

ANEXOS

ANEXO A

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO PETREO

A.1.1. Análisis granulométrico de los agregados (ASTM D-422, AASHTOO T-88)

En esta clasificación el suelo empleado contiene menos del 35 % de material fino del total que pasa el tamiz N° 200, un límite líquido menor a 40 %, un índice de plasticidad menor a 10 % y un I.G. Igual a cero por lo que podemos establecer según la clasificación AASHTO que este suelo está dentro del grupo A-2-4 y mediante sistema unificado tenemos que es una grava bien graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena) GW.

Diámetro efectivo

$$D_x = \left(\frac{D_2 - D_1}{\log \%_{0_2} - \log \%_{0_1}} * \log \%_{0_x} - \log \%_{0_1} \right) + D_1$$

D10

D30

D60

Coefficiente de uniformidad

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Cu. >= 4

Coefficiente de curvatura

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}}$$

Cc = 1 < Cc < 3 mal graduada

Índice de grupo

$$IG = 0,2 * a + 0,005 * a * c + 0,01 * b * d$$

IG=0

A.1.2. Límites de atterberg

Los resultados de los siguientes ensayos se obtuvieron utilizando las siguientes fórmulas.

Límite líquido

$$W = \frac{W_w}{W_s}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso de suelo seco}} * 100$$

Ecuación de línea de tendencia

Despejando para 25 golpes $y = -1,843\ln(x) + 28,364$

LL = 22

Límite plástico

$$W = \frac{W_w}{W_s}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso de suelo seco}} * 100$$

LP = 15

Índice de plasticidad

$$IP = LL - LP$$

IP = 7

Índice de grupo

$$IG = 0,2 * a + 0,005 * a * c + 0,01 * b * d$$

IG = 0

A.1.3. Ensayos de Compactación (Proctor Modificado AASHTO T-180)

Densidad de suelo húmedo

Υ = Densidad del suelo húmedo

W = Peso de suelo húmedo

V = Volumen de la muestra

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

Contenido de humedad

w = contenido de humedad

W_w = Peso del agua

W_s = peso de suelo seco

$$w = \frac{W_w}{W_s}$$

Densidad de suelo seco

γ_d = densidad de suelo seco

Υ = Densidad del suelo húmedo

w = contenido de humedad

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{100 + w(\%)} * 100$$

A.1.4. Ensayo de CBR (ASTM D-1883, AASHTO-193)

Cálculos

Peso unitario de la muestra

Donde

γ_{uh} = Peso unitario de la muestra húmeda

P_{mh} = Peso muestras húmedas

$$\gamma_{uh} = \frac{P_{mh}}{Vol. molde}$$

Peso unitario de la muestra seca

Donde

γ_{ms} = Peso unitario de la muestra seca

w (%) = Porcentaje de humedad

$$\gamma_{ms} = \frac{\gamma_{uh}}{100 + w\%} * 100$$

La expansión

Donde

L_f = Lectura final del extensómetro (cm)

L_i = Lectura inicial del extensómetro (cm)

h = Altura total del espécimen

$$\%Exp = \frac{L_f - L_i}{h} * 100$$

A.1.5. Método para determinar el equivalente de arena (ASTM D-2419)

Figura A.1. Material de ensayo



Fuente: Elaboración propia

Figura A.2. Ensayo de equivalente de arena



Fuente: Elaboración propia

A.1.6. Peso específico del agregado grueso (ASTM D-127, AASHTO T-85)
Cálculos

Peso específico seco de la muestra

$$\text{Peso específico a granel} = \frac{A}{B - C}$$

Peso específico saturado con superficie seca

$$PE_{sss} = \frac{B}{B - C}$$

Peso específico aparente

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{A - C}$$

Absorción (%)

$$\% \text{ De absorcion} = \frac{B - A}{A} * 100$$

Donde

A= Peso seco del agregado (gr)

B= Peso del agregado superficialmente seco (gr)

C=Peso del agregado saturado (gr)

A.1.7. Peso específico del agregado fino (ASTM D-128, AASHTO T-84)

Cálculos

Peso específico de la muestra

$$P.E. a\ granel = \frac{A}{V - W}$$

Peso específico de la muestra saturada con superficie seca

$$P.E. sss = \frac{500}{V - W}$$

Peso específico aparente

$$P.E. sss = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$$

% Absorción

$$\% \text{ de absorcion} = \frac{500 - A}{A}$$

Donde:

A = peso en el aire de la muestra secada al horno (gr)

V = Volumen del frasco

W = peso en gramos o volumen en ml del agua agregado al frasco

A.1.8. Abrasión mediante la máquina de los ángeles (ASTM C-131, AASHTO T-96)

Figura A.3. Ensayo de desgaste de los ángeles



Fuente: Elaboración propia

Figura A.4. Esferas con agregado



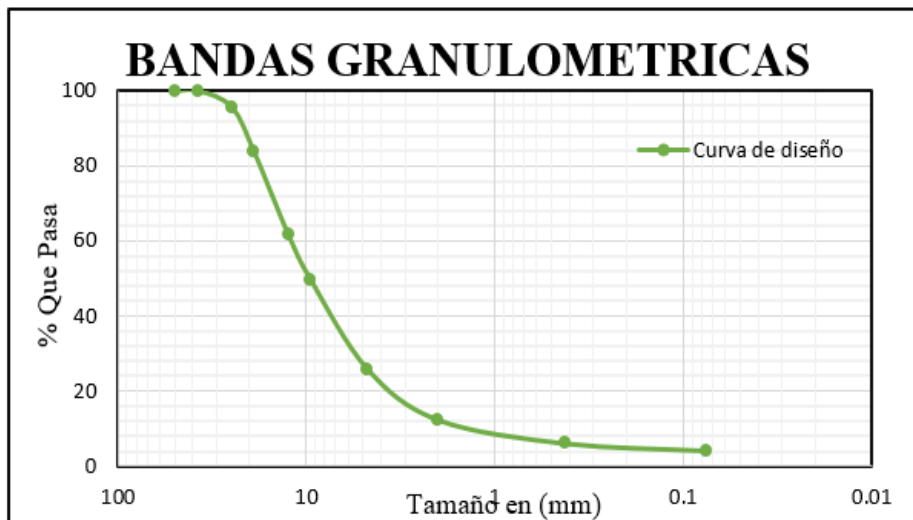
Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D-422 AASHTOO T-88)

PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIONASFÁLTICA
PROCEDENCIA:	Provincia Méndez-Tarija
FECHA:	Septiembre del 2021
IDENTIFICACION :	Muestra 1
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

Peso Total (gr.)		5000.00	A.S.T.M.		
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum. (gr)	% Retenido	% Que Pasa del Total
2 1/2"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	216.90	216.90	4.34	95.66
3/4"	19.00	602.67	819.57	16.39	83.61
1/2"	12.50	1100.24	1919.81	38.40	61.60
3/8"	9.50	601.80	2521.61	50.43	49.57
Nº4	4.75	1187.30	3708.91	74.18	25.82
Nº10	2.00	676.94	4385.85	87.72	12.28
Nº40	0.425	312.70	4698.55	93.97	6.03
Nº200	0.075	98.30	4796.85	95.94	4.06



Univ. Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce A.
ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS

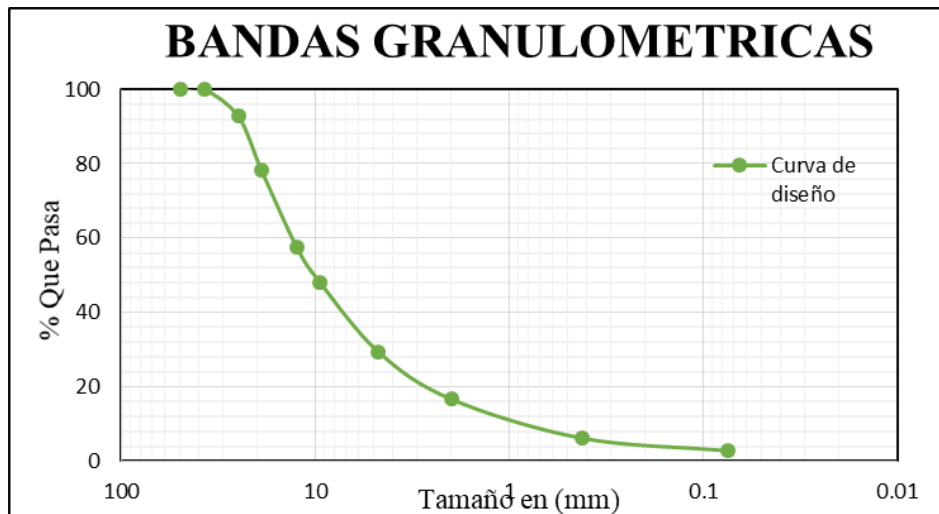
El ingeniero José Ricardo Arce no se hace responsable del siguiente trabajo siendo esta responsabilidad del laboratorista.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D-422 AASHTO T-88)

PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIONASFÁLTICA
PROCEDENCIA:	Provincia Méndez-Tarija
FECHA:	Febrero del 2023
IDENTIFICACION :	Muestra 2
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

Peso Total (gr.)		5000.00	A.S.T.M.		
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum. (gr)	% Retenido	% Que Pasa del Total
2 1/2"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	362.00	362.00	7.24	92.76
3/4"	19.00	724.20	1086.20	21.72	78.28
1/2"	12.50	1036.30	2122.50	42.45	57.55
3/8"	9.50	470.70	2593.20	51.86	48.14
Nº4	4.75	936.70	3529.90	70.60	29.40
Nº10	2.00	635.80	4165.70	83.31	16.69
Nº40	0.425	525.50	4691.20	93.82	6.18
Nº200	0.075	168.50	4859.70	97.19	2.81



Univ. Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

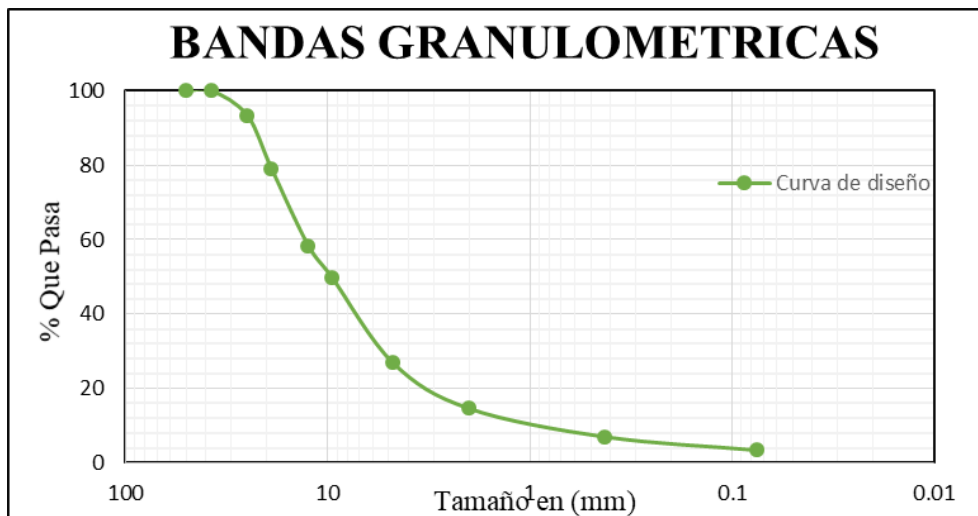
Ing. José Ricardo Arce A.
ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D-422 AASHTOO T-98)

PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIONASFÁLTICA
PROCEDENCIA:	Provincia Méndez-Tarija
FECHA:	Febrero del 2023
IDENTIFICACION :	Muestra 3
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

Peso Total (gr.)		5000.00	A.S.T.M.		
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum. (gr)	% Retenido	% Que Pasa del Total
2 1/2"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	330.60	330.60	6.61	93.39
3/4"	19.00	710.20	1040.80	20.82	79.18
1/2"	12.50	1037.10	2077.90	41.56	58.44
3/8"	9.50	434.00	2511.90	50.24	49.76
Nº4	4.75	1145.40	3657.30	73.15	26.85
Nº10	2.00	610.70	4268.00	85.36	14.64
Nº40	0.425	380.80	4648.80	92.98	7.02
Nº200	0.075	179.90	4828.70	96.57	3.43



Univ. Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce A.
ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CBR (ASTM D-1883 AASHTO-193)

PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIONASFÁLTICA
PROCEDENCIA:	Provincia Méndez-Tarija
FECHA:	28 de Septiembre del 2021
IDENTIFICACION :	Muestra 1
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	12765	12835		12015	12115		11250	11280	
Peso Molde	7925	7925		7140	7140		6110	6110	
Peso muestra húmeda	4840	4910		4875	4975		5140	5170	
Volumen de la muestra	2098	2098		2098	2098		2098	2098	
Peso Unit. Muestra Húm.	2.307	2.341		2.324	2.372		2.450	2.465	
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	132.17	99.19	122.52	105.82	138.45	104.06	95.23	105.05	115.68
Peso muestra seca + tara	121.97	92.58	115.1	98.56	128.84	97.52	88.23	97.93	108.54
Peso del agua	10.2	6.61	7.42	7.26	9.61	6.54	7	7.12	7.14
Peso de tara	12.66	13.12	12.78	12.25	12.83	12.6	12.35	13.44	13.3
Peso de la muestra seca	109.31	79.46	102.32	86.31	116.01	84.92	75.88	84.49	95.3
Contenido humedad %	9.331	8.319	7.252	8.412	8.284	7.701	9.225	8.427	7.494
Promedio cont. Humedad	8.825	7.252	8.348	7.701	8.826	7.494			
Peso Unit.muestra seca	2.120	2.183	2.145	2.202	2.252	2.293			

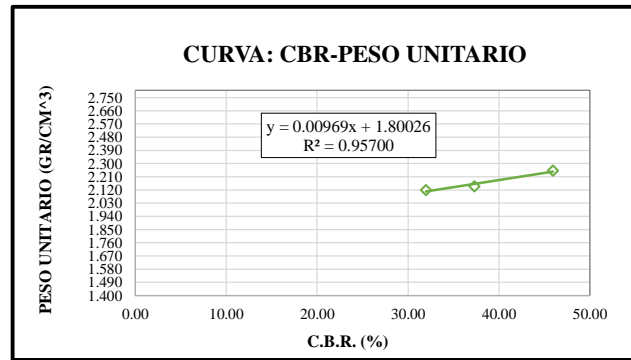
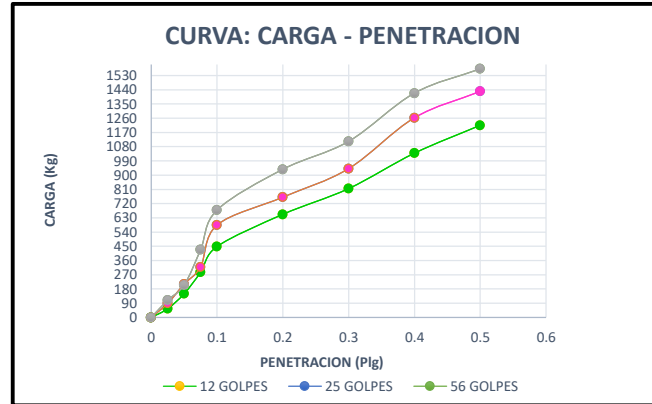
Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
7.50	2.28

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS	CM.	%	EXTENS	CM.	%
29-sep	11:00	1	25.7	2.57	0	21.33	2.133	0	26.08	2.608	0
30-sep	11:00	2	25.94	2.594	0.1350	21.57	2.157	0.1350	26.6	2.66	0.2925
01-oct	11:00	3	25.95	2.595	0.1406	21.57	2.157	0.1350	26.61	2.661	0.2981
02-oct	11:00	4	25.95	2.595	0.1406	21.57	2.157	0.1350	26.62	2.662	0.3037

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
31.97	2.120
37.29	2.145
45.94	2.252

PENETRACION		CARGA NORMAL Kg	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG	%
0	0		0	0			0	0			0	0		
0.025	0.63		55.21	2.9			89.13	4.6			109.48	5.7		
0.05	1.27		150.19	7.8			211.25	10.9			204.46	10.6		
0.075	1.9		285.88	14.8			319.80	16.5			428.35	22.1		
0.1	2.54	1360	448.71	23.2			32.99	584.40	30.2		42.97	679.38	35.1	49.95
0.2	5.08	2040	652.24	33.7			31.97	760.79	39.3		37.29	937.19	48.4	45.94
0.3	7.62		815.07	42.1				941.26	48.6			1113.59	57.5	
0.4	10.16		1038.96	53.7				1262.85	65.2			1418.89	73.3	
0.5	12.7		1215.35	62.8				1429.75	73.9			1572.22	81.2	



CBR 100% D.máx
49.51 %
CBR 95% D.Máx.
37.74 %

Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce A.
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

lecturas en el equipo

EXT-1	EXT-2	EXT-3	REAL-1	REAL-2	REAL-3
0	0	0	0		
4	6.5	8			
11	15.5	15			
21	23.5	31.5			
33	43	50			
48.0	56	69			
60.0	69.3	82			
76.5	93	104.5			
89.5	105.3	115.8			

Coefficientes

$$A = 0.00969$$

$$B = 1.80026$$

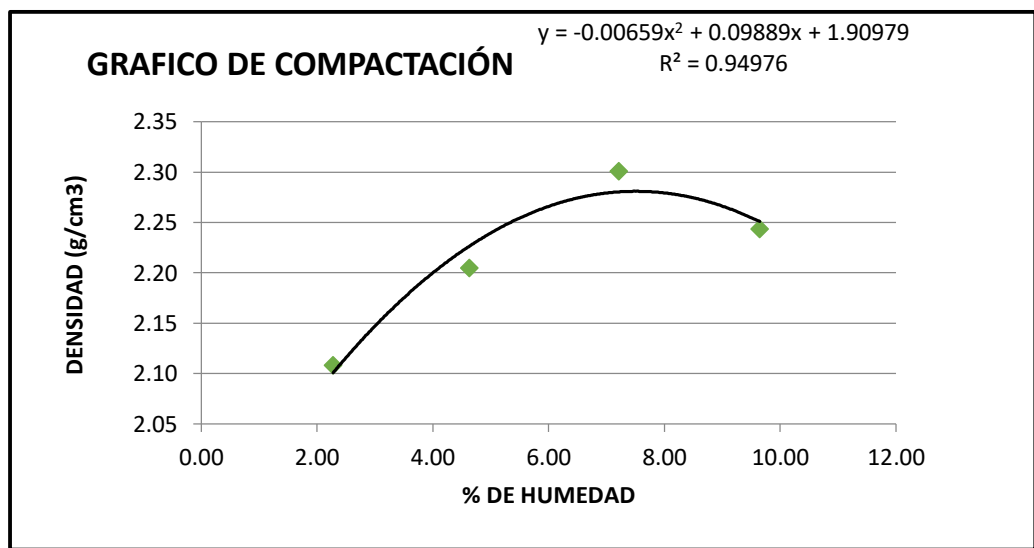


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180)

PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIONASFÁLTICA
PROCEDENCIA:	Provincia Méndez-Tarija
FECHA:	Septiembre del 2021
IDENTIFICACION :	Muestra 1
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

Muestra: Unica	Volumen: 2124.0	cm ³
-----------------------	------------------------	-----------------

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	11740	11335	11350	12950.0
Peso del molde	7160	6435	6110	7725
Peso suelo húmedo	4580	4900	5240	5225
Volumén de la muestra	2124.0	2124.0	2124.0	2124.0
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	2.16	2.31	2.47	2.46
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula	202.8	231.58	205.61	203.33
Peso suelo seco + cápsula	198.69	222.13	192.95	187.01
Peso del agua	4.11	9.45	12.66	16.32
Peso de la cápsula	18.12	17.76	17.36	17.82
Peso suelo seco	180.57	204.37	175.59	169.19
Contenido de humedad (%h)	2.28	4.62	7.21	9.65
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	2.11	2.21	2.30	2.24



Densidad Máxima	2.28 gr/cm³
Humedad Optima	7.50 %

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ASFALTOS Abrasión mediante la máquina de los ángeles (ASTM C 131, AASHTO T-96)
PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIONASFÁLTICA
PROCEDENCIA:	Provincia Méndez-Tarija
FECHA:	Mayo del 2022
IDENTIFICACION :	Granula A-2-4 (G.P.)
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

TABLA ASTM C-131 segun el tamaño de material que se tenga:

METODO		A	B	C	D
DIAMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL AEMPLEAR (gr)			
PASA	RETENIDO				
1 1/2"	1"	1250±25			
1"	3/4"	1250±25			
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10		
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10		
3/8"	1/4"			2500±10	
1/4"	N°4			2500±10	
N°4	N°8				5000±10
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
NUMERO DE ESFERAS		12	11	8	6
N°DE REVOLUCIONES		500	500	500	500
TIEMPO DE ROTACION		30	15	15	15

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{P_{INICIAL} - P_{FINAL}}{P_{INICIAL}} * 100$$

MATERIAL	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE DESGASTE
A	5000	3515.9	29.68
B	5000	5000.0	0.00
C	5000	5000.0	0.00
D	5000	5000.0	0.00

Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LAB. HORMIGONES

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN Equivalente de arena (Marco referencial ASTM D-2419)
PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIONASFÁLTICA
PROCEDENCIA:	Provincia Méndez-Tarija
FECHA:	Septiembre del 2021
IDENTIFICACION:	Arena
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano


ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D-2419

N° de Muestra	H1 (cm)	H2 (cm)	Equivalente de Arena (%)
1	15.50	10.20	65.81
2	14.30	10.20	71.33
3	14.60	10.00	68.49
Promedio			68.54

Equivalente de Arena (%)	NORMA
68.54	> 50%

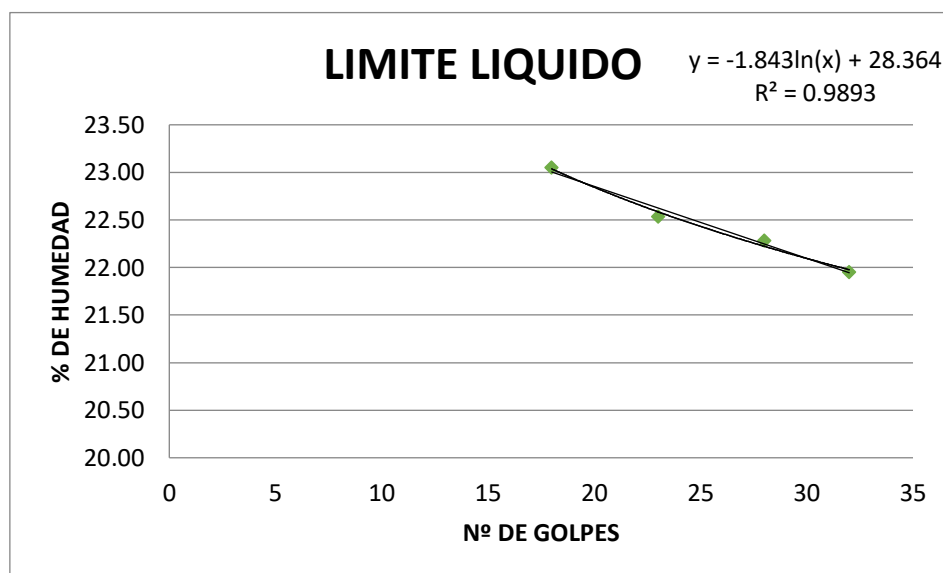
Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN LÍMITES DE ATTERBERG
	PROYECTO: DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIONASFALTICA
PROCEDENCIA: Provincia Méndez-Tarija	FECHA: Septiembre del 2021
IDENTIFICACION : Muestra 1	REALIZADO POR: Diego Alfonso Serrano

Limite liquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	23	28	32
Suelo Húmedo + Cápsula	32.19	28.62	26.48	27.32
Suelo Seco + Cápsula	28.52	25.81	23.98	24.6
Peso del agua	3.67	2.81	2.5	2.72
Peso de la Cápsula	12.6	13.34	12.76	12.21
Peso Suelo seco	15.92	12.47	11.22	12.39
Porcentaje de Humedad	23.05	22.53	22.28	21.95




Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	16.92	17.38	16.49
Peso de suelo seco + Cápsula	16.38	16.76	15.99
Peso de cápsula	12.72	12.62	12.59
Peso de suelo seco	3.66	4.14	3.40
Peso del agua	0.54	0.62	0.50
Contenido de humedad	14.75	14.98	14.71

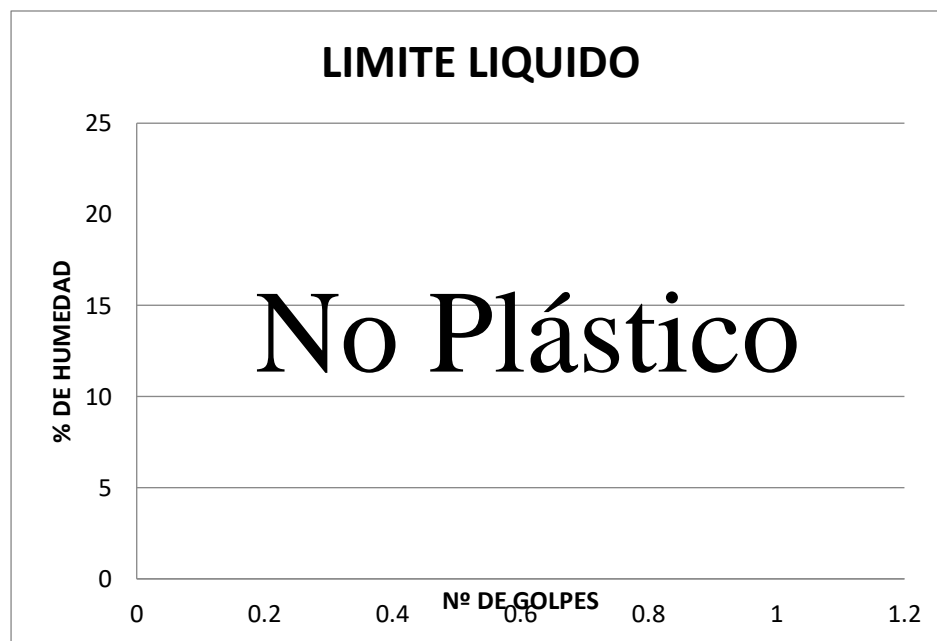
Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. Jose Ricardo Arce A.
ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN LÍMITES DE ATTERBERG
PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIONASFÁLTICA
PROCEDENCIA:	Provincia Méndez-Tarija
FECHA:	Febrero del 2023
IDENTIFICACION :	Muestra 2
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

Limite Liquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes				
Suelo Húmedo + Cápsula				
Suelo Seco + Cápsula				
Peso del agua	No Plástico			
Peso de la Cápsula				
Peso Suelo seco				
Porcentaje de Humedad				




Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula			
Peso de suelo seco + Cápsula			
Peso de cápsula	No Plástico		
Peso de suelo seco			
Peso del agua			
Contenido de humedad			

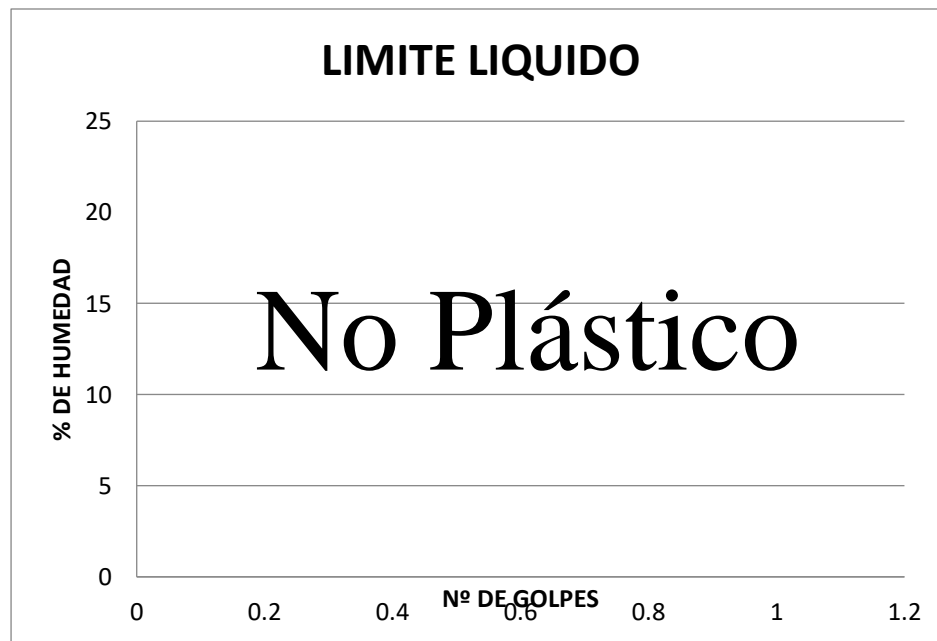
Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. Jose Ricardo Arce A.
ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN LÍMITES DE ATTERBERG
PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIONASFALTICA
PROCEDENCIA:	Provincia Méndez-Tarija
FECHA:	Febrero del 2023
IDENTIFICACION :	Muestra 3
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

Limite Liquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes				
Suelo Húmedo + Cápsula				
Suelo Seco + Cápsula				
Peso del agua	No Plástico			
Peso de la Cápsula				
Peso Suelo seco				
Porcentaje de Humedad				




Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula			
Peso de suelo seco + Cápsula			
Peso de cápsula	No Plástico		
Peso de suelo seco			
Peso del agua			
Contenido de humedad			

Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. Jose Ricardo Arce A.
ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS


	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAE SARACHO" PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES Peso específico y absorción del agregado fino (ASTM D 128, AASHTO T84)
	PROYECTO: DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIONASFÁLTICA
PROCEDENCIA:	Provincia Méndez-Tarija
FECHA:	Mayo del 2022
IDENTIFICACION :	Granular A-2-4
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

Arena

MUESTRA	PESO	PESO	MUESTRA +	AGUA	PESO	VOL. DEL	P. E.	P. E.	P. E.	%	
Nº	MUESTRA	MATRÁZ	MATRAZ +	AGREG. AL	MUESTRA	MATRÁZ	A GRANEL	SAT. CON	APARENTE	DE	
	(gr)	(gr)	AGUA	MATRÁZ "W"	SECADA "A"	"V"	(gr/cm3)	SUP. SECA	(gr/cm3)	ABSORC.	
			(gr)	(ml) ó (gr)	(gr)	(ml)		(gr/cm3)			
1	500	178	979.3	301.30	477.8	500.00	2.40	2.52	2.71	4.44	
2	500	221.3	1018.7	297.40	477.70	500.00	2.36	2.47	2.65	4.46	
3	500	235.5	1013.8	278.30	481.40	500.00	2.17	2.26	2.37	3.72	
PROMEDIO								2.31	2.41	2.58	4.45

Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LAB. DE HORMIGON

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES Peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM D 127, AASHTO T85)
	PROYECTO: DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIONASFÁLTICA
PROCEDENCIA: Provincia Méndez-Tarija	
FECHA: Mayo del 2022	
IDENTIFICACION : Granular A-2-4	
REALIZADO POR: Diego Alfonso Serrano	

Grava

MUESTRA N°	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr)	PESO MUESTRA SAT. DENTRO DEL AGUA "C" (gr)	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm3)	PESO ESPECÍFICO S.S.S. (gr/cm3)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm3)	% DE ABS.
1	4780.00	5000.00	3041.00	2.44	2.55	2.75	4.60
2	4785.00	5000.00	3035.00	2.44	2.54	2.73	4.49
3	4783.00	5000.00	3038.00	2.44	2.55	2.74	4.54
			PROMEDIO	2.44	2.55	2.74	4.55

Gravilla

MUESTRA N°	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr)	PESO MUESTRA SAT. DENTRO DEL AGUA "C" (gr)	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm3)	PESO ESPECÍFICO S.S.S. (gr/cm3)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm3)	% DE ABS.
1	4790.00	5000.00	3030.00	2.43	2.54	2.72	4.38
2	4787.00	5000.00	3025.00	2.42	2.53	2.72	4.45
3	4788.00	5000.00	3030.00	2.43	2.54	2.72	4.43
			PROMEDIO	2.43	2.53	2.72	4.42

Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. Moises Dias Ayarde
ENCARGADO DE LAB.DE HORMIGON

ANEXO B

CARACTERIZACIÓN DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

B.2.1. Ensayo de residuo por destilación (ASTM D-6997, NBR-14376)

Cálculos

Porcentaje de residuo por destilación

$$Residuo = \frac{B - A}{C} * 100$$

Donde

A= Masa del sistema del destilador vacío antes de la prueba

B = Masa del sistema del destilador después de la prueba

C = Masa de la emulsión asfáltica añadida al destilador

Porcentaje de destilado

$$Destilado (\%) = \frac{\text{volumen de destilado registrado con una precision de 0,5 ml}}{\text{peso de la muestra}} * 100$$

B.2.2. Ensayo de sedimentación (ASTM D-244, AASHTO T59-97)

Figura B.1. Emulsión asfáltica en reposo



Fuente: Elaboración propia

Figura B.2. Emulsión asfáltica después de 5 días



Fuente: Elaboración propia

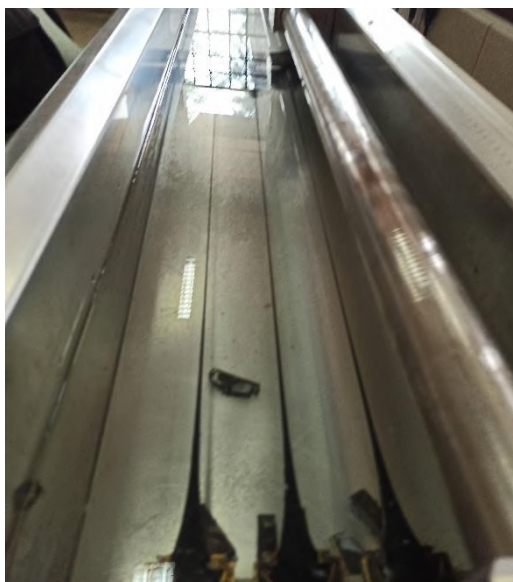
B.2.3. Ensayo de ductilidad (ASTM D-113, AASHTO T51-00)

Figura B.3. Material en baño maría a 25°C.



Fuente: Elaboración propia

Figura B.4. Ensayo de ductilidad



Fuente: Elaboración propia

B.2.4. Ensayo de viscosidad Saybolt-Furol (ASTM D-244, AASHTO T59-97)

Figura B.5. Ensayo de viscosidad



Fuente: Elaboración propia

Figura B.6. Ensayo de viscosidad



Fuente: Elaboración propia

B.2.5. Ensayo de punto de ablandamiento (ASTM D-36, NBR-6560)

Figura B.7. Ensayo de punto de ablandamiento



Fuente: Elaboración propia

Figura B.8. Ensayo de punto de ablandamiento



Fuente: Elaboración propia

B.2.6. Ensayo de penetración (ASTM D-5, NBR-6576)

Figura B.9. Ensayo de penetración



Fuente: Elaboración propia

Figura B.10. Ensayo de penetración



Fuente: Elaboración propia

B.2.7. Ensayo de peso específico del asfalto residual (ASTM D244-09)

Cálculos

Calculando la gravedad específica de la emulsión asfáltica (CSS1)

$$G = \frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)}$$

Dónde:

A = La masa del picnómetro (más el tapón)

B = La masa del picnómetro lleno con agua

C = La masa del picnómetro parcialmente lleno con asfalto

D = La masa del picnómetro más el asfalto más agua

Tabla de corrección por temperatura

T °C	Densidad relativa del agua (gr/cm ³)	T °C	Densidad relativa del agua (gr/cm ³)
10	0,99973	21	0,99820
11	0,99963	22	0,99780
12	0,99952	23	0,99757
13	0,99940	24	0,99733
14	0,99927	25	0,99707
15	0,99913	26	0,99681
16	0,99897	27	0,99654
17	0,99880	28	0,99626
18	0,99862	29	0,99597
19	0,99843	30	0,99586
20	0,99823		



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS
Ensayo de residuo por destilación (ASTM D6997 NBR 14376)

PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIONASFÁLTICA
PROCEDENCIA:	Santa Cruz (Quimitec Asfaltos S.A.)
FECHA:	Octubre del 2021
IDENTIFICACION :	Emulsión asfáltica (CSS1) 60-40
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

Molde N°	Tiempo 60 +/- min			
	Destilador (gr)	Destilador Despues de la Prueba (gr)	Masa de Emulsion (gr)	Residuo asfaltico (%)
1	2310.40	2432.50	200.00	61.05
2	2310.40	2438.30	200.00	63.95
3	2310.40	2428.60	200.00	59.10

Residuo (%)	ASTM-D6997	
	Mínimo	Máximo
61.37	60	65

Molde N°	Volumen de Destilado (ml)	Masa de Emulsion (gr)	Destilado (%)
1	77	200	38.5
2	73	200	36.5
3	71	200	35.5

Destilado (%)	ASTM-D6997	
	Mínimo	Máximo
36.83	-	-

Univ. Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS




UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS
Ensayo de ductilidad de materiales bituminosos (ASTM D113; AASHTO T51-00)

PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA
PROCEDENCIA:	Santa Cruz (Quimitec Asfaltos S.A.)
FECHA:	Octubre del 2021
IDENTIFICACION :	Emulsión asfáltica (CSS1) 60-40
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

N°	Dutilidad (cm)	Promedio °C	ASTM-D113	
			Mínimo	Máximo
1	130	121.67	100	-
2	115.0			
3	120.0			

Univ. Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ASFALTOS Ensayo de penetración (ASTM D5, NBR 6576)
PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIONASFALTICA
PROCEDENCIA:	Santa Cruz (Quimitec Asfaltos S.A.)
FECHA:	Octubre del 2021
IDENTIFICACION :	Emulsión asfáltica (CSS1) 60-40
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

Molde N°	Tiempo 5 seg			Promedio (0.1 mm)
	Penetración No. 1 (0.1 mm)	Penetración No. 2 (0.1 mm)	Penetración No. 3 (0.1 mm)	
1	58.00	60.00	63.00	57.67
2	55.00	55.00	55.00	
3	56.00	56.00	61.00	

Penetración (0.1mm)	ASTM-D5	
	Mínimo	Máximo
57.67	40	150

Univ. Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS
Ensayo de peso específico del asfalto residual (ASTM D244-09)

PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA
PROCEDENCIA:	Santa Cruz (Quimitec Asfaltos S.A.)
FECHA:	Octubre del 2021
IDENTIFICACION:	Emulsión asfáltica (CSS1) 60-40
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

Muestra N°	Temperatura °C	Peso del frasco "A" (gr)	Peso del frasco + agua "B" (gr)	Peso del frasco parcialmente lleno con asfalto "C" (gr)	Peso del frasco + asfalto + agua "D" (gr)	Peso específico	Peso específico (gr/cm3)
1	25	33.7	84.2	72.9	85.4	1.03	1.03
2	25	33.5	84.8	72.5	86.2	1.04	1.03
3	25	34.9	83.3	72.3	85.7	1.07	1.07
					Promedio:	1.05	1.04


Peso específico (gr)	ASTM D244-09	
	Mínimo	Máximo
1.04	1	1.05

TABLA DE CORRECIÓN POR TEMPERATURA

T °C	Densidad relativa del agua (gr/cm3)	T °C	Densidad relativa del agua (gr/cm3)
10	0.99973	21	0.99820
11	0.99963	22	0.99780
12	0.99952	23	0.99757
13	0.99940	24	0.99733
14	0.99927	25	0.99707
15	0.99913	26	0.99681
16	0.99897	27	0.99654
17	0.99880	28	0.99626
18	0.99862	29	0.99597
19	0.99843	30	0.99586
20	0.99823		

Univ. Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS

	<p align="center">UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ASFALTOS Ensayo de punto de ablandamiento (ASTM D36, NBR 6560)</p>
PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIONASFÁLTICA
PROCEDENCIA:	Santa Cruz (Quimitec Asfaltos S.A.)
FECHA:	Octubre del 2021
IDENTIFICACION :	Emulsión asfáltica (CSS1) 60-40
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

Esfera N°	Punto de ablandamiento °C	Promedio °C	ASTM-D36	
			Mínimo	Máximo
1	59	61.83	55	-
2	61.5			
3	65			

Univ. Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS
Ensayo de sedimentación (ASTM D 244 AASHTO T59-97)

PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIONASFALTICA
PROCEDENCIA:	Santa Cruz (Quimitec Asfaltos S.A.)
FECHA:	Octubre del 2021
IDENTIFICACION :	Emulsión asfáltica (CSS1) 60-40
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

Molde N°	Frasco+E.A. Superior (gr)	Frasco+E.A. Superior (gr)	Emulsion Asphaltica (gr)	Residuo asfáltico (gr)	Residuo asfáltico (%)
1	127.4	123.4	50	46	92
2	106.1	103.3	50	47.2	94.4
3	125.4	121.3	50	45.9	91.8

Molde N°	Frasco+E.A. Inferior (gr)	Frasco+E.A. Inferior (gr)	Emulsion Asphaltica (gr)	Residuo asfáltico (gr)	Residuo asfáltico (%)
1	117.9	115.2	50	47.3	94.6
2	121.8	119.6	50	47.8	95.6
3	112.8	110.4	50	47.6	95.2

Sedimentacion (%)	ASTM-D244	
	Mínimo	Máximo
2.40	-	5

Univ. Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS
Ensayo de viscosidad Saybolt-Furol (ASTM D 244 AASHTO T59- 97)

PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIONASFÁLTICA
PROCEDENCIA:	Santa Cruz (Quimitec Asfaltos S.A.)
FECHA:	Octubre del 2021
IDENTIFICACION :	Emulsión asfáltica (CSS1) 60-40
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

N°	Viscosidad (seg)	Promedio (seg)	ASTM-D244	
			Mínimo	Máximo
1	25.4	24.34	-	70
2	23.1			
3	24.5			

Univ. Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS

ANEXO C

ENSAYO MARSHALL PARA MEZCLAS ASFALTICAS EN FRÍO

C.1.1. Estabilidad y flujo

La estabilidad se calculó para cada grupo de briquetas después del curado, sin olvidar que primero ensayaremos un grupo de tres briquetas por porcentaje de emulsión en seco y luego de un día ensayaremos las tres briquetas restantes sometidas a saturación en agua a temperatura de $25\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, para simular la influencia de la humedad.

La determinación de la Estabilidad Marshall se la obtiene en unidades de libras. Cada equipo tiene una fórmula de estabilidad, debido a que tienen un anillo de compresión con una determinada constante, por esto las medidas obtenidas deben ser corregidas para obtener su equivalencia en unidades aceptadas por normas de cada país. El equipo utilizado consta de un anillo dinamómetro que da el valor de carga en Kilogramos, este valor se debe convertir al final a libras.

$$E(lb) = -84.7057 + 33.05Lc + 0.0036Lc^2$$

Lc = es la lectura de mira del aparato Marshall.

Flujo

El valor de flujo es el movimiento total o deformación, en unidades de 0,25 mm (1/1 00") que ocurre en el espécimen entre estar sin carga y el punto máximo de carga durante la prueba de estabilidad. Se determina promediando los valores obtenidos en los seis especímenes fabricados.

Procedimiento

1. Se encera los aparatos, se comprueba el funcionamiento del extensómetro del anillo de carga y medidor de deformación de flujo.
2. Se sumergen las briquetas en un baño María a 25 °C por un tiempo entre 30 y 40 minutos.

3. Se limpian cuidadosamente las superficies interiores las mordazas de rotura y se lubrican con grasa o aceite las varillas de guía hasta que la mordaza superior se deslice libremente.
4. Se extrae la briqueta del baño y se seca la superficie.
5. Se coloca la briqueta centrada sobre la mordaza inferior, se ensambla luego la mordaza superior y el conjunto armado se sitúa centrado en la prensa.
6. Se verifica que el extensómetro del anillo de carga instalado en la máquina de compresión marque 0 cuando no se esté aplicando carga. Se ubica el medidor encargado de la medición de flujo sobre la varilla guía marcada y se comprueba que la lectura inicial sea 0.
7. Se aplica la carga a la probeta a velocidad de deformación constante de 50,8 mm (2 pulg) por minuto hasta que se produce la rotura. El punto de rotura viene definido por la carga máxima obtenida. La carga necesaria para producir la rotura de la briqueta a 25 °C que es el valor de la Estabilidad Marshall.
8. Mientras se está determinando la estabilidad, se mantiene firmemente el medidor de deformación en su posición sobre la varilla de guía, cuando llega a la carga máxima se lee y anota la medida. Esta lectura es el valor de deformación, expresada en centésimas de pulgada, conocido como flujo.
9. El proceso desde el momento de sacar la probeta del baño María hasta la rotura de la misma; debe realizarse lo más rápidamente.

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ASFALTOS DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN FRIJO	
	PROYECTO: DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN MEZCLAS ESTABILIZADAS CON EMULSION ASFALTICA	
	PROCEDENCIA: Provincia Mendez (Agregados), Santa Cruz Quimitec S.A.	
	FECHA: Diciembre del 2021	
	IDENTIFICACION: Emulsion Asfáltica (CSST1) REALIZADO POR: Diego Alfonso Serrano	

PESOS ESPECIFICOS	% de agregado	
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2.73	65.00
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2.58	35.00
Peso Especifico Total	2.67	100

Número de Golpes	75
Residuo de Destilación (%)	61.37
Agua Adicional (%)	7.5
Peso Especifico del Ligante (gr/cm3)	1.040

DOSIFICACION		
Agregado	P.E.	%
Grava	2.74	20
Gravilla	2.72	35
Arena	2.58	45
Filler	0	0

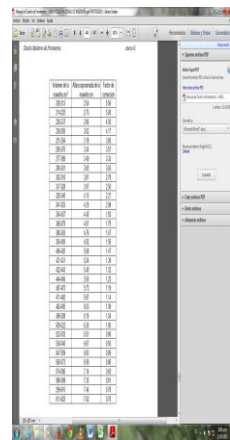
PLANILLA DE DISEÑO MARSHALL																					
N° de probeta	Estado de ensayo	altura de probeta	% Emulsión		Peso Briqueta			Densidad Briqueta			% de Vacíos			Estabilidad Marshall				Fluencia			
			% Asfalto Residual en la mezcla	% Agua Incluida	seco	sat. Sup. Secc	sumergida en agua	probeta	densidad real	Densidad promedio	densidad máxima teorica	% de vacíos mezcla total	V.A. M (vacíos agregado unitario)	R.V. (relación volumen vacíos)	lectura del dial	empa	factor de corrección de altura de probeta	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	lectura dial del flujo	Fluencia promedio
			%	%	grs.	grs.	grs.	cc	grs/cm3	grs/cm3	grs/cm3	%	%	%	mm	libras	-	libras	libras	-	0.01 pulg
1	seco	6.47	2.00	7	1202.4	1214.4	647	567.4	2.12	2.10	2.59	18.83	22.87	17.69	840	2513.01	0.97	2437.62	2355.09	10.67	9
2		6.53			1204.1	1215.5	640	575.5	2.09						915	2445.69	0.96	2338.81			12
3		6.32			1203.6	1212.5	635	577.5	2.08						850	2270.66	1.01	2288.82			10
1	saturado	6.53	2.00	7	1205.2	1279.4	700	579.4	2.08	2.13	2.57	17.24	22.36	22.89	525	1395.50	0.96	1334.52	1190.77	12.33	11
2		6.62			1204.2	1275.5	705	570.5	2.11						430	1139.68	0.94	1070.62			12
3		6.64			1207.6	1271.5	707	564.5	2.14						470	1247.39	0.94	1167.19			10
4	seco	6.37	2.50	7	1205.4	1218.0	650	566.0	2.13	2.13	2.57	17.24	22.36	22.89	1225	3280.46	1.00	3164.06	2973.75	15.83	13
5		6.49			1210.9	1218.5	654	564.5	2.15						1150	3078.50	0.97	2970.75			11
6		6.53			1207.2	1218.9	643	575.9	2.10						1050	2809.22	0.96	2686.46			10
4	saturado	6.57	2.50	7	1203.6	1262.0	697	565.0	2.13	2.13	2.57	17.24	22.36	22.89	720	1920.59	0.95	1822.26	1756.26	15	12
5		6.53			1205.3	1264.5	700	564.5	2.14						670	1785.95	0.96	1707.91			13
6		6.59			1208.1	1268.9	705	563.9	2.14						690	1839.81	0.95	1738.82			15
7	seco	6.39	3.00	7	1184.5	1199.0	650	549.0	2.16	2.14	2.55	16.10	22.28	27.74	1369	3668.22	0.99	3631.54	3653.18	14.50	14
8		6.36			1188.0	1204.1	655	549.1	2.16						1415	3792.09	1.00	3782.61			13
9		6.37			1186.0	1201.6	648	553.6	2.14						1330	3563.20	1.00	3545.39			15
7	saturado	6.56	3.00	7	1199.2	1254.9	694	560.9	2.14	2.14	2.53	15.55	22.76	31.65	804	2416.07	0.95	2296.96	2296.34	16	15
8		6.55			1186.5	1252.1	690	562.2	2.13						915	2445.69	0.95	2339.32			14
9		6.51			1197.4	1250.6	687	563.6	2.12						882	2356.83	0.96	2262.56			16
10	seco	6.39	3.50	7	1197.9	1217.9	665	552.9	2.17	2.14	2.53	15.55	22.76	31.65	1499	4018.29	0.99	3978.10	3761.91	15.83	17
11		6.44			1195.2	1212.2	662	550.2	2.17						1330	3563.20	0.98	3483.03			14
12		6.33			1196.5	1214.4	660	554.4	2.16						1420	3805.55	1.01	3824.58			16
10	saturado	6.53	3.50	7	1196.4	1240.6	678	562.6	2.13	2.14	2.52	15.88	24.02	33.89	1025	2741.90	0.96	2637.01	2722.40	17	18
11		6.52			1194.2	1254.0	682	572.0	2.09						1100	2943.86	0.96	2820.51			15
12		6.54			1197.5	1247.2	685	562.2	2.13						1065	2848.61	0.95	2719.67			17
13	seco	6.42	4.00	7	1189.4	1204.7	650	554.7	2.14	2.12	2.52	15.88	24.02	33.89	1456	3902.50	0.98	3834.20	3924.28	15.33	19
14		6.35			1186.0	1207.1	657	550.1	2.16						1489	3991.36	1.00	3991.36			16
15		6.37			1187.3	1203.5	655	548.5	2.16						1480	3967.12	1.00	3947.29			18
13	saturado	6.53	4.00	7	1190.4	1232.4	665	567.4	2.10	2.12	2.52	15.88	24.02	33.89	1015	2714.97	0.96	2596.33	2607.90	13	12
14		6.47			1188.0	1246.5	670	576.5	2.06						1030	2755.36	0.97	2672.70			14
15		6.51			1191.0	1239.3	665	574.3	2.07						995	2661.11	0.96	2554.67			13
ESPECIFICACIONES					mínimo						3							750		8	
					máximo			18										-		16	

Univ. Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LAB. DE ASFALTOS

volumen de la muestra en cm3	altura aproximada de la muestra cm	factor de correccion
200	213	2.54
214	225	2.7
226	237	2.86
238	250	3.02
251	264	3.18
265	276	3.34
277	289	3.49
290	301	3.65
302	316	3.81
317	328	3.97
329	340	4.13
341	353	4.29
354	367	4.45
368	379	4.61
380	392	4.76
393	405	4.92
406	420	5.08
421	431	5.24
432	443	5.4
444	456	5.56
457	470	5.72
471	482	5.87
483	495	6.03
496	508	6.19
509	522	6.35
523	535	6.51
536	546	6.67
547	559	6.83
560	573	6.99

1.2760
1.2680
1.2630
1.2590
1.2540
1.2500
1.2460
1.2430
1.2390
1.2350
1.2310
1.2280
1.2240
1.2200
1.2160
1.2130
1.2090
1.2050
1.2010
1.1980
1.1940
1.1900
1.1870
1.1840
1.1810
1.1780
1.1740
1.1710



574	585	7.14	0.83
586	598	7.3	0.81
599	610	7.46	0.78
611	625	7.62	0.76

1.1680
1.1650
1.1620
1.1590
1.1560
1.1530
1.1490
1.1460
1.1430
1.1400
1.1370
1.1340
1.1310
1.1280
1.1240
1.1210
1.1180
1.1150
1.1120
1.1090
1.1060
1.1030
1.0090
1.0960
1.0930
1.0900
1.0870
1.0840
1.0810
1.0780
1.0740
1.0710
1.0680
1.0650
1.0620
1.0590
1.0560
1.0530
1.0490
1.0460
1.0430
1.0400
1.0370
1.0350
1.0320
1.0290
1.0270
1.0240
1.0210
1.0190
1.0160
1.0130
1.0110

1.0080
1.0050
1.0030
1.0000
0.9975
0.9950
0.9925
0.9900
0.9875
0.9850
0.9825
0.9800
0.9775
0.9750
0.9725
0.9700
0.9675
0.9650
0.9625
0.9600
0.9581
0.9563
0.9544
0.9525
0.9507
0.9488
0.9469
0.9450
0.9432
0.9413
0.9394
0.9376
0.9357
0.9338
0.9319
0.9300
0.9275
0.9250
0.9225
0.9200
0.9175
0.9150
0.9125
0.9100
0.9075
0.9050
0.9025
0.9000
0.8975
0.8950
0.8925
0.8900

0.8881
0.8863
0.8844
0.8825
0.8807
0.8788
0.8769
0.8750
0.8732
0.8713
0.8694
0.8676
0.8657
0.8638
0.8620
0.8600
0.8581
0.8563
0.8544
0.8525
0.8507
0.8488
0.8469
0.8450
0.8431
0.8413
0.8394
0.8376
0.8357
0.8338
0.8320
0.8300
0.8288
0.8275
0.8263
0.8250
0.8238
0.8225



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN FRIO

PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSION ASFALTICA
PROCEDENCIA:	Provincia Mendez (Agregados), Santa Cruz Quimitec S.A.
FECHA:	Diciembre del 2021
IDENTIFICACION :	Emulsion Asfaltica (CSST)
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

Granulometría Formada	Peso Específico	% Agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2.73	65
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2.58	35
Peso Especifico Total	2.68	100

Numero de Golpes	75
Residuo de Destilacion (%)	61.37
Agua Adicional (%)	7.5
Peso especifico del ligante (gr/cm3)	1.0400

Agregado	P.E.	%
Grava	2.74	20
Gravilla	2.70	35
Arena	2.58	45
Filler	0.00	0

N° de probeta	% de Asfalto		altura promedio de probeta cm	Peso Briqueta			Volumen cm3	Densidad Briqueta			% de Vacios			Estabilidad Marshall					Fluencia	
	base Mezcla %	base Agregados %		seco grs.	sat. Sup. Seca grs.	sumergida en agua grs.		densidad real grs/cm3	Densidad promedio grs/cm3	densidad maxima teorica grs/cm3	% de vacios mezcla total %	V.A.M.(vacios agregado mineral) %	R.B.V. (relacion betumen vacios) %	lectura del dial mm	carga libras	factor de correccion de altura de probeta -	Estabilidad real corregida libras	Estabilidad final libras	lectura dial del flujo 0,01 pulg	Fluencia promedio 0,01 pulg
1	5.96	6.34	6.19	1085.9	1087.4	618	469.4	2.31	2.31	2.43	4.92	18.18	72.94	1098	2938.47	1.04	3064.83	3064.83	14	14.00
2	5.96	6.34	6.86	1198.5	1199.8	686	513.8	2.33	2.33	2.43	4.13	17.50	76.41	1548	4150.23	0.88	3670.47	3670.47	12	12.00
3	5.96	6.34	6.68	1160.6	1163.7	665	498.7	2.33	2.33	2.43	4.35	17.69	75.41	1020	2728.43	0.93	2530.62	2530.62	24	24.00
4	5.96	6.34	6.89	1196.0	1197.7	684	513.7	2.33	2.33	2.43	4.31	17.65	75.59	1047	2801.14	0.88	2461.64	2461.64	17	17.00
5	5.96	6.34	6.93	1209.7	1211.3	694	517.3	2.34	2.34	2.43	3.89	17.29	77.52	1155	3091.96	0.87	2694.03	2694.03	13	13.00
6	5.96	6.34	7.02	1201.2	1203.5	693	510.5	2.35	2.35	2.43	3.29	16.78	80.38	1071	2865.77	0.85	2448.51	2448.51	15	15.00
7	5.96	6.34	7.01	1206.8	1210.0	682	528.0	2.29	2.29	2.43	6.06	19.16	68.37	1026	2744.59	1.27	3485.63	3485.63	10	10.00
8	5.96	6.34	7.00	1192.1	1197.4	685	512.4	2.33	2.33	2.43	4.38	17.71	75.28	1047	2801.14	0.86	2403.66	2403.66	15	15.00
9	5.96	6.34	7.16	1195.3	1210.8	691	519.8	2.30	2.30	2.43	5.49	18.67	70.60	914	2443.00	0.83	2024.76	2024.76	11	11.00
10	5.96	6.34	6.93	1192.6	1196.5	673	523.5	2.28	2.28	2.43	6.37	19.42	67.22	1210	3240.07	0.87	2823.07	2823.07	13	13.00
11	5.96	6.34	6.21	1089.3	1091.7	620	471.7	2.31	2.31	2.43	5.09	18.32	72.24	1101	2946.55	1.04	3055.57	3055.57	9	9.00
12	5.96	6.34	6.95	1211.3	1215.6	697	518.6	2.34	2.34	2.43	4.00	17.39	76.99	1170	3132.35	0.87	2717.63	2717.63	17	17.00
13	5.96	6.34	6.69	1168.1	1171.3	672	499.3	2.34	2.34	2.43	3.85	17.25	77.71	1003	2682.66	0.93	2481.46	2481.46	14	14.00
14	5.96	6.34	6.85	1197.6	1199.3	683	516.3	2.32	2.32	2.43	4.66	17.96	74.03	945	2526.47	0.89	2239.21	2239.21	18	18.00
15	5.96	6.34	6.94	1193.9	1196.2	677	519.2	2.30	2.30	2.43	5.49	18.67	70.59	1204	3223.91	0.87	2802.87	2802.87	12	12.00
16	5.96	6.34	7.16	1197.1	1199.8	675	524.8	2.28	2.28	2.43	6.25	19.32	67.66	1002	2679.96	0.83	2221.15	2221.15	11	11.00
17	5.96	6.34	7.12	1194.3	1197.6	681	516.6	2.31	2.31	2.43	4.98	18.23	72.67	991	2650.34	0.84	2214.89	2214.89	15	15.00
18	5.96	6.34	7.07	1189.7	1191.5	675	516.5	2.30	2.30	2.43	5.33	18.53	71.24	1089	2914.24	0.85	2462.53	2462.53	13	13.00
19	5.96	6.34	7.21	1196.5	1199.1	684	515.1	2.32	2.32	2.43	4.53	17.84	74.61	1118	2992.33	0.82	2461.19	2461.19	13	13.00
20	5.96	6.34	6.84	1191.9	1194.3	683	511.3	2.33	2.33	2.43	4.19	17.55	76.12	1133	3032.72	0.89	2693.36	2693.36	16	16.00

21	5.96	6.34	6.22	1089.4	1093.1	630	463.1	2.35	2.35	2.43	3.31	16.80	80.27	1013	2709.59	1.04	2804.42	2804.42	12	12.00		
22	5.96	6.34	6.83	1175.3	1179.5	678	501.5	2.34	2.34	2.43	3.68	17.11	78.50	916	2448.38	1.27	3109.45	3109.45	19	19.00		
23	5.96	6.34	6.78	1192.7	1195.9	677	518.9	2.30	2.30	2.43	5.53	18.70	70.43	967	2585.72	0.90	2333.61	2333.61	10	10.00		
24	5.96	6.34	6.81	1187.9	1180.3	674	506.3	2.35	2.35	2.43	3.57	17.01	79.03	1121	3000.41	0.90	2685.36	2685.36	8	8.00		
25	5.96	6.34	6.90	1190.8	1194.1	693	501.1	2.38	2.38	2.43	2.33	15.95	85.39	1167	3124.28	0.88	2739.68	2739.68	16	16.00		
26	5.96	6.34	6.94	1181.9	1185.6	676	509.6	2.32	2.32	2.43	4.68	17.97	73.97	1308	3503.96	0.87	3046.34	3046.34	12	12.00		
27	5.96	6.34	7.03	1193.7	1197.1	683	514.1	2.32	2.32	2.43	4.57	17.87	74.45	1030	2755.36	0.85	2348.95	2348.95	10	10.00		
28	5.96	6.34	6.92	1183.9	1190.3	685	505.3	2.34	2.34	2.43	3.70	17.13	78.38	1168	3126.97	0.87	2730.47	2730.47	13	13.00		
29	5.96	6.34	7.11	1185.7	1189.8	681	508.8	2.33	2.33	2.43	4.22	17.57	75.99	1003	2682.66	0.84	2246.99	2246.99	15	15.00		
30	5.96	6.34	6.89	1193.8	1195.9	677	518.9	2.30	2.30	2.43	5.44	18.63	70.78	1263	3382.79	0.88	2972.79	2972.79	11	11.00		
ESPECIFICACIONES				minimo								3	13	65					1800			8
				maximo								5	-	75					-			14

Univ. Diego Alfonso Serrano

LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval

RESP. LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS
Ensayo de penetración (ASTM D5, NBR 6576)

PROYECTO:	DISEÑO Y EFECTO EN LA RESISTENCIA AL DAÑO POR HUMEDAD EN SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSION ASFALTICA
PROCEDENCIA:	Santa Cruz (Quimitec Asfaltos S.A.)
FECHA:	Marzo del 2023
IDENTIFICACION :	Emulsión asfáltica (CSS1) 60-40
REALIZADO POR:	Diego Alfonso Serrano

PESOS ESPECIFICOS	% de agregado	
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2.73	65.00
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2.58	35.00
Peso Especifico Total	2.67	100

Número de Golpes	75
Residuo de Destilación (%)	61.37
Agua Adicional (%)	7.5
Peso Especifico del Ligante (gr/cm3)	1.040

PLANILLA DE DISEÑO MARSHALL

N° de probeta	Estado de ensayo	altura de probeta	% Emulsión		Peso Briqueta			Volumen	Densidad Briqueta			% de Vacíos			Esta	
			% Asfalto Residual en la mezcla	% Agua Incluida	seco	sat. Sup. Seca	sumergida en agua	probeta	densidad real	Densidad promedio	densidad maxima teorica	% de vacíos mezcla total	V.A.M.(vacíos agregado mineral)	R.B.V. (relacion betumen vacíos)	lectura del dial	carga
1	0	6.41	3.70	7	1159.3	1165.7	625	540.7	2.14	2.18	2.53	13.87	21.61	35.83	1950.18	5233.22
2		6.54			1166.0	1170.4	634	536.4	2.17						2070	5555.87
3		6.48			1171.4	1175.6	630	545.6	2.15						1980	5313.52
1	8	6.53	3.70	7	1162.9	1172.6	640	532.6	2.18	2.20	2.53	13.01	20.83	37.54	1740	4667.25
2		6.62			1167.0	1175.0	646	529.0	2.21						1855	4976.92
3		6.64			1165.3	1176.5	648	528.5	2.20						1820	4882.67
1	16	6.37	3.70	7	1175.0	1179.0	640	539.0	2.18	2.23	2.53	11.74	19.67	40.33	1680	4505.68
2		6.49			1159.4	1161.2	649	512.2	2.26						1492	3999.44
3		6.53			1167.8	1174.6	655	519.6	2.25						1530	4101.76
1	24	6.47	3.70	7	1175.0	1179.8	656	523.8	2.24	2.26	2.53	10.62	18.65	43.08	1313	3517.43
2		6.33			1173.0	1175.6	659	516.6	2.27						1405	3765.16
3		6.39			1170.0	1172.2	655	517.2	2.26						1438	3854.03
1	72	6.39	3.70	7	1164.3	1168.5	654	514.5	2.26	2.27	2.53	10.32	18.39	43.85	1350	3617.06
2		6.36			1150.6	1155.8	652	503.8	2.28						1435	3845.95
3		6.37			1160.8	1164.6	649	515.6	2.25						1330	3563.20
ESPECIFICACIONES					mínimo				2			3				
					máximo				3			18				

Univ. Diego Alfonso Serrano
LABORATORISTA

Ing. Seila Clau
RESP. LABO

volumen de la muestra en cm ³		altura aproximada de la muestra cm		factor de correccion	
200	213	2.54	5.56	#####	1.2760
214	225	2.7	5	#####	1.2680
226	237	2.86	4.55	#####	1.2630
238	250	3.02	4.17	#####	1.2590
251	264	3.18	3.85	#####	1.2540
265	276	3.34	3.57	#####	1.2500
277	289	3.49	3.33	#####	1.2460
290	301	3.65	3.03	#####	1.2430
302	316	3.81	2.78	#####	1.2390
317	328	3.97	2.5	#####	1.2350
329	340	4.13	2.27	#####	1.2310
341	353	4.29	2.08	#####	1.2280
354	367	4.45	1.92	#####	1.2240
368	379	4.61	1.79	#####	1.2200
380	392	4.76	1.67	#####	1.2160
393	405	4.92	1.56	#####	1.2130
406	420	5.08	1.47	#####	1.2090
421	431	5.24	1.39	#####	1.2050
432	443	5.4	1.32	#####	1.2010
444	456	5.56	1.25	#####	1.1980
457	470	5.72	1.19	#####	1.1940
471	482	5.87	1.14	#####	1.1900
483	495	6.03	1.09	#####	1.1870
496	508	6.19	1.04	#####	1.1840
509	522	6.35	1	#####	1.1810

Volumen de la muestra en cm ³	Altura aproximada de la muestra en cm	Factor de correccion
200	213	1.2760
214	225	1.2680
226	237	1.2630
238	250	1.2590
251	264	1.2540
265	276	1.2500
277	289	1.2460
290	301	1.2430
302	316	1.2390
317	328	1.2350
329	340	1.2310
341	353	1.2280
354	367	1.2240
368	379	1.2200
380	392	1.2160
393	405	1.2130
406	420	1.2090
421	431	1.2050
432	443	1.2010
444	456	1.1980
457	470	1.1940
471	482	1.1900
483	495	1.1870
496	508	1.1840
509	522	1.1810

523	535	6.51	0.96	#####	1.1780
536	546	6.67	0.93		
547	559	6.83	0.89	#####	1.1740
560	573	6.99	0.86	#####	1.1710
574	585	7.14	0.83	#####	1.1680
586	598	7.3	0.81	#####	1.1650
599	610	7.46	0.78	#####	1.1620
611	625	7.62	0.76	#####	1.1590
				#####	1.1560
				#####	1.1530
				#####	1.1490
				#####	1.1460
				#####	1.1430
				#####	1.1400
				#####	1.1370
				#####	1.1340
				#####	1.1310
				#####	1.1280
				#####	1.1240
				#####	1.1210
				#####	1.1180
				#####	1.1150
				#####	1.1120
				#####	1.1090
				#####	1.1060
				#####	1.1030
				#####	1.0090
				#####	1.0960
				#####	1.0930
				#####	1.0900
				#####	1.0870
				#####	1.0840
				#####	1.0810
				#####	1.0780
				#####	1.0740
				#####	1.0710
				#####	1.0680
				#####	1.0650
				#####	1.0620
				#####	1.0590
				#####	1.0560
				#####	1.0530
				#####	1.0490
				#####	1.0460
				#####	1.0430
				#####	1.0400
				#####	1.0370
				#####	1.0350
				#####	1.0320
				#####	1.0290
				#####	1.0270
				#####	1.0240



1.0210
1.0190
1.0160
1.0130
1.0110
1.0080
1.0050
1.0030
1.0000
0.9975
0.9950
0.9925
0.9900
0.9875
0.9850
0.9825
0.9800
0.9775
0.9750
0.9725
0.9700
0.9675
0.9650
0.9625
0.9600
0.9581
0.9563
0.9544
0.9525
0.9507
0.9488
0.9469
0.9450
0.9432
0.9413
0.9394
0.9376
0.9357
0.9338
0.9319
0.9300
0.9275
0.9250
0.9225
0.9200
0.9175
0.9150
0.9125
0.9100
0.9075

0.9050
0.9025
0.9000
0.8975
0.8950
0.8925
0.8900
0.8881
0.8863
0.8844
0.8825
0.8807
0.8788
0.8769
0.8750
0.8732
0.8713
0.8694
0.8676
0.8657
0.8638
0.8620
0.8600
0.8581
0.8563
0.8544
0.8525
0.8507
0.8488
0.8469
0.8450
0.8431
0.8413
0.8394
0.8376
0.8357
0.8338
0.8320
0.8300
0.8288
0.8275
0.8263
0.8250
0.8238
0.8225

EN

DOSIFICACION		
Agregado	P.E.	%
Grava	2.74	20
Gravilla	2.72	35
Arena	2.58	45
Filler	0	0

Estabilidad Marshall			Fluencia	
factor de correccion de altura de probeta	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	lectura dial del flujo	Fluencia promedio
-	libras	libras	-	0,01 pulg
0.99	5154.73		12	
0.95	5302.53	5199.36	12	12.33
0.97	5140.83		13	
0.96	4463.29		11	
0.94	4675.32	4569.11	12	12.00
0.94	4568.72		13	
1.00	4483.15		14	
0.97	3859.46	4088.38	11	12.67
0.96	3922.52		13	
0.97	3411.90		12	
1.01	3783.99	3670.46	13	13.33
0.99	3815.48		15	
0.99	3580.89		14	
1.00	3836.33	3654.20	13	13.33
1.00	3545.39		13	
		750		8
		-		16

dia Avila Sandoval
ORATORIO DE



