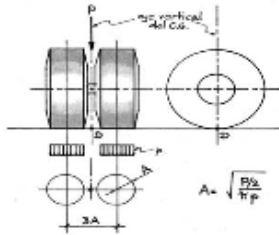


ANEXO 10

CÁLCULO DE MÓDULOS DE LA SUBRASANTE Esg, MÓDULOS DE PAVIMENTO EVALUADO E*, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MODELO DE HOGG.

PROYECTO: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA AV. OSWALDO GUAYASAMÍN.



	kg	lb
P = Carga de dos ruedas =	4100	9020
	kg/cm ²	psi
p = presión de inflado llanta	5,64	80
	cm	pulg
A = radio de la huella =	10,76	4,24

REPORTE DE ESPESORES (cm) DE CAPAS DE PAVIMENTO EXSISTENTE (CALICATAS):

CALICATA km:	CALZADA	Carpeta asf	Mat.			Espesor total (cm)	
			Granular 1	Granular 2	Granular 3		
7+900	Izquierda	14	52			66	Subrasante con piedra
8+100	Izquierda	16	51			67	Mat gran < 3"
8+500	Izquierda	24	15			39	
8+700	Izquierda	20	12			32	
9+700	Izquierda	25	28			53	Mat gran < 3"
10+700	Izquierda	10	82	67	10	169	Mat. Gran 2: color marrón. Subrasante con piedra. No se
12+800	Derecha	23	39			62	
13+000	Derecha	24	61			85	
14+000	Derecha	26	40			66	
15+600	Derecha	19	36			55	
19+700	Derecha	18	48			66	
21+200	Derecha	26	33			59	

PROMEDIO (cm)=	68,25	cm
Promedio sin carpeta (cm)	47,83	cm

ECUACIONES Y COEFICIENTES DEL MODELO:

Figura A10.1

Ecuación	CASOS		I	II	III
	Profundidad del estrato rígido	h/L ₀	10	10	Infinito
	Coefficiente de Poisson	u ₀	0.50	0.40	Todos
A	Factor de influencia	l	0.1614	0.1689	0.1925
B	Valor de D _R /D ₀		>0.70	>0.426	Todos
		r ₅₀ = f(D _R /D ₀)	1/α	2.460	2.629
		1/β	0.592	0.548	0.584
		B	0	0	0
C	Valor de D _R /D ₀		<0.70	<0.426	
		r ₅₀ = f(D _R /D ₀)	1/α	371.1	2283.4
		1/β	0.219	0.2004	
		B	2	3	
D	L ₀ = f(r ₅₀ , α)	y ₀	0.620	0.602	0.525
		m	0.183	0.192	0.180
	S ₀ /S = f(A/L ₀)	m̄	0.52	0.48	0.44

Figura A 10.2

Parámetros de Evaluación- Método Numérico		Ecuación
Módulo de elasticidad de la subrasante según Hogg.	$E_{sp} = I \frac{(1+u_0)(3-4u_0)}{2(1-u_0)} \left[\frac{S_0}{S} \right] \left[\frac{P}{D_R \times L_0} \right]$	A
Distancia donde la deflexión es la mitad de la deflexión máxima.	$r_{50} = R \frac{\left(\frac{1}{\alpha} \right)^{\frac{1}{2}} - B}{\left[\frac{1}{\alpha} \left(\frac{D_R}{D_0} - 1 \right) \right]^{\frac{1}{2}} - B}$	B
Longitud característica de la curva de deflexión.	$L_0 = \frac{y_0 r_{50} + [(y_0 r_{50})^2 - 4mAr_{50}]^{\frac{1}{2}}}{2}$ Si $\frac{A}{L_0} < 0.2$, entonces $L_0 = (y_0 - 2m)r_{50}$	C
Relación entre la rigidez por carga puntual y carga distribuida.	$\left(\frac{S_0}{S} \right) = 1 - \bar{m} \left(\frac{A}{L_0} - 0.1 \right)$ Si $\frac{A}{L_0} < 0.2$, entonces $\left(\frac{S_0}{S} \right) = 1$	D

Figura A10.3

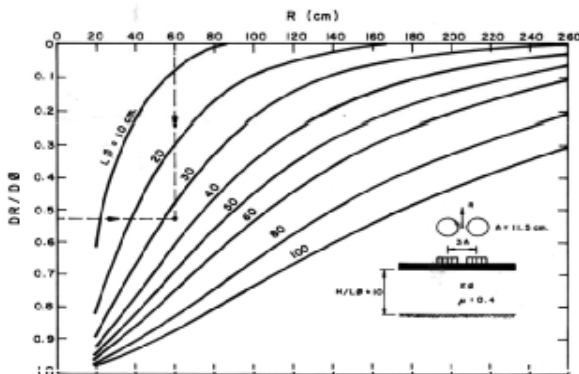


Figura A 10.4

$$H_R = (0.9)(H_C) \left(\frac{E^*}{E_{sp}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$D_0 = A(B + C) \dots$$

Siendo,

D₀ = Deflexión máxima

$$A = \frac{(1+u_0)P}{2\pi} \dots \text{(Ecuación 34)}$$

$$B = \frac{1}{E^*} \left[\frac{2(1-u_0)}{r} - \frac{1}{R_1} \left(2(1-u_0) + \left(\frac{r_1}{R_1} \right)^2 \right) \right]$$

$$C = \frac{1}{E_{sp}} \left[\frac{1}{R_1} \left(2(1-u_0) + \left(\frac{r_1}{R_1} \right)^2 \right) - \frac{1}{R_2} \left(2(1-u_0) + \left(\frac{r_2}{R_2} \right)^2 \right) \right]$$

Figura A 10.5

$$r = 1.5 \cdot A$$

$$Z_1 = H_C + 0.6 \cdot \frac{A^2}{H_C}$$

$$R_1 = \sqrt{Z_1^2 + (1.5A)^2}$$

$$Z_2 = H_E + 0.6 \cdot \frac{A^2}{H_E}$$

$$R_2 = \sqrt{Z_2^2 + (1.5A)^2}$$

$$Z_3 = (H_E + N \cdot L_0) + 0.6 \cdot \frac{A^2}{H_E + N \cdot L_0}$$

$$R_3 = \sqrt{Z_3^2 + (1.5A)^2}$$

$N = 10$ para base rocosa de $\frac{H}{L_0} = 10$

$N = 100$ para base rocosa de $\frac{H}{L_0} = \text{Infinito}$

A = Radio de huella

P = Carga total en la llanta

DESCRIPCIÓN DE LOS TÉRMINOS EN LAS ECUACIONES:

E_{sg} = Módulo de elasticidad de la subrasante

ν_0 = Coeficiente de Poisson de la subrasante

S_0 = Rigidez teórica por carga puntual

S = Rigidez del pavimento = P/D_0 (carga distribuida)

P = Carga aplicada

D_0 = Deflexión máxima

D_R = Deflexión a una distancia radial R

R = Distancia radial desde el punto inicial de carga

r_{50} = Distancia radial donde $\left(\frac{D_R}{D_0}\right) = 0.5$

ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / I ₀	A (cm)	D _r / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	Figura A10.1		
										1/α	1/β	B
2+500,00	19,58	14,00	25	0,4	10	10,76	0,715	1,40	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2) r ₅₀ (cm)	Coeficientes y ₀ y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2) l ₀ (cm)	Nomograma (Fig. A10.3) l ₀ (cm)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1) I	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	y ₀	m								kg/cm2	psi	Mpa	
43,10	0,602	0,192	22,00	20	0,49 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,813241885	0,1689	2.135,37	30.308,39	213,54	19,41

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l ₀ (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)	
0,01958	0,4	4100	913,55	68,25	2135,37	10,76	16,14	69,27	71,12	3800	0,000012	74,44	75,37	77,08	22,00	294,67177	295,11343	9,61386E-06	0,019	
										2+500,00	53.935,38	psi								

$$E^* H_0^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (Hc / Heq)^3 = \frac{6406,10}{90.925,16} \text{ kg/cm}^2$$

$$E^* / Esg = 1,78$$

$$Heq / Hc = 0,84 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$Heq = 57,35 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 9,51 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Nef} = 0,01321 \cdot \sqrt[3]{E^* \dots}$$

l₀: Longitud característica en centímetros (cm).

E_{sg}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$2+500,00 \text{ SNe}f = \frac{2,39}{}$$

ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / I ₀	A (cm)	D _r / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	Figura A10.1		
										1/α	1/β	B
2+600,00	21,00	15,00	25	0,4	10	10,76	0,714	1,40	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2) r ₅₀ (cm)	Coeficientes y ₀ y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2) l ₀ (cm)	Nomograma (Fig. A10.3) l ₀ (cm)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1) I	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	y ₀	m								kg/cm2	psi	Mpa	
43,01	0,602	0,192	21,82	9	0,49 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,81130529	0,1689	2.002,62	28.424,23	200,26	18,21

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l ₀ (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)	
2+600,00	0,021	4100,0	913,55	68,25	2002,62	10,76	16,14	69,27	71,12	3500	0,000013	73,99	74,93	76,65	21,82	292,427	292,872	1,02981E-05	0,021	
										2+600,00	49.677,32	psi								

$$E^* H_0^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (Hc / Heq)^3 = \frac{6007,86}{85.272,69} \text{ kg/cm}^2$$

$$E^* / Esg = 1,75$$

$$Heq / Hc = 0,84 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$Heq = 57,00 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 9,17 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Nef} = 0,01321 \cdot \sqrt[3]{E^* \dots}$$

l₀: Longitud característica en centímetros (cm).

E_{sg}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$2+600,00 \text{ SNe}f = \frac{2,323}{}$$

ABSCISA	Figura A10.1											
	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l ₀	A (cm)	D _r / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
2+700,00	19,58	14,00	25	0,4	10	10,76	0,715	1,40	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y ₀ y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r ₅₀ (cm)	y ₀								m	l ₀ (cm)	l ₀ (cm)		kg/cm2
2+700,00	43,10	0,602	0,192	21,87	0,49	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,811846432	0,1689	2.144,38	30.436,23	214,44	19,49

Prof. Estrato rígido H = 218,7 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l ₀ (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)	
2+700,00	0,020	0,4	4100,0	913,55	68,25	2144,38	10,76	16,14	69,27	71,12	3500	0,000013	72,32	73,28	75,04	21,87	291,260	291,707	9,8726E-06	0,021
										2+700,00	49.677,32	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = 6433,13 \text{ kg/cm}^2$$

$$E^* / Esg = 1,63$$

$$H_{eq} / H_c = 0,82 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 55,72 \text{ cm}$$

$$\text{Esp. De refuerzo} = 7,88 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{nef} = 0,01327 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{eq}}}$$

l₀: Longitud característica en centímetros (cm)

E_{eq}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa)

$$2+700,00 \text{ Snef} = 2,382$$

ABSCISA	Figura A10.1											
	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l ₀	A (cm)	D _r / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
3+100,00	40,29	26,87	25	0,4	10	10,76	0,667	1,50	< 0,70	371,1	0,219	2

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y ₀ y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r ₅₀ (cm)	y ₀								m	l ₀ (cm)	l ₀ (cm)	
3+100,00	36,32	0,602	0,192	17,60	0,61	A / Lo >0,20	0,48	0,7545524	0,1689	1.203,56	17.082,75	120,36	10,94

Prof. Estrato rígido H = 176 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE (cm)	Z2	R2	l ₀ (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)	
3+100,00	0,04	0,4	4100,0	913,55	68,25	1203,56	10,76	16,14	69,27	71,12	1800	0,000025	70,24	71,23	73,04	17,60	246,527	247,055	1,70866E-05	0,04
										3+100,00	25.548,34	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = 3610,68 \text{ kg/cm}^2$$

$$E^* / Esg = 1,50$$

$$H_{eq} / H_c = 0,79 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 54,12 \text{ cm}$$

$$\text{Esp. De refuerzo} = 6,28 \text{ cm}$$

$$S_{nef} = 0,01327 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{eq}}}$$

l₀: Longitud característica en centímetros (cm)

E_{eq}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa)

$$3+100,00 \text{ Snef} = 1,582$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D ₁ = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l ₀	A (cm)	D ₁ / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
4+300,00	26,86	20,15	25	0,4	10	10,76	0,750	1,33	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2) r ₅₀ (cm)	Coeficientes y ₀ y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2) l ₀ (cm)	Nomograma (Fig. A10.3) l ₀ (cm)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1) I	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	y ₀	m								kg/cm2	psi	Mpa	
4+300,00	47,93	0,602	0,192	24,88	0,43 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,840416458	0,1689	1.422,42	20.189,08	142,24	12,93

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l ₀ (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)	
4+300,00	0,02686	0,4	4100,0	913,55	68,25	1422,42	10,76	16,14	69,27	71,12	<input type="text" value="2700"/>	0,000016	76,05	76,97	78,64	24,88	325,068	325,469	1,45439E-05	0,028
										4+300,00	<input type="text" value="38.322,50"/> psi									

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{4267,25}{60.567,25} \text{ kg/cm2} \text{ psi}$$

$$E^* / Esg = 1,90$$

$$H_{eq} / H_c = 0,86 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 58,59 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 10,76 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Nef} = 0,01327 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{eq}}}$$

l_c : Longitud característica en centímetros (cm)

E_{eq} : Módulo de elasticidad de la subrasante en megapascals (Mpa)

$$4+300,00 \text{ S}_{Nef} = \text{input } 2,364$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D ₁ = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l ₀	A (cm)	D ₁ / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
4+400,00	36,00	28,80	25	0,4	10	10,76	0,800	1,25	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2) r ₅₀ (cm)	Coeficientes y ₀ y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2) l ₀ (cm)	Nomograma (Fig. A10.3) l ₀ (cm)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1) I	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	y ₀	m								kg/cm2	psi	Mpa	
4+400,00	56,80	0,602	0,192	30,32	0,35 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,877660998	0,1689	909,46	12.908,43	90,95	8,27

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l ₀ (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)	
4+400,00	0,036	0,4	4100,0	913,55	68,25	909,46	10,76	16,14	69,27	71,12	<input type="text" value="2700"/>	0,000016	88,28	89,07	90,52	30,32	391,659	391,992	2,01713E-05	0,033
										4+400,00	<input type="text" value="38.322,50"/> psi									

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{2700,00}{38.322,50} \text{ kg/cm2} \text{ psi}$$

$$E^* / Esg = 2,97$$

$$H_{eq} / H_c = 1,000 > 1: \text{ Pavimento utilizable}$$

$$H_{eq} = 68,25 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 20,42 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Nef} = 0,01327 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{eq}}}$$

l_c : Longitud característica en centímetros (cm)

E_{eq} : Módulo de elasticidad de la subrasante en megapascals (Mpa)

$$4+400,00 \text{ S}_{Nef} = \text{input } 2,482$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0, corr} (1/100 mm)	D _i = D _{25, corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / I ₀	A (cm)	D _i / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
4+500,00	33,58	26,87	25	0,4	10	10,76	0,800	1,25	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		I
4+500,00	56,84	0,602	0,192	30,35	0,35	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,877829373	0,1689	974,22	13.827,68	97,42	8,86

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)		
4+500,00	0,03358	0,4	4100,0	913,55	68,25	974,22	10,76	16,14	69,27	71,12	<input type="text" value="2500"/>	0,000018	84,10	84,92	86,44	30,35	387,775	388,110	1,98963E-05	0,034	
										4+500,00	<input type="text" value="35.483,80"/>	psi									

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

Ep = E* (Hc / Heq)^3 =	<input type="text" value="2915,88"/>	kg/cm2	E* / Esg =	<input type="text" value="2,57"/>	Heq / Hc =	<input type="text" value="0,950"/>	< 1: requiere refuerzo	Heq =	<input type="text" value="64,84"/>	cm
	<input type="text" value="41.386,56"/>	psi						4+500,00 Esp. De refuerzo=	<input type="text" value="17,00"/>	cm

Número estructural efectivo $S_{Nef} = 0,01327 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{ps}}}$ E_p : Longitud característica en centímetros (cm) E_{ps} : Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa) 4+500,00 SNef =

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0, corr} (1/100 mm)	D _i = D _{25, corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / I ₀	A (cm)	D _i / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
4+700,00	47,02	33,58	25	0,4	10	10,76	0,714	1,40	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		I
4+700,00	42,99	0,602	0,192	21,81	0,49	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,811196766	0,1689	894,70	12.698,91	89,47	8,13

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)		
4+700,00	0,04702	0,4	4100,0	913,55	68,25	894,70	10,76	16,14	69,27	71,12	<input type="text" value="1520"/>	0,000029	73,29	74,24	75,98	21,81	291,632	292,079	2,32938E-05	0,048	
										4+700,00	<input type="text" value="21.574,15"/>	psi									

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

Ep = E* (Hc / Heq)^3 =	<input type="text" value="2658,33"/>	kg/cm2	E* / Esg =	<input type="text" value="1,70"/>	Heq / Hc =	<input type="text" value="0,830"/>	< 1: requiere refuerzo	Heq =	<input type="text" value="56,65"/>	cm
	<input type="text" value="37.731,10"/>	psi						4+700,00 Esp. De refuerzo=	<input type="text" value="8,81"/>	cm

Número estructural efectivo $S_{Nef} = 0,01327 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{ps}}}$ E_p : Longitud característica en centímetros (cm) E_{ps} : Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa) 4+700,00 SNef =

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D ₁ = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l ₀	A (cm)	D _i / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
4+900,00	48,65	42,57	25	0,4	10	10,76	0,875	1,14	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y ₀ y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r ₅₀ (cm)	y ₀								m	l ₀ (cm)	l ₀ (cm)		I
4+900,00	79,12	0,602	0,192	43,91	0,25	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,930380357	0,1689	492,61	6.991,86	49,26	4,48

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l ₀ (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
4+900,00	0,05	0,4	4100,0	913,55	68,25	492,61	10,76	16,14	69,27	71,12	<input type="text" value="2150"/>	100,38	101,07	102,35	43,91	539,611	539,852	3,48703E-05	0,051
										4+900,00	30516,07								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

Ep = E* (Hc / Heq)^3 =	<input type="text" value="1490,06"/> kg/cm2	E* / Esg =	<input type="text" value="4,36"/>	Heq / Hc =	<input type="text" value="1,130"/> >1: Pavimento utilizable	Heq =	<input type="text" value="77,12"/> cm
	<input type="text" value="21.149,17"/> psi					4+900,00	

Número estructural efectivo $S_{N_{eff}} = 0,01327 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{eq}}}$ E_{eq} : Longitud característica en centímetros (cm)
 E_{eq} : Módulo de elasticidad de la subrasante en toneladas por pulgada cuadrada (Mpa)
 4+900,00 SNef =

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D ₁ = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l ₀	A (cm)	D _i / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
5+200,00	64,80	57,60	25	0,4	10	10,76	0,889	1,13	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y ₀ y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r ₅₀ (cm)	y ₀								m	l ₀ (cm)	l ₀ (cm)		I
5+200,00	85,62	0,602	0,192	47,85	0,22	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,940065234	0,1689	342,92	4.867,20	34,29	3,12

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l ₀ (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
5+200,00	0,0648	0,4	4100,0	913,55	68,25	342,92	10,76	16,14	69,27	71,12	<input type="text" value="2100"/>	112,38	113,00	114,14	47,85	590,997	591,218	4,48468E-05	0,060
										5+200,00	29.806,39								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

Ep = E* (Hc / Heq)^3 =	<input type="text" value="1025,20"/> kg/cm2	E* / Esg =	<input type="text" value="6,12"/>	Heq / Hc =	<input type="text" value="1,270"/> >1: Pavimento utilizable	Heq =	<input type="text" value="86,68"/> cm
	<input type="text" value="14.551,18"/> psi					5+200,00	

Número estructural efectivo $S_{N_{eff}} = 0,01327 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{eq}}}$ E_{eq} : Longitud característica en centímetros (cm)
 E_{eq} : Módulo de elasticidad de la subrasante en toneladas por pulgada cuadrada (Mpa)
 5+200,00 SNef =

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _i = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l ₀	A (cm)	D _i / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
5+300,00	54,73	36,49	25	0,4	10	10,76	0,667	1,50	< 0,70	371	0,219	2

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y ₀ y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110		
	r ₅₀ (cm)	y ₀								m	l ₀ (cm)	l ₀ (cm)		I	kg/cm2
5+300,00	36,30	0,602	0,192	17,59		0,61	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,754385529	0,1689	886,32	12.580,00	88,63	8,06

Prof. Estrato rígido H = 175,9 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l ₀ (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)	
5+300,00	0,055	0,4	4100,0	913,55	68,25	886,32	10,76	16,14	69,27	71,12	1050	0,000042	64,99	66,06	68,01	17,59	241,183	241,723	2,53168E-05	0,06
										5+300,00	14.903,20	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{2699,11}{38.309,88} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / \text{Esg} = 1,18$$

$$H_{eq} / H_c = 0,730 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 49,82 \text{ cm}$$

$$\text{Esp. De refuerzo} = 1,99 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Nef} = 0,01327 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{sp}}}$$

l₀: Longitud característica en centímetros (cm)
E_{sp}: Módulo de elasticidad de la subrasante en megapascas (Mpa)

$$5+300,00 \text{ SNeF} = 1,427$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _i = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l ₀	A (cm)	D _i / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
5+500,00	30,41	24,32	25	0,4	10	10,76	0,800	1,25	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y ₀ y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110		
	r ₅₀ (cm)	y ₀								m	l ₀ (cm)	l ₀ (cm)		I	kg/cm2
5+500,00	56,75	0,602	0,192	30,29		0,36	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,87749229	0,1689	1.077,50	15.293,47	107,75	9,80

Prof. Estrato rígido H = 302,9 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l ₀ (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)	
5+500,00	0,03041	0,4	4100,0	913,55	68,25	1077,50	10,76	16,14	69,27	71,12	2470	0,000018	80,99	81,85	83,43	30,29	384,072	384,411	1,87507E-05	0,033
										5+500,00	35.057,99	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{3277,73}{46.522,48} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / \text{Esg} = 2,29$$

$$H_{eq} / H_c = 0,910 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 62,11 \text{ cm}$$

$$\text{Esp. De refuerzo} = 14,27 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Nef} = 0,01327 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{sp}}}$$

l₀: Longitud característica en centímetros (cm)
E_{sp}: Módulo de elasticidad de la subrasante en megapascas (Mpa)

$$5+500,00 \text{ SNeF} = 2,623$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _i = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l ₀	A (cm)	D _i / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
5+700,00	72,97	42,57	25	0,4	10	10,76	0,583	1,71	< 0,70	371,1	0,219	2

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)	
5+700,00	29,66	0,602	0,192	13,22			0,48	0,657328401	0,1689	770,72	10.939,19	77,07	7,01

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado (capa granular)

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)	
5+700,00	0,0730	0,4	4100,0	913,55	68,25	770,72	10,76	16,14	69,27	71,12	<input type="text" value="720"/>	0,000061	60,05	61,20	63,30	13,22	192,608	193,283	2,9043E-05	0,083
										5+700,00	<input type="text" value="10.219,33"/> psi									

$$E^* H_e^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (Hc / Heq)^3 = \frac{2289,84}{32.500,94} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 0,93$$

$$Heq / Hc = 0,680 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$Heq = 46,41 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 0,00 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{nef} = 0,0132 \sqrt{\frac{E_p}{Esg}}$$

l_0 : Longitud característica en centímetros (cm).

E_{eq} : Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$5+700,00 \text{ Snef} = \text{input value } 1,024$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _i = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l ₀	A (cm)	D _i / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
5+900,00	36,49	24,32	25	0,4	10	10,76	0,666	1,50	< 0,70	371	0,219	2

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)	
5+900,00	36,28	0,602	0,192	17,57			0,48	0,754051307	0,1689	1.330,28	18.881,38	133,03	12,09

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado (capa granular)

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)	
5+900,00	0,04	0,4	4100,0	913,55	68,25	1330,28	10,76	16,14	69,27	71,12	<input type="text" value="1657,5"/>	0,000027	66,10	67,15	69,06	17,57	242,084	242,622	1,65498E-05	0,04
										5+900,00	<input type="text" value="23.525,76"/> psi									

$$E^* H_e^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (Hc / Heq)^3 = \frac{3928,89}{55.764,76} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 1,25$$

$$Heq / Hc = 0,750 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$Heq = 51,19 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 3,35 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{nef} = 0,0132 \sqrt{\frac{E_p}{Esg}}$$

l_0 : Longitud característica en centímetros (cm).

E_{eq} : Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$5+900,00 \text{ Snef} = \text{input value } 1,632$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0, corr} (1/100 mm)	D ₁ = D _{25, corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l ₀	A (cm)	D _i / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
6+000,00	43,20	28,80	25	0,4	10	10,76	0,667	1,50	< 0,70	371	0,219	2

Ecuación B (Figura A10.2) r ₅₀ (cm)	Coeficientes y ₀ , y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2) l ₀ (cm)	Nomograma (Fig. A10.3) l ₀ (cm)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1) I	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	y ₀	m								kg/cm2	psi	Mpa	
6+000,00 36,30	0,602	0,192	17,59		0,61 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,754385529	0,1689	1.122,88	15.937,57	112,29	10,21

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado (capa granular)

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l ₀ (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,0432	0,4	4100,0	913,55	68,25	1122,88	10,76	16,14	69,27	71,12	<input type="text" value="1600"/>	0,000028	69,12	70,13	71,96	17,59	245,304	245,835	1,86506E-05	0,042
									6+000,00	<input type="text" value="22.709,63"/> psi									

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{3371,60}{47.854,89} \text{ kg/cm}^2 \text{ psi}$$

$$E^* / \text{Esg} = 1,42$$

$$H_{eq} / H_c = 0,780 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 53,24 \text{ cm}$$

$$\text{Esp. De refuerzo} = 5,40 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Nef} = 0,01327 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{sp}}}$$

l₀: Longitud característica en centímetros (cm).

E_{sp}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

6+000,00 S_{Nef} =

ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μo (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	Figura A10.1		
										1/α	1/β	B
6+300,00	23,57	19,00	25	0,4	10	10,76	0,806	1,24	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110		
	r _{so} (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		kg/cm2	psi
6+300,00	58,12	0,602	0,192	31,00	20	0,35	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,881397467	0,1689	1.364,39	19.365,51	136,44	12,40

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)	
0,024	0,4	4100	913,55	61,83	1364,39	10,76	16,14	62,96	64,99	3430	0,000012	75,67	76,59	78,27	31,00	385,84892	386,18633	1,6031E-05	0,026	
										6+300,00	48.683,77	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{4093,17}{58.096,53} \text{ kg/cm}^2$$

$$E^* / Esg = 2,51$$

$$H_{eq} / H_c = 0,94 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 58,30 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 16,88 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Nef} = 0,0132 \sqrt{\frac{E_p}{Esg}}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm).

E_{sg}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$6+300,00 \text{ S Nef} = 2,90$$

ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μo (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	Figura A10.1		
										1/α	1/β	B
6+500,00	47,89	19,00	25	0,4	10	10,76	0,397	2,52	< 0,426	2283,4	0,2004	3

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110		
	r _{so} (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		kg/cm2	psi
6+500,00	20,14	0,602	0,192	Utilizar nomograma	9	1,20	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,474146829	0,1689	1.244,27	17.660,54	124,43	11,31

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)	
0,05	0,4	4100,0	913,55	61,83	1244,27	10,76	16,14	62,96	64,99	1020	0,000041	52,08	53,42	55,80	9	142,572	143,482	1,8229E-05	0,05	
										6+500,00	14.477,39	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{3732,80}{52.981,62} \text{ kg/cm}^2$$

$$E^* / Esg = 0,82$$

$$H_{eq} / H_c = 0,65 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 40,12 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 1,12 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Nef} = 0,0132 \sqrt{\frac{E_p}{Esg}}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm).

E_{sg}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$6+500,00 \text{ S Nef} = 0,818$$

ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	Figura A10.1		
										1/α	1/β	B
6+900,00	46,82	35,00	25	0,4	10	10,76	0,748	1,34	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		kg/cm2
6+900,00	47,54	0,602	0,192	24,63	0,44	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,838313963	0,1689	822,22	11.670,24	82,22	7,47

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,05	0,4	4100,0	913,55	61,83	822,22	10,76	16,14	62,96	64,99	1530	0,000027	68,45	69,46	71,31	24,63	314,975	315,388	2,8172E-05	0,050
									6+900,00	21.716,09	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{2466,67}{35,0173} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 1,86$$

$$H_{eq} / H_c = 0,85 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 52,73 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 11,32 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{neff} = 0,01327 \sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{E_i}{E_p}}$$

l_c : Longitud característica en centímetros (cm)
 E_p : Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa)

$$6+900,00 \text{ SNeff} = 1,949$$

$$S_{neff} = 0,01327 \sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{E_i}{E_p}}$$

(AASHTO,1993) En función del espesor total capas sobre la subrasante (pulg) y modulo del pavimento capas sobre la subrasante (E*)
 Sneff= 2,11

ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	Figura A10.1		
										1/α	1/β	B
7+700,00	75,00	54,55	25	0,4	10	10,76	0,727	1,37	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		kg/cm2
7+700,00	44,69	0,602	0,192	22,86	0,47	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,822118628	0,1689	542,25	7.696,42	54,22	4,93

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,075	0,4	4100,0	913,55	61,83	542,25	10,76	16,14	62,96	64,99	970	0,000043	67,55	68,58	70,46	22,86	296,435	296,874	4,2563E-05	0,078
									7+700,00	13.767,71	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{1626,75}{23,089,26} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 1,79$$

$$H_{eq} / H_c = 0,84 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 52,04 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 10,63 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{neff} = 0,01327 \sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{E_i}{E_p}}$$

l_c : Longitud característica en centímetros (cm)
 E_p : Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa)

$$7+700,00 \text{ SNeff} = 1,575$$

ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l ₀	A (cm)	D _r / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	Figura A10.1		
										1/α	1/β	B
7+900,00 (1era calicata)	81,81	54,55	25	0,4	10	10,76	0,667	1,50	< 0,70	371,1	0,219	2

Ecuación B (Figura A10.2) r ₅₀ (cm)	Coeficientes y ₀ y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2) l ₀ (cm)	Nomograma (Fig. A10.3) l ₀ (cm)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1) I	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	y ₀	m								kg/cm2	psi	Mpa	
36,31	0,602	0,192	17,59		0,61 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,754436839	0,1689	592,87	8.414,98	59,29	5,39

Prof. Estrato rígido H = 175,93 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l ₀ (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,082	0,4	4100,0	913,55	61,83	592,87	10,76	16,14	62,96	64,99	796	0,000052	61,39	62,52	64,57	17,59	237,616	238,163	4,0285E-05	0,084
									7+900,00	11.298,04	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{1778,62}{25.244,95} \text{ kg/cm2 psi}$$

$$E^* / Esg = 1,34$$

$$H_{eq} / H_c = 0,76 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 47,30 \text{ cm}$$

$$\text{Esp. De refuerzo} = 5,88 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{N_{eff}} = 0,01321 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{ps}}}$$

l₀: Longitud característica en centímetros (cm)

E_{ps}: Módulo de elasticidad de la subrasante en megapascles (Mpa)

$$7+900,00 \text{ S}_{N_{eff}} = 1,249$$

ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l ₀	A (cm)	D _r / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	Figura A10.1		
										1/α	1/β	B
8+300,00	61,36	47,73	25	0,4	10	10,76	0,778	1,29	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2) r ₅₀ (cm)	Coeficientes y ₀ y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2) l ₀ (cm)	Nomograma (Fig. A10.3) l ₀ (cm)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1) I	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	y ₀	m								kg/cm2	psi	Mpa	
52,50	0,602	0,192	27,69		0,39 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,861469315	0,1689	573,52	8.140,29	57,35	5,21

Prof. Estrato rígido H = 276,8809072 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l ₀ (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,06136	0,4	4100,0	913,55	61,83	573,52	10,76	16,14	62,96	64,99	1330	0,000031	73,66	74,60	76,33	27,69	350,739	351,110	3,8319E-05	0,063
									8+300,00	18.877,38	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{1708,00}{24.242,55} \text{ kg/cm2 psi}$$

$$E^* / Esg = 2,32$$

$$H_{eq} / H_c = 0,920 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 56,89 \text{ cm}$$

$$\text{Esp. De refuerzo} = 15,47 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{N_{eff}} = 0,01321 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{ps}}}$$

l₀: Longitud característica en centímetros (cm)

E_{ps}: Módulo de elasticidad de la subrasante en megapascles (Mpa)

$$8+300,00 \text{ S}_{N_{eff}} = 1,943$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
8+700,00	88,64	68,18	25	0,4	10	10,76	0,769	1,30	> 0,70	2,46	0,592	0

(calicata)

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r _{so} (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)	
50,98	0,602	0,192	26,75		0,40 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,854956569	0,1689	407,77	5.787,68	40,78	3,71

8+700,00

* Campo 2%

Prof. Estrato rígido H = 267,5397199 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,09	0,4	4100,0	913,55	61,83	407,77	10,76	16,14	62,96	64,99	900 12.774,17 psi	0,000046	72,46	73,41	75,17	26,75	340,200	340,583	5,4446E-05	0,092

$$E^* H_e^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = 1234,57 \text{ kg/cm}^2 = 17.522,86 \text{ psi}$$

$$E^* / Esg = 2,21$$

$$H_{eq} / H_c = 0,900 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 55,65 \text{ cm}$$

$$\text{Esp. De refuerzo} = 14,23 \text{ cm}$$

$$\text{Número estructural efectivo } S_{Nef} = 0,0132 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{p,c}}} \dots$$

E_c: Longitud característica en centímetros (cm)
E_p: Módulo de elasticidad de la subrasante en megapascas (Mpa)

$$8+700,00 \text{ SNeF} = 1,676$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
9+200,00	40,60	27,07	25	0,4	10	10,76	0,667	1,50	< 0,70	371,1	0,219	2

9+200,00

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r _{so} (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)	
36,30	0,602	0,192	17,59		0,61 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,754394589	0,1689	1.194,76	16.957,89	119,48	10,86

Prof. Estrato rígido H = 175,9054277 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,041	0,4	4100,0	913,55	61,83	1194,76	10,76	16,14	62,96	64,99	1560 22.141,89 psi	0,000027	60,82	61,97	64,03	17,59	237,023	237,572	2,0191E-05	0,043

$$E^* H_e^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = 3553,73 \text{ kg/cm}^2 = 50.439,87 \text{ psi}$$

$$E^* / Esg = 1,31$$

$$H_{eq} / H_c = 0,760 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 46,99 \text{ cm}$$

$$\text{Esp. De refuerzo} = 5,58 \text{ cm}$$

$$\text{Número estructural efectivo } S_{Nef} = 0,0132 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{p,c}}} \dots$$

E_c: Longitud característica en centímetros (cm)
E_p: Módulo de elasticidad de la subrasante en megapascas (Mpa)

$$9+200,00 \text{ SNeF} = 1,577$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
9+300,00	44,37	19,01	25	0,4	10	10,76	0,428	2,33	< 0,70	371,1	0,219	2

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)	
9+300,00	21,85	0,602	0,192	10	1,08 A / Lo >0,20	Utilizar nomograma	0,48	0,531532146	0,1689	1.354,97	19.231,74	135,50	12,32

Prof. Estrato rígido H = 100 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,0444	0,4	4100,0	913,55	61,83	1354,97	10,76	16,14	62,96	64,99	1140	0,000036	52,54	53,86	56,22	10,00	152,991	153,840	1,7295E-05	0,049
									9+300,00	16.180,61	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{4151,12}{58.918,94} \text{ kg/cm2 psi}$$

$$E^* / Esg = 0,84$$

$$H_{eq} / H_c = 0,650 < 1: \text{requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 40,19 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 1,19 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{N_{eff}} = 0,01321 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{sp}}}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm)

E_{sp}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa)

$$9+300,00 \text{ SNeff} = 0,935$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
10+100,00	50,70	31,69	25	0,4	10	10,76	0,625	1,60	< 0,70	371,1	0,219	2

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)	
10+100,00	32,63	0,602	0,192	15,22	0,71 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,70855369	0,1689	1.038,92	14.745,89	103,89	9,44

Prof. Estrato rígido H = 152,15 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,051	0,4	4100,0	913,55	61,83	1038,92	10,76	16,14	62,96	64,99	1140	0,000036	57,40	58,61	60,79	15,22	209,881	210,501	2,3685E-05	0,055
									10+100,00	16.180,61	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{3054,27}{43.350,84} \text{ kg/cm2 psi}$$

$$E^* / Esg = 1,10$$

$$H_{eq} / H_c = 0,720 < 1: \text{requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 44,52 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 3,10 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{N_{eff}} = 0,01321 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{sp}}}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm)

E_{sp}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa)

$$10+100,00 \text{ SNeff} = 1,302$$

ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	Figura A10.1		
										1/α	1/β	B
10+300,00	63,38	38,03	25	0,4	10	10,76	0,600	1,67	< 0,70	371,1	0,219	2

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec. A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		I
10+300,00	30,78	0,602	0,192	13,98	0,77	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,678617504	0,1689	866,15	12.293,75	86,62	7,87

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,063	0,4	4100,0	913,55	61,83	866,15	10,76	16,14	62,96	64,99	<input type="text" value="880"/>	0,000047	55,95	57,19	59,42	13,98	196,119	196,782	2,8444E-05	0,069
									10+300,00	<input type="text" value="12.490,30"/>	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{2565,60}{36.414,86} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 1,02$$

$$H_{eq} / H_c = 0,700 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 43,28 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 1,87 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$SNe_{eff} = 0,01321 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{sp}}}$$

E_o: Longitud característica en centímetros (cm).

E_{sp}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$10+300,00 \text{ SNe} = \frac{1,126}{1,126}$$

ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	Figura A10.1		
										1/α	1/β	B
10+500,00	57,04	44,37	25	0,4	10	10,76	0,778	1,29	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec. A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		I
10+500,00	52,50	0,602	0,192	27,69	0,39	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,861474419	0,1689	616,94	8.756,62	61,69	5,61

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	μ (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,06	0,4	4100,0	913,55	61,83	616,94	10,76	16,14	62,96	64,99	<input type="text" value="1340"/>	0,000031	72,07	73,03	74,80	27,69	349,157	349,530	3,6475E-05	0,062
									10+500,00	<input type="text" value="19.019,32"/>	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{1838,13}{26.089,60} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 2,17$$

$$H_{eq} / H_c = 0,900 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 55,65 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 14,23 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$SNe_{eff} = 0,01321 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{sp}}}$$

E_o: Longitud característica en centímetros (cm).

E_{sp}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$10+500,00 \text{ SNe} = \frac{1,991}{1,991}$$

											Figura A10.1		
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B	
10+700,00	82,39	76,06	25	0,4	10	10,76	0,923	1,08	> 0,70	2,46	0,592	0	

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	\bar{m} (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r _{so} (cm)	y _o	m	l _o (cm)						l _o (cm)	l	kg/cm2		psi
10+700,00	108,93	0,602	0,192	61,94	0,17	A / Lo <0,2	Si cumple	0,48	1,0	0,1689	213,78	3.034,34	21,38	1,94

Prof. Estrato rígido H = 619,44 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado (capa granular)

Do (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,08239	0,4	4100,0	913,55	61,83	213,78	10,76	16,14	62,96	64,99	1850	0,000022	114,25	114,86	115,99	61,94	733,785	733,963	7,3924E-05	0,088
										10+700,00	26.258,01	psi							

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{646,11}{9.170,58} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 8,65$$

$$H_{eq} / H_c = 1,420 > 1: \text{Pavimento utilizable}$$

$$H_{eq} = 87,80 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Neff} = 0,0132 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{sp}}}$$

E_p : Longitud característica en centímetros (cm)

E_{sp} : Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa)

$$10+700,00 \text{ SNeft} = 3,129$$

											Figura A10.1		
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B	
11+300,00	40,91	34,09	25	0,4	10	10,76	0,833	1,20	> 0,70	2,46	0,592	0	

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	\bar{m} (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r _{so} (cm)	y _o	m	l _o (cm)						l _o (cm)	l	kg/cm2		psi
11+300,00	64,81	0,602	0,192	35,21	0,31	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,901336862	0,1689	707,66	10.044,16	70,77	6,43

Prof. Estrato rígido H = 352,15 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado (capa granular)

Do (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,041	0,4	4100,0	913,55	61,83	707,66	10,76	16,14	62,96	64,99	2300	0,000018	82,43	83,28	84,83	35,21	434,738	435,038	2,8905E-05	0,043
										11+300,00	32.645,10	psi							

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{2104,83}{29.874,89} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 3,25$$

$$H_{eq} / H_c = 1,030 > 1: \text{Pavimento utilizable}$$

$$H_{eq} = 63,69 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Neff} = 0,0132 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{sp}}}$$

E_p : Longitud característica en centímetros (cm)

E_{sp} : Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa)

$$11+300,00 \text{ SNeft} = 2,651$$

ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D ₁ = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	Figura A10.1			
										1/α	1/β	B	
12+100,00	40,91	27,27	25	0,4	10	10,76	0,667	>0,426	1,50	< 0,70	371,1	0,219	2

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo = 10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)	
36,29	0,602	0,192	17,58		0,61 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,754218513	0,1689	1.186,14	16.835,55	118,61	10,78

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado (capa granular)

Do (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r=1,5 A	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,041	0,4	4100,0	913,55	61,83	1186,14	10,76	16,14	62,96	64,99	1600	0,000026	61,49	62,62	64,66	17,58	237,581	238,129	2,0098E-05	0,042
									12+100,00	22.709,63	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{3504,68}{49.743,68} \text{ kg/cm}^2$$

$$E^* / Esg = 1,35$$

$$H_{eq} / H_c = 0,770 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 47,61 \text{ cm}$$

$$\text{Esp. De refuerzo} = 6,20 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{nef} = 0,0132 \sqrt{\frac{E_p}{E_{eq}}}$$

l_{eq}: Longitud característica en centímetros (cm).

E_{eq}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$12+100,00 \text{ SNeF} = 1,572$$

											Figura A10.1		
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B	
12+700,00 (calicata)	40,18	28,00	25	0,4	10	10,76	0,697	1,44	< 0,70	371,1	0,219	2	

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)	
39,57	0,602	0,192	19,66	20	0,55 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,785351732	0,1689	1.124,28	15.957,47	112,43	10,22

Prof. Estrato rígido H = 196,64 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	u _o (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)	
0,040	0,4	4100	913,55	61,83	1124,28	10,76	16,14	62,96	64,99	1600	0,000026	62,60	63,71	65,72	19,66	259,5026	260,004	2,14465E-05	0,04	
										12+700,00	22.709,63	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{2q}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = 1542,22 \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 1,42$$

$$H_{eq} / H_c = 0,78 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$12+700,00 \quad H_{eq} = 48,22 \text{ cm}$$

$$Esg. \text{ De refuerz} = 6,81 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Nef} = 0,01321 \cdot \sqrt[3]{E_p \dots}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm).

E_{sg}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$12+700,00 \quad S_{Nef} = 1,73$$

											Figura A10.1		
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B	
13+100,00 (calicata) 13+000	27,57	18,00	25	0,4	10	10,76	0,653	1,53	< 0,70	371,1	0,219	2	

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)	
34,99	0,602	0,192	16,75	9	1,20 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,474146829	0,1689	2.161,33	30.676,94	216,13	19,65

* campo 14%

Prof. Estrato rígido H = 167,470489 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	u _o (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)	
0,03	0,4	4100,0	913,55	61,83	2161,33	10,76	16,14	62,96	64,99	1770	0,000023	52,07	53,40	55,79	16,7470489	219,852	220,444	1,29461E-05	0,033	
										13+100,00	25.122,53	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{2q}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = 2964,79 \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 0,82$$

$$H_{eq} / H_c = 0,65 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$13+100,00 \quad H_{eq} = 40,11 \text{ cm}$$

(ESPESOR DEL PAVIMENTO NUEVO)

Número estructural efectivo

$$S_{Nef} = 0,01321 \cdot \sqrt[3]{E_p \dots}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm).

E_{sg}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$13+100,00 \quad S_{Nef} = 1,829$$

											Figura A10.1		
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _t = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _t / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B	
13+300,00	39,66	23,00	25	0,4	10	10,76	0,580	1,72	< 0,70	371,1	0,219	2	

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r _{so} (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		kg/cm2
13+300,00	29,43	0,602	0,192	13,07	0,82	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,652711083	0,1689	1.424,71	20.221,72	142,47	12,95

Prof. Estrato rígido H = 130,655789 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E' (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,040	0,4	4100,0	913,55	61,83	1424,71	10,76	16,14	62,96	64,99	1270	0,000033	53,56	54,85	57,18	13,07	184,591	185,295	1,77226E-05	0,046
									13+300,00	18.025,77	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{1954,34}{27738,9832} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 0,89$$

$$H_{eq} / H_c = 0,67 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 41,26 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Nef} = 0,01921 \sqrt{\frac{E_p}{E_{s2}}}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm)

E_{s2}: Módulo de elasticidad de la subrasante en megapascals (Mpa)

$$13+300,00 \text{ SNe}f = 1,242$$

											Figura A10.1		
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _t = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _t / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B	
14+300,00	34,18	28,48	25	0,4	10	10,76	0,833	1,20	> 0,70	2,46	0,592	0	

(Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄	Ec. D (So / S)	Influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r _{so} (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		kg/cm2
14+300,00	64,80	0,602	0,192	35,21	0,31	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,901297075	0,1689	847,19	12.024,58	84,72	7,70

Prof. Estrato rígido H = 352,050141 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E' (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,03418	0,4	4100,0	913,55	61,83	847,19	10,76	16,14	62,96	64,99	2440	0,000017	79,18	80,05	81,67	35,21	431,389	431,691	2,52221E-05	0,0386
									14+300,00	34.632,19	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{1162,12}{16494,6194} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 2,88$$

$$H_{eq} / H_c = 0,99 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 61,00 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Nef} = 0,01921 \sqrt{\frac{E_p}{E_{s2}}}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm)

E_{s2}: Módulo de elasticidad de la subrasante en megapascals (Mpa)

$$14+300,00 \text{ SNe}f = 2,814$$

ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D ₁ = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	Figura A10.1		
										1/α	1/β	B
14+500,00	22,78	17,09	25	0,4	10	10,76	0,750	1,33	> 0,70	371,1	0,219	2

(Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄	Ec. D (So / S)	influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
r ₅₀ (cm)	y _o	m	l _o (cm)	l _o (cm)		Si cumple	Figura A 10.1	(Figura A 10.2)	I	kg/cm2	psi	Mpa	
47,43	0,602	0,192	24,56		0,44	A / Lo > 0,20			0,1689	1.693,31	24.033,96	169,33	15,39

Prof. Estrato rígido H = 245,65 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E' (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,02278	0,4	4100,0	913,55	61,83	1693,31	10,76	16,14	62,96	64,99	2800	0,000015	65,81	66,86	68,78	24,56	311,680	312,097	1,42583E-05	0,0265
									14+500,00	39.741,86	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{2322,78}{32968,3946} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 1,65$$

$$H_{eq} / H_c = 0,82 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 50,70 \text{ cm}$$

$$\text{Esp. De refuerzo} = 9,28 \text{ cm}$$

$$\text{Número estructural efectivo } S_{Neff} = \frac{L_c}{E_{sp}} \sqrt[3]{\frac{E_p}{Esg}} \dots$$

L_c: Longitud característica en centímetros (cm).
E_{sp}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$14+500,00 \text{ SNeff} = 2,473$$

ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D ₁ = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	Figura A10.1		
										1/α	1/β	B
14+900,00	34,18	28,48	25	0,4	10	10,76	0,833	1,20	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
r ₅₀ (cm)	y _o	m	l _o (cm)	l _o (cm)		Si cumple	Figura A 10.1	(Figura A 10.2)	I	kg/cm2	psi	Mpa	
64,80	0,602	0,192	35,21		0,31	A / Lo > 0,20			0,1689	847,19	12.024,58	84,72	7,70

Prof. Estrato rígido H = 352,05 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E' (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,03418	0,4	4100,0	913,55	61,83	847,19	10,76	16,14	62,96	64,99	2400	0,000017	78,74	79,62	81,24	35,21	430,954	431,256	2,53723E-05	0,0390
									14+900,00	34.064,45	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{1162,12}{16494,6194} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 2,83$$

$$H_{eq} / H_c = 0,980 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 60,60 \text{ cm}$$

$$\text{Esp. De refuerzo} = \text{cm}$$

$$\text{Número estructural efectivo } S_{Neff} = \frac{L_c}{E_{sp}} \sqrt[3]{\frac{E_p}{Esg}} \dots$$

L_c: Longitud característica en centímetros (cm).
E_{sp}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$14+900,00 \text{ SNeff} = 2,814$$

											Figura A10.1		
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _t = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μo (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _t / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B	
15+000,00	43,20	28,80	25	0,4	10	10,76	0,667	1,50	< 0,70	371,1	0,219	2	

(Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄	Ec. D (So / S)	influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
r ₅₀ (cm)	y _o	m	l _o (cm)	l _o (cm)		Si cumple	Figura A 10.1	(Figura A 10.2)	l	kg/cm2	psi	Mpa	
36,29	0,602	0,192	17,59		0,61	A / Lo > 0,20	0,48	0,754308147	0,1689	1.123,06	15.940,14	112,31	10,21

Prof. Estrato rígido H = 175,85 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E' (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,0432	0,4	4100,0	913,55	61,83	1123,06	10,76	16,14	62,96	64,99	1580	0,000026	62,36	63,47	65,49	17,59	238,502	239,047	2,09082E-05	0,0431
									15+000,00	22.425,76	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{1540,55}{21865,7598} \text{ kg/cm2} \quad E^* / Esg = 1,41$$

$$H_{eq} / H_c = 0,780 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 48,23 \text{ cm}$$

$$15+000,00 \text{ Esp. De refuerz} = 6,81 \text{ cm}$$

$$\text{Número estructural efectivo } S_{Neff} = 0,01321 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{sp}}} \dots \quad E_p: \text{ Longitud característica en centímetros (cm).} \quad E_{sp}: \text{ Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).}$$

$$15+000,00 \text{ SNeff} = 1,544$$

											Figura A10.1		
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _t = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μo (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _t / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B	
15+100,00	18,12	18,12	25	0,4	10	10,76	1,000	1,00	> 0,70	2,46	0,592	0	

*NOTA: para Dr / Do >= 1, las ecuaciones dan error. Usar nomograma

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
r ₅₀ (cm)	y _o	m	l _o (cm)	l _o (cm)		Si cumple	Figura A 10.1	(Figura A 10.2)	l	kg/cm2	psi	Mpa	
#DIV/0!	0,602	0,192	Utilizar nomograma	100	0,11	A / Lo < 0,20	0,48	1,0	0,1689	621,93	8.827,42	62,19	5,65

Prof. Estrato rígido H = 1000 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E' (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,01812	0,4	4100,0	913,55	61,83	621,93	10,76	16,14	62,96	64,99	15800	0,000003	163,59	164,02	164,81	100,00	1163,655	1163,766	1,83302E-05	0,0191
									15+100,00	224.257,62	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{853,13}{12108,9379} \text{ kg/cm2} \quad E^* / Esg = 25,40$$

$$H_{eq} / H_c = 2,040 > 1: \text{ Pavimento utilizable}$$

$$H_{eq} = 126,14 \text{ cm}$$

$$15+100,00 \text{ Esp. De refuerzo} = \text{cm}$$

$$\text{Número estructural efectivo } S_{Neff} = 0,01321 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{sp}}} \dots \quad E_p: \text{ Longitud característica en centímetros (cm).} \quad E_{sp}: \text{ Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).}$$

$$15+100,00 \text{ SNeff} = 7,211$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D ₁ = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
15+300,00	36,24	24,16	25	0,4	10	10,76	0,667	1,50	< 0,70	371,1	0,219	2

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		kg/cm2
15+300,00	36,29	0,602	0,192	17,59	10	1,08 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,531532146	0,1689	1.658,94	23.546,14	165,89	15,08

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E' (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,04	0,4	4100,0	913,55	61,83	1658,94	10,76	16,14	62,96	64,99	1350	0,000031	51,96	53,29	55,68	10,00	152,413	153,265	1,42976E-05	0,04
									15+300,00	19.161,25	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{2275,63}{32299,237} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 0,81$$

$$H_{eq} / H_c = 0,650 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 40,19 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Nef} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{10} \left(\frac{1}{10} \right)^2}} \dots$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm).

E_{sg}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$S_{Nef} = 1,000$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D ₁ = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
15+400,00	21,60	14,40	25	0,4	10	10,76	0,667	1,50	< 0,70	371,1	0,219	2

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		kg/cm2
15+400,00	36,29	0,602	0,192	17,59	10	0,61 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,754308147	0,1689	2.246,11	31.880,28	224,61	20,42

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E' (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,0216	0,4	4100,0	913,55	61,83	2246,11	10,76	16,14	62,96	64,99	3100	0,000013	61,96	63,08	65,11	17,59	238,105	238,652	1,05269E-05	0,0218
									15+400,00	43.999,91	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{3081,09}{43731,5197} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 1,38$$

$$H_{eq} / H_c = 0,770 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 47,61 \text{ cm}$$

$$\text{Esp. De refuerz} = 6,20 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Nef} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{10} \left(\frac{1}{10} \right)^2}} \dots$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm).

E_{sg}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$S_{Nef} = 1,946$$

											Figura A10.1		
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B	
15+500,00	18,12	18,12	25	0,4	10	10,76	1,000	1,00	> 0,70	2,46	0,592	0	

*NOTA: para Dr / Do >=1, las ecuaciones dan error. Usar nomograma

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r _{so} (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)	
#DIV/0!	0,602	0,192	Utilizar nomograma	100	0,11 A / Lo <0,20	Si cumple	0,48	1,0	0,1689	621,93	8.827,42	62,19	5,65

Prof. Estrato rígido H = 1000,00 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E' (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,01812	0,4	4100,0	913,55	61,83	621,93	10,76	16,14	62,96	64,99	16000	0,000003	164,28	164,71	165,49	100,00	1164,342	1164,454	1,82446E-05	0,0190
									15+500,00	227.096,32	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = 853,13 \text{ kg/cm}^2$$

$$E^* / Esg = 25,73$$

$$H_{eq} / H_c = 2,050 > 1: \text{Pavimento utilizable}$$

$$H_{eq} = 126,76 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 15+500,00 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Nef} = 0,01321 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_p}{Esg}}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm).

E_{sg}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$15+500,00 \text{ S}Nef = 7,211$$

											Figura A10.1		
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B	
15+600,00	50,40	43,20	25	0,4	10	10,76	0,857	1,17	> 0,70	2,46	0,592	0	

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r _{so} (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)	
72,21	0,602	0,192	39,71		0,27 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,917956451	0,1689	518,71	7.362,33	51,87	4,72

Prof. Estrato rígido H = 397,15 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E' (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,0504	0,4	4100,0	913,55	61,83	518,71	10,76	16,14	62,96	64,99	2200	0,000019	90,08	90,85	92,27	39,71	487,373	487,640	3,66315E-05	0,0507
									15+600,00	31.225,74	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = 711,54 \text{ kg/cm}^2$$

$$E^* / Esg = 4,24$$

$$H_{eq} / H_c = 1,120 > 1: \text{Pavimento utilizable}$$

$$H_{eq} = 69,25 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 15+600,00 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{Nef} = 0,01321 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_p}{Esg}}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm).

E_{sg}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$15+600,00 \text{ S}Nef = 2,696$$

Figura A10.1												
ABSCISA	$D_{0,corr}$ (1/100 mm)	$D_t = D_{25,corr}$ (1/100 mm)	r (cm)	μ_0 (Coef. Poisson)	H / l_0	A (cm)	D_t / D_0	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/ α	1/ β	B
16+300,00	36,24	24,16	25	0,4	10	10,76	0,667 >0,426	1,50	< 0,70	371,1	0,219	2

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y_0 y m (Figura A. 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	\bar{m}	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r_{50} (cm)	y_0								m	l_0 (cm)	l_0 (cm)	
16+300,00	36,29	0,602	0,192	17,59	0,61 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,754385529	0,1689	1,338,53	18.998,43	133,85	12,17

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado (capa granular)

Do (cm)	μ_0 (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l_0 (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,04	0,4	4100,0	913,55	61,83	1338,53	10,76	16,14	62,96	64,99	1600	0,000026	59,06	60,24	62,36	17,59	235,256	235,809	1,85984E-05	0,041
									16+300,00	22.709,63	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{1836,12}{26060,9497} \text{ kg/cm}^2$$

$$E^* / \text{Esg} = 1,20$$

$$H_{eq} / H_c = 0,740 < 1: \text{requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 45,76 \text{ cm}$$

$$16+300,00 \text{ Esp. De refuerz} = 4,34 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{N_{eff}} = 0,01321 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{sp}}}$$

l_0 : Longitud característica en centímetros (cm).

E_{sp} : Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$16+300,00 \text{ SNe} = 1,638$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
16+700,00	23,28	19,00	25	0,4	10	10,76	0,816	1,23	> 0,70	2,46	0,592	0

(calicata en 16+600)

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	\bar{m} (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110		
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		kg/cm2	psi
16+700,00	60,42	0,602	0,192	32,53		0,33	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,889251482	0,1689	1.327,99	18.848,92	132,80	12,07

Prof. Estrato rígido H = 325,34 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)		
0,02328	0,4	4100	913,55	61,83	1327,99	10,76	16,14	62,96	64,99	2990	0,000014	72,94	73,89	75,63	32,53	398,45002	398,77676	1,73E-05	0,0285		
										16+700,00	42.438,62									psi	

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

Ep = E* (Hc / Heq)^3 = 1821,67 kg/cm2 E* / Esg = 2,25 Heq / Hc = 0,91 < 1: requiere refuerzo Heq = 56,19 cm

16+700,00 Esp. De refuerzo: 14,78 cm

Número estructural efectivo $S_{nef} = 0,01921 \sqrt{r_{50} \dots}$ l_o: Longitud característica en centímetros (cm). E_p: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pasciales (Mpa). 16+700,00 SNeF = 3,02

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
17+400,00	32,67	34,00	25	0,4	10	10,76	1,041	0,96	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	\bar{m} (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110		
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		kg/cm2	psi
17+400,00		0,602	0,192	Utilizar nomograma	100	0,11	A / Lo <0,20	Si cumple	0,48	1,0	0,1689	344,95	4.896,01	34,49	3,14

*Nota: no se evalúa esta ecuación, por tener Do/Dr > 1

Prof. Estrato rígido H = 1000 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)		
0,03267	0,4	4100,0	913,55	61,83	344,95	10,76	16,14	62,96	64,99	9000	0,000005	165,05	165,48	166,26	100	1165,115	1165,226	3,272E-05	0,0341		
										17+400,00	127.741,68									psi	

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

Ep = E* (Hc / Heq)^3 = 473,18 kg/cm2 E* / Esg = 26,09 Heq / Hc = 2,06 > 1: Pavimento utilizable Heq = 127,16 cm

17+400,00 Esp. De refuerzo= cm

Número estructural efectivo $S_{nef} = 0,01921 \sqrt{r_{50} \dots}$ l_o: Longitud característica en centímetros (cm). E_p: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pasciales (Mpa). 17+400,00 SNeF = 5,925

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
17+500,00	29,32	19,00	25	0,4	10	10,76	0,648	1,54	< 0,70	371,1	0,219	2

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r ₅₀ (cm)	y _o	m	l _o (cm)						l _o (cm)	kg/cm2	psi	
	34,55	0,602	0,192	16,47	0,65 A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,734323874	0,1689	1.720,48	24.419,70	172,05	15,64

Prof. Estrato rígido H = 164,650036 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,03	0,4	4100,0	913,55	61,83	1720,48	10,76	16,14	62,96	64,99	1830	0,000023	56,81	58,03	60,23	16,47	221,770	222,357	1,48E-05	0,03
										17+500,00	25.974,14 psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{2360,06}{33497,5289} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 1,06$$

$$H_{eq} / H_c = 0,71 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 43,76 \text{ cm}$$

$$17+500,00 \text{ Esp. De refuerzo: } 2,35 \text{ cm}$$

$$\text{Número estructural efectivo } S_{nef} = 0,01921 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{p0}}} \dots$$

$$l_o: \text{ Longitud característica en centímetros (cm).}$$

$$E_p: \text{ Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).}$$

$$17+500,00 \text{ SNeF} = 1,667$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
17+900,00	30,20	30,20	25	0,4	10	10,76	1,000	1,00	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r ₅₀ (cm)	y _o	m	l _o (cm)						l _o (cm)	kg/cm2	psi		Mpa
		0,602	0,192	Utilizar nomograma	100	0,11 A / Lo <0,20	Si cumple	0,48	1,0	0,1689	373,16	5.296,45	37,32	3,39

Prof. Estrato rígido H = 1000 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,0302	0,4	4100,0	913,55	61,83	373,16	10,76	16,14	62,96	64,99	8900	0,000005	160,19	160,62	161,43	100,00	1160,248	1160,360	3,127E-05	0,0328
										17+900,00	126.322,33 psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{511,88}{7265,36271} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 23,85$$

$$H_{eq} / H_c = 2,00 > 1: \text{ Pavimento utilizable}$$

$$H_{eq} = 123,41 \text{ cm}$$

$$17+900,00 \text{ Esp. De refuerzo: } \text{cm}$$

$$\text{Número estructural efectivo } S_{nef} = 0,01921 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{p0}}} \dots$$

$$l_o: \text{ Longitud característica en centímetros (cm).}$$

$$E_p: \text{ Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).}$$

$$17+900,00 \text{ SNeF} = 6,082$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
18+000,00	40,00	26,67	25	0,4	10	10,76	0,667	1,50	< 0,70	371,1	0,219	2

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		I
18+000,00	36,30	0,602	0,192	17,59	0,61	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,754395886	0,1689	1,212,68	17.212,21	121,27	11,02

Prof. Estrato rígido H = 175,91 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,04	0,4	4100,0	913,55	61,83	1212,68	10,76	16,14	62,96	64,99	1583	0,000026	60,82	61,96	64,03	17,59	237,019	237,568	1,989E-05	0,0421
										22.468,34	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = 1663,49 \text{ kg/cm}^2$$

$$E^* / Esg = 1,31$$

$$H_{eq} / H_c = 0,76 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 46,86 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 5,44 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{nef} = 0,01321 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{eq}}}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm)

E_{eq}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa)

$$18+000,00 \text{ S nef} = 1,585$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
18+100,00	18,12	18,12	25	0,4	10	10,76	1,000	1,00	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110		
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		I	kg/cm2
18+100,00		0,602	0,192	Utilizar nomograma	100	0,11	A / Lo <0,20	Si cumple	0,48	1,0	0,1689	621,93	8.827,42	62,19	5,65

Prof. Estrato rígido H = 1000,00 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,02	0,4	4100,0	913,55	61,83	621,93	10,76	16,14	62,96	64,99	15000	0,000003	160,79	161,22	162,02	100,00	1160,846	1160,958	1,869E-05	0,020
										212.902,80	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = 853,13 \text{ kg/cm}^2$$

$$E^* / Esg = 24,12$$

$$H_{eq} / H_c = 2,000 > 1: \text{ Pavimento utilizable}$$

$$H_{eq} = 123,67 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = \text{cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{nef} = 0,01321 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{eq}}}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm)

E_{eq}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa)

$$18+100,00 \text{ S nef} = 7,211$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
18+300,00	30,20	30,20	25	0,4	10	10,76	1,000	1,00	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo		Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r ₅₀ (cm)	y _o			m	l _o (cm)					l _o (cm)	I	kg/cm2	
	0,602	0,192	Utilizar nomograma	100	0,11	A / Lo <0,20	Si cumple	0,48	1,0	0,1689	373,16	5.296,45	37,32	3,39

Prof. Estrato rígido H = 1000,00 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,0302	0,4	4100,0	913,55	61,83	373,16	10,76	16,14	62,96	64,99	9000 127.741,68 psi	0,000005	160,79	161,22	162,02	100,00	1160,846	1160,958	3,115E-05	0,0327

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (Hc / Heq)^3 = \frac{511,88}{7265,36271} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 24,12$$

$$Heq / Hc = 2,000 > 1: \text{ Pavimento utilizable}$$

$$Heq = 123,67 \text{ cm}$$

$$\text{Número estructural efectivo} = \frac{E_p}{E_{p,ref}} = \frac{0,01921}{\sqrt{0,01921}} \dots$$

$$E_p: \text{Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pasciales (Mpa)}$$

$$18+300,00 \text{ SNeF} = 6,082$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
18+500,00	24,16	24,16	25	0,4	10	10,76	1,000	1,00	> 0,70	2,46	0,592	0

*NOTA: para Dr / Do >=1, las ecuaciones dan error. Usar nomograma

(Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo		Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r ₅₀ (cm)	y _o			m	l _o (cm)					l _o (cm)	I	kg/cm2	
	0,602	0,192	Utilizar nomograma	100	0,11	A / Lo <0,20	Si cumple	0,48	1,0	0,1689	466,45	6.620,56	46,64	4,24

Prof. Estrato rígido H = 1000 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,02416	0,4	4100,0	913,55	61,83	466,45	10,76	16,14	62,96	64,99	11500 163.225,48 psi	0,000004	161,97	162,40	163,20	100,00	1162,028	1162,140	2,471E-05	0,0259

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (Hc / Heq)^3 = \frac{639,85}{9081,70339} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 24,65$$

$$Heq / Hc = 2,020 > 1: \text{ Pavimento utilizable}$$

$$Heq = 124,90 \text{ cm}$$

$$\text{Número estructural efectivo} = \frac{E_p}{E_{p,ref}} = \frac{0,01921}{\sqrt{0,01921}} \dots$$

$$E_p: \text{Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pasciales (Mpa)}$$

$$18+500,00 \text{ SNeF} = 6,551$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
18+600,00	26,66	26,67	25	0,4	10	10,76	1,000	1,00	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1) I	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r ₅₀ (cm)	y _o	m	l _o (cm)						l _o (cm)	kg/cm2	psi	
18+600,00	0,602	0,192	Utilizar nomograma	100	0,11 A / Lo <0,20	Si cumple	0,48	1,00	0,1689	422,71	5.999,73	42,27	3,84

Prof. Estrato rígido H = 1000,00 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)	
0,02666	0,4	4100,0	913,55	61,83	422,71	10,76	16,14	62,96	64,99	11400	0,000004	166,89	167,30	168,08	100,00	1166,945	1167,057	2,638E-05	0,0274	
										18+600,00	161.806,13	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = 579,85 \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 26,97$$

$$H_{eq} / H_c = 2,080 > 1: \text{Pavimento utilizable}$$

$$H_{eq} = 128,61 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 18+600,00 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{nef} = 0,01321 \sqrt{E_p / E_{eq}}$$

E_o: Longitud característica en centímetros (cm)

E_{eq}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa)

$$18+600,00 \text{ S nef} = 6,340$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
18+900,00	18,12	18,12	25	0,4	10	10,76	1,000	1,00	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1) I	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r ₅₀ (cm)	y _o	m	l _o (cm)						l _o (cm)	kg/cm2	psi	
18+900,00	0,602	0,192	Utilizar nomograma	100	0,11 A / Lo <0,20	Si cumple	0,48	1,0	0,1689	621,93	8.827,42	62,19	5,65

Prof. Estrato rígido H = 1000,00 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)	
0,02	0,4	4100,0	913,55	61,83	621,93	10,76	16,14	62,96	64,99	15000	0,000003	160,79	161,22	162,02	100,00	1160,846	1160,958	1,869E-05	0,020	
										18+900,00	212.902,80	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = 853,13 \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 24,12$$

$$H_{eq} / H_c = 2,000 > 1: \text{Pavimento utilizable}$$

$$H_{eq} = 123,67 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 18+900,00 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{nef} = 0,01321 \sqrt{E_p / E_{eq}}$$

E_o: Longitud característica en centímetros (cm)

E_{eq}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa)

$$18+900,00 \text{ S nef} = 7,211$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _i = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _i / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
19+300,00	30,20	30,20	25	0,4	10	10,76	1,000	1,00	> 0,70	2,46	0,592	0

*NOTA: para Dr / Do >=1, las ecuaciones dan error. Usar nomograma

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	\bar{m} (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1) I	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r ₅₀ (cm)	y _o	m	l _o (cm)						l _o (cm)	kg/cm2	psi	
	0,602	0,192	Utilizar nomograma	100	0,11 A / Lo <0,20	Si cumple	0,48	1,0	0,1689	373,16	5.296,45	37,32	3,39

Prof. Estrato rígido H = 1000,00 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,0302	0,4	4100,0	913,55	61,83	373,16	10,76	16,14	62,96	64,99	9000 127.741,68 psi	0,000005	160,79	161,22	162,02	100,00	1160,846	1160,958	3,115E-05	0,0327

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{511,88}{7265,36271} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 24,12$$

$$H_{eq} / H_c = 2,000 > 1: \text{ Pavimento utilizable}$$

$$H_{eq} = 123,67 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 19+300,00 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{N_{eff}} = 0,01321 \cdot \sqrt[3]{E_{eq}^3}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm)

E_{eq}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa)

$$19+300,00 \text{ SNe}f = 6,082$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _i = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _i / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
19+400,00	60,00	60,00	25	0,4	10	10,76	1,000	1,00	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	\bar{m} (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1) I	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	r ₅₀ (cm)	y _o	m	l _o (cm)						l _o (cm)	kg/cm2	psi	
	0,602	0,192	Utilizar nomograma	100	0,11 A / Lo <0,20	Si cumple	0,48	1,0	0,1689	187,82	2.665,88	18,78	1,71

Prof. Estrato rígido H = 1000,00 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,06	0,4	4100,0	913,55	61,83	187,82	10,76	16,14	62,96	64,99	5000 70.967,60 psi	0,000008	166,16	166,58	167,36	100,00	1166,224	1166,336	5,965E-05	0,0621

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{257,65}{3656,89923} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 26,62$$

$$H_{eq} / H_c = 2,070 > 1: \text{ Pavimento utilizable}$$

$$H_{eq} = 128,00 \text{ cm}$$

$$Esp. De refuerzo = 19+400,00 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{N_{eff}} = 0,01321 \cdot \sqrt[3]{E_{eq}^3}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm)

E_{eq}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa)

$$19+400,00 \text{ SNe}f = 4,838$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
19+500,00	36,24	24,16	25	0,4	10	10,76	0,667	1,50	< 0,70	371,1	0,219	2

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		I
19+500,00	36,29	0,602	0,192	17,59	0,61	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,754308147	0,1689	1.338,74	19.001,49	133,87	12,17

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado (capa granular)

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,04	0,4	4100,0	913,55	61,83	1338,74	10,76	16,14	62,96	64,99	<input type="text" value="1600"/> 19+500,00 <input type="text" value="22.709,63"/> psi	0,000026	59,06	60,23	62,36	17,59	235,207	235,760	1,86E-05	0,04

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{1836,41}{26065,1442} \text{ kg/cm}^2$$

$$E^* / Esg = 1,20$$

$$H_{eq} / H_c = 0,740 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 45,76 \text{ cm}$$

$$19+500,00 \text{ Esp. De refuerzo: } 4,34 \text{ cm}$$

$$\text{Número estructural efectivo } S_{nef} = 0,01321 \sqrt{\frac{E_p}{E_{eq}}} \dots$$

$$19+500,00 \text{ SNeF} = \frac{1,637}{1,637}$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
19+700,00	60,41	60,40	25	0,4	10	10,76	0,9998	1,00	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110		
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		I	kg/cm2
19+700,00		0,602	0,192	Utilizar nomograma	100	0,11	A / Lo <0,20	Si cumple	0,48	1,0	0,1689	186,55	2.647,79	18,65	1,70

Prof. Estrato rígido H = cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado (capa granular)

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,06041	0,4	4100,0	913,55	61,83	186,55	10,76	16,14	62,96	64,99	<input type="text" value="4500"/> 19+700,00 <input type="text" value="63.870,84"/> psi	0,000009	160,79	161,23	162,03	100,00	1160,855	1160,967	6,23E-05	0,0653

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{255,90}{3632,08002} \text{ kg/cm}^2$$

$$E^* / Esg = 24,12$$

$$H_{eq} / H_c = 2,000 > 1: \text{ Pavimento utilizable}$$

$$H_{eq} = 123,67 \text{ cm}$$

$$19+700,00 \text{ Esp. De refuerzo=} \text{ cm}$$

$$\text{Número estructural efectivo } S_{nef} = 0,01321 \sqrt{\frac{E_p}{E_{eq}}} \dots$$

$$19+700,00 \text{ SNeF} = \frac{4,827}{4,827}$$

Figura A10.1													
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B	
19+900,00	30,20	30,20	25	0,4	10	10,76	1,000	>0,426	1,00	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	\bar{m} Figura A 10.1	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110
	y _o	m								l _o (cm)	l _o (cm)	kg/cm2	
r ₅₀ (cm)			Utilizar nomograma	100	0,11 A / Lo <0,20	Si cumple	0,48	1,0	0,1689	373,16	5.296,45	37,32	3,39

19+900,00

Prof. Estrato rígido H = 1000 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado (capa granular)

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,0302	0,4	4100,0	913,55	61,83	373,16	10,76	16,14	62,96	64,99	9000	0,000005	160,79	161,22	162,02	100,00	1160,846	1160,958	3,115E-05	0,03
									19+900,00	127.741,68	psi								

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = \frac{511,88}{7265,36271} \text{ kg/cm2}$$

$$E^* / Esg = 24,12$$

$$H_{eq} / H_c = 2,000 > 1: \text{ Pavimento utilizable}$$

$$19+900,00 \text{ Esp. De refuerzo} = 123,67 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{nef} = 0,01321 \sqrt{\frac{E_p}{E_{sp}}}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm).
E_{sp}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

$$19+900,00 \text{ S}_{nef} = 6,082$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _i = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _i / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
20+300,00	23,28	19,00	25	0,4	10	10,76	0,816	1,23	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110		
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		kg/cm2	psi
20+300,00	60,42	0,602	0,192	32,53	20	0,33	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,889251482	0,1689	1.327,99	18.848,92	132,80	12,07

Prof. Estrato rígido H = 325,34 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)		
0,02328	0,4	4100	913,55	61,83	1327,99	10,76	16,14	62,96	64,99	2990	0,000014	72,94	73,89	75,63	32,53	398,45002	398,77676	1,73E-05	0,0285		
											20+300,00	42.438,62 psi									

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = 1821,67 \text{ kg/cm}^2$$

$$E^* / Esg = 2,25$$

$$H_{eq} / H_c = 0,91 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 56,19 \text{ cm}$$

$$20+300,00 \text{ Esp. De refuerzo} = 14,78 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{N_{eff}} = 0,0192 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{sp}}}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm).

E_{sp}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

20,00 S_{Nef} =

3,02

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _i = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ _o (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _i / D _o	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
21+500,00	41,44	25,00	25	0,4	10	10,76	0,603	1,66	< 0,70	371,1	0,219	2

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄	Ec. D (So / S)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110		
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		kg/cm2	psi
21+500,00	31,01	0,602	0,192	14,14	100	0,76	A / Lo >0,20	Si cumple	0,48	0,682637668	0,1689	1.318,07	18.708,09	131,81	11,98

Prof. Estrato rígido H = 141,357718 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)		
0,04144	0,4	4100,0	913,55	61,83	1318,07	10,76	16,14	62,96	64,99	1250	0,000033	54,67	55,95	58,23	14,14	196,387	197,049	1,922E-05	0,0479		
											21+500,00	17.741,90 psi									

$$E^* H_c^3 = E_p H_{eq}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / H_{eq})^3 = 1808,06 \text{ kg/cm}^2$$

$$E^* / Esg = 0,95$$

$$H_{eq} / H_c = 0,68 < 1: \text{ requiere refuerzo}$$

$$H_{eq} = 42,12 \text{ cm}$$

$$21+500,00 \text{ Esp. De refuerzo} = 0,71 \text{ cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{N_{eff}} = 0,0192 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{sp}}}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm).

E_{sp}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa).

21+500,00 S_{Nef} =

1,309

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
21+700,00	17,24	19,00	25	0,4	10	10,76	1,102	0,91	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		kg/cm2
	0,602	0,192	Utilizar nomograma	100	0,11	A / Lo <0,20	Si cumple	0,48	1,0	0,1689	653,68	9.278,00	65,37	5,94

Prof. Estrato rígido H = 1000 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,01724	0,4	4100,0	913,55	61,83	653,68	10,76	16,14	62,96	64,99	21+700,00 14000 198.709,28 psi	0,000003	154,54	154,99	155,83	100,00	1154,604	1154,717	1,858E-05	0,0197

$$E^* H_c^3 = E_p H_{2q}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / Heq)^3 = 896,68 \text{ kg/cm2} \quad E^* / Esg = 21,42$$

$$Heq / Hc = 1,93 > 1: \text{Pavimento utilizable}$$

$$Heq = 119,06 \text{ cm} \quad \text{Esp. De refuerzo} = \text{cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{nef} = 0,01321 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{sg}}}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm)

E_{sg}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa)

$$21+700,00 \text{ S}_{nef} = 7,332$$

Figura A10.1												
ABSCISA	D _{0,corr} (1/100 mm)	D _r = D _{25,corr} (1/100 mm)	r (cm)	μ (Coef. Poisson)	H / l _o	A (cm)	D _r / D ₀	Do / Dr	Intervalo elegido Dr/Do	1/α	1/β	B
21+900,00	18,12	18,12	25	0,4	10	10,76	1,000	1,00	> 0,70	2,46	0,592	0

Ecuación B (Figura A10.2)	Coeficientes y _o y m (Figura A 10.1)		Ecuación C (Figura A10.2)	Nomograma (Fig. A10.3)	Verifico relación A/Lo	Verifico espesor con relación H/Lo =10	m̄ (Figura A 10.1)	Ec. D (So / S) (Figura A 10.2)	Factor de influencia (Figura A 10.1)	Esg: Módulo de la subrasante (Ec.A. Fig A10.2)			CBR(%) = Esg / 110	
	r ₅₀ (cm)	y _o								m	l _o (cm)	l _o (cm)		kg/cm2
	0,602	0,192	Utilizar nomograma	100	0,11	A / Lo <0,20	Si cumple	0,48	1,0	0,1689	621,93	8.827,42	62,19	5,65

Prof. Estrato rígido H = 1000 cm

PROCESO PARA CALCULAR E*: Módulo del pavimento evaluado

Do (cm)	uo (Coef. Poisson)	P (kg)	A	Hc (cm)	Esg (kg/cm2)	A (cm)	r	z1	R1	E* (iteraciones) (kg/cm2)	B	HE	Z2	R2	l _o (cm)	Z3	R3	C	Do=A(B+C)
0,01812	0,4	4100,0	913,55	61,83	621,93	10,76	16,14	62,96	64,99	21+900,00 15000 212.902,80 psi	0,000003	160,79	161,22	162,02	100,00	1160,846	1160,958	1,869E-05	0,0196

$$E^* H_c^3 = E_p H_{2q}^3$$

$$E_p = E^* (H_c / Heq)^3 = 853,13 \text{ kg/cm2} \quad E^* / Esg = 24,12$$

$$Heq / Hc = 2,00 > 1: \text{Pavimento utilizable}$$

$$Heq = 123,87 \text{ cm} \quad \text{Esp. De refuerzo} = \text{cm}$$

Número estructural efectivo

$$S_{nef} = 0,01321 \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_{sg}}}$$

l_o: Longitud característica en centímetros (cm)

E_{sg}: Módulo de elasticidad de la subrasante en mega pascales (Mpa)

$$21+900,00 \text{ S}_{nef} = 7,211$$