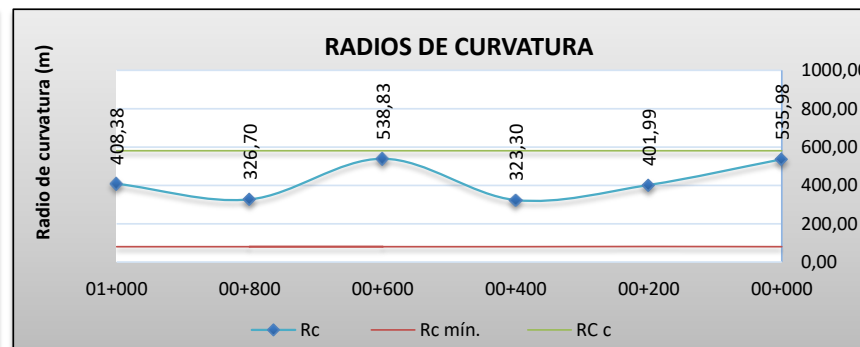
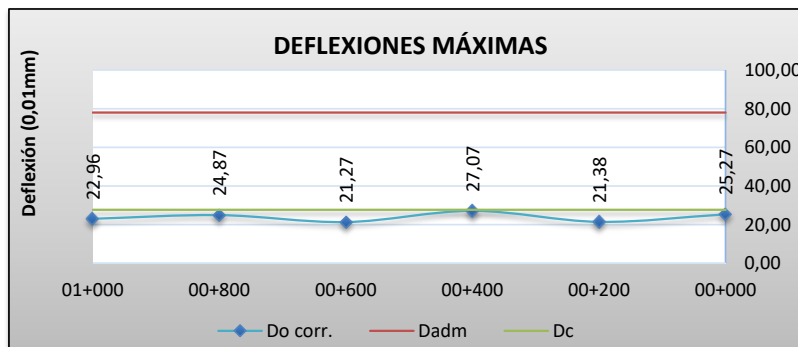
Dc =	27,62	x 10⁻² mm
Dadm =	77,99	x 10⁻² mm

NÚMERO DE MUESTRAS

SUMATORIA	6	6	6
PROMEDIO:	142,80	96,51	2535,18
DEFLEXIÓN MINIMA	23,80	16,09	422,53
DEFLEXIÓN MAXIMA	21,27	13,60	323,30
DESVIACION ESTÁNDAR	27,07	19,43	538,83
VARIANZA	2,32	2,03	95,97
COEFICIENTE DE VAR.	5,39	4,14	9209,77
COEFICIENTE DE VAR.	9,76	12,65	22,71
VALOR CARACTERISTICO	27,62	19,43	580,40

→

Rc mín =	80 m
RCc (m)=	580,40



ANEXO 3

**PLANILLAS DE ESTUDIO CON EL MODELO
DE HOGG**

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°1

Progresiva: 00+000 km

DATOS:

	Do	0,1397	mm
	D50	0,0799	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,0799	mm
	Do= Dφ	0,1397	mm
	DR/Dφ	0,572	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,748	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	58,605	cm
Longitud elástica	Lφ	31,433	cm
	A/Lφ	0,342	
	So/S	0,884	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	2.266,44	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	41,327	cm	$HE=0.9 \times HC \left(\frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	43,004	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	45,927	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	355,849	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	356,214	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	3.184,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	312,24	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,1397	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	20,60	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,40		
Espesor de pavimento	HEQ	31,84	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	18,06	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-13,78	cm	$DH = HD - HEQ$ No requiere refuerzo de carpeta asfáltica

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°2

Progresiva: 00+200 km

DATOS:

	Do	0,1597	mm
	D50	0,0799	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,0799	mm
	Do= Dφ	0,1597	mm
	DR/Dφ	0,500	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,999	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	50,034	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	26,176	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,411	
	So/S	0,851	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	2.291,95	Kg/cm²
--	----	----------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	39,286	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E\phi)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \cdot A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \cdot (Ar)^2 \cdot p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	41,051	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	44,103	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	301,279	cm	$Z3 = (HE + NL\phi) + 0.6A^2/(HE + NL\phi)$
	R3	301,710	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	2.766,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = Do
	E*	271,25	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,1597	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \cdot CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	20,84	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,21		
Espesor de pavimento	HEQ	30,27	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E\phi} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	17,94	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-12,33	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°3

Progresiva: 00+400 km

DATOS:

	Do	0,1198	mm
	D50	0,0799	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,0799	mm
	Do= Dφ	0,1198	mm
	DR/Dφ	0,667	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5: M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4: M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,499	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	73,153	cm
Longitud elástica	Lφ	40,292	cm
	A/Lφ	0,267	
	So/S	0,920	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	2.146,00	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	44,505	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	46,062	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	48,802	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	447,575	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	447,865	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	3.765,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	369,22	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,1196	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \times CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	19,51	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,75		
Espesor de pavimento	HEQ	34,29	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	18,65	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-15,64	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°4

Progresiva: 00+600 km

DATOS:

	Do	0,1588	mm
	D50	0,1191	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,1191	mm
	Do= Dφ	0,1588	mm
	DR/Dφ	0,750	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5: M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4: M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,333	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	91,292	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	51,284	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,210	
	So/S	0,947	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	1.309,88	Kg/cm²
--	----	----------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	47,954	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	49,400	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	51,964	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	560,921	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	561,153	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	2.875,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	281,94	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,1588	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	11,91	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	2,19		
Espesor de pavimento	HEQ	36,94	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	24,95	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-11,99	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°5

Progresiva: 00+800 km

DATOS:

	Do	0,1787	mm
	D50	0,1390	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,139	mm
	Do= Dφ	0,1787	mm
	DR/Dφ	0,778	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4			

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,286	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	99,358	cm
Longitud elástica	Lφ	56,163	cm
	A/Lφ	0,191	
	So/S	0,956	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	1.072,70	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	49,375	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \cdot A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \cdot (Ar)^2 \cdot p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	50,779	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	53,277	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	611,120	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	611,333	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	2.570,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	252,03	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,1787	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \cdot CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	9,75	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	2,40		
Espesor de pavimento	HEQ	38,04	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	28,07	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-9,97	cm	$DH = HD - HEQ$ No requiere refuerzo de carpeta asfáltica

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°6

Progresiva: 01+000 km

DATOS:

	Do	0,1191	mm
	D50	0,0596	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,0596	mm
	Do= Dφ	0,1191	mm
	DR/Dφ	0,500	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,998	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	50,046	cm
Longitud elástica	Lφ	26,183	cm
	A/Lφ	0,410	
	So/S	0,851	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	3.072,60	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \left[\frac{A^C - B}{A(D\phi / DR - 1)} \right]^C - B$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	39,282	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E\phi)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \cdot A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \cdot (Ar)^2 \cdot p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	41,047	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	44,099	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	301,347	cm	$Z3 = (HE + NL\phi) + 0.6A^2/(HE + NL\phi)$
	R3	301,778	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	3.707,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = Do
	E*	363,53	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,1191	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \cdot CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	27,93	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,21		
Espesor de pavimento	HEQ	30,26	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E\phi} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	15,09	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-15,18	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°7

Progresiva: 01+200 km

DATOS:

	Do	0,1390	mm
	D50	0,0794	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,0794	mm
	Do= Dφ	0,139	mm
	DR/Dφ	0,571	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5: M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4: M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,751	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	58,511	cm
Longitud elástica	Lφ	31,375	cm
	A/Lφ	0,343	
	So/S	0,884	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	2.281,24	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	41,311	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	42,989	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	45,912	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	355,258	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	355,624	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	3.201,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	313,91	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,1390	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \times CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	20,74	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,40		
Espesor de pavimento	HEQ	31,83	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	17,99	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-13,84	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°8

Progresiva: 01+400 km

DATOS:

	Do	0,1588	mm
	D50	0,0993	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,0993	mm
	Do= Dφ	0,1588	mm
	DR/Dφ	0,625	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,599	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	66,201	cm
Longitud elástica	Lφ	36,065	cm
	A/Lφ	0,298	
	So/S	0,905	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	1.779,19	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi * p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	43,018	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \cdot A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \cdot (Ar)^2 \cdot p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	44,629	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	47,452	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	403,839	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	404,161	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	2.819,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	276,45	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,1588	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \cdot CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	16,17	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,58		
Espesor de pavimento	HEQ	33,14	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	20,83	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-12,31	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°9

Progresiva: 01+600 km

DATOS:

	Do	0,1986	mm
	D50	0,1588	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,1588	mm
	Do= Dφ	0,1986	mm
	DR/Dφ	0,800	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,251	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	106,733	cm
Longitud elástica	Lφ	60,620	cm
	A/Lφ	0,177	
	So/S	0,963	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	900,56	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	50,614	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	51,983	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	54,425	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	656,921	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	657,118	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	2.324,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	227,91	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,1986	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	8,19	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	2,58		
Espesor de pavimento	HEQ	38,99	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	31,12	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-7,87	cm	$DH = HD - HEQ$ No requiere refuerzo de carpeta asfáltica

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°10

Progresiva: 01+800 km

DATOS:

	Do	0,1588	mm
	D50	0,0993	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,0993	mm
	Do= Dφ	0,1588	mm
	DR/Dφ	0,625	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,599	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	66,201	cm
Longitud elástica	Lφ	36,065	cm
	A/Lφ	0,298	
	So/S	0,905	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	1.779,19	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi * p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	43,018	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \cdot A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \cdot (Ar)^2 \cdot p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	44,629	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	47,452	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	403,839	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	404,161	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	2.819,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	276,45	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,1588	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \cdot CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	16,17	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,58		
Espesor de pavimento	HEQ	33,14	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	20,83	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-12,31	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°11

Progresiva: 02+000 km

DATOS:

	Do	0,2370	mm
	D50	0,1975	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,1975	mm
	Do= Dφ	0,237	mm
	DR/Dφ	0,833	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4			

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Coficiente numérico	M	0,48
---------------------	---	------

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Coficiente numérico	K	1,633
---------------------	---	-------

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Coficiente numérico	I	0,1689
---------------------	---	--------

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N	10
---	----

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,200	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	120,783	cm
Longitud elástica	Lφ	69,105	cm
	A/Lφ	0,156	
	So/S	0,973	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	669,18	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	52,858	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	54,170	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	56,518	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	743,997	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	744,172	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.967,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	192,90	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,2370	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	6,08	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	2,94		
Espesor de pavimento	HEQ	40,72	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	37,08	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-3,64	cm	$DH = HD - HEQ$ No requiere refuerzo de carpeta asfáltica

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°12

Progresiva: 02+200 km

DATOS:

	Do	0,1777	mm
	D50	0,1382	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,1382	mm
	Do= Dφ	0,1777	mm
	DR/Dφ	0,778	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,286	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	99,319	cm
Longitud elástica	Lφ	56,139	cm
	A/Lφ	0,191	
	So/S	0,956	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	1.079,15	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	49,360	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \cdot A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \cdot (Ar)^2 \cdot p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	50,764	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	53,263	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	610,867	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	611,080	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	2.583,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	253,31	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,1777	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \cdot CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	9,81	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	2,39		
Espesor de pavimento	HEQ	38,03	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E\phi} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	27,97	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-10,05	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°13

Progresiva: 02+400 km

DATOS:

	Do	0,2172	mm
	D50	0,1777	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,1777	mm
	Do= Dφ	0,2172	mm
	DR/Dφ	0,818	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5: M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4: M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,222	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	113,989	cm
--	----	---------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	65,003	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,165	
	So/S	0,969	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	772,50	Kg/cm²
--	----	--------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	51,792	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	53,130	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	55,522	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	701,918	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	702,103	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	2.136,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	209,47	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,2172	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \times CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	7,02	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	2,77		
Espesor de pavimento	HEQ	39,90	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	34,07	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-5,83	cm	$DH = HD - HEQ$ No requiere refuerzo de carpeta asfáltica

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°14

Progresiva: 02+600 km

DATOS:

	Do	0,1777	mm
	D50	0,1185	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,1185	mm
	Do= Dφ	0,1777	mm
	DR/Dφ	0,667	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,500	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	73,137	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	40,282	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,267	
	So/S	0,920	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	1.447,08	Kg/cm²
--	----	----------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	44,471	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	46,029	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	48,771	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	447,442	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	447,732	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	2.533,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = Do
	E*	248,40	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,1777	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	13,16	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,75		
Espesor de pavimento	HEQ	34,26	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	23,53	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-10,73	cm	$DH = HD - HEQ$ No requiere refuerzo de carpeta asfáltica

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°15

Progresiva: 02+800 km

DATOS:

	Do	0,1975	mm
	D50	0,1580	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,158	mm
	Do= Dφ	0,1975	mm
	DR/Dφ	0,800	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,250	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	106,881	cm
--	----	---------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	60,709	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,177	
	So/S	0,963	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	904,37	Kg/cm²
--	----	--------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	50,637	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \cdot A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \cdot (Ar)^2 \cdot p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	52,005	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	54,447	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	657,833	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	658,031	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	2.337,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	229,18	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,1975	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \cdot CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	8,22	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	2,58		
Espesor de pavimento	HEQ	39,01	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	31,05	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-7,96	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°16

Progresiva: 03+000 km

DATOS:

	Do	0,1580	mm
	D50	0,0790	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,079	mm
	Do= Dφ	0,158	mm
	DR/Dφ	0,500	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	2,000	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	50,000	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	26,155	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,411	
	So/S	0,851	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	2.318,05	Kg/cm²
--	----	----------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	39,275	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	41,039	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	44,092	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	301,056	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	301,488	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	2.795,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	274,10	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,1580	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \times CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	21,07	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,21		
Espesor de pavimento	HEQ	30,26	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	17,82	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-12,44	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°17

Progresiva: 03+200 km

DATOS:

	Do	0,3555	mm
	D50	0,2172	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,2172	mm
	Do= Dφ	0,3555	mm
	DR/Dφ	0,611	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4			

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Coficiente numérico	M	0,48
---------------------	---	------

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Coficiente numérico	K	1,633
---------------------	---	-------

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Coficiente numérico	I	0,1689
---------------------	---	--------

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N	10
---	----

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,637	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	64,032	cm
Longitud elástica	Lφ	34,744	cm
	A/Lφ	0,309	
	So/S	0,900	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	820,01	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi * p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	42,547	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \cdot A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \cdot (Ar)^2 \cdot p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	44,176	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	47,026	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	390,168	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	390,501	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.257,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	123,27	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3555	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \cdot CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	7,45	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,53		
Espesor de pavimento	HEQ	32,78	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	32,89	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	0,11	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°18

Progresiva: 03+400 km

DATOS:

	Do	0,3357	mm
	D50	0,2370	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,237	mm
	Do= Dφ	0,3357	mm
	DR/Dφ	0,706	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,416	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	80,807	cm
Longitud elástica	Lφ	44,935	cm
	A/Lφ	0,239	
	So/S	0,933	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	696,58	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	45,995	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	47,502	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	50,163	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	495,480	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	495,742	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.349,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	132,29	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3357	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \times CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	6,33	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,94		
Espesor de pavimento	HEQ	35,43	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	36,22	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	0,78	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°19

Progresiva: 03+600 km

DATOS:

	Do	0,3950	mm
	D50	0,2765	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,2765	mm
	Do= Dφ	0,395	mm
	DR/Dφ	0,700	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,429	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	79,547	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	44,171	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,243	
	So/S	0,931	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	600,96	Kg/cm²
--	----	--------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	45,749	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E\phi)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	47,264	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	49,938	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	487,599	cm	$Z3 = (HE + NL\phi) + 0.6A^2/(HE + NL\phi)$
	R3	487,865	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.145,30	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = Do
	E*	112,32	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3950	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f^* CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	5,46	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,91		
Espesor de pavimento	HEQ	35,25	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E\phi} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	39,51	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	4,27	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°20

Progresiva: 03+800 km

DATOS:

	Do	0,3555	mm
	D50	0,2370	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,237	mm
	Do= Dφ	0,3555	mm
	DR/Dφ	0,667	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4			

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,500	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	73,103	cm
Longitud elástica	Lφ	40,261	cm
	A/Lφ	0,267	
	So/S	0,920	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	723,65	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \left[\frac{A^C - B}{A(D\phi / DR - 1)} \right]^C - B$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	44,486	cm	$HE=0.9 \times HC \left(\frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	46,044	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	48,785	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	447,251	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	447,542	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.268,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	124,35	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3550	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \times CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	6,58	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,75		
Espesor de pavimento	HEQ	34,27	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	35,41	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	1,14	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°21

Progresiva: 04+000 km

DATOS:

	Do	0,3752	mm
	D50	0,2567	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,2567	mm
	Do= Dφ	0,3752	mm
	DR/Dφ	0,684	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria

μ	0,40
X	0,192
Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,462	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	76,373	cm
Longitud elástica	Lφ	42,246	cm
	A/Lφ	0,254	
	So/S	0,926	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	657,72	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi * p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	45,986	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	47,493	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	50,155	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	468,591	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	468,868	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.273,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	124,84	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3555	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \times CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	5,98	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,94		
Espesor de pavimento	HEQ	35,43	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	37,46	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	2,04	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°22

Progresiva: 04+200 km

DATOS:

	Do	0,3950	mm
	D50	0,2370	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,237	mm
	Do= Dφ	0,395	mm
	DR/Dφ	0,600	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,667	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	62,441	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	33,774	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,318	
	So/S	0,895	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	755,60	Kg/cm²
--	----	--------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	42,198	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	43,840	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	46,710	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	380,123	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	380,464	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.130,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	110,82	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3950	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \times CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	6,87	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,50		
Espesor de pavimento	HEQ	32,51	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	34,52	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	2,01	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°23

Progresiva: 04+400 km

DATOS:

	Do	0,3555	mm
	D50	0,2567	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,2567	mm
	Do= Dφ	0,3555	mm
	DR/Dφ	0,722	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,385	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	84,374	cm
Longitud elástica	Lφ	47,096	cm
	A/Lφ	0,228	
	So/S	0,938	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	631,13	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	46,675	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	48,160	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	50,787	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	517,771	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	518,022	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.277,30	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	125,26	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3555	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f^* CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	5,74	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	2,02		
Espesor de pavimento	HEQ	35,96	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	38,39	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	2,43	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°24

Progresiva: 04+600 km

DATOS:

	Do	0,4125	mm
	D50	0,2357	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,2357	mm
	Do= Dφ	0,4125	mm
	DR/Dφ	0,571	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria

μ	0,40
X	0,192
Y	0,602

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,750	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	58,533	cm
Longitud elástica	Lφ	31,389	cm
	A/Lφ	0,342	
	So/S	0,884	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	768,44	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^c - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^c - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	41,314	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	42,992	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	45,915	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	355,398	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	355,764	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.078,50	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	105,76	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,4125	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	6,99	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,40		
Espesor de pavimento	HEQ	31,83	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	34,18	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	2,35	cm	$DH = HD - HEQ$ Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°25

Progresiva: 04+800 km

DATOS:

	Do	0,3732	mm
	D50	0,2554	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,2554	mm
	Do= Dφ	0,3732	mm
	DR/Dφ	0,684	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,461	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	76,408	cm
Longitud elástica	Lφ	42,267	cm
	A/Lφ	0,254	
	So/S	0,926	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	660,95	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	45,132	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	46,667	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	49,374	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	467,953	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	468,230	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.209,30	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	118,59	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3732	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	6,01	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,83		
Espesor de pavimento	HEQ	34,77	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	37,36	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	2,59	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: IDA (Derecho)

Punto: N°26

Progresiva: 05+000 km

DATOS:

	Do	0,3929	mm
	D50	0,2750	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,275	mm
	Do= Dφ	0,3929	mm
	DR/Dφ	0,700	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,429	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	79,531	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	44,161	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,243	
	So/S	0,931	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	604,29	Kg/cm²
--	----	--------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	45,747	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	47,262	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	49,936	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	487,501	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	487,768	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.151,50	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	112,92	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3929	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	5,49	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,91		
Espesor de pavimento	HEQ	35,24	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	39,38	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	4,14	cm	$DH = HD - HEQ$ Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°27

Progresiva: 05+000 km

DATOS:

	Do	0,3712	mm
	D50	0,2735	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,2735	mm
	Do= Dφ	0,3712	mm
	DR/Dφ	0,737	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N	10
---	----

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,357	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	87,894	cm
Longitud elástica	Lφ	49,228	cm
	A/Lφ	0,218	
	So/S	0,943	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	581,19	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	47,331	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	48,795	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	51,389	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	539,738	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	539,979	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.226,50	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	120,28	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3712	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	5,28	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	2,11		
Espesor de pavimento	HEQ	36,46	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	40,30	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	3,84	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°28

Progresiva: 04+800 km

DATOS:

	Do	0,3517	mm
	D50	0,2540	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,254	mm
	Do= Dφ	0,3517	mm
	DR/Dφ	0,722	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coficiente numérico	M	0,48
---------------------	---	------

Coficiente numérico	K	1,633
---------------------	---	-------

Coficiente numérico	I	0,1689
---------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,385	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	84,403	cm
Longitud elástica	Lφ	47,114	cm
	A/Lφ	0,228	
	So/S	0,938	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	637,74	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^c - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^c - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	46,679	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	48,164	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	50,790	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	517,949	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	518,200	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.291,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	126,60	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3517	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	5,80	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	2,02		
Espesor de pavimento	HEQ	35,96	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	38,15	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	2,19	cm	$DH = HD - HEQ$ Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°29

Progresiva: 04+600 km

DATOS:

	Do	0,3908	mm
	D50	0,2735	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,2735	mm
	Do= Dφ	0,3908	mm
	DR/Dφ	0,700	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,429	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	79,515	cm
Longitud elástica	Lφ	44,151	cm
	A/Lφ	0,243	
	So/S	0,931	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	607,65	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	45,743	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	47,259	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	49,933	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	487,400	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	487,666	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.157,60	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	113,52	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3908	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f^* CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	5,52	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,91		
Espesor de pavimento	HEQ	35,24	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	39,26	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	4,01	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°30

Progresiva: 04+400 km

DATOS:

	Do	0,3126	mm
	D50	0,2540	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,254	mm
	Do= Dφ	0,3126	mm
	DR/Dφ	0,813	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,231	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	111,689	cm
--	----	---------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	63,614	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,169	
	So/S	0,967	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	547,49	Kg/cm²
--	----	--------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	51,420	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	52,768	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	55,176	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	687,659	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	687,848	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.481,50	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	145,29	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3126	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	4,98	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	2,71		
Espesor de pavimento	HEQ	39,61	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	41,75	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	2,13	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°31

Progresiva: 04+200 km

DATOS:

	Do	0,3321	mm
	D50	0,2345	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,2345	mm
	Do= Dφ	0,3321	mm
	DR/Dφ	0,706	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,416	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	80,833	cm
Longitud elástica	Lφ	44,951	cm
	A/Lφ	0,239	
	So/S	0,933	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	703,91	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	45,998	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	47,505	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	50,166	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	495,645	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	495,907	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.363,50	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	133,71	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3321	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	6,40	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,94		
Espesor de pavimento	HEQ	35,44	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	35,99	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	0,56	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°32

Progresiva: 04+000 km

DATOS:

	Do	0,3712	mm
	D50	0,2931	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,2931	mm
	Do= Dφ	0,3712	mm
	DR/Dφ	0,790	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5: M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4: M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,266	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	103,210	cm
--	----	---------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	58,491	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,184	
	So/S	0,960	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	497,75	Kg/cm²
--	----	--------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	50,028	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	51,413	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	53,881	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	635,048	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	635,253	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.240,40	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	121,64	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3712	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	4,53	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	2,49		
Espesor de pavimento	HEQ	38,54	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	44,16	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	5,62	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°33

Progresiva: 03+800 km

DATOS:

	Do	0,4103	mm
	D50	0,2931	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,2931	mm
	Do= Dφ	0,4103	mm
	DR/Dφ	0,714	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coficiente numérico	M	0,48
---------------------	---	------

Coficiente numérico	K	1,633
---------------------	---	-------

Coficiente numérico	I	0,1689
---------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,400	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	82,627	cm
Longitud elástica	Lφ	46,038	cm
	A/Lφ	0,233	
	So/S	0,936	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	557,91	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	46,345	cm	$HE=0.9 \times HC \left(E^*/E_0 \right)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	47,840	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	50,483	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	506,860	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	507,116	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.105,30	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	108,39	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,4103	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	5,07	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,98		
Espesor de pavimento	HEQ	35,70	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	41,28	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	5,58	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°34

Progresiva: 03+600 km

DATOS:

	Do	0,3887	mm
	D50	0,2915	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,2915	mm
	Do= Dφ	0,3887	mm
	DR/Dφ	0,750	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria

μ	0,40
X	0,192
Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,333	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	91,275	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	51,274	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,210	
	So/S	0,947	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	535,24	Kg/cm²
--	----	--------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	47,948	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	49,394	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	51,958	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	560,811	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	561,043	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.174,30	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	115,16	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3887	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f^* CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	4,87	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	2,19		
Espesor de pavimento	HEQ	36,94	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	42,31	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	5,37	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°35

Progresiva: 03+400 km

DATOS:

	Do	0,4081	mm
	D50	0,2527	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,2527	mm
	Do= Dφ	0,4081	mm
	DR/Dφ	0,619	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,615	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	65,265	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	35,495	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,303	
	So/S	0,903	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	701,64	Kg/cm²
--	----	--------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	42,815	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	44,433	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	47,268	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	397,943	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	398,270	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.096,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	107,48	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,4081	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	6,38	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,56		
Espesor de pavimento	HEQ	32,98	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	36,06	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	3,08	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°36

Progresiva: 03+200 km

DATOS:

	Do	0,3693	mm
	D50	0,2332	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,2332	mm
	Do= Dφ	0,3693	mm
	DR/Dφ	0,631	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,584	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	67,163	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	36,651	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,293	
	So/S	0,907	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	754,73	Kg/cm²
--	----	--------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	43,223	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \cdot A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \cdot (Ar)^2 \cdot p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	44,827	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	47,638	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	409,899	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	410,216	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.213,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	118,95	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3693	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \cdot CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	6,86	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,61		
Espesor de pavimento	HEQ	33,30	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	34,54	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	1,24	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°37

Progresiva: 03+000 km

DATOS:

	Do	0,3110	mm
	D50	0,2332	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,2332	mm
	Do= Dφ	0,311	mm
	DR/Dφ	0,750	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,334	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	91,249	cm
Longitud elástica	Lφ	51,258	cm
	A/Lφ	0,210	
	So/S	0,947	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	669,14	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	47,942	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \cdot A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \cdot (Ar)^2 \cdot p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	49,387	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	51,952	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	560,649	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	560,881	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.467,50	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	143,91	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3110	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \cdot CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	6,08	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	2,19		
Espesor de pavimento	HEQ	36,93	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	37,08	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	0,15	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°38

Progresiva: 02+800 km

DATOS:

	Do	0,2707	mm
	D50	0,1740	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,174	mm
	Do= Dφ	0,2707	mm
	DR/Dφ	0,643	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Coficiente numérico	M	0,48
---------------------	---	------

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

Coficiente numérico	K	1,633
---------------------	---	-------

Coficiente numérico	I	0,1689
---------------------	---	--------

N	10
---	----

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,556	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	68,989	cm
Longitud elástica	Lφ	37,761	cm
	A/Lφ	0,285	
	So/S	0,911	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	1.003,92	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	43,613	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	45,202	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	47,991	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	421,387	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	421,696	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.657,50	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	162,55	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,2707	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \times CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	9,13	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,65		
Espesor de pavimento	HEQ	33,60	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	29,19	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-4,41	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°39

Progresiva: 02+600 km

DATOS:

	Do	0,2900	mm
	D50	0,1933	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,1933	mm
	Do= Dφ	0,29	mm
	DR/Dφ	0,667	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,500	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	73,082	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	40,248	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,267	
	So/S	0,920	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	887,34	Kg/cm²
--	----	--------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	44,461	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	46,020	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	48,762	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	447,101	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	447,391	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.552,20	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	152,22	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,2900	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \times CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	8,07	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,75		
Espesor de pavimento	HEQ	34,25	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	31,40	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-2,86	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°40

Progresiva: 02+400 km

DATOS:

	Do	0,3093	mm
	D50	0,2320	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,232	mm
	Do= Dφ	0,3093	mm
	DR/Dφ	0,750	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5: M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4: M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,333	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	91,314	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	51,297	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,210	
	So/S	0,947	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	672,36	Kg/cm²
--	----	--------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	47,952	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	49,397	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	51,961	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	561,049	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	561,281	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.475,50	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	144,70	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3093	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	6,11	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	2,19		
Espesor de pavimento	HEQ	36,94	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	36,98	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	0,04	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°41

Progresiva: 02+200 km

DATOS:

	Do	0,2500	mm
	D50	0,1346	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,1346	mm
	Do= Dφ	0,25	mm
	DR/Dφ	0,538	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,857	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	54,400	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	28,859	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,372	
	So/S	0,869	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	1.356,59	Kg/cm²
--	----	----------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	40,344	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E\phi)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	42,062	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	45,046	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	329,143	cm	$Z3 = (HE + NL\phi) + 0.6A^2/(HE + NL\phi)$
	R3	329,537	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.773,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = Do
	E*	173,87	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,2500	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \times CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	12,33	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,31		
Espesor de pavimento	HEQ	31,08	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E\phi} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	24,44	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-6,64	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°42

Progresiva: 02+000 km

DATOS:

	Do	0,2308	mm
	D50	0,1538	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,1538	mm
	Do= Dφ	0,2308	mm
	DR/Dφ	0,666	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coficiente numérico	M	0,48
---------------------	---	------

Coficiente numérico	K	1,633
---------------------	---	-------

Coficiente numérico	I	0,1689
---------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4			

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,501	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	73,051	cm
Longitud elástica	Lφ	40,229	cm
	A/Lφ	0,267	
	So/S	0,920	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	1.115,39	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	44,452	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E\phi)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \cdot A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \cdot (Ar)^2 \cdot p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	46,012	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	48,754	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	446,902	cm	$Z3 = (HE + NL\phi) + 0.6A^2/(HE + NL\phi)$
	R3	447,193	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.950,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = Do
	E*	191,23	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,2308	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \cdot CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	10,14	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,75		
Espesor de pavimento	HEQ	34,25	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E\phi} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	27,43	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-6,81	cm	$DH = HD - HEQ$ No requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°43

Progresiva: 01+800 km

DATOS:

	Do	0,2692	mm
	D50	0,1923	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,1923	mm
	Do= Dφ	0,2692	mm
	DR/Dφ	0,714	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coficiente numérico	M	0,48
---------------------	---	------

Coficiente numérico	K	1,633
---------------------	---	-------

Coficiente numérico	I	0,1689
---------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,400	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	82,623	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	46,036	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,233	
	So/S	0,936	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	850,37	Kg/cm²
--	----	--------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	46,343	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E\phi)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \cdot A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \cdot (Ar)^2 \cdot p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	47,838	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	50,482	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	506,836	cm	$Z3 = (HE + NL\phi) + 0.6A^2/(HE + NL\phi)$
	R3	507,092	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.684,50	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = Do
	E*	165,19	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,2692	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \cdot CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	7,73	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,98		
Espesor de pavimento	HEQ	35,70	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E\phi} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	32,19	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-3,51	cm	$DH = HD - HEQ$ No requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°44

Progresiva: 01+600 km

DATOS:

	Do	0,2885	mm
	D50	0,1731	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,1731	mm
	Do= Dφ	0,2885	mm
	DR/Dφ	0,600	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,667	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	62,441	cm
Longitud elástica	Lφ	33,774	cm
	A/Lφ	0,318	
	So/S	0,895	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	1.034,54	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \left[\frac{A^C - B}{A(D\phi / DR - 1)} \right]^C - B$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	42,196	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \cdot A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \cdot (Ar)^2 \cdot p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	43,839	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	46,709	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	380,121	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	380,463	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.547,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	151,71	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,2885	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \cdot CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	9,40	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,50		
Espesor de pavimento	HEQ	32,51	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	28,68	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-3,83	cm	$DH = HD - HEQ$ No requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°45

Progresiva: 01+400 km

DATOS:

	Do	0,2500	mm
	D50	0,1346	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,1346	mm
	Do= Dφ	0,25	mm
	DR/Dφ	0,538	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,857	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	54,400	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	28,859	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,372	
	So/S	0,869	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	1.356,59	Kg/cm²
--	----	----------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	40,344	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E\phi)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	42,062	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	45,046	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	329,143	cm	$Z3 = (HE + NL\phi) + 0.6A^2/(HE + NL\phi)$
	R3	329,537	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.773,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = Do
	E*	173,87	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,2500	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	12,33	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,31		
Espesor de pavimento	HEQ	31,08	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E\phi} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	24,44	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-6,64	cm	$DH = HD - HEQ$ No requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°46

Progresiva: 01+200 km

DATOS:

	Do	0,3252	mm
	D50	0,2296	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,2296	mm
	Do= Dφ	0,3252	mm
	DR/Dφ	0,706	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,416	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	80,815	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	44,940	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,239	
	So/S	0,933	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	719,00	Kg/cm²
--	----	--------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	45,996	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	47,502	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	50,164	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	495,532	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	495,794	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.392,50	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	136,56	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,3252	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \times CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	6,54	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,94		
Espesor de pavimento	HEQ	35,44	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	35,55	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	0,11	cm	$DH = HD - HEQ$

Requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°47

Progresiva: 01+000 km

DATOS:

	Do	0,2296	mm
	D50	0,1530	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,153	mm
	Do= Dφ	0,2296	mm
	DR/Dφ	0,666	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,501	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	73,051	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	40,229	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,267	
	So/S	0,920	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	1.121,22	Kg/cm²
--	----	----------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	44,455	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \cdot A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \cdot (Ar)^2 \cdot p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	46,014	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	48,756	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	446,903	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	447,193	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.960,50	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	192,26	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,2296	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \cdot CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	10,19	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,75		
Espesor de pavimento	HEQ	34,25	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	27,35	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-6,90	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°48

Progresiva: 00+800 km

DATOS:

	Do	0,2487	mm
	D50	0,1530	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,153	mm
	Do= Dφ	0,2487	mm
	DR/Dφ	0,615	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,625	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	64,661	cm
Longitud elástica	Lφ	35,127	cm
	A/Lφ	0,306	
	So/S	0,901	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	1.161,45	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	42,686	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	44,310	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	47,152	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	394,135	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	394,464	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.798,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	176,32	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,2487	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	10,56	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,55		
Espesor de pavimento	HEQ	32,89	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	26,79	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-6,10	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°49

Progresiva: 00+600 km

DATOS:

	Do	0,2127	mm
	D50	0,1547	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,1547	mm
	Do= Dφ	0,2127	mm
	DR/Dφ	0,727	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Coficiente numérico	M	0,48
---------------------	---	------

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Coficiente numérico	K	1,633
---------------------	---	-------

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Coficiente numérico	I	0,1689
---------------------	---	--------

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N	10
---	----

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,375	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	85,596	cm
Longitud elástica	Lφ	47,836	cm
	A/Lφ	0,225	
	So/S	0,940	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	1.040,41	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	46,906	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	48,383	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	50,999	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	525,399	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	525,647	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	2.137,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	209,57	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,2127	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \times CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	9,46	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	2,05		
Espesor de pavimento	HEQ	36,14	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	28,58	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-7,55	cm	$DH = HD - HEQ$ No requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°50

Progresiva: 00+400 km

DATOS:

	Do	0,2707	mm
	D50	0,1740	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,174	mm
	Do= Dφ	0,2707	mm
	DR/Dφ	0,643	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5: M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4: M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,556	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	68,989	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	37,761	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,285	
	So/S	0,911	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	1.003,92	Kg/cm²
--	----	----------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	43,612	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	45,201	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	47,990	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	421,386	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	421,695	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.657,40	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	162,54	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,2707	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	9,13	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,65		
Espesor de pavimento	HEQ	33,60	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	29,19	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-4,41	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°51

Progresiva: 00+200 km

DATOS:

	Do	0,2138	mm
	D50	0,1360	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,136	mm
	Do= Dφ	0,2138	mm
	DR/Dφ	0,636	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria

μ	0,40
X	0,192
Y	0,602

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
10	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K = 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

Coficiente numérico	M	0,48
---------------------	---	------

Coficiente numérico	K	1,633
---------------------	---	-------

Coficiente numérico	I	0,1689
---------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,572	
Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	67,904	cm
Longitud elástica	Lφ	37,101	cm
	A/Lφ	0,290	
	So/S	0,909	
Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	1.290,26	Kg/cm²

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

$$L\phi = \frac{Y \cdot R5 + \sqrt{(Y \cdot R5)^2 - 4 \cdot A \cdot X \cdot R5}}{2}$$

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi \cdot D\phi} S_o / S$$

	HE	43,384	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1,5 \cdot A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \cdot (Ar)^2 \cdot p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	44,982	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	47,784	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	414,563	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	414,876	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	2.097,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D ₀
	E*	205,65	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,2138	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f \cdot CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	11,73	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	1,63		
Espesor de pavimento	HEQ	33,42	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	25,17	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-8,25	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

CÁLCULO APLICANDO EL MODELO DE HOGG

Carril: VUELTA (Izquierdo)

Punto: N°52

Progresiva: 00+000 km

DATOS:

	Do	0,2527	mm
	D50	0,1943	mm
	W18	18000	libras
Carga sobre llanta doble	P	9000	libras
Carga sobre una llanta	P'	4500	libras
Presión de inflado	p	80	psi

→ ó 4082,40 kg

→ ó 2041,20 kg

ó 5,62456 Kg/cm²

	R	50	cm
	D50= DR	0,1943	mm
	Do= Dφ	0,2527	mm
	DR/Dφ	0,769	
	A	2629	
	B	0	
	C	0,548	
Para evaluación rutinaria	H/Lφ	10	

Para evaluación rutinaria	μ	0,40
	X	0,192
	Y	0,602

Coefficiente numérico	M	0,48
-----------------------	---	------

Coefficiente numérico	K	1,633
-----------------------	---	-------

Coefficiente numérico	I	0,1689
-----------------------	---	--------

N	10
---	----

Espesor del pavimento	HC	41	cm
-----------------------	----	----	----

H/Lφ	μ	A	B	C
∞	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
10	0.5	2.460	0	0.592
DR/Dφ>0.7	0.5	371.1	2	0.219
10	0.4	2.629	0	0.548
DR/Dφ<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004
10	0.4	2283.4	3	0.2004

H/Lφ	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5; M=0.52

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4; M=0.48

Para H/Lφ = ∞; μ = Cualquier valor: M=0.44

Para μ = 0.5; K=1.5

Para μ = 0.4; K= 1.633

Para H/Lφ = 10; μ = 0.4 I = 0.1689

Para H/Lφ = 10; μ = 0.5 I = 0.1614

Para H/Lφ = ∞; μ = cualquier valor : I = 0.1925

N= 10 para base rocosa a espesor finito (H/Lφ=10)

CÁLCULOS:

Radio de huella de contacto	Ar	10,748	cm
	Dφ/DR	1,301	

$$A_r = \sqrt{\frac{P'}{\pi \cdot p}}$$

Distancia del centro geométrico de la llanta	R5	96,618	cm
--	----	--------	----

$$R5 = R \frac{A^C - B}{[A(D\phi / DR - 1)]^C - B}$$

Longitud elástica	Lφ	54,506	cm
-------------------	----	--------	----

$$L\phi = \frac{Y.R5 + \sqrt{(Y.R5)^2 - 4.A.X.R5}}{2}$$

	A/Lφ	0,197	
	So/S	0,953	

$$S_o/S = 1 - M (A/L\phi - 0.10)$$

Módulo de elasticidad de la Subrasante	Eφ	779,35	Kg/cm²
--	----	--------	--------

$$E\phi = \frac{K.I.P}{L\phi.D\phi} S_o / S$$

	HE	48,893	cm	$HE=0.9 \times HC (E^*/E_0)^{1/3}$
	r	16,122	cm	$r = 1.5 \times A$
Carga de ensayo	P''	2041,17	Kkg	$P'' = \pi \times (Ar)^2 \times p$
	Z1	42,690	cm	$Z1 = HC + 0.6A^2/HC$
	R1	45,633	cm	$R1 = \sqrt{Z1^2 + (1.5A)^2}$
	Z2	50,311	cm	$Z2 = HE + 0.6A^2/HE$
	R2	52,831	cm	$R2 = \sqrt{Z2^2 + (1.5A)^2}$
	Z3	594,072	cm	$Z3 = (HE + NL_0) + 0.6A^2/(HE + NL_0)$
	R3	594,291	cm	$R3 = \sqrt{Z3^2 + (1.5A)^2}$

Módulo de elasticidad equivalente del pavimento	E*	1.813,00	Kg/cm ²	Se iteran valores E* hasta igualar Dφ' = D0
	E*	177,79	Mpa	
Valor constante	2*(1-μ)	1,20		$D_0 = \frac{(1 + \mu) P}{2\pi} \left\{ \frac{1}{E} \left[\frac{2(1 - \mu)}{r} - \frac{1}{R_1} (2(1 - \mu)) + \left(\frac{Z_1}{R_1} \right)^2 \right] \right. \\ \left. + \frac{1}{E_0} \left[\frac{1}{R_2} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_2}{R_2} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_3} \left(2(1 - \mu) + \left(\frac{Z_3}{R_3} \right)^2 \right) \right] \right\}$
Deflexión máxima recalculada para determinar E*	Dφ'	0,2527	mm	
Factor de CBR	f	110		$E \phi = f * CBR$
Determinación de CBR de Subrasante	CBR	7,09	%	

DETERMINACIÓN DEL

REFUERZO:

Relación modular	E*/Eφ	2,33		
Espesor de pavimento	HEQ	37,67	cm	$\frac{HEQ}{HC} = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{E^*}{E_0} \right)^{1/3}$
Carga equivalente	N18	1.570.500	klb	
Espesor requerido de diseño	HD	33,89	cm	$HD = CBR^{-0.59} (4.63 + 6.09 \log N_{18})$
Espesor del refuerzo de material granular	DH	-3,77	cm	$DH = HD - HEQ$

No requiere refuerzo de carpeta asfáltica.

ANEXO 4

PLANILLAS DE ESTUDIO CBR



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

PUNTO 1 - CAPA SUBRASANTE

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto:	APLICACION DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.						Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Máx
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ.						1	23	13	A-2-6	6,77	2,35
CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO												
Nº capas	5			5			5					
Nº golpes por capa	12			25			56					
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M			
Peso muestra húm.+ molde	11240,00		11895,00	11865,00		12705,00	11920,00		12495,00			
Peso Molde	7960,00		7960,00	8040,00		8040,00	7230,00		7230,00			
Peso muestra húmeda	3280,00		3935,00	3825,00		4665,00	4690,00		5265,00			
Volumen de la muestra	2088,57		2088,57	2092,28		2092,28	1622,04		1622,04			
Peso Unit. Muestra Húm.	1,57		1,88	1,83		2,23	2,89		3,25			
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	Medio	Fondo	Superf.	Medio	Fondo	Superf.	Medio			
Tara N°	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00	3,00			
Peso muestra húm + tara	56,11	56,83	56,03	57,93	57,38	57,13	55,31	55,59	55,30			
Peso muestra seca + tara	47,60	46,80	47,71	48,41	47,61	47,89	47,51	46,56	47,57			
Peso del agua	8,51	10,03	8,32	9,52	9,77	9,24	7,80	9,03	7,73			
Peso de tara	20,83	18,55	19,28	15,00	18,40	17,36	18,57	16,76	16,94			
Peso de la muestra seca	26,77	28,25	28,43	33,41	29,21	30,53	28,94	29,80	30,63			
Contenido humedad %	31,79	35,50	29,26	28,49	33,45	30,27	26,95	30,30	25,24			
Promedio cont. Humedad	33,65		29,26	30,97		30,27	28,63		25,24			
Peso Unit.muestra seca	1,175		1,458	1,396		1,712	2,248		2,592			

Hum.	Peso
Opt.	Unit.
%	gr/cm3
6,77	2,35

Hum.	Peso
Opt.	Unit.
%	gr/cm3
6,77	2,35

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
24-oct-22	10:50	1	14,67	1,47	0,00	14,88	1,49	0,00	14,35	1,43	0,00
25-oct-22	10:50	2	17,51	1,75	2,45	20,31	2,03	4,69	20,24	2,02	6,55
26-oct-22	10:50	3	17,60	1,76	2,53	20,42	2,04	4,79	20,85	2,09	7,23
27-oct-22	10:50	4	16,66	1,67	1,72	20,48	2,05	4,84	20,20	2,02	6,50
28-oct-22	11:50	4	17,66	1,77	0,13	20,74	2,07	0,38	20,12	2,01	-0,14

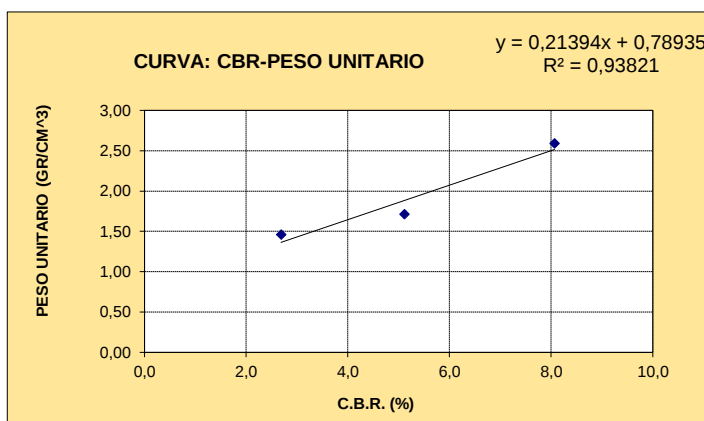
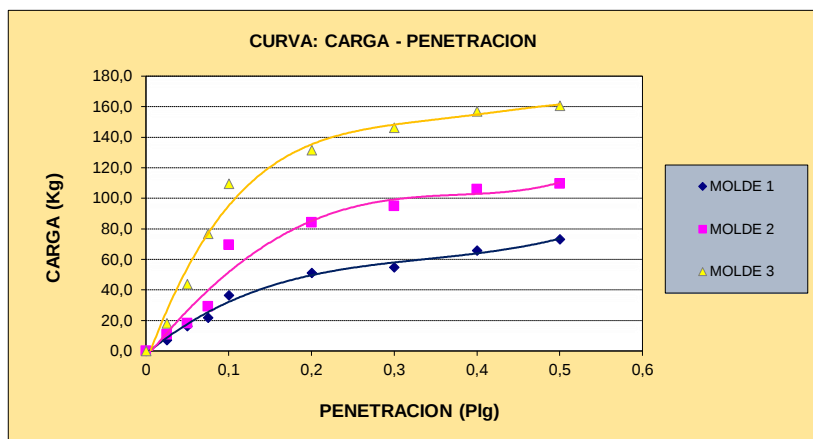
C.B.R.	Peso
%	Unit.
	gr/cm3
2,7	1,46
5,1	1,71
8,1	2,59

C.B.R.

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg/cm2	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0,025	0,63		7,2	0,4			10,9	0,6			18,2	0,9		
0,05	1,27		16,4	0,8			18,2	0,9			43,8	2,3		
0,075	1,9		21,9	1,1			29,2	1,5			76,8	4,0		
0,1	2,54	1360	36,5	1,9		2,7	69,5	3,6		5,1	109,7	5,7		8,1
0,2	5,08	2040	51,2	2,6		2,5	84,1	4,3		4,1	131,6	6,8		6,5
0,3	7,62		54,8	2,8			95,1	4,9			146,2	7,6		
0,4	10,16		65,8	3,4			106,0	5,5			157,2	8,1		
0,5	12,7		73,1	3,8			109,7	5,7			160,8	8,3		



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx	
7,29	%
CBR 95% D.Máx.	
6,75	%

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingenieria Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

PUNTO 2 - CAPA SUBRASANTE

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto:	APLICACION DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.	Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Máx
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ.	2	26	14	A-6	6,83	1,86

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5		5		5	
Nº golpes por capa	12		25		56	
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M
Peso muestra húm.+ molde	11205,00	11875,00	11865,00	12655,00	11615,00	12015,00
Peso Molde	7965,00	7965,00	8035,00	8035,00	7220,00	7220,00
Peso muestra húmeda	3240,00	3910,00	3830,00	4620,00	4395,00	4795,00
Volumen de la muestra	2088,57	2088,57	2092,28	2092,28	1622,04	1622,04
Peso Unit. Muestra Húm.	1,55	1,87	1,83	2,21	2,71	2,96
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	Medio	Fondo	Superf.	Medio
Tara N°	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00	3,00
Peso muestra húm + tara	65,11	54,92	56,90	57,89	55,40	54,13
Peso muestra seca + tara	56,61	46,70	46,71	48,89	47,90	47,70
Peso del agua	8,50	8,22	10,19	9,00	7,50	6,43
Peso de tara	28,84	21,58	10,09	18,20	23,40	16,45
Peso de la muestra seca	27,77	25,12	36,62	30,69	24,50	31,25
Contenido humedad %	30,61	32,72	27,83	29,33	30,61	20,58
Promedio cont. Humedad	31,67		27,83		29,97	
Peso Unit.muestra seca	1,178		1,465		1,408	

Hum.	Peso
Opt.	Unit.
%	gr/cm3
6,83	1,86

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
				EXTENS.	CM.		EXTENS.	CM.		EXTENS.	CM.
24-oct-22	10:50	1	15,90	1,59	0,00	17,05	1,71	0,00	10,53	1,05	0,00
25-oct-22	10:50	2	17,80	1,78	1,64	18,80	1,88	1,51	11,09	1,11	0,62
26-oct-22	10:50	3	18,02	1,80	1,83	19,05	1,91	1,73	11,50	1,15	1,08
27-oct-22	10:50	4	18,46	1,85	2,21	19,20	1,92	1,86	12,30	1,23	1,97
28-oct-22	11:50	4	18,02	1,80	0,19	19,08	1,91	0,24	12,56	1,26	1,63

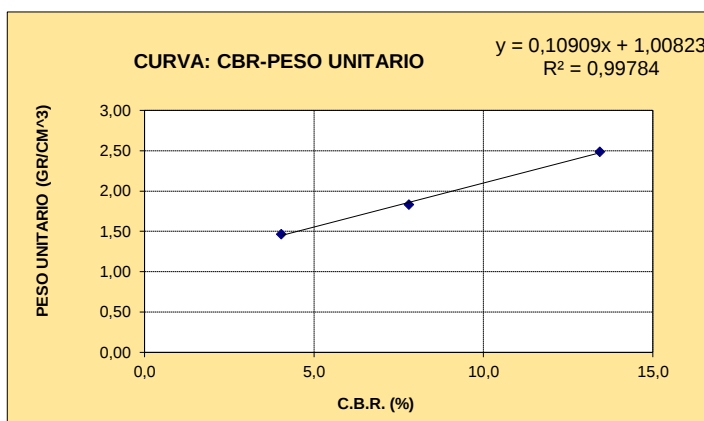
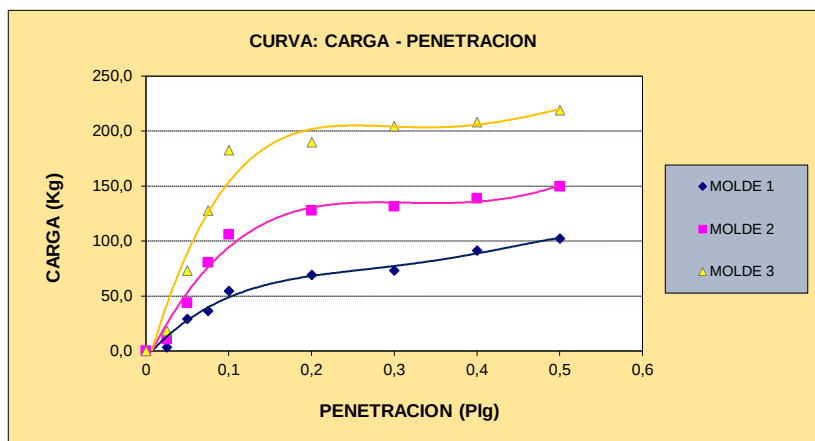
C.B.R.	Peso
%	Unit.
	gr/cm3
4,0	1,46
7,8	1,83
13,4	2,48

C.B.R.

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg/cm2	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0,025	0,63		3,5	0,2			10,9	0,6			18,2	0,9		
0,05	1,27		29,2	1,5			43,8	2,3			73,1	3,8		
0,075	1,9		36,5	1,9			80,4	4,2			128,0	6,6		
0,1	2,54	1360	54,8	2,8		4,0	106,0	5,5		7,8	182,7	9,4		13,4
0,2	5,08	2040	69,5	3,6		3,4	128,0	6,6		6,3	190,0	9,8		9,3
0,3	7,62		73,1	3,8			131,6	6,8			204,6	10,6		
0,4	10,16		91,4	4,7			138,9	7,2			208,2	10,8		
0,5	12,7		102,4	5,3			149,9	7,7			219,1	11,3		



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx	
7,81	%
CBR 95% D.Máx.	
6,96	%

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingenieria Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

PUNTO 3 - CAPA SUBRASANTE

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto:	APLICACION DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.						Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Máx
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ.						3	37	22	A-6	6,69	1,97
CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO												
Nº capas	5			5			5					
Nº golpes por capa	12			25			56					
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M			
Peso muestra húm.+ molde	11245,00		11885,00	11875,00		12705,00	11825,00		12170,00			
Peso Molde	7965,00		7965,00	8035,00		8035,00	7220,00		7220,00			
Peso muestra húmeda	3280,00		3920,00	3840,00		4670,00	4605,00		4950,00			
Volumen de la muestra	2088,57		2088,57	2092,28		2092,28	1622,04		1622,04			
Peso Unit. Muestra Húm.	1,57		1,88	1,84		2,23	2,84		3,05			
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	Medio	Fondo	Superf.	Medio	Fondo	Superf.	Medio			
Tara N°	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00	3,00			
Peso muestra húm + tara	55,11	55,82	57,03	57,80	55,38	56,13	55,34	55,59	56,30			
Peso muestra seca + tara	46,61	45,70	47,71	48,42	47,68	47,70	47,56	46,56	48,57			
Peso del agua	8,50	10,12	9,32	9,38	7,70	8,43	7,78	9,03	7,73			
Peso de tara	21,84	19,58	19,26	15,00	22,40	16,36	19,90	16,40	17,94			
Peso de la muestra seca	24,77	26,12	28,45	33,42	25,28	31,34	27,66	30,16	30,63			
Contenido humedad %	34,32	38,74	32,76	28,07	30,46	26,90	28,13	29,94	25,24			
Promedio cont. Humedad	36,53		32,76	29,26		26,90	29,03		25,24			
Peso Unit.muestra seca	1,150		1,414	1,420		1,759	2,200		2,437			

Hum.	Peso
Opt.	Unit.
%	gr/cm3
6,69	1,97

Hum.	Peso
Opt.	Unit.
%	gr/cm3
6,69	1,97

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
24-oct-22	10:50	1	13,67	1,37	0,00	14,92	1,49	0,00	14,80	1,48	0,00
25-oct-22	10:50	2	15,51	1,55	1,59	19,08	1,91	3,59	19,89	1,99	5,66
26-oct-22	10:50	3	16,62	1,66	2,55	20,05	2,01	4,43	20,40	2,04	6,22
27-oct-22	10:50	4	17,90	1,79	3,65	20,48	2,05	4,80	20,60	2,06	6,45
28-oct-22	11:50	4	18,02	1,80	2,17	20,89	2,09	1,56	20,49	2,05	0,67

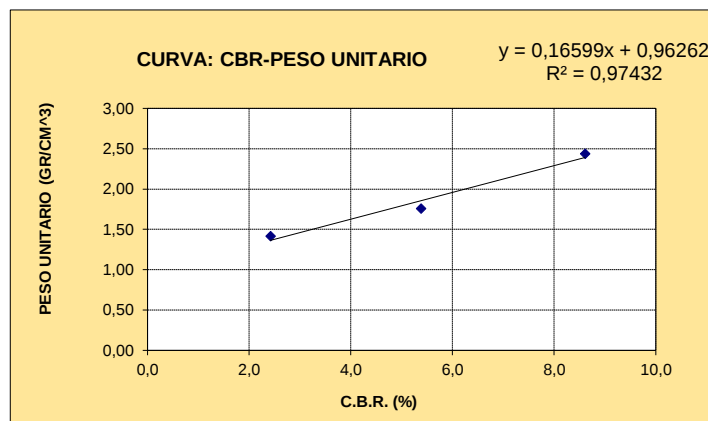
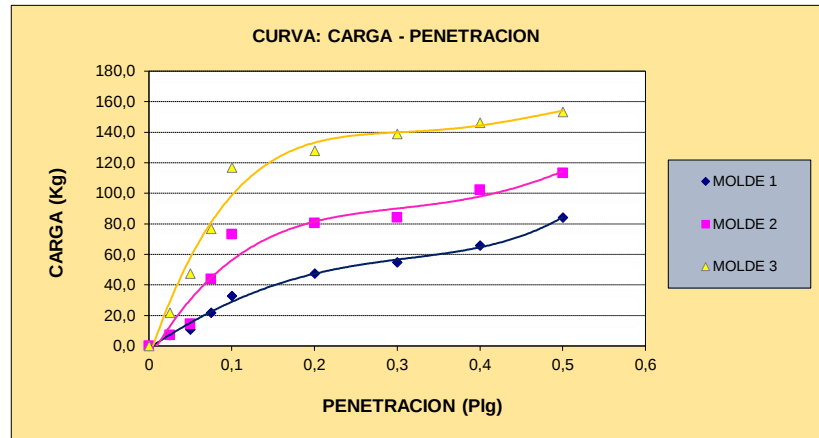
C.B.R.	Peso
%	Unit.
	gr/cm3
2,4	1,41
5,4	1,76
8,6	2,44

C.B.R.

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg/cm2	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0,025	0,63		7,2	0,4			7,2	0,4			21,9	1,1		
0,05	1,27		10,9	0,6			14,5	0,8			47,5	2,5		
0,075	1,9		21,9	1,1			43,8	2,3			76,8	4,0		
0,1	2,54	1360	32,9	1,7		2,4	73,1	3,8		5,4	117,0	6,0		8,6
0,2	5,08	2040	47,5	2,5		2,3	80,4	4,2		3,9	128,0	6,6		6,3
0,3	7,62		54,8	2,8			84,1	4,3			138,9	7,2		
0,4	10,16		65,8	3,4			102,4	5,3			146,2	7,6		
0,5	12,7		84,1	4,3			113,4	5,9			153,5	7,9		



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx	
6,07	%
CBR 95% D.Máx.	
5,48	%

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingenieria Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



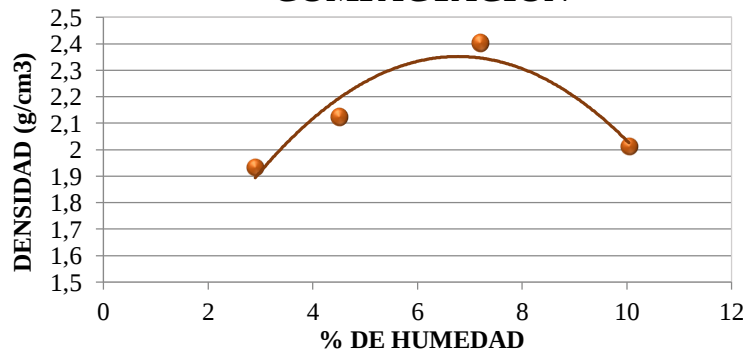
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

COMPACTACIÓN T-180

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ.
Capa:	PUNTO 1 - SUBRASANTE

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10735	11225	11345	11215
Peso del molde	6525	6525	6525	6525
Peso suelo húmedo	4210	4700	4820	4690
Volumén de la muestra	2118,3	2118,3	2118,3	2118,3
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,987	2,219	2,275	2,214
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula	52,16	47,93	62,34	63,28
Peso suelo seco + capsula	50,87	45,11	58,21	56,95
Peso del agua	1,29	2,82	4,13	6,33
Peso de la cápsula	13,14	8,35	12,02	13,78
Peso suelo seco	37,73	36,76	46,19	43,17
Contenido de humedad (%h)	2,9	4,5	7,2	10,04
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,93	2,12	2,4	2,01

COMPACTACIÓN



$$y = -0,03053x^2 + 0,41359x + 0,95129$$

$$R^2 = 0,92144$$

Densidad Máxima	2,35	gr/cm ³
Humedad Optima	6,77	%

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



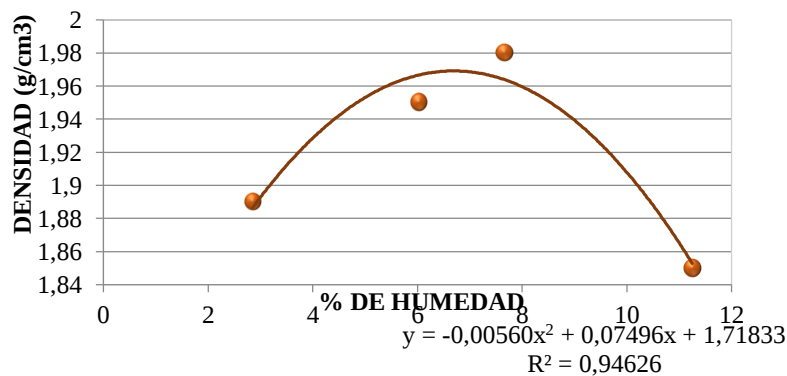
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

COMPACTACIÓN T-180

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ.
Capa:	PUNTO 2 - SUBRASANTE

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10735	11225	11345	11215
Peso del molde	6525	6525	6525	6525
Peso suelo húmedo	4210	4700	4820	4690
Volumén de la muestra	2118,3	2118,3	2118,3	2118,3
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,987	2,219	2,275	2,214
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula	52,16	47,93	62,34	63,28
Peso suelo seco + capsula	50,87	45,11	58,21	56,95
Peso del agua	1,29	2,82	4,13	6,33
Peso de la cápsula	13,14	8,35	12,02	13,78
Peso suelo seco	37,73	36,76	46,19	43,17
Contenido de humedad (%h)	2,85	6,02	7,65	11,25
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,89	1,95	1,98	1,85

COMPACTACIÓN



Densidad Máxima
Humedad Optima

1,97	gr/cm³
6,69	%

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



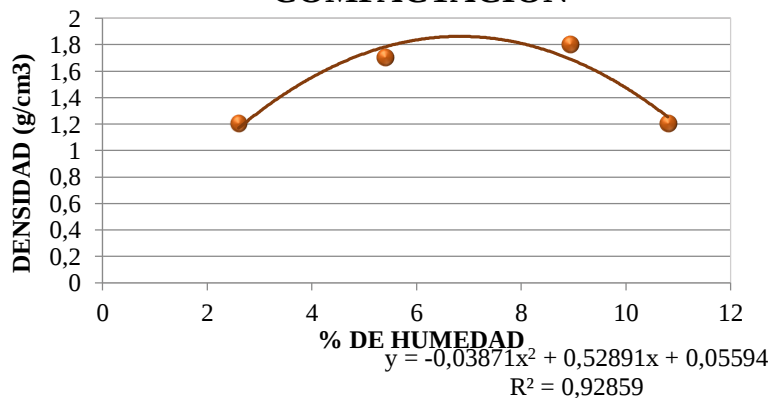
UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

COMPACTACIÓN T-180

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ.
Capa:	PUNTO 3 - SUBRASANTE

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10735	11225	11345	11215
Peso del molde	6525	6525	6525	6525
Peso suelo húmedo	4210	4700	4820	4690
Volumén de la muestra	2118,3	2118,3	2118,3	2118,3
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,987	2,219	2,275	2,214
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula	52,16	47,93	62,34	63,28
Peso suelo seco + cápsula	50,87	45,11	58,21	56,95
Peso del agua	1,29	2,82	4,13	6,33
Peso de la cápsula	13,14	8,35	12,02	13,78
Peso suelo seco	37,73	36,76	46,19	43,17
Contenido de humedad (%h)	2,6	5,4	8,92	10,8
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,2	1,7	1,8	1,2

COMPACTACIÓN



Densidad Máxima
Humedad Optima

1,86	gr/cm ³
6,83	%

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

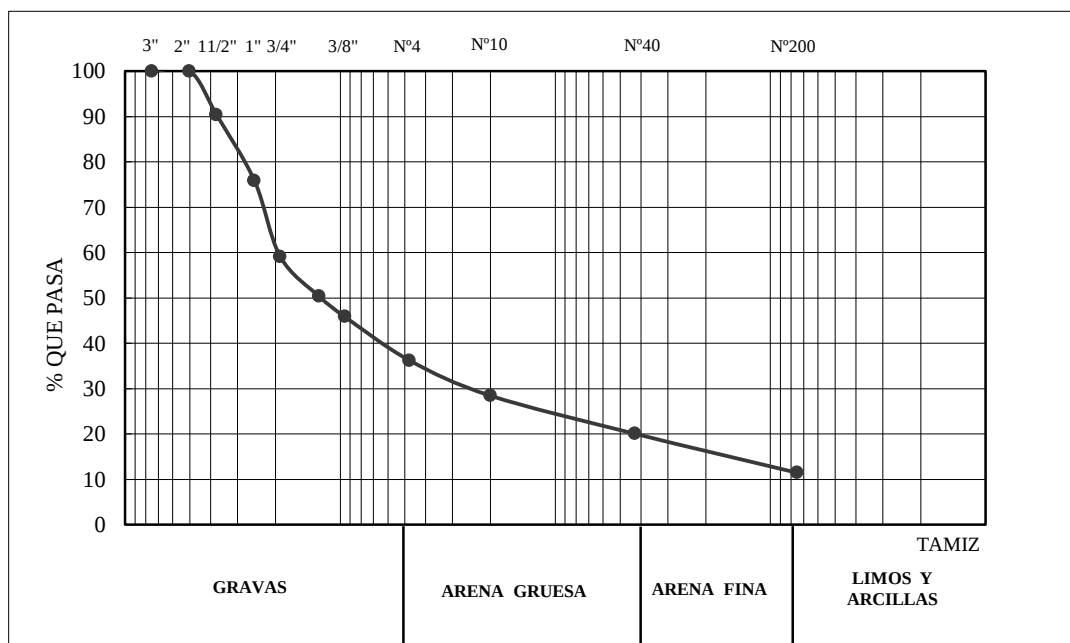
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRIA

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.				
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MENDEZ. - PUNTO 1 - BASE				
Peso Total (gr.)			1000	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	96,80	96,80	9,68	90,32
1"	25,00	145,40	242,20	24,22	75,78
3/4"	19,00	166,80	409,00	40,90	59,10
1/2"	12,50	88,00	497,00	49,70	50,30
3/8"	9,50	44,80	541,80	54,18	45,82
Nº4	4,75	96,40	638,20	63,82	36,18
Nº10	2,00	77,60	715,80	71,58	28,42
Nº40	0,425	84	799,80	79,98	20,02
Nº200	0,075	86	885,80	88,58	11,42



Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

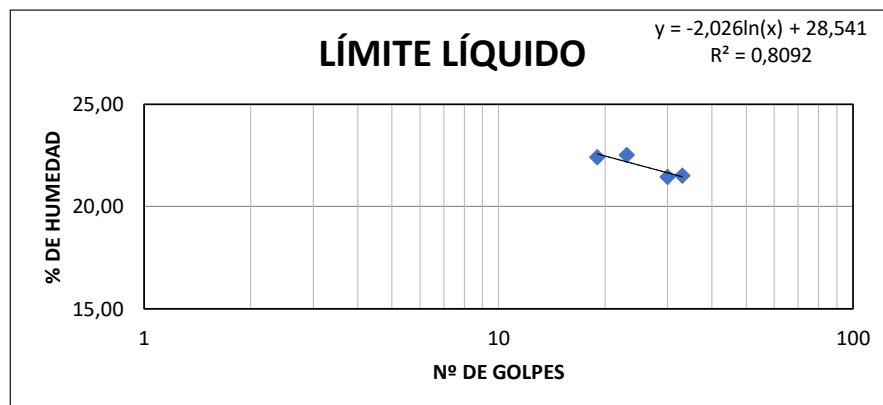


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 1 - BASE

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	19	23	30	33
Suelo Húmedo + Cápsula	29,87	30,10	23,93	34,05
Suelo Seco + Cápsula	26,87	27,26	21,9	30,37
Peso del agua	3,00	2,84	2,03	3,68
Peso de la Cápsula	12,44	12,98	12,43	12,43
Peso Suelo seco	14,43	14,28	9,47	17,94
Porcentaje de Humedad	22,40	22,51	21,44	21,52



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	12,89	14,82	13,30
Peso de suelo seco + Cápsula	12,86	14,78	13,27
Peso de cápsula	12,65	14,53	13,08
Peso de suelo seco	0,21	0,25	0,19
Peso del agua	0,03	0,04	0,03
Contenido de humedad	14,29	16,00	15,79

Límite Líquido (LL)
22
Límite Plástico (LP)
15
Índice de plasticidad (IP)
7
Índice de Grupo (IG)
0

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD Y CLASIFICACIÓN

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 1 - BASE

CONTENIDO DE HUMEDAD

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	167,25	175,85	195,41
Peso de suelo seco + Cápsula	162	170,19	189,33
Peso de cápsula	19,28	19,46	18,27
Peso de suelo seco	142,72	150,73	171,06
Peso del agua	5,25	5,66	6,08
Contenido de humedad	3,68	3,76	3,55
PROMEDIO		3,66	

CLASIFICACIÓN

Tipo de suelo	Descripción
A-1-b (0)	Suelo granular, mezcla de gravas arenas y limos.

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

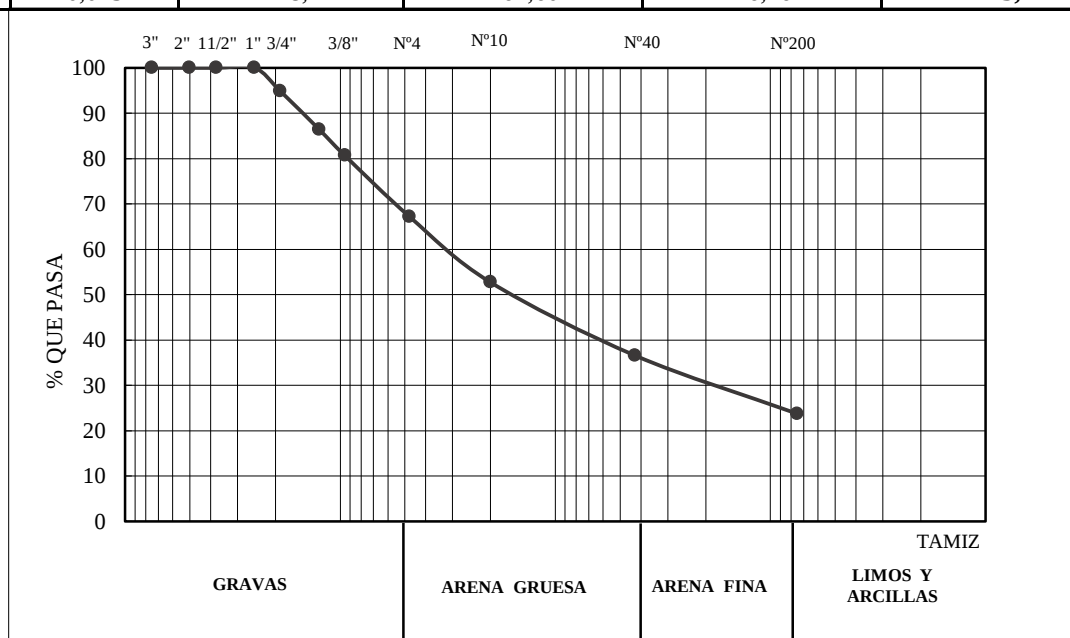
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRIA

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.				
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 1 - SUB BASE				
Peso Total (gr.)			1000	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	51,00	51,00	5,10	94,90
1/2"	12,50	85,00	136,00	13,60	86,40
3/8"	9,50	57,60	193,60	19,36	80,64
Nº4	4,75	134,80	328,40	32,84	67,16
Nº10	2,00	144,40	472,80	47,28	52,72
Nº40	0,425	161,6	634,40	63,44	36,56
Nº200	0,075	128,2	762,60	76,26	23,74



Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

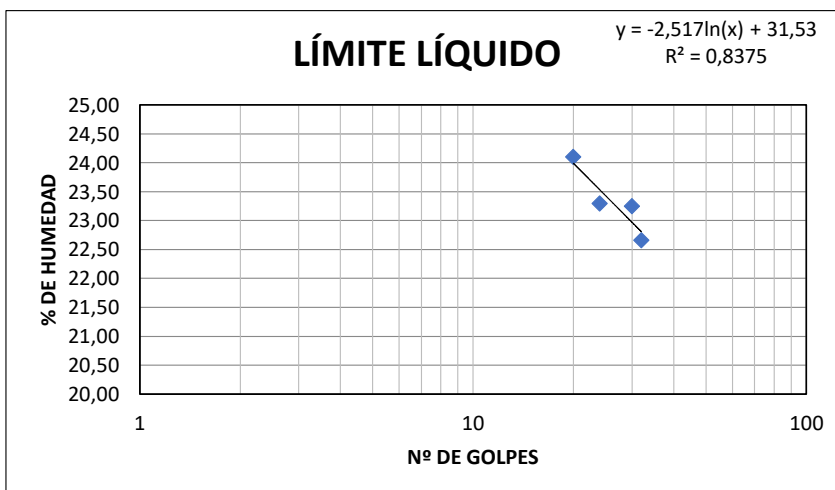
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingenieria Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS
LÍMITES DE ATTERBERG

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. PUNTO 1 - SUB BASE

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	20	24	30	32
Suelo Húmedo + Cápsula	19,45	22,76	22,21	20,17
Suelo Seco + Cápsula	18,15	20,88	20,39	18,75
Peso del agua	1,30	1,88	1,82	1,42
Peso de la Cápsula	12,74	12,75	12,75	12,49
Peso Suelo seco	5,41	8,13	7,64	6,26
Porcentaje de Humedad	24,10	23,29	23,25	22,66



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	13,51	12,90	12,89
Peso de suelo seco + Cápsula	13,44	12,86	12,87
Peso de cápsula	12,92	12,55	12,60
Peso de suelo seco	0,52	0,31	0,27
Peso del agua	0,07	0,04	0,02
Contenido de humedad	13,46	12,90	7,41

Límite Líquido (LL)
23
Límite Plástico (LP)
11
Índice de plasticidad (IP)
12
Índice de Grupo (IG)
0

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD Y CLASIFICACIÓN

Proyecto: APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación: TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. PUNTO 1 - SUB BASE

CONTENIDO DE HUMEDAD

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	143,06	167,18	174,74
Peso de suelo seco + Cápsula	137,1	158,78	166,38
Peso de cápsula	19,19	19,81	19,74
Peso de suelo seco	117,91	138,97	146,64
Peso del agua	5,96	8,4	8,36
Contenido de humedad	5,05	6,04	5,70
PROMEDIO		5,60	

CLASIFICACIÓN

Tipo de suelo	Descripción
A-2-6 (0)	Suelo granular, mezcla de gravas arenas y limos.

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

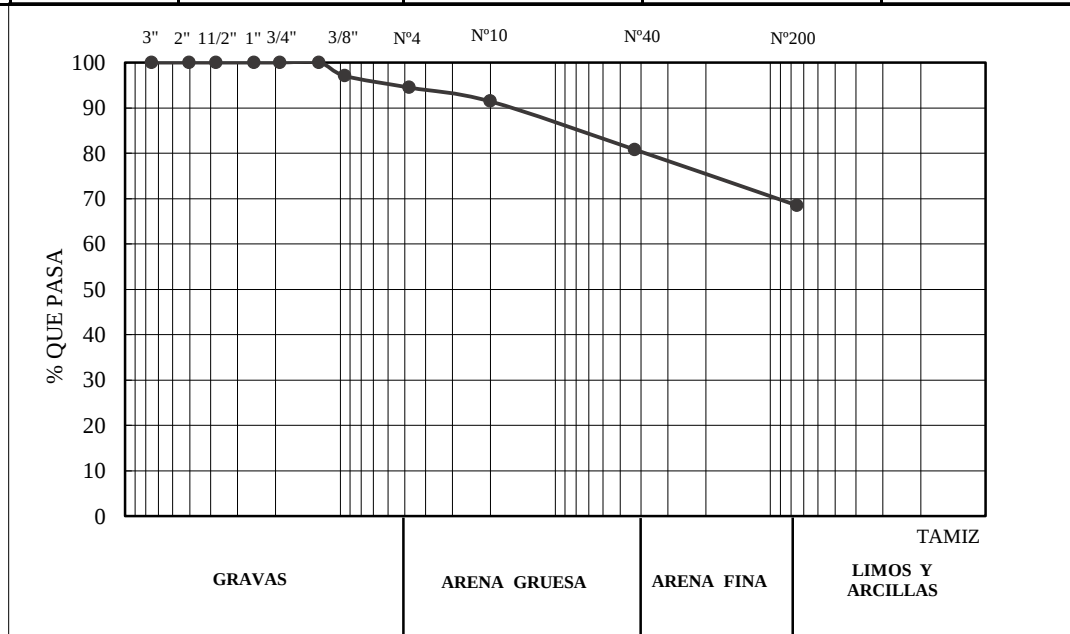


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRIA

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 1 - SUB RASANTE

Peso Total (gr.)			1000	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	29,40	29,40	2,94	97,06
Nº4	4,75	25,80	55,20	5,52	94,48
Nº10	2,00	30,60	85,80	8,58	91,42
Nº40	0,425	106,4	192,20	19,22	80,78
Nº200	0,075	123	315,20	31,52	68,48



Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingenieria Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

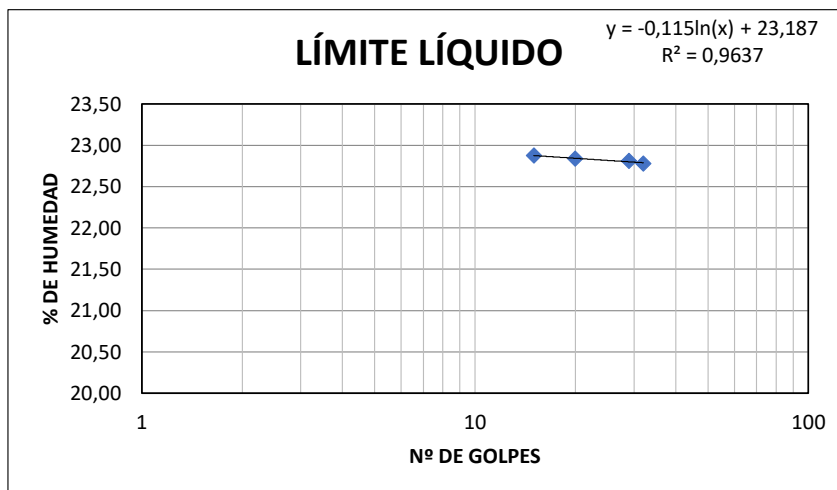
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 1 - SUB RASANTE

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	15	20	29	32
Suelo Húmedo + Cápsula	36,38	32,64	32,01	32,71
Suelo Seco + Cápsula	32,1	29	28,44	28,81
Peso del agua	4,28	3,64	3,57	3,90
Peso de la Cápsula	13,39	12,72	12,69	11,74
Peso Suelo seco	18,71	16,28	15,75	17,07
Porcentaje de Humedad	22,88	22,84	22,81	22,78



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	13,04	13,04	12,95
Peso de suelo seco + Cápsula	13,01	13,02	12,93
Peso de cápsula	12,71	12,76	12,75
Peso de suelo seco	0,30	0,26	0,18
Peso del agua	0,03	0,02	0,02
Contenido de humedad	10,00	7,69	11,11

Límite Líquido (LL)
23
Límite Plástico (LP)
10
Índice de plasticidad (IP)
13
Índice de Grupo (IG)
8

Univ. Mery Cabrera Villca

LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño

RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD Y CLASIFICACIÓN

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. PUNTO 1 - SUB RASANTE

CONTENIDO DE HUMEDAD

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	113,99	141,89	135,85
Peso de suelo seco + Cápsula	109,27	135,58	129,71
Peso de cápsula	14,54	13,11	12,89
Peso de suelo seco	94,73	122,47	116,82
Peso del agua	4,72	6,31	6,14
Contenido de humedad	4,98	5,15	5,26
PROMEDIO		5,13	

CLASIFICACIÓN

Tipo de suelo	Descripción
A-4 (8)	Suelo fino, mezcla de limos y arcillas

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

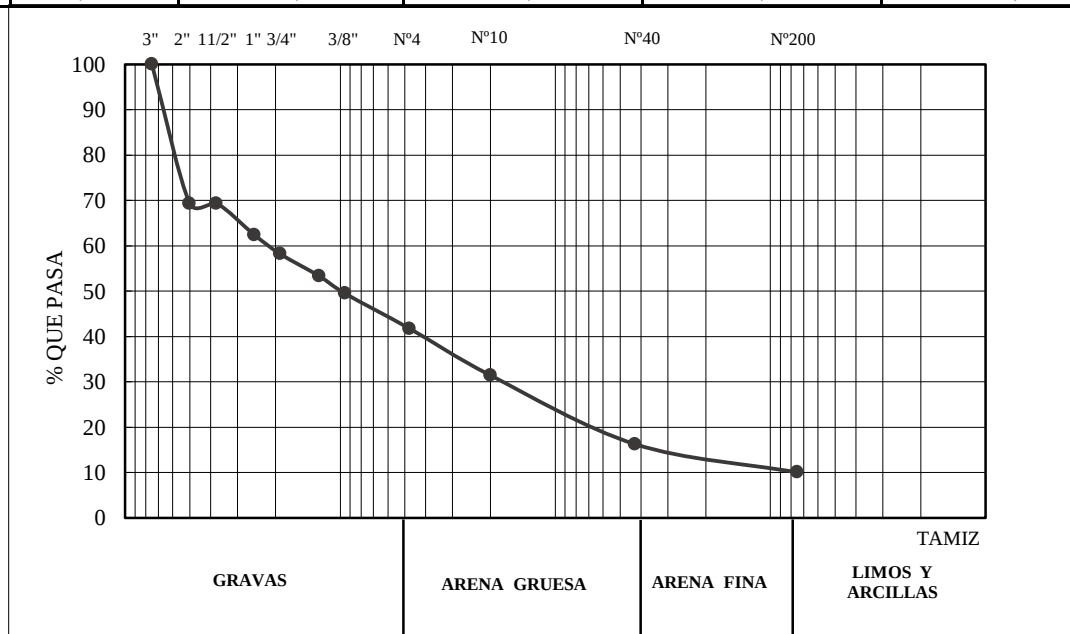
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRIA

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.				
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MENDEZ. - PUNTO 2 - BASE				
Peso Total (gr.)			1000	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	306,60	306,60	30,66	69,34
1 1/2"	37,50	0,00	306,60	30,66	69,34
1"	25,00	69,60	376,20	37,62	62,38
3/4"	19,00	41,60	417,80	41,78	58,22
1/2"	12,50	49,00	466,80	46,68	53,32
3/8"	9,50	38,20	505,00	50,50	49,50
Nº4	4,75	77,60	582,60	58,26	41,74
Nº10	2,00	103,00	685,60	68,56	31,44
Nº40	0,425	151,8	837,40	83,74	16,26
Nº200	0,075	62,2	899,60	89,96	10,04



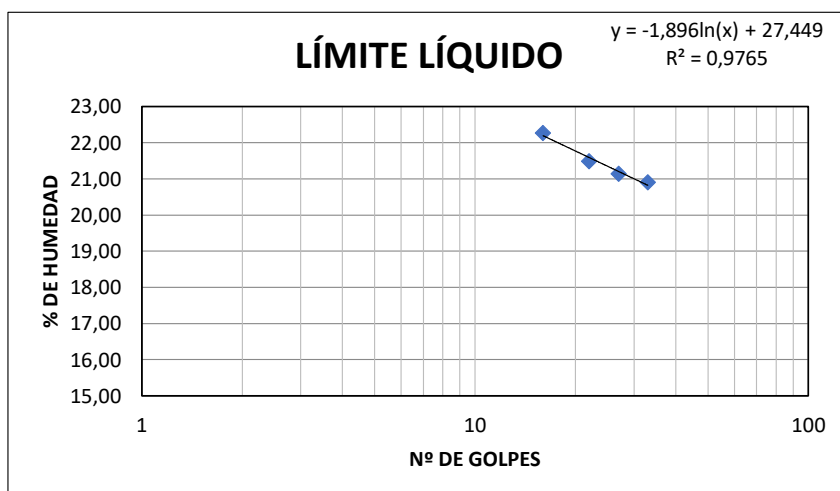


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 2 - BASE

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	16	22	27	33
Suelo Húmedo + Cápsula	29,66	30,31	28,93	32,77
Suelo Seco + Cápsula	26,67	27,23	26,23	29,4
Peso del agua	2,99	3,08	2,70	3,37
Peso de la Cápsula	13,24	12,9	13,46	13,28
Peso Suelo seco	13,43	14,33	12,77	16,12
Porcentaje de Humedad	22,26	21,49	21,14	20,91



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	10,35	12,88	12,81
Peso de suelo seco + Cápsula	10,33	12,86	12,79
Peso de cápsula	10,18	12,64	11,99
Peso de suelo seco	0,15	0,22	0,80
Peso del agua	0,02	0,02	0,02
Contenido de humedad	13,33	9,09	2,50

Límite Líquido (LL)
21
Límite Plástico (LP)
8
Índice de plasticidad (IP)
13
Índice de Grupo (IG)
0

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD Y CLASIFICACIÓN

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 2 - BASE

CONTENIDO DE HUMEDAD

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	170,75	123,1	140,2
Peso de suelo seco + Cápsula	166,76	120,43	137
Peso de cápsula	17,9	19,16	18,46
Peso de suelo seco	148,86	101,27	118,54
Peso del agua	3,99	2,67	3,2
Contenido de humedad	2,68	2,64	2,70
PROMEDIO		2,67	

Tipo de suelo	Descripción
A-1-b (0)	Suelo granular, mezcla de gravas arenas y limos.

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

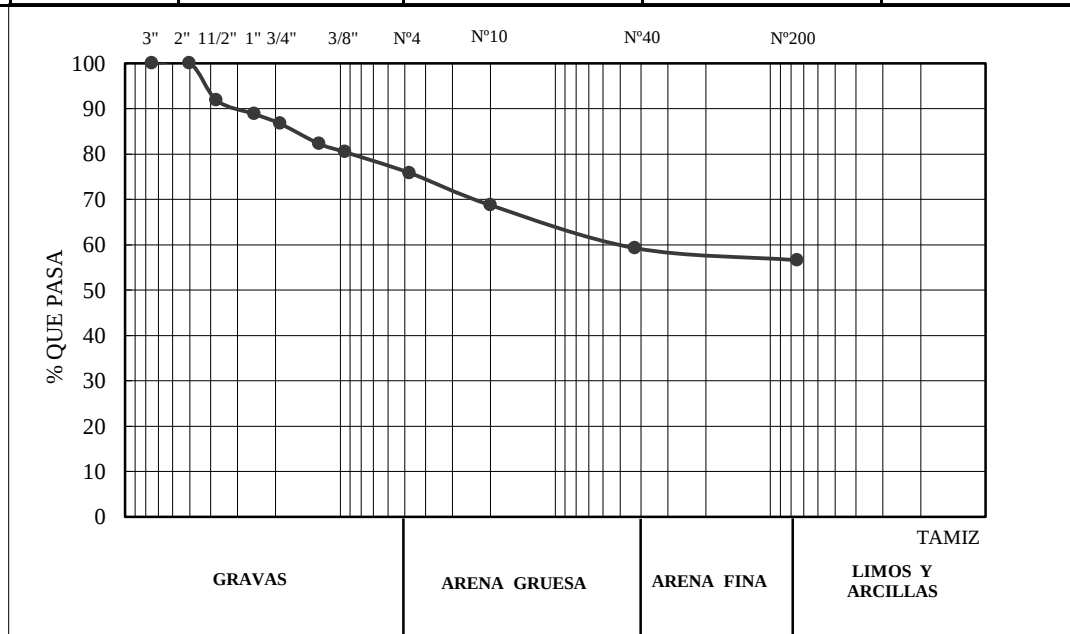
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRIA

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.				
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 2 - SUB BASE				
Peso Total (gr.)			2000	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	163,20	163,20	8,16	91,84
1"	25,00	60,40	223,60	11,18	88,82
3/4"	19,00	42,60	266,20	13,31	86,69
1/2"	12,50	89,00	355,20	17,76	82,24
3/8"	9,50	36,00	391,20	19,56	80,44
Nº4	4,75	92,20	483,40	24,17	75,83
Nº10	2,00	142,00	625,40	31,27	68,73
Nº40	0,425	189,4	814,80	40,74	59,26
Nº200	0,075	53,4	868,20	43,41	56,59



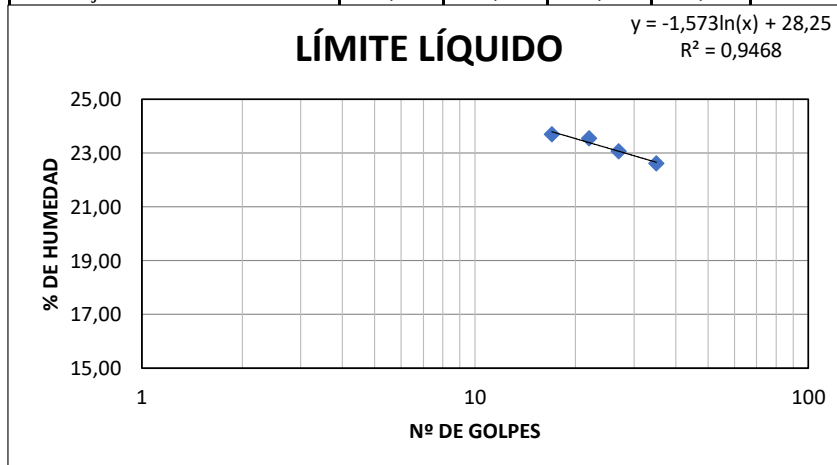


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 2 - SUB BASE

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	22	27	35
Suelo Húmedo + Cápsula	27,78	27,47	27,61	27,42
Suelo Seco + Cápsula	24,88	24,6	24,88	24,8
Peso del agua	2,90	2,87	2,73	2,62
Peso de la Cápsula	12,64	12,78	13,04	13,21
Peso Suelo seco	12,24	11,82	11,84	11,59
Porcentaje de Humedad	23,69	23,55	23,06	22,61



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	13,27	12,81	13,82
Peso de suelo seco + Cápsula	13,26	12,79	13,80
Peso de cápsula	13,06	12,65	13,64
Peso de suelo seco	0,20	0,14	0,16
Peso del agua	0,01	0,02	0,02
Contenido de humedad	5,00	14,29	12,50

Límite Líquido (LL)
23
Límite Plástico (LP)
11
Índice de plasticidad (IP)
13
Índice de Grupo (IG)
6

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD Y CLASIFICACIÓN

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ - PUNTO 2 - SUB BASE

CONTENIDO DE HUMEDAD

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	212,82	191,19	167,83
Peso de suelo seco + Cápsula	207,54	186,69	163,55
Peso de cápsula	17,79	18,83	20,27
Peso de suelo seco	189,75	167,86	143,28
Peso del agua	5,28	4,5	4,28
Contenido de humedad	2,78	2,68	2,99
PROMEDIO		2,82	

CLASIFICACIÓN

Tipo de suelo	Descripción
A-2-6 (6)	Suelo granular, mezcla de gravas arenas y limos.

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

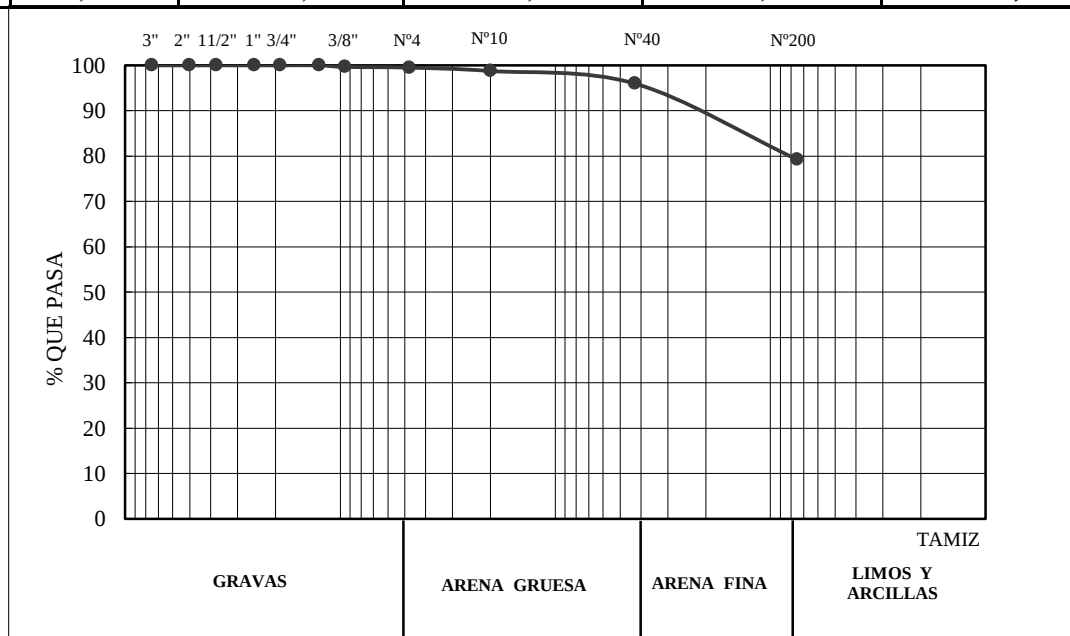
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRIA

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.				
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 2 - SUB RASANTE				
Peso Total (gr.)			1000	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	3,40	3,40	0,34	99,66
Nº4	4,75	1,60	5,00	0,50	99,50
Nº10	2,00	7,40	12,40	1,24	98,76
Nº40	0,425	28	40,40	4,04	95,96
Nº200	0,075	167,4	207,80	20,78	79,22



Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

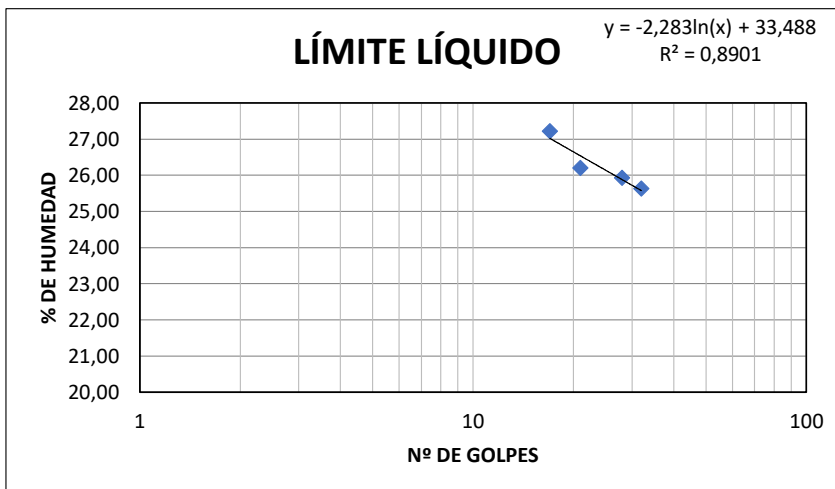


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 2 - SUB RASANTE

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	21	28	32
Suelo Húmedo + Cápsula	24,82	23,46	28,15	25,55
Suelo Seco + Cápsula	22,25	21,39	24,97	22,94
Peso del agua	2,57	2,07	3,18	2,61
Peso de la Cápsula	12,81	13,38	12,71	12,76
Peso Suelo seco	9,44	8,01	12,26	10,18
Porcentaje de Humedad	27,22	26,21	25,94	25,64



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	13,20	12,94	13,02
Peso de suelo seco + Cápsula	13,18	12,92	12,99
Peso de cápsula	12,99	12,72	12,80
Peso de suelo seco	0,19	0,20	0,19
Peso del agua	0,02	0,02	0,03
Contenido de humedad	10,53	10,00	15,79

Límite Líquido (LL)
26
Límite Plástico (LP)
12
Índice de plasticidad (IP)
14
Índice de Grupo (IG)
10

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD Y CLASIFICACIÓN

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ.

CONTENIDO DE HUMEDAD

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	124,42	92,99	98,49
Peso de suelo seco + Cápsula	119,29	89,44	94,16
Peso de cápsula	12,85	12,99	12,65
Peso de suelo seco	106,44	76,45	81,51
Peso del agua	5,13	3,55	4,33
Contenido de humedad	4,82	4,64	5,31
PROMEDIO		4,93	

CLASIFICACIÓN

Tipo de suelo	Descripción
A-6 (10)	Suelo fino, mezcla de limo y arcilla

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

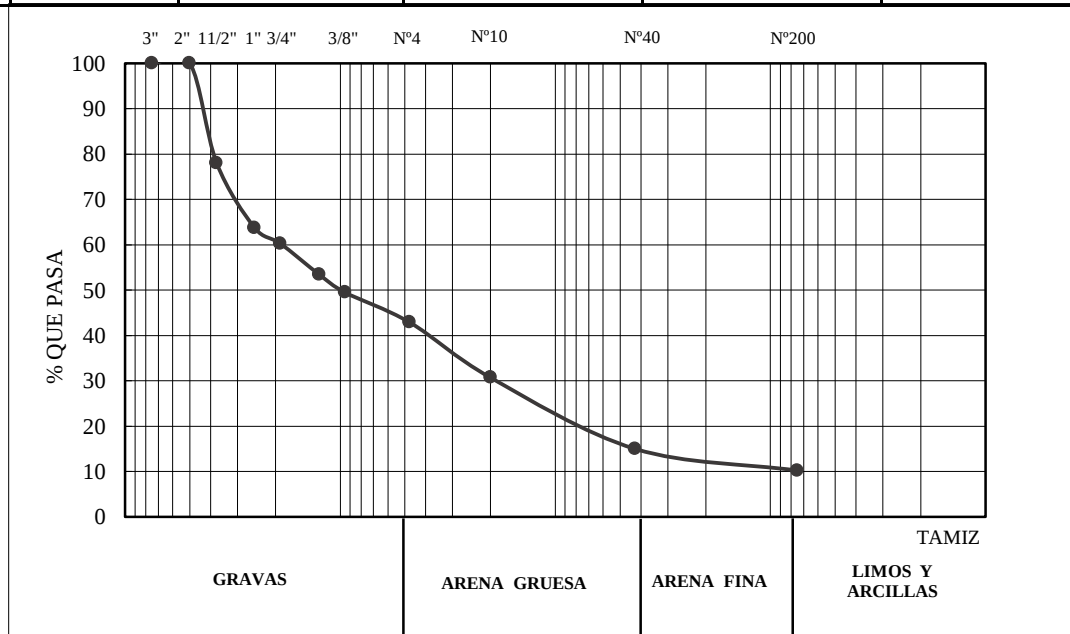
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRIA

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.				
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 3 - BASE				
Peso Total (gr.)			1000	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	220,00	220,00	22,00	78,00
1"	25,00	142,40	362,40	36,24	63,76
3/4"	19,00	34,60	397,00	39,70	60,30
1/2"	12,50	68,80	465,80	46,58	53,42
3/8"	9,50	39,20	505,00	50,50	49,50
Nº4	4,75	66,16	571,16	57,12	42,88
Nº10	2,00	121,80	692,96	69,30	30,70
Nº40	0,425	157,2	850,16	85,02	14,98
Nº200	0,075	47,6	897,76	89,78	10,22



Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

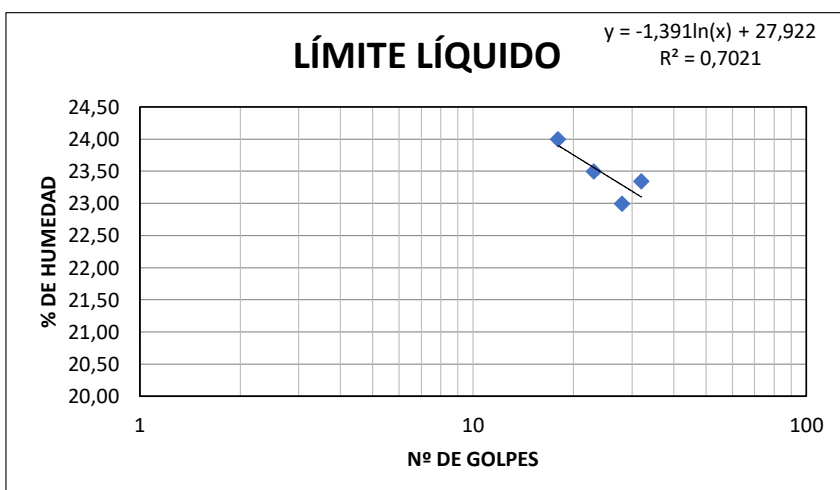


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 3 - BASE

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	23	28	32
Suelo Húmedo + Cápsula	28,89	26,30	28,69	26,70
Suelo Seco + Cápsula	25,95	23,84	25,8	24,41
Peso del agua	2,94	2,46	2,89	2,29
Peso de la Cápsula	13,31	12,94	12,73	14,6
Peso Suelo seco	12,64	10,9	13,07	9,81
Porcentaje de Humedad	24,00	23,50	23,00	23,34



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	12,96	13,85	14,84
Peso de suelo seco + Cápsula	12,94	13,82	14,81
Peso de cápsula	12,69	13,64	14,63
Peso de suelo seco	0,25	0,18	0,18
Peso del agua	0,02	0,03	0,03
Contenido de humedad	8,00	16,67	16,67

Límite Líquido (LL)
23
Límite Plástico (LP)
14
Índice de plasticidad (IP)
9
Índice de Grupo (IG)
0

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD Y CLASIFICACIÓN

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 3 - BASE

CONTENIDO DE HUMEDAD

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	194,4	220,52	217,3
Peso de suelo seco + Cápsula	187,55	212,26	209,72
Peso de cápsula	18,93	16,94	18,78
Peso de suelo seco	168,62	195,32	190,94
Peso del agua	6,85	8,26	7,58
Contenido de humedad	4,06	4,23	3,97
PROMEDIO		4,09	

CLASIFICACIÓN

Tipo de suelo	Descripción
A-1-b (0)	Suelo granular, mezcla de gravas arenas y limos.

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

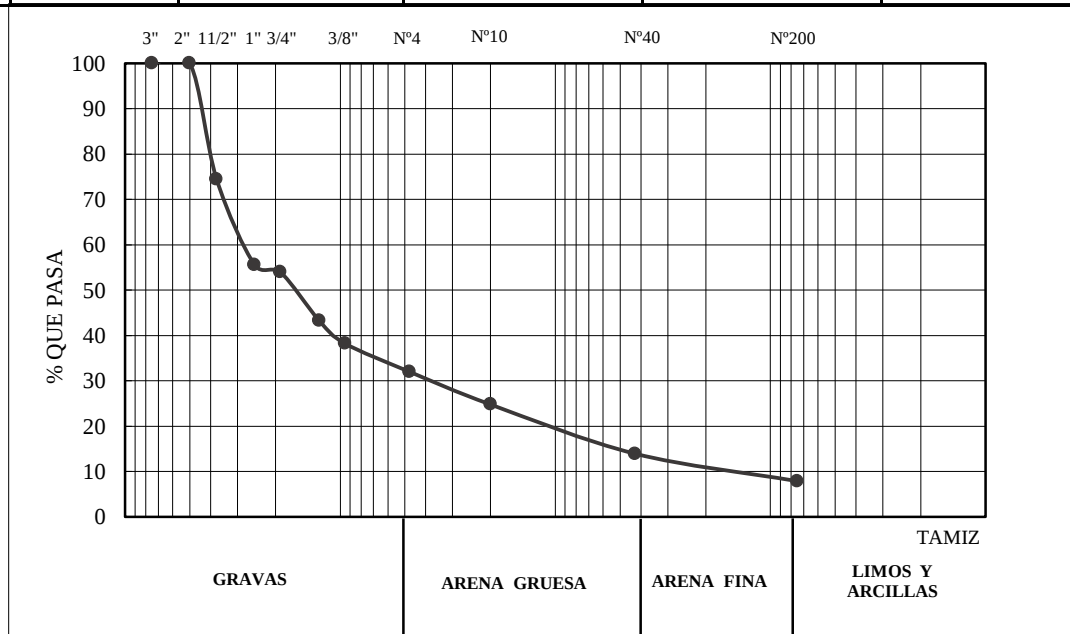
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRIA

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.				
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 3 - SUB BASE				
Peso Total (gr.)			1000	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	256,00	256,00	25,60	74,40
1"	25,00	188,20	444,20	44,42	55,58
3/4"	19,00	15,60	459,80	45,98	54,02
1/2"	12,50	107,80	567,60	56,76	43,24
3/8"	9,50	50,00	617,60	61,76	38,24
Nº4	4,75	62,60	680,20	68,02	31,98
Nº10	2,00	72,00	752,20	75,22	24,78
Nº40	0,425	108,6	860,80	86,08	13,92
Nº200	0,075	60,4	921,20	92,12	7,88



Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

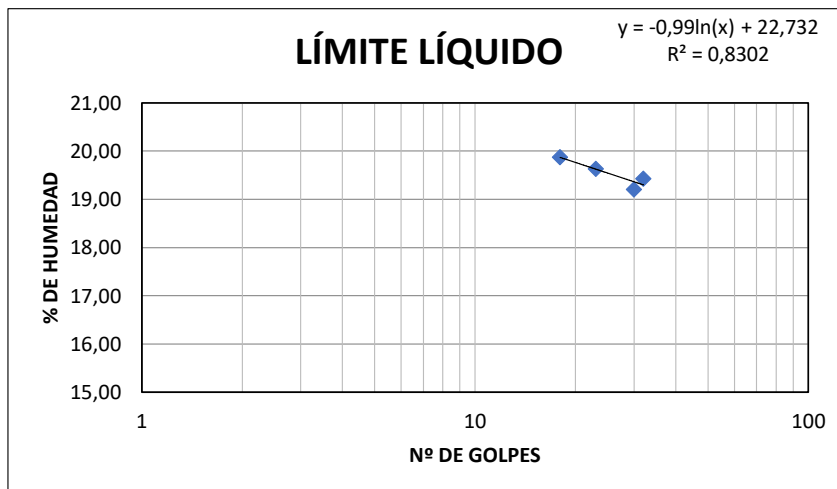


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 3 - SUB BASE

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	23	30	32
Suelo Húmedo + Cápsula	27,11	26,31	26,58	25,07
Suelo Seco + Cápsula	24,75	24,14	24,38	23,01
Peso del agua	2,36	2,17	2,20	2,06
Peso de la Cápsula	12,88	13,09	12,83	12,41
Peso Suelo seco	11,87	11,05	11,55	10,6
Porcentaje de Humedad	19,88	19,64	19,21	19,43



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	13,15	13,81	12,74
Peso de suelo seco + Cápsula	13,12	13,77	12,70
Peso de cápsula	12,92	13,55	12,49
Peso de suelo seco	0,20	0,22	0,21
Peso del agua	0,03	0,04	0,04
Contenido de humedad	15,00	18,18	19,05

Límite Líquido (LL)
20
Límite Plástico (LP)
17
Índice de plasticidad (IP)
2
Índice de Grupo (IG)
0

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD Y CLASIFICACIÓN

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 3 - SUB BASE

CONTENIDO DE HUMEDAD

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	173,75	190,15	233,27
Peso de suelo seco + Cápsula	168,02	183,54	224,88
Peso de cápsula	18,79	18,45	18,2
Peso de suelo seco	149,23	165,09	206,68
Peso del agua	5,73	6,61	8,39
Contenido de humedad	3,84	4,00	4,06
PROMEDIO		3,97	

CLASIFICACIÓN

Tipo de suelo	Descripción
A-2-4 (0)	Suelo granular, mezcla de gravas arenas y limos.

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

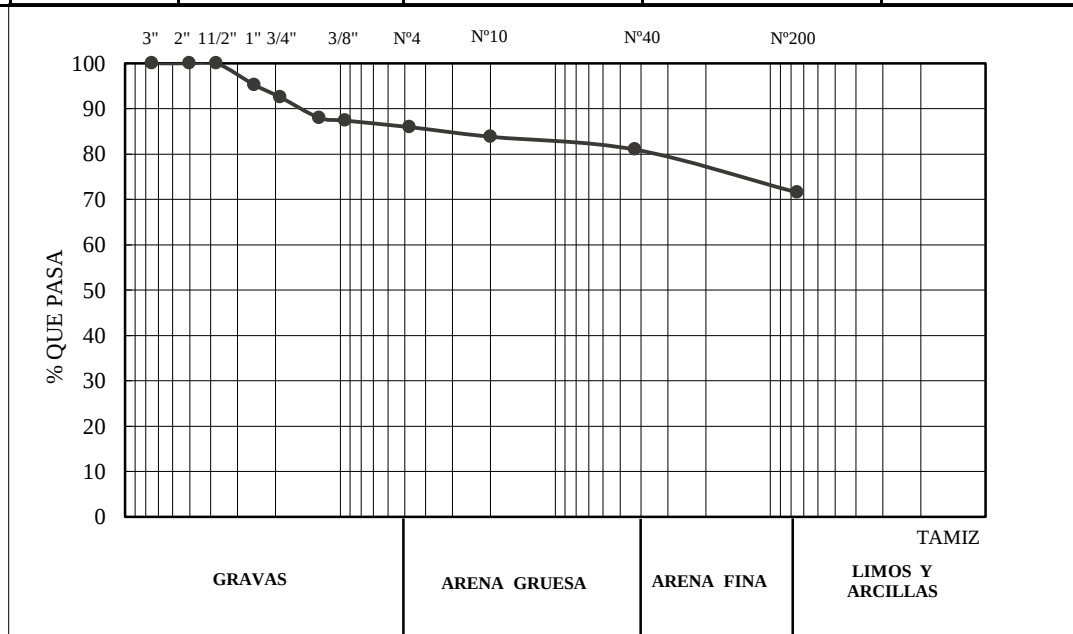
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRIA

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.				
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 3 - SUB RASANTE				
Peso Total (gr.)			1000	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	47,60	47,60	4,76	95,24
3/4"	19,00	27,00	74,60	7,46	92,54
1/2"	12,50	45,60	120,20	12,02	87,98
3/8"	9,50	6,00	126,20	12,62	87,38
Nº4	4,75	14,40	140,60	14,06	85,94
Nº10	2,00	21,20	161,80	16,18	83,82
Nº40	0,425	28,4	190,20	19,02	80,98
Nº200	0,075	94,6	284,80	28,48	71,52



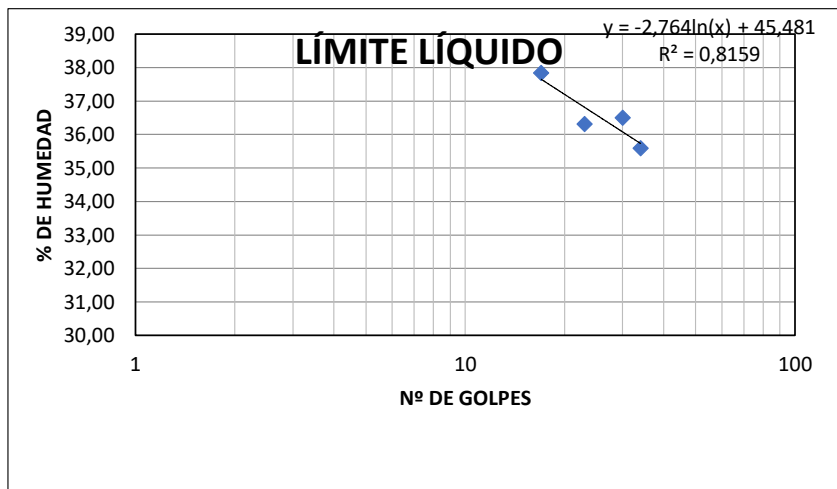


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 3 - SUB RASANTE

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	23	30	34
Suelo Húmedo + Cápsula	24,58	22,05	21,45	22,68
Suelo Seco + Cápsula	21,26	19,34	18,48	20,11
Peso del agua	3,32	2,71	2,97	2,57
Peso de la Cápsula	12,6	11,81	10,42	12,89
Peso Suelo seco	8,66	7,53	8,06	7,22
Porcentaje de Humedad	37,85	36,32	36,51	35,60



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	13,18	12,78	13,81
Peso de suelo seco + Cápsula	13,15	12,75	13,80
Peso de cápsula	12,98	12,58	13,66
Peso de suelo seco	0,17	0,17	0,14
Peso del agua	0,03	0,03	0,01
Contenido de humedad	17,65	17,65	7,14

Límite Líquido (LL)
37
Límite Plástico (LP)
14
Índice de plasticidad (IP)
22
Índice de Grupo (IG)
12

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD Y CLASIFICACIÓN

Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ. - PUNTO 3 - SUB RASANTE

CONTENIDO DE HUMEDAD

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	84,2	127,34	107,65
Peso de suelo seco + Cápsula	79,3	118	100,68
Peso de cápsula	10,42	11,81	12,84
Peso de suelo seco	68,88	106,19	87,84
Peso del agua	4,9	9,34	6,97
Contenido de humedad	7,11	8,80	7,93
PROMEDIO		7,95	

CLASIFICACIÓN

Tipo de suelo	Descripción
A-6 (12)	Suelo fino mezcla de limo y arcilla.

Univ. Mery Cabrera Villca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. LABORATORIO DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

ANEXO 5
PLANILLAS DE AFORO

AFORO VEHICULAR											
Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE										
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ										
MOTOS	AUTOS					C2P		C3 - C4			
2	6	3	0	4	1	4	0	0	1	0	0
0	3	1	0	1	4	2	0	0	1	0	0
9	4	4	4	6	2	4	0	0	2	0	1
7	3	3	7	4	13	5	1	0	9	0	0
3	5	1	6	1	1	7	0	0	7	0	0
9	7	5	5	2	7	6	0	1	5	0	0
2	4	4	4	3	9	6	0	0	5	0	0
7	7	2	6	5	8	5	1	0	2	0	1
7	6	2	2	7	7	6	2	0	1	0	0
3	4	6	3	3	7	4	1	0	2	0	1
6	9	4	1	5	7	11	0	13	13	12	0
4	4	2	2	1	6	9	1	14	14	14	0
5	4	5	5	4	7	7	0	10	10	10	0
1	5	3	5	5	5	6	0	10	10	10	0
7	4	1	4	2	6	2	1	7	7	7	0
9	4	0	5	5	3	5	0	6	6	6	0
5	8	5	2	2	8	6	1	2	2	2	0
7	9	3	2	9	7	4	0	1	1	1	0
6	6	3	4	11	7	0	4	1	1	1	1
7	3	3	2	7	4	1	1	2	2	2	0
106	105	60	69	87	119	100	13	67	101	65	4
106	440					113		237			

**D
I
A
1**

AFORO VEHICULAR											
Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE										
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ										
MOTOS	AUTOS					C2P		C3 - C4			
1	5	1	1	2	1	5	0	0	0	0	0
1	4	2	2	1	3	3	0	0	2	1	0
7	5	4	1	3	6	2	0	0	7	0	1
7	3	3	5	6	12	4	0	1	8	1	0
4	4	2	6	2	0	6	0	0	9	0	0
8	6	7	4	2	6	2	0	0	6	0	0
2	7	4	4	3	7	3	0	0	5	0	0
7	5	2	7	6	6	5	1	0	4	0	1
6	3	2	2	8	5	6	2	0	1	1	0
3	5	6	5	2	8	5	1	0	1	0	1
6	7	8	1	6	7	9	0	11	11	14	0
4	3	3	2	2	4	10	0	14	10	12	0
3	4	3	6	1	9	8	1	10	9	10	0
1	6	3	4	4	6	6	0	11	10	10	0
7	5	1	6	5	6	7	0	5	6	5	0
9	4	0	5	3	4	6	1	6	5	7	0
5	7	4	3	6	8	4	0	1	4	3	0
8	9	2	2	7	8	3	0	2	1	1	1
6	6	3	4	10	9	0	4	0	2	1	1
6	3	1	1	5	6	1	1	3	2	2	0
101	101	61	71	84	121	95	11	64	103	68	5
101	438					106		240			

**D
I
A
4**

AFORO VEHICULAR											
Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE										
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ										
MOTOS	AUTOS					C2P		C3 - C4			
2	4	0	1	2	3	4	0	0	1	0	0
2	5	2	1	1	2	3	0	0	2	1	0
5	6	3	1	2	7	3	0	0	6	0	1
4	5	4	3	5	11	5	0	1	9	1	0
5	3	1	2	2	3	4	1	0	9	0	0
7	6	5	4	1	7	3	0	0	7	0	0
6	6	4	5	2	8	4	0	0	4	0	0
9	4	3	4	4	5	3	1	0	4	0	1
5	4	3	3	6	6	5	1	0	2	1	0
4	5	6	4	1	8	5	0	0	1	0	1
5	6	7	3	5	7	6	1	10	10	13	0
4	4	2	2	1	5	5	0	12	10	11	1
2	5	4	5	1	8	7	1	13	8	9	0
1	7	3	4	3	8	6	0	14	9	9	1
6	6	4	5	4	7	8	0	4	7	6	0
9	3	1	5	5	6	7	2	5	7	8	0
6	5	3	3	5	9	5	0	1	5	4	0
9	7	5	3	6	8	3	1	3	2	1	1
7	6	4	3	9	10	1	3	0	2	1	1
8	2	0	1	4	7	2	1	2	2	1	0
106	99	64	62	69	135	89	12	65	107	66	7
106	429					101		245			

D
I
A
2

AFORO VEHICULAR											
Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE										
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ										
MOTOS	AUTOS					C2P		C3 - C4			
1	5	2	1	2	2	4	0	0	1	1	0
1	4	1	2	2	5	2	0	0	1	0	0
8	5	3	3	4	3	3	1	0	1	0	1
8	4	3	5	5	11	5	0	0	7	0	0
4	6	2	3	2	2	7	0	0	7	0	0
8	7	4	4	3	6	5	2	1	4	0	0
3	5	3	4	4	8	7	0	0	3	0	0
6	6	4	5	5	9	5	1	0	2	0	1
5	5	5	3	6	8	5	1	0	1	0	0
4	5	4	2	4	6	3	2	0	2	0	0
7	8	5	0	6	7	8	0	11	12	9	1
5	5	3	1	2	8	7	1	12	14	13	0
6	5	4	5	3	7	10	0	9	10	11	0
2	6	5	4	4	6	9	0	9	11	12	0
5	7	2	3	2	7	7	0	8	6	7	1
8	3	1	2	1	4	6	1	7	5	7	0
6	6	5	4	3	8	5	0	3	2	2	0
6	8	3	3	4	8	3	1	1	1	1	0
7	7	2	5	9	6	0	3	1	1	1	0
8	3	1	1	8	5	1	2	0	1	2	0
108	110	62	60	79	126	102	15	62	92	66	4
108	437					117		224			

D
I
A
5

AFORO VEHICULAR											
Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE										
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ										
MOTOS	AUTOS					C2P		C3 - C4			
3	7	4	1	3	0	4	0	0	0	0	0
1	4	2	2	2	5	2	0	0	2	0	0
8	7	3	3	3	3	3	0	0	3	0	1
6	4	2	5	2	11	5	0	0	7	0	0
5	3	1	6	2	2	7	0	0	6	0	1
8	6	4	7	1	8	6	0	0	8	0	0
3	5	5	5	4	7	5	2	0	6	0	0
8	6	3	7	6	7	5	1	0	2	0	0
6	4	1	4	5	6	4	1	0	1	0	0
4	2	5	3	4	5	3	2	0	2	0	1
6	6	7	2	6	8	7	0	10	14	12	0
5	2	4	3	2	9	8	0	11	12	15	0
4	2	7	4	3	8	9	0	9	11	11	0
0	3	5	3	4	6	6	0	11	10	9	0
6	5	2	3	3	7	5	1	5	6	8	0
10	7	3	2	5	4	6	0	7	7	7	0
6	5	4	3	2	8	5	0	1	1	3	0
6	8	2	6	7	7	5	0	1	2	0	0
7	6	1	4	9	8	1	2	2	1	1	0
8	4	3	3	8	4	0	1	1	1	1	1
110	96	68	76	81	123	96	10	58	102	67	4
110	444					113		231			

**D
I
A
3**

AFORO VEHICULAR											
Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE										
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ										
MOTOS	AUTOS					C2P		C3 - C4			
4	6	3	1	6	5	3	0	0	2	0	0
4	3	5	3	3	6	4	0	1	1	0	0
3	8	5	1	5	7	8	0	0	1	1	0
7	17	2	4	4	3	11	0	0	1	0	0
5	3	6	5	6	4	4	0	0	0	0	0
4	5	6	2	7	12	9	0	0	0	0	0
6	8	7	0	6	4	7	0	0	1	0	0
3	5	2	2	9	7	2	0	0	1	0	0
5	7	1	3	2	11	1	1	0	0	0	0
6	6	5	0	4	2	4	0	0	0	0	0
2	4	3	4	2	5	6	0	0	0	0	0
1	5	3	5	6	3	2	1	0	0	0	0
8	6	2	1	5	4	2	0	0	0	0	0
4	12	2	4	4	4	1	0	0	2	0	0
6	8	3	5	1	4	1	0	0	0	0	0
7	6	4	4	5	3	4	0	0	0	0	0
4	1	3	2	3	6	8	0	0	1	0	0
1	5	2	1	11	7	6	0	0	1	0	0
5	7	2	3	2	13	3	0	0	1	1	0
7	6	1	1	1	3	3	0	0	1	0	0
92	128	67	51	92	113	89	2	1	13	2	0
92	451					91		16			

D
I
A
7

AFORO VEHICULAR											
Proyecto:	APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE										
Ubicación:	TRAMO SAN MATEO - SELLA MÉNDEZ										
MOTOS	AUTOS					C2P		C3 - C4			
5	5	2	2	5	4	2	1	0	1	0	0
3	2	6	5	2	6	3	0	0	2	0	0
5	9	4	1	6	8	7	0	0	2	0	0
8	18	1	5	6	2	10	0	0	2	0	0
4	5	5	4	6	3	3	0	0	0	0	0
4	4	8	1	8	10	10	0	0	0	1	0
7	6	5	0	5	3	6	2	0	1	0	0
2	7	3	1	10	6	1	0	0	1	0	0
6	6	2	4	1	13	2	1	0	0	0	0
5	5	4	1	3	3	3	0	0	0	0	0
0	5	6	5	2	6	5	0	0	0	0	0
0	4	2	4	7	4	2	2	1	0	0	0
9	7	0	2	4	5	3	0	0	0	0	0
3	14	2	3	3	5	2	0	0	0	0	0
5	6	0	4	2	3	1	1	0	0	0	0
6	5	0	4	3	3	3	0	0	0	0	0
5	0	2	1	3	5	9	0	0	1	0	0
2	7	3	1	10	6	5	0	0	2	0	0
6	6	2	4	1	14	4	0	0	1	0	0
5	5	4	1	3	3	3	2	0	2	1	0
90	126	61	53	90	112	84	9	1	15	2	0
90	442					93		18			

**D
I
A
6**

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES (W18) PARA PERIODO DE RETORNO DE 6 AÑOS

ESTUDIO DE TRAFICO IDA Y VUELTA						
DIA	MOTOS	AUTOS	BUSES	CAMIONES C2G	C3-C4	C5
1	106	440	13	100	237	0
2	101	438	11	95	240	0
3	106	429	12	89	245	0
4	108	437	15	102	224	0
5	110	444	13	96	231	0
6	92	451	2	89	16	0
7	90	442	3	90	18	0
PROM. TPD X TIPO	101,86	440,14	9,86	94,43	173,00	0,00
TPD TOTAL	717,43					
COMPOSICION DE TRANSITO		%A	%B	%C2G	%C3-C4	%C5
		61,35%	1,37%	13,16%	24,11%	0
				35,31%	64,69%	0,00%
		62,72%		37%		

CALCULO DEL FACTOR BUS			
VEHICULO	%VK	FD(FACTOR	FB
	1,37	1	1

FACTOR CAMION FC	%VK	FACTOR F	%VK*FD
C2G	35,31%	3,44	1,21
C3-C4	64,69%	3,9	2,52
C5	0,00%	4,4	0
	100,00%		3,74

FCG	3,64
-----	------

FACTORES DE CALCULO PARA EJE EQUIVALENTE	
TIPO	717,43
DIAS AÑO	365
R	3%
ANCHO CALSADA	X≥6
FDI	0,5
N CARRILES X SENTIDO	1
FCA	1
NUMERO DE AÑOS	6

N. EE DE8.2T	1209357
--------------	---------

FÓRMULAS BASE	
FCG	$FCG = \frac{FB \cdot \%B + FC \cdot \%C}{\%B + \%C}$
FB	$FB = \frac{\sum (\% (CAT.BUS) \cdot FD (CAT.BUS))}{\sum (\%BUS)}$
FC	$FC = \frac{\sum (FD (CAT.CAMIÓN) \cdot \% (CAT.CAMIÓN))}{\sum (\% (CAT.CAMIÓN))}$

TERMINOLOGÍA	
FCG	FACTOR CAMIÓN GLOBAL
FC	FACTOR CAMIÓN
%C	PORCENTAJE DE CAMIONES, ESTÁ DIVIDIDO POR LAS DIFERENTES CATEGORÍAS QUE NOS PRESENTA LA NORMA COMO PODEMOS OBSERVAR EN LA TABLA DE COMPOSICIÓN DE LOS CAMIONES
FB	FACTOR BUS
%B	PORCENTAJE DE BUSES, DIVIDIDO COMO LOS CAMIONES AUNQUE EN ESTE CASO SOLO CONTAMOS CON UNA CATEGORÍA
FD	FACTOR DE DETERIORO EXPUESTO EN LA NORMA DEL INVÍAS, PODEMOS VERIFICAR ESTOS VALORES EN LA TABLA 3.5

%VK	PORCENTAJE DE CAMIONES
FD	FACTOR DAÑO POR TIPO DE VEHÍCULO CARGADO
FC	FACTOR EQUIVALENCIA CAMIÓN
FCG	FACTOR CAMIÓN GLOBAL

Tabla 3.5. Factores de equivalencia de carga por tipo de vehículo obtenidos a nivel nacional en el año de 1996.

Tipo de Vehículo		Factor de Equivalencia
BUSES	Bus	0.40
	Bus Metropolitano	1.00
C2P	C2P	1.14
C2G	C2G	3.44
C3 Y C4	C3	3.76
	C2 S1	3.37
	C4	6.73
	C3 S1	2.22
	C2 S2	3.42
C5	C3 S2	4.40
> C5	>C5	4.72

$$N = 365 * TPD * \%VC * FCG * Fdi * FCA * \frac{(1 + R)^n - 1}{LN(1 + R)}$$

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 T EN EL CARRIL DE DISEÑO DURANTE EL PERIODO DE DISEÑO (n)

PARA EL CÁLCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES DURANTE EL PERIODO DE DISEÑO SE DEBE VALUAR DIVERSOS FACTORES QUE SE ESPECIFICAN EN EL MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA MEDIOS Y ALTOS VOLUMENES DE TRÁNSITO, SE RECOMIENDA SU LECTURA PARA APLICAR CORRECTAMENTE LOS DIVERSOS FACTORES SEGÚN CORRESPONDA EL CASO DEBIDO A QUE LA LITERATURA TIENE UNA AMPLIA INTERPRETACIÓN QUE DEJA MUCHO AL CRITERIO Y NECESIDAD DE CADA PROYECTO.

N° CARRILES	Fca
1	1.00
2	0.90
3	0.70
4	0.63

TPD	TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO (SIN MOTOS)
DÍAS/AÑO	DÍAS EN UN AÑO
R	TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO DEL TRÁNSITO (2%-3%) SEGÚN MANUAL DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA MEDIOS Y ALTOS VOLUMENES DE TRÁNSITO
FDI	FACTOR DIRECCIONAL SEGÚN ANCHO DE CALZADA Y TRÁNSITO DE DISEÑO
FCA	FACTOR CARRIL SEGÚN EL NÚMERO DE CARRILES POR SENTIDO
n	PERIODO DE DISEÑO ESTRUCTURAL, AÑOS
N	EJES EQUIVALENTES DE 8.2 T DURANTE EL PERIODO DE DISEÑO
CD/PD	CARRIL DE DISEÑO DURANTE EL PERIODO DE DISEÑO

TABLA FACTOR DIRECCIONAL A ADOPTAR SEGÚN ANCHO DE CALZADA		
ANCHO DE CALZADA (M)	TRÁNSITO DE DISEÑO	FDI
X<5	TOTAL EN LOS DOS SENTIDOS	1
5<X<6	0.75 DEL TOTAL EN LOS 2 SENTIDOS	0.75
X≥ 6	0.5 DEL TOTAL EN LOS 2 SENTIDOS	0.5

#	NOMBRE DE LA BIBLIOGRAFÍA Y AUTOR	LINK DE DESCARGA
1	MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA VÍAS CON BAJOS VOLUMENES DE TRÁNSITO, DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS DE COLOMBIA (INVIAS)	https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/987-manual-de-diseno-de-pavimentos-asfalticos-para-vias-con-bajos-volumenes-de-transito
2	MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PARA VÍAS CON BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLUMENES DE TRÁNSITO, DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS DE COLOMBIA (INVIAS)	https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3807-manual-de-diseno-de-pavimentos-de-concreto-para-vias-con-bajos-medios-y-altos-volumenes-de-transito/file
3	INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS, DEL ING ALFONSO MONTEJO FONSECA	https://samustuto.files.wordpress.com/2014/09/ingenieria3ada-de-pavimentos-para-carreteras-tomo-i-ed-3ra-alfonso-montejo-fonseca.pdf
4	NOCIONES SOBRE MÉTODOS DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS-VOLUMEN 1, DEL ING CARLOS HERNANDO HIGUERA SANDOVAL MSC.	https://www.google.com/search?q=NOCIONES+SOBRE+M%C3%89TODOS+DE+DISE%C3%91O+DE+ESTRUCTURAS+DE+PAVIMENTOS+PARA+CARRETERAS-VOLUMEN+1%2C+DEL+ING+CARLOS+HERNANDO+HIGUERA+SANDOVAL+MSC.&rlz=1C1CHZ

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES (W18) PARA PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS

ESTUDIO DE TRAFICO IDA Y VUELTA						
DIA	MOTOS	AUTOS	BUSES	CAMIONES C2G	C3-C4	C5
1	106	440	13	100	237	0
2	101	438	11	95	240	0
3	106	429	12	89	245	0
4	108	437	15	102	224	0
5	110	444	13	96	231	0
6	92	451	2	89	16	0
7	90	442	3	90	18	0
PROM. TPD X TIPO	101,86	440,14	9,86	94,43	173,00	0,00
TPD TOTAL	717,43					
COMPOSICION DE TRANSITO		%A	%B	%C2G	%C3-C4	%C5
		61,35%	1,37%	13,16%	24,11%	0
				35,31%	64,69%	0,00%
		62,72%		37%		

CALCULO DEL FACTOR BUS			
VEHICULO	%VK	FD(FACTOR	FB
	1,37	1	1

FACTOR CAMION FC	%VK	FACTOR F	%VK*FD
C2G	35,31%	3,44	1,21
C3-C4	64,69%	3,9	2,52
C5	0,00%	4,4	0
	100,00%		3,74

FCG	3,64
-----	------

FACTORES DE CALCULO PARA EJE EQUIVALENTE	
TIPO	717,43
DIAS AÑO	365
R	3%
ANCHO CALSADA	X≥6
FDI	0,5
N CARRILES X SENTIDO	1
FCA	1
NUMERO DE AÑOS	10

N. EE DE8.2T	2143327
--------------	---------

FÓRMULAS BASE	
FCG	$FCG = \frac{FB * \%B + FC * \%C}{\%B + \%C}$
FB	$FB = \frac{\sum (\% (CAT.BUS) * FD (CAT.BUS))}{\sum (\%BUS)}$
FC	$FC = \frac{\sum (FD (CAT.CAMIÓN) * \% (CAT.CAMIÓN))}{\sum (\% (CAT.CAMIÓN))}$

TERMINOLOGÍA	
FCG	FACTOR CAMIÓN GLOBAL
FC	FACTOR CAMIÓN
%C	PORCENTAJE DE CAMIONES, ESTÁ DIVIDIDO POR LAS DIFERENTES CATEGORÍAS QUE NOS PRESENTA LA NORMA COMO PODEMOS OBSERVAR EN LA TABLA DE COMPOSICIÓN DE LOS CAMIONES
FB	FACTOR BUS
%B	PORCENTAJE DE BUSES, DIVIDIDO COMO LOS CAMIONES AUNQUE EN ESTE CASO SOLO CONTAMOS CON UNA CATEGORÍA
FD	FACTOR DE DETERIORO EXPUESTO EN LA NORMA DEL INVÍAS, PODEMOS VERIFICAR ESTOS VALORES EN LA TABLA 3.5

%VK	PORCENTAJE DE CAMIONES
FD	FACTOR DAÑO POR TIPO DE VEHÍCULO CARGADO
FC	FACTOR EQUIVALENCIA CAMIÓN
FCG	FACTOR CAMIÓN GLOBAL

Tabla 3.5. Factores de equivalencia de carga por tipo de vehículo obtenidos a nivel nacional en el año de 1996.

Tipo de Vehículo		Factor de Equivalencia
BUSES	Bus	0.40
	Bus Metropolitano	1.00
C2P	C2P	1.14
C2G	C2G	3.44
C3 Y C4	C3	3.76
	C2 S1	3.37
	C4	6.73
	C3 S1	2.22
	C2 S2	3.42
C5	C3 S2	4.40
> C5	>C5	4.72

$$N = 365 * TPD * \%VC * FCG * Fdi * FCA * \frac{(1 + R)^n - 1}{LN(1 + R)}$$

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 T EN EL CARRIL DE DISEÑO DURANTE EL PERIODO DE DISEÑO (n)

PARA EL CÁLCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES DURANTE EL PERIODO DE DISEÑO SE DEBE EVALUAR DIVERSOS FACTORES QUE SE ESPECIFICAN EN EL MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA MEDIOS Y ALTOS VOLUMENES DE TRÁNSITO. SE RECOMIENDA SU LECTURA PARA APLICAR CORRECTAMENTE LOS DIVERSOS FACTORES SEGÚN CORRESPONDA EL CASO DEBIDO A QUE LA LITERATURA TIENE UNA AMPLIA INTERPRETACIÓN QUE DEJA MUCHO AL CRITERIO Y NECESIDAD DE CADA PROYECTO.

N° CARRILES	Fca
1	1.00
2	0.90
3	0.70
4	0.63

TPD	TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO (SIN MOTOS)
DÍAS/AÑO	DÍAS EN UN AÑO
R	TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO DEL TRÁNSITO (2%-3%) SEGÚN MANUAL DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA MEDIOS Y ALTOS VOLUMENES DE TRÁNSITO
FDI	FACTOR DIRECCIONAL SEGÚN ANCHO DE CALZADA Y TRÁNSITO DE DISEÑO
FCA	FACTOR CARRIL SEGÚN EL NÚMERO DE CARRILES POR SENTIDO
n	PERIODO DE DISEÑO ESTRUCTURAL, AÑOS
N	EJES EQUIVALENTES DE 8.2 T DURANTE EL PERIODO DE DISEÑO
CD/PD	CARRIL DE DISEÑO DURANTE EL PERIODO DE DISEÑO

TABLA FACTOR DIRECCIONAL A ADOPTAR SEGÚN ANCHO DE CALZADA		
ANCHO DE CALZADA (M)	TRÁNSITO DE DISEÑO	FDI
X<5	TOTAL EN LOS DOS SENTIDOS	1
5<X<6	0.75 DEL TOTAL EN LOS 2 SENTIDOS	0.75
X≥ 6	0.5 DEL TOTAL EN LOS 2 SENTIDOS	0.5

#	NOMBRE DE LA BIBLIOGRAFÍA Y AUTOR	LINK DE DESCARGA
1	MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA VÍAS CON BAJOS VOLUMENES DE TRÁNSITO, DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS DE COLOMBIA (INVIAS)	https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/987-manual-de-diseno-de-pavimentos-asfalticos-para-vias-con-bajos-volumenes-de-transito
2	MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PARA VÍAS CON BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLUMENES DE TRÁNSITO, DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS DE COLOMBIA (INVIAS)	https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3807-manual-de-diseno-de-pavimentos-de-concreto-para-vias-con-bajos-medios-y-altos-volumenes-de-transito/file
3	INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS, DEL ING ALFONSO MONTEJO FONSECA	https://samustuto.files.wordpress.com/2014/09/ingenieria3da-de-pavimentos-para-carreteras-tomo-i-ed-3ra-alfonso-montejo-fonseca.pdf
4	NOCIONES SOBRE MÉTODOS DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS-VOLUMEN 1, DEL ING CARLOS HERNANDO HIGUERA SANDOVAL MSC.	https://www.google.com/search?q=NOCIONES+SOBRE+M%C3%89TODOS+DE+DISE%C3%90+DE+ESTRUCTURAS+DE+PAVIMENTOS+PARA+CARRETERAS-VOLUMEN+1%2C+DEL+ING+CARLOS+HERNANDO+HIGUERA+SANDOVAL+MSC.&rlz=1C1CHZ

ANEXO 6

PLANILLAS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS

(AASTHO – 93) Y DIPAV 2

METODO AASHTO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

Datos de entrada al progrma AASTHO:

T = 6 años(peridodo actual)

W18 = 1209375

CBR_{Laboratorio} = 67,96 % Capa base

CBR_{Laboratorio} = 28,68 % Capa sub base

CBR_{Laboratorio} = 5,48 % Capa sub rasante

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993) por Luis R. Vásquez

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2006.

Tipo de pavimento: ☒ Flexible ☐ Rígido

Confiabilidad (R) y desviación estándar (So): 95 % Zr = -1.645 So: 0.49 Ayuda

Serviciabilidades inicial y final: PSI inicial: 4.2 PSI final: 2.0 Ayuda

Tránsito de diseño: W18: 1209375

Pavimento flexible

Capa	Módulo de elasticidad (psi)	Coefficiente de capa (ai)	Coefficiente de drenaje (mi)	SN necesario	Espesor D (plg.)	Espesor D* (plg.)	SN* dispuesto
1	435000	¿E/a?	0.440	1.00	¿m?	2.50	5.68 6.0 6.0 2.64
2	22839	¿E/a?	0.109	1.00	¿m?	2.96	2.94 3.0 6.0 0.65
3	14340	¿E/a?	0.103	1.00	¿m?	3.59	2.87 3.0 6.0 0.62
4	8220	MR					3.91 OK

W18 real: 2,22E+006

Cálculo de W18 para un SN: SN: W18:

☐ Quitar el control de variables Salir

METODO AASHTO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

Datos de entrada al programa AASTHO:

T = 10 años (periodo de retorno a futuro)

W18 = 2143327

CBR_{Laboratorio} = 67,96 % Capa base

CBR_{Laboratorio} = 28,68 % Capa sub base

CBR_{Laboratorio} = 5,48 % Capa sub rasante

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993) por Luis R. Vásquez

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2006.

Tipo de pavimento	Confiabilidad (R) y desviación estándar (So)	Serviciabilidades inicial y final	Tránsito de diseño
☒ Flexible ☐ Rígido	95 % Zr = - 1.645 So 0.49	PSI inicial 4.2 PSI final 2.0	W18 2143327

Pavimento flexible

Capa	Módulo de elasticidad (psi)	Coefficiente de capa (ai)	Coefficiente de drenaje (mi)	SN necesario	Espesor D (plg.)	Espesor D* (plg.)	SN* dispuesto	
1	435000	¿E/a?	0.440	1	¿m?	2.74	6.23 6.5	6.5 2.86
2	22839	¿E/a?	0.109	1	¿m?	3.22	3.30 3.5	6.0 0.65
3	14340	¿E/a?	0.103	1	¿m?	3.90	3.75 4.0	6.0 0.62
4	8220	MR					4.13 OK	W18 real 3.25E+006

Cálculo de W18 para un SN

SN W18

☐ Quitar el control de variables

Diseñar Ver informe Salir

ANEXO 7
PLANILLAS DE COSTO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto		"APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG, EN EL DISEÑO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE"			
Actividad :		Pavimento de mezcla bituminosa continua en caliente.			
Unidad :		m3	Moneda Bs		
Descripcion		Unidad	Cantidad o Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1.-	MATEIALES				
1	Mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con agregado granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico de penetración.	t	0,115	449,34	51,67
		TOTAL MATERIAL			51,67
2.-	MANO DE OBRA				
1	Especialista de construcción de obra civil.	Hr	0,003	28,62	0,086
2	Ayudante 1ª de construcción de obra civil.	Hr	0,013	21,07	0,27
		SUBTOTAL MANO DE OBRA			0,36
CARGAS SOCIALES (60% DEL SUBTOTAL MANO DE OBRA)					0,22
IMPUESTOS IVA (14,94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES					0,09
		TOTAL MANO DE OBRA			0,66
3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.	Hr	0,001	450,75	0,0045
	Rodillo vibrante tandem autopropulsado, de 24,8 kW, de 2450 kg.	Hr	0,002	93,02	0,18604
	Compactador de neumáticos autopropulsado, de 12/22 t.	Hr	0,001	326,53	0,32653
HERRAMIENTAS (5% de TOTAL MANO DE OBRA)					0,03
		TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS			0,55
4.-	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
GASTOS GENERALES (15% de 1+2+3)					7,93
5.-	UTILIDAD				
UTILIDAD (10% de 1+2+3+4)					6,08
6.-	IMPUESTOS				
IMPUESTOS IT (3,09 de 1+2+3+4+5)					2,07
Total Item Precio Unitario					68,97

ANEXO 8

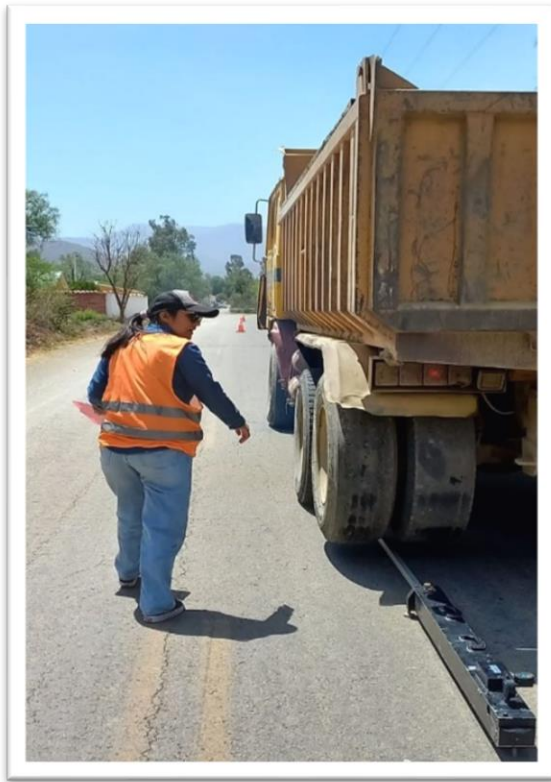
FOTOGRAFÍAS EN EL TRAMO DE ESTUDIO
EN EL TRAMO SAN MATEO – SELLA
MENDEZ

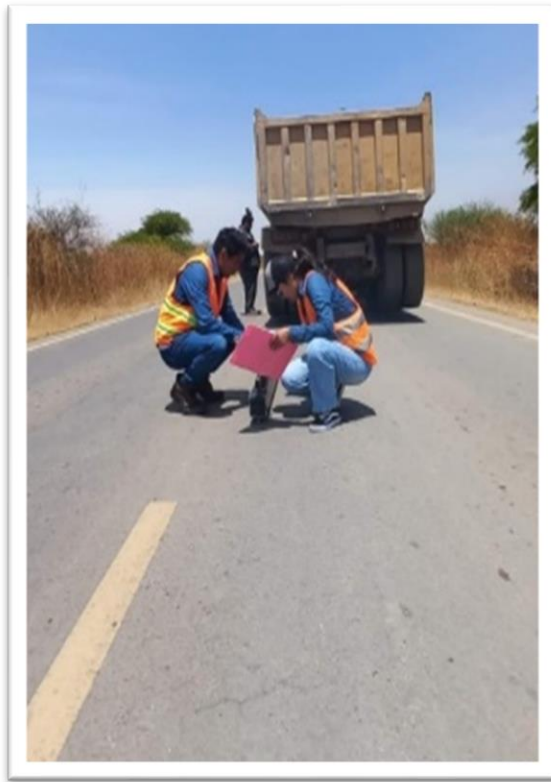
FOTOGRAFÍA 1. PESAJE DE LA VOLQUETA USADA EN LA PRESENTE INVESTIGACION.



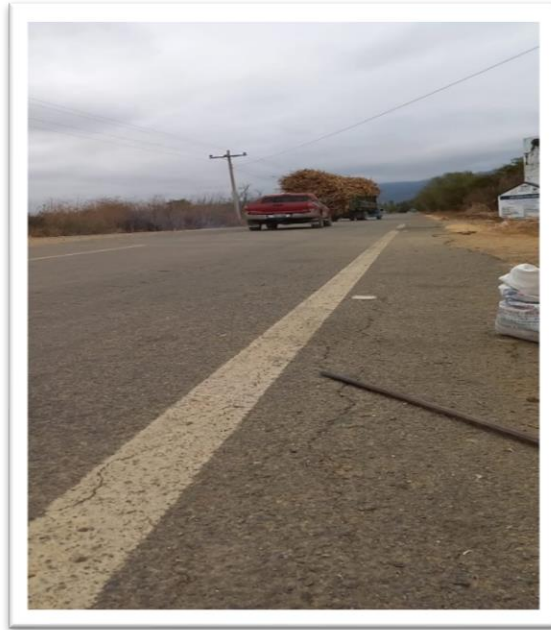
FOTOGRAFÍA 2. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO Y LA FUNDACIÓN.



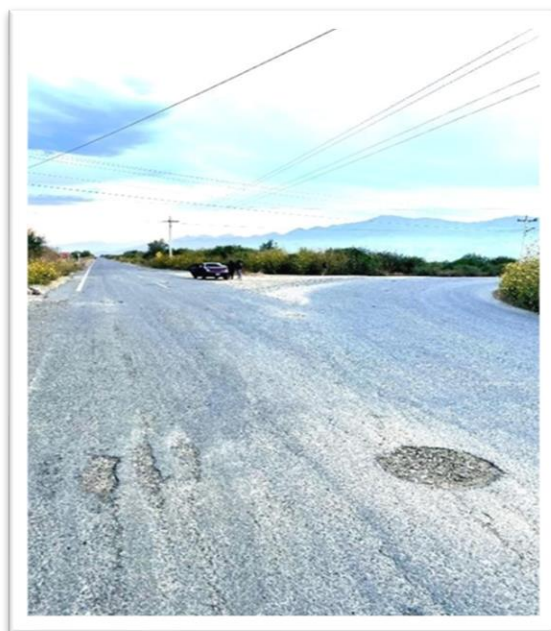




FOTOGRAFÍA 3. EVALUACIÓN FUNCIONAL (CONFORT) DE LOS
USUARIOS.



FOTOGRAFÍA 4. EVALUACIÓN DEL DETERIORO DE LA SUPERFICIE E
INVENTARIO DE FALLAS DEL PAVIMENTO.



FOTOGRAFÍA 5. EXTRACCIÓN DE SUELO; CAPA BASE, CAPA SUB BASE, Y CAPA SUB RASANTE (CALICATAS).



FOTOGRAFÍA 6. PAQUETE ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.



FOTOGRAFÍA 7. DEPÓSITO DE LOS SUELOS; CAPA BASE, CAPA SUB BASE, Y CAPA SUB RASANTE (CALICATAS).



FOTOGRAFÍA 8. CONTENIDO DE HUMEDAD.



FOTOGRAFÍA 9. GRANULOMETRÍA MECÁNICA DE SUELOS.



FOTOGRAFÍA 10. LÍMITES DE ATTERBERG.



FOTOGRAFÍA 11. HUMEDAD HIGROSCÓPICA.



FOTOGRAFÍA 12. COMPACTACIÓN ESTÁNDAR Y MODIFICADO.



FOTOGRAFÍA 13. ENSAYO DE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).



