



**LABORATORIO
 DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

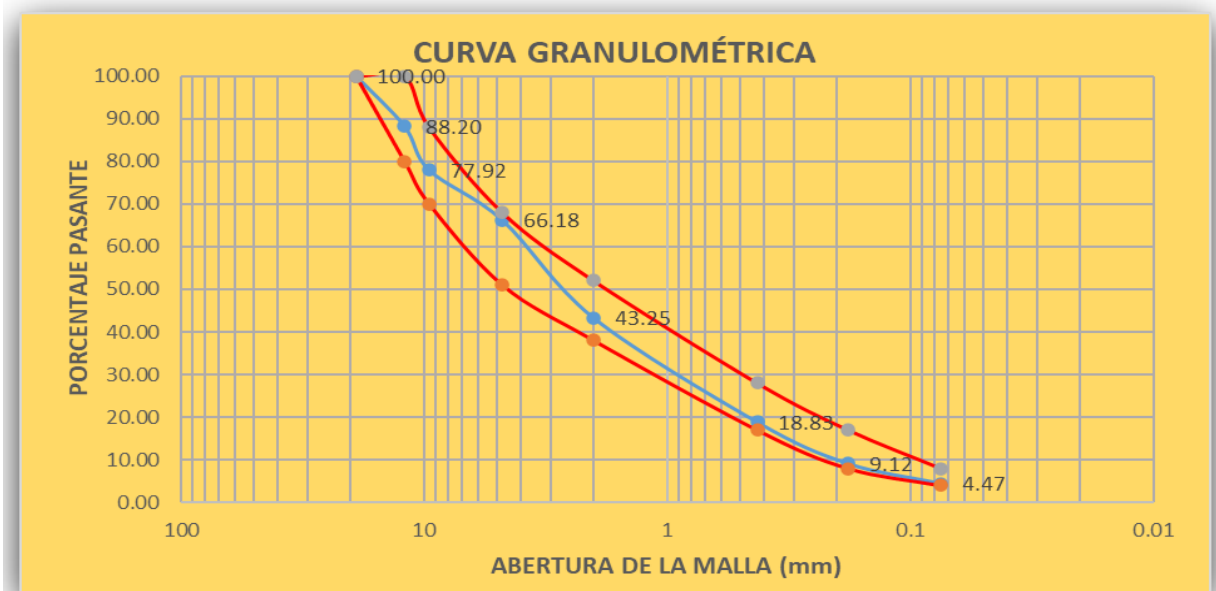
GRANULOMETRÍA

MAC - 2

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO-2021"
 SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
 Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
 UBICACIÓN : Perú - Puno
 LABORATORIO : UNAP - Ingeniería Civil - Lab. Mecánica de suelos y Pavimentos.
 FECHA : Agosto del 2022.

Combinacion de Agregados

TAMICES ASTM	Abertura en mm	% Que pasa, tamaño maximo nominal 3/4"	% Que Pasa, tamaño maximo nominal N°4	% Que Pasa Arena Natural	% Que Pasa Filler - Cemento	% Que Pasa Total	Especificación		
1 1/2"	37.5	100	100	100	100	100			
1"	25	100	100	100	100	100			
3/4"	19	100	100	100	100	100	100	-	100
1/2"	12.5	57.87	100	100	100	88.2	80	-	100
3/8"	9.5	21.16	100	100	100	77.9	70	-	88
N° 4	4.75	0.13	86.06	100	100	66.2	51	-	68
N° 10	2	0	42.71	81.98	100	43.3	38	-	52
N° 20	0.84	0	25.57	65.45	100	31.8			
N° 40	0.425	0	5.53	48.1	100	18.8	17	-	28
N° 80	0.18	0	1.49	17.28	100	9.1	8	-	17
N° 100	0.15	0	0.94	8.55	100	4.8			
N° 200	0.075	0	0.32	1.63	98	4.5	4	-	8
<i>Porcentaje a Utilizar</i>		28.00%	42.00%	26.00%	4.00%				





ENSAYOS DE AGREGADOS PÉTREOS
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

NORMA: NTP: 400.021; 400.022, ASTM C - 127; C - 128

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".

SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE

UBICACIÓN : Perú - Puno

CANTERA : San Roman - Cabanillas

FECHA : Agosto del 2022

AGREGADO GRUESO NORMA: NTP:400.021, ASTM C-127

DESCRIPCIÓN		Und.	ENSAYO		Promedio
			M1	M2	
A	Peso de la muestra seca (Horno-24h-110°C)	gr.	2206.21	2165.23	
B	Peso de agregado saturada superficialmente seca	gr.	2225.20	2184.31	
C	Peso de la muestra SSS (sumergida en agua)	gr.	1328.20	1300.20	
CÁLCULO					
Peso específico Saturado superficialmente Seca = B/(B-C)		gr/cm³	2.48	2.47	2.476
Peso específico de la masa = A/(B-C)		gr/cm³	2.46	2.45	2.454
Peso específico aparente = A/(A-C)		gr/cm³	2.51	2.50	2.508
Absorción de agua = ((B-A)/A)*100		%	0.86%	0.88%	0.87%

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE AGREGADOS GRUESOS

Gravedad específica bulk Seca: (G_m)

$$G_m = \frac{W_s}{W_{SSS} - W_{sum}} = 2.454$$

Gravedad específica aparente: (G_s)

$$G_s = \frac{W_s}{W_s - W_{sum}} = 2.508$$

Gravedad específica bulk S.S.S: (G_{sss})

$$G_{sss} = \frac{W_{SSS}}{W_{SSS} - W_{sum}} = 2.476$$

OBSERVACIONES:

AGREGADO FINO (ARENA CHANCADA) NORMA: NTP:400.022, ASTM C-128

DESCRIPCIÓN		Und.	ENSAYO		Promedio
			M1	M2	
A	Peso del picnómetro	gr.	154.19	161.94	
B	Peso del agregado superficialmente seca	gr.	500.03	500.10	
C	Peso del picnómetro + peso del agua	gr.	653.27	661.08	
D	Peso del agregado superficialmente seca+ peso picnómetro + peso del agua	gr.	953.06	960.94	
E	Peso de la arena seca	gr.	497.45	497.65	
CÁLCULO					
Peso específico Saturado superficialmente Seca = B/(C+B-D)		gr/cm³	2.497	2.497	2.497
Peso específico de la masa = E/(C+B-D)		gr/cm³	2.484	2.485	2.485
Peso específico aparente = E/(C+E-D)		gr/cm³	2.517	2.516	2.516
Absorción de agua = (B-E)/E		%	0.52%	0.49%	0.51%

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADOS GRUESOS

Gravedad específica bulk Seca: (Gm)

$$G_m = \frac{W_s}{W_{sss} - W_{sum}} = 2.485$$

Gravedad específica aparente: (Gs)

$$G_s = \frac{W_s}{W_s - W_{sum}} = 2.516$$

Gravedad específica bulk S.S.S: (Gsss)

$$G_{sss} = \frac{W_{sss}}{W_{sss} - W_{sum}} = 2.497$$

OBSERVACIONES:

AGREGADO FINO (ARENA NATURAL)

NORMA: NTP-400.022, ASTM C-128

ENSAYO 1

DESCRIPCIÓN		Und.	ENSAYO	
			M1	M2
A	Peso del picnómetro	gr.	168.03	167.68
B	Peso del agregado superficialmente seca	gr.	500.00	500.14
C	Peso del picnómetro + peso del agua	gr.	667.30	667.00
D	Peso del agregado superficialmente seca+ peso picnómetro + peso del agua	gr.	974.24	973.33
E	Peso de la arena seca	gr.	497.65	497.72

CALCULO			Promedio
Peso específico Saturado superficialmente Seca = B/(C+B-D)	gr/cm³	2.59 2.58	2.585
Peso específico de la masa = E/(C+B-D)	gr/cm³	2.58 2.57	2.573
Peso específico aparente = E/(C+E-D)	gr/cm³	2.61 2.60	2.605
Absorción de agua = (B-E)/E	%	0.47% 0.49%	0.48%

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADOS GRUESOS

Gravedad específica bulk Seca: (Gm)

$$G_m = \frac{W_s}{W_{sss} - W_{sum}} = 2.573$$

Gravedad específica aparente: (Gs)

$$G_s = \frac{W_s}{W_s - W_{sum}} = 2.605$$

Gravedad específica bulk S.S.S: (Gsss)

$$G_{sss} = \frac{W_{sss}}{W_{sss} - W_{sum}} = 2.585$$



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CARAS FRACTURADAS

NORMA: ASTM D 5821 , MTC E 210

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN : Perú - Puno
CANTERA : San Roman - Cabanillas
FECHA : Julio del 2022

PRIMER ENSAYO

CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		Peso de la muestra (gr.)	Peso del material con caras fracturadas (gr.)	Porcentaje de caras fracturadas	Porcentaje retenido de la gradación original (%)	Promedio de caras fracturadas
Tamiz (pasante)	Tamiz (Retiene)	A	B	C = (B/A)*100	D	E = C*D
3/4"	1/2"	601.2	574.85	95.62	42.00	4015.92
1/2"	3/4"	250.3	238.4	95.25	79.00	7524.41
TOTAL					121.00	11540.33

$$\text{Porcentaje con una cara fracturada} = \frac{\text{Total E}}{\text{Total D}} = \frac{11540.33}{121} = 95.37 \%$$

SI CUMPLE

CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		Peso de la muestra (gr.)	Peso del material con caras fracturadas (gr.)	Porcentaje de caras fracturadas	Porcentaje retenido de la gradación original (%)	Promedio de caras fracturadas
Tamiz (pasante)	Tamiz (Retiene)	A	B	C = (B/A)*100	D	E = C*D
3/4"	1/2"	601.2	541.6	90.09	42.00	3783.63
1/2"	3/4"	250.3	199.4	79.66	79.00	6293.49
TOTAL					121.00	10077.12

$$\text{Porcentaje con dos cara fracturada} = \frac{\text{Total E}}{\text{Total D}} = \frac{10077.12}{121} = 83.28 \%$$

SI CUMPLE

SEGUNDO ENSAYO

CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		Peso de la muestra (gr.)	Peso del material con caras fracturadas (gr.)	Porcentaje de caras fracturadas	Porcentaje retenido de la gradación original (%)	Promedio de caras fracturadas
Tamiz (pasante)	Tamiz (Retiene)	A	B	C = (B/A)*100	D	E = C*D
3/4"	1/2"	580.5	566.5	97.59	42.00	4098.71
1/2"	3/4"	245.2	220.6	89.97	79.00	7107.42
TOTAL					121.00	11206.13

$$\text{Porcentaje con una cara fracturada} = \frac{\text{Total E}}{\text{Total D}} = \frac{11206.13}{121} = 92.61 \%$$

SI CUMPLE

CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		Peso de la muestra (gr.)	Peso del material con caras fracturadas (gr.)	Porcentaje de caras fracturadas	Porcentaje retenido de la gradación original (%)	Promedio de caras fracturadas
Tamiz (pasante)	Tamiz (Retiene)	A	B	C = (B/A)*100	D	E = C*D
3/4"	1/2"	580.5	515.6	88.82	42.00	3730.44
1/2"	3/4"	245.2	208.8	85.15	79.00	6727.24
TOTAL					121.00	10457.68

$$\text{Porcentaje con dos cara fracturada} = \frac{\text{Total E}}{\text{Total D}} = \frac{10457.68}{121} = 86.43 \%$$

SI CUMPLE

RESULTADOS

	ENSAYO 1	ENSAYO 2	PROMEDIO	RESULTADO
$\text{Porcentaje con una cara fracturada} = \frac{\text{Total E}}{\text{Total D}}$	95.37 %	92.61 %	94.0 %	94
$\text{Porcentaje con dos cara fracturada} = \frac{\text{Total E}}{\text{Total D}}$	83.28 %	86.43 %	84.9 %	85



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SALES SOLUBLES TOTALES

NORMA: AASHTO T290 , MTC E 219

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN : Perú - Puno
CANTERA : San Roman - Cabanillas
FECHA : Agosto del 2022

Cálculos

$$\% \text{ Sales Solubles} = \frac{1}{\frac{C * A}{D * B}} * 100$$

AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN	UND.	ENSAYO		PROMEDIO SALES SOLUBLES
		1	2	
Tara		S-12	S-04	0.03 %
Masa Tara	gr.	36.00	38.46	
A Masa de la muestra	gr.	510.00	512.00	
B Volumen de matraz aforado	ml.	500.00	500.00	
C Volumen alicuota	ml.	100.00	100.00	
D Masa cristalizada	gr.	0.03	0.04	
Porcentaje de sales	%	0.03	0.04	

AGREGADO FINO (ARENA CHANCADA)

DESCRIPCIÓN	UND.	ENSAYO		PROMEDIO SALES SOLUBLES
		1	2	
Tara		M-07	M-11	0.04 %
Masa Tara	gr.	72.24	70.08	
A Masa de la muestra	gr.	155.00	150.00	
B volumen de matraz aforado	ml.	500.00	500.00	
C Volumen alicuota	ml.	100.00	100.00	
D Masa cristalizada	gr.	0.02	0.01	
Porcentaje de sales	%	0.05	0.03	

AGREGADO FINO (ARENA NATURAL)

DESCRIPCIÓN	UND.	ENSAYO		PROMEDIO SALES SOLUBLES
		1	2	
Tara		D-06	M-04	0.12 %
Masa Tara	gr.	71.49	69.16	
A Masa de la muestra	gr.	152.00	150.00	
B volumen de matraz aforado	ml.	500.00	500.00	
C Volumen alicuota	ml.	100.00	100.00	
D Masa cristalizada	gr.	0.04	0.03	
Porcentaje de sales	%	0.13	0.10	



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

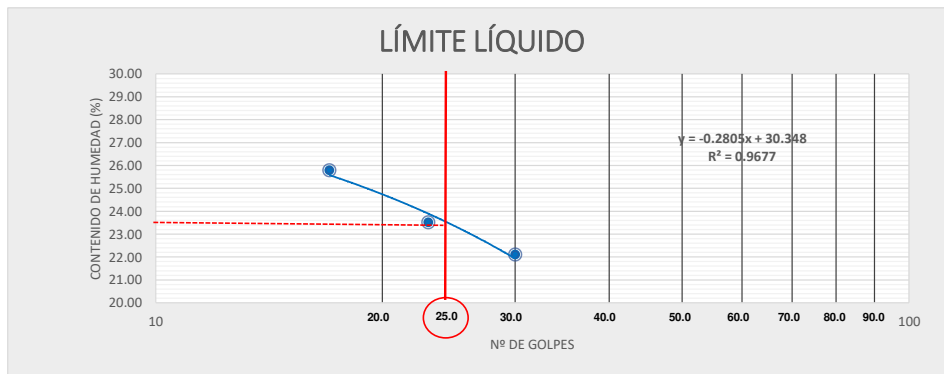
NORMA: ASTM D 4318 , MTC E 111

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN : Perú - Puno
CANTERA : San Roman - Cabanillas
FECHA : Agosto del 2022

LÍMITE DE CONSISTENCIA							
DESCRIPCIÓN	UND.	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	4	1	2
Nº de ensayo							
Tara		S-42	S-40	S-60			
Peso de la tara	gr.	18.15	17.34	16.61			
Peso de tara + muestra húmeda	gr.	32.73	29.79	31			
Peso de tara + muestra seca	gr.	30.09	27.42	28.05			
Peso del agua	gr.	2.64	2.37	2.95			
Peso de la muestra seca	gr.	11.94	10.08	11.44			
Contenido de Humedad	%	22.11	23.51	25.79			
Nº de golpes		30	23	17			
Promedio de contenido de humedad	%						

N. P.

Contenido de Humedad (%)	22.11	23.51	25.79	-
Nº de golpes	30	23	17	-



RESULTADOS

$$\text{ÍNDICE DE PLASTICIDAD} = LL - LP$$

RESULTADOS		ÍNDICE DE PLASTICIDAD
LÍMITE LÍQUIDO	N. P.	N. P.
LÍMITE PLÁSTICO	0.00	



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DURABILIDAD

NORMA: MTC E 209-2013

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO.
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN : Perú - Puno
CANTERA : San Roman - Cabanillas
FECHA : Agosto 2022

ENSAYO DE INALTERABILIDAD DE AGREGADOS POR EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO

(Ensayo de Durabilidad)

Método : MTC E 209-2013

Identificación : Gravilla tamaño máximo nominal N° 4

Peso inicial de la muestra: 130g

ENSAYO DE INALTERABILIDAD DE AGREGADOS POR EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO					
Tamaño de Mallas		Porcentaje del Retenido Muestra Original	Peso de las Fracciones antes del Ensayo	% de Pérdidas después del Ensayo	% de Pérdidas Corregidas
Pasa	Retiene				
9,50 mm (3/8")	4,75 mm (Nº 4)	13.94	18.122	0.72	0.72
4,75 mm (Nº 4)	2,36 mm (Nº 8)	33.83	43.979	1.43	1.43
2,36 mm (Nº 8)	1,18 mm (Nº 16)	14.31	18.603	0.66	0.66
1,18 mm (Nº 16)	600 µm Nº 30)	26.2	34.06	0.99	0.99
600 µm Nº 30)	300 µm (Nº 50)	11.72	15.236	0.45	0.45
300 µm (Nº 50)	150 µm (Nº 100)	0	0	0	0
3	-----	0	0	0	0
TOTALES		100	130	4.25	4.25

ENSAYO DE INALTERABILIDAD DE AGREGADOS POR EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO

(Ensayo de Durabilidad)

Método : MTC E 209-2013

Identificación : Arena Natural

Peso inicial de la muestra: 128g

ENSAYO DE INALTERABILIDAD DE AGREGADOS POR EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO					
MAGNESIO					
Tamaño de Mallas		Porcentaje del Retenido Muestra Original (%)	Peso de las Fracciones antes del Ensayo (g)	% de Pérdidas después del Ensayo	% de Pérdidas Corregidas
Pasa	Retiene				
9,50 mm (3/8")	4,75 mm (Nº 4)	0	0	0	0
4,75 mm (Nº 4)	2,36 mm (Nº 8)	5.19	6.6432	0.33	0.33
2,36 mm (Nº 8)	1,18 mm (Nº 16)	40.25	51.52	2.11	2.11
1,18 mm (Nº 16)	600 µm Nº 30)	54.56	69.8368	2.59	2.59
600 µm Nº 30)	300 µm (Nº 50)	0	0	0	0
300 µm (Nº 50)	150 µm (Nº 100)	0	0	0	0
150 µm (Nº 100)	-----	0	0	0	0
TOTALES		100	128	5.03	5.03

ENSAYO DE INALTERABILIDAD DE AGREGADOS POR EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO

(Ensayo de Durabilidad)

Método : MTC E 209-2013

Identificación : Agregado grueso

Peso inicial de la muestra: 379 g de 12.5 mm (1/2") 9,5 mm(3/8")

Tamaño de Mallas	Porcentaje Retenido de la Original	Peso de Fracciones Originales	Peso de Fracciones Después de Ensayo	Pérdidas Después de Ensayo	Sumas Parciales de Pérdidas	% de Pérdidas Después del Ensayo
50,0 mm (2")						
37,5 mm (1 1/2")	0.00%	0	0	0	0	0.00%
37,5 mm (1 1/2")						
25,0 mm (1")	0.00%	0	0	0	0	0.00%
25,0 mm (1")						
19,0 mm (3/4")	0.00%	0	0	0	0	0.00%
19,0 mm (3/4")						
12,5 mm (1/2")	0.00%	0	0	0	0	0.00%
12,5 mm (1/2")						
9,5 mm (3/8")	100.00%	379	5.23	373.77	373.77	1.38%
9,5 mm (3/8")						
4,75 mm (Nº 4)	0.00%	0	0	0	373.77	0.00%
TOTALES	100.00%	379	5.23	373.77		

ENSAYO DE INALTERABILIDAD DE AGREGADOS POR EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO

(Ensayo de Durabilidad)

Método : MTC E 209-2013

Identificación : Agregado Grueso

Peso inicial de la muestra: 351 g de 9.5 mm (3/8") a 4,75 mm(Nº4)

Tamaño de Mallas	Porcentaje Retenido de la Original	Peso de Fracciones Originales	Peso de Fracciones Después de Ensayo	Pérdidas Después de Ensayo	Sumas Parciales de Pérdidas	% de Pérdidas Después del Ensayo
50,0 mm (2") 37,5 mm (1 ½")	0.00%	0	0	0	0	0.00%
37,5 mm (1 ½") 25,0 mm (1")	0.00%	0	0	0	0	0.00%
25,0 mm (1") 19,0 mm (¾")	0.00%	0	0	0	0	0.00%
19,0 mm (¾") 12,5 mm (1/2")	0.00%	0	0	0	0	0.00%
12,5 mm (1/2") 9,5 mm (3/8")	0.00%	0	0	0	0	0.00%
9,5 mm (3/8") 4,75 mm (Nº 4)	100.00%	351	339.7	11.3	11.3	2.22%
TOTALES	100.00%	351	339.7	11.3		



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ABRASIÓN LOS ÁNGELES

NORMA: MTC E 2007 ;ASTM C 131

PROYECTO	:	TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO
SOLICITADO	:	Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN	:	Perú - Puno
CANTERA	:	San Roman - Cabanillas
FECHA	:	Agosto 2022

ABRASIÓN LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 1/2")

Norma nacional MTC E 2007

Norma internacional ASTM C 131

Objetivo Establecer el procedimiento para ensayar agregados gruesos de tamaños menores que 37,5 mm (1 1/2") para determinar la resistencia a la degradación utilizando la Máquina de Los Ángeles.

Finalidad y alcance Este Modo Operativo es una medida de la degradación de agregados minerales de gradaciones normalizadas resultantes de una combinación de acciones, las cuales incluyen abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero en rotación que contiene un número especificado de esferas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo. Al rotar el tambor, la muestra y las bolas de acero son recogidas por una pestaña de acero transportándolas hasta que son arrojadas al lado opuesto del tambor, creando un efecto de trituración por impacto. Este ciclo es repetido mientras el tambor gira con su contenido. Luego de un número de revoluciones establecido, el agregado es retirado del tambor y tamizado para medir su degradación como porcentaje de pérdida.

Procedimiento de ensayo: Lavar la muestra y luego secar a 105 ± 5 c° hasta obtener una temperatura constante. Identificar la gradación de muestras de ensayo y elegir uno de los tipos según la siguiente tabla:

Tabla 1
Gradación de las muestras de ensayo

Medida del tamiz (apertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 1/2")	25,0 mm (1")	1 250 ± 25	--	--	--
25,0 mm (1")	19,0 mm (3/4")	1 250 ± 25	--	--	--
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	--	--
12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	--	--
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (1/4")	--	--	2 500 ± 10	--
6,3 mm (1/4")	4,75 mm (Nº 4)	--	--	2 500 ± 10	--
4,75 mm (Nº 4)	2,36 mm (Nº 8)	--	--	--	5 000
TOTAL		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10

Para nuestro ensayo elegimos la gradación B

Una vez elegida la gradación B se procede a escoger el número de esferas que se va a utilizar de

Gradación	Número de Esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5 000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2 500 ± 15

Para el ensayo se utilizó la gradación B, número de esferas 11 y una masa de 4584 ± 25 (g)

Colocar la muestra de ensayo y la carga en la máquina de Los Ángeles y rotarla a una velocidad entre 30 rpm a 33rpm, por 500 revoluciones. Luego del número prescrito de revoluciones, descargar el material de la máquina y realizar una separación preliminar de la muestra, sobre el tamiz normalizado de 1,70 mm (Nº 12). Tamizar la porción más fina que 1,70 mm conforme al Modo Operativo MTC E 204. Lavar el material más grueso que la malla de 1,70 mm y secar al horno a 110 ± 5 °C, hasta peso constante (véase el apartado 6.2) y determinar la masa con una aproximación a 1 g (Nota 6).

CALCULOS E INFORME

Calcular la pérdida (diferencia entre la masa inicial y final de la muestra) como un porcentaje de la masa original de la muestra de ensayo. Informar este valor como el porcentaje de pérdida.

Fuente: Agregado proporcionado por la empresa CASA

Tipo y tamaño nominal máximo: Agregado grueso, tamaño máximo nominal de 3/4"

Gradación B de acuerdo a la tabla N° 1

AGREGADO		W INICIAL (g)	W FINAL (g)	DIFERENCIA W	% de pérdida
PASA	RETIENE				
19,00 mm	12.5 mm	2504	2129	375	14.98
12.5mm	9.5mm	2507	2043	464	18.51



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

NORMA: MTC E 223; ASTM 4791

PROYECTO	:	TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO.
SOLICITADO	:	Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN	:	Perú - Puno
CANTERA	:	San Roman - Cabanillas
FECHA	:	Agosto 2022

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS

Norma Nacional MTC E 223

Norma Internacional ASTM 4791

Objetivo Método de determinación de los porcentajes de partículas chatas o alargadas en el agregado grueso.

Finalidad y Alcance Las partículas chatas o alargadas pueden interferir con la consolidación y dificultar la colocación de los materiales.

Este método provee el medio para verificar si se cumple con las especificaciones que limitan tales partículas o, para determinar la forma característica del agregado grueso.

EQUIPOS, MATERIALES Dispositivo calibrador proporcional: El dispositivo consiste en una base plana con dos postes fijos y un brazo giratorio entre ellos de tal modo que las distancias entre los extremos del brazo y los postes, mantengas una relación constante. La posición de eje de giro del brazo, puede ser cambiada para dar diferentes relaciones entre las distancias.

Balanza - con exactitud a 0,5% del peso de la muestra

MUESTRA Mezclar la muestra, cuartear, lavar y secar cumpliendo como mínimo la tabla 1

Partículas chatas y alargadas del agregado las partículas con una relación de longitud a espesor superior a un valor especificado.

5.3 Longitud: máxima dimensión de la partículas, ancho: máxima dimensión en el plano perpendicular a la longitud, espesor: máxima dimensión perpendicular a lo largo y ancho.

Elegimos la muestra según la tabla 1.

Tamaño máximo nominal malla cuadrada mm - (pulgada)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kg - (lb)
9,5 - (3/8)	1 - (2)
12,5 - (1/2)	2 - (4)
19,0 - (3/4)	5 - (11)
25,0 - (1)	10 - (22)
37,5 - (1.1/2)	15 - (33)
50 - (2)	20 - (44)
63 - (2.1/2)	35 - (77)
75 - (3)	60 - (130)
90 - (3.1/2)	100 - (220)
100 - (4)	150 - (330)
112 - (4.1/2)	200 - (440)
125 - (5)	300 - (660)
150 - (6)	500 - (1100)

Tamizar la muestra conforme a lo especificado a la MTC E 205, reduzca cada fracción mayor a 9,5 mm (3/8 pulg) O 4,75 N°4 si es requerido, en un 10% o más de su peso original, conforme a la MTC 201, hasta obtener aproximadamente 100 partículas.

Ensayar cada partícula de cada fracción medida y colocarlas en uno de los tres grupos: 1) Chatas, 2) Alargadas y 3) Ni chatas ni alargadas.

Ensayo de partículas chatas: Ajustar la abertura entre el brazo mayor y el poste, al ancho de la partículas. La partícula es chata si su espesor pasa por la abertura menor

Ensayo de partícula alargada: Ajustar la abertura mayor a la longitud de la partícula. La partícula es alargada si su ancho pasa por la abertura menor.

Agregado	W inicial (g)	W Particulas Chatas y	(%) de particulas chatas y
1/2"	2696.32	62.29	2.31
3/8"	2349.44	62.73	2.67



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

AZUL DE METILENO
NORMA: AASTHO TP 57

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO.
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN : Perú - Puno
CANTERA : San Roman - Cabanillas
FECHA : Agosto 2022

OBJETIVO Esta norma indica el procedimiento para determinar la cantidad de material potentemente dañino (Incluyendo arcilla y material organico) presente en la fraccion fina de un agregado mediante la terminacion del valor de Azul de Metileno.

NORMA INTERNACIONAL AASTHO TP 57
La solucion de Azul de Metileno es titulada en pequeños incrementos en un recipiente que contiene agua destilada y la muestra de material menor al tamiz (No 200).
Despues de cada incremento se retira del recipiente una pequeña cantidad de agua con la muestra, emplenado una varilla agitadora de vidrio y se deja caer en forma de gota sobre un papel filtro. Cuando la muestra de agregado no puede adsorber mas Azul de Metileno se forma un anillo azul en el papel filtro. En este momento se procede a cuantificar la cantidad de solución de Azul de Metileno añadida y a calcular el valor de Azul de Metileno (mg/g miligramos de Azul por gramos de suelo).

RESUMEN DEL ENSAYO Azul de Metileno y el comportamiento esperado en la mezcla asfáltica

Valor de Azul de Metileno (mg/g)	Desempeño anticipado
≤ 6	Excelente
7-12	Marginalmente aceptable
13-19	Problemas/Posible falla
≥ 20	Fallado

EQUIPO Y MATERIALES Bureta de por lo menos 50 ml de capacidad
Balanza con una sencibilidad de 0.01g
Varilla de Vidrio de aproximadamente 10" de largo y 0.3" de diametro
Cronometro
Tamiz No 200.
Matras volumétrico con capacidad de 1000ml.
Papel filtro.
Azul de Metileno
Agua destilada
Horno, capaz de mantener una temperratura de 110±5°C

MUESTRA Una muestra representativa del agregado fino que se quiere evaluar se seca hasta una masa constante a una temperatura de 110±5°C y se tamisa por la malla N° 200. El pasante se utiliza y el retenido se descarta.

PROCEDIMIENTO Colocar 10.0g (0.05g) de material psante el tamiz N°200, seco hasta una masa constante en un vaso volumetrico tipo griffin de 500ml.
Adicionar 30 ml de agua destilada con el agitador hasta tener una lechada.
Agregar con la buretra a la lechada de suelo 0.5 ml de solución de metileno y agitar durante un minuto.
Sacar con la varilla agitadora de vidrio una gota de lechada y dejarla caer sobre el papel filtro.
Se observa la got5a en el papel filtro. Si no se ha formado alrededor de la gota un anillo o aureola de color azul, se continúa adicionando a la lechada de suelo incrementos de 0.5 ml de solución de Azul de Metileno, agitando durante un minuto para cada incremento y repitiendo el procedimiento hasta encontrar una aureola de color azul.
Despues de alcanzar este punto se continua agitando durante 5 minutos y se repite la prueba en el papel filtro, como método de confirmación.

CALCULOS

$$VA = \frac{C \times V}{W}$$

VA: valor de Azul de Metileno en mg de Azul por gramo de material seco pasa el tamiz N°200
C: concentración de la solución de azul de Metileno, mg de azul por ml de solución,
V: ml de azul metileno requerida en la titulación,
W: gramos de material seco utilizado en la prueba

Valor de Azul de Metileno para gravilla

$$VA = \frac{0.01 \times 2.5}{10}$$

$$VA = 2.5 \text{ mg/g}$$

Valor de Azul de Metileno para Arena Natural

$$VA = \frac{0.01 \times 3.5}{10}$$

$$VA = 3.5 \text{ mg/g}$$



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EQUIVALENTE DE ARENA

NORMA: MTC E 114; ASTM D 2419

PROYECTO	:	TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO.
SOLICITADO	:	Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN	:	Perú - Puno
CANTERA	:	San Roman - Cabanillas
FECHA	:	Agosto 2022

FINALIDAD Y ALCANCE	Este método de ensayo asigna un valor empírico a la cantidad relativa, fineza, y carácter del material arcilloso presente en el espécimen de ensayo. Se puede especificar un valor mínimo del equivalente de arena para limitar la cantidad permisible de finos arcillosos en los agregados Este método de ensayo provee un método rápido de campo para determinar cambios en la calidad de los agregados durante la producción o colocación
EQUIPOS	Un cilindro graduado, transparente de plástico acrílico, tapón de jebes, tubo irrigador, dispositivo de pesado de pie y ensamblaje Horno Agitador de operación manual para equivalente de arena, (Opcional), como se muestra en la Fig. 3, capaz de producir un movimiento oscilante, a una tasa de 100 ciclos completos en 45 ± 5 s, con una longitud de trayectoria asistida manualmente, de 127 ± 5 mm ($5 \pm 0,2$ pulg).
MATERIALES	Lata de medición: Una lata cilíndrica de aproximadamente 57mm ($2\frac{1}{4}$ pulg) de diámetro, con una capacidad de 85 ± 5 mL. Tamiz N°4 (4,75mm) Botellas, dos de 3,8 L (1,0 gal) para almacenar el stock de la solución y la solución de trabajo. Reloj, con lecturas en minutos y segundos Papel filtro, Watman N°2V o equivalente
INSUMOS	Stock de Solución
MUESTRA	Obtener una muestra representativa de por lo menos 1500g de material pasante el tamiz N°4 (4,75mm) Desmenuzar cualquier grumo de material en la fracción gruesa que pase el tamiz N°4 (4,75mm) Remover cualquier capa de finos adheridos a los agregados gruesos.
PROCEDIMIENTO	Viertase solución de cloruro de calcio en el cilindro de plástico graduado, con la ayuda del sifon, hasta una altura de 101.60 ± 2.54 mm (4 ± 0.1 "") Con la ayuda del embudo, viertase la muestra de ensayo en el cilindro graduado. Golpeese varias veces el fondo de del cilindro con la palma de la mano para liberar las burbujas de aire y remojar la muestra completamente. Déjese en reposo durante 10 ± 1 minuto. Al finalizar los 10 minutos (Periodo de humedecimiento), tápese el cilindro con un tapón y sueltese el material del fondo invirtiendo parcialmente el cilindro y agitandolo a la vez. Despues de votear el material del fondo, agítase el cilindro de manera manual. Método manual: Sostengase el cilindro en una posición horizontal y agítase vigorosamente con un movimiento lineal horizontal de extremo a extremo. Agítase el cilindro 90 ciclos en aproximadamente 30 segundos, usando un movimiento de 229 ± 25 mm (9 ± 1 ""). Inmediatamente despues de la operación de agitación, coloquese el cilindro sobre una mesa de trabajo y remuévase el tapón. Procedimiento de irrigación: Mantengase el cilindro vertical y la base en contacto con la superficie de trabajo. Coloques el tubo irrigador en la parte superior del cilindro, aflojese la pinza de la manguera y laves el material de las paredes a medida que desciende el tubo irrigador, el cual debe llegar hasta el dondo del cilindro , aplicando suavemente una acción de presión y giro mientras la solución fluye por la boca del tubo irrigador Continúese aplicando la acción de presión y giro hasta que el cilindro este lleno a una altura de 381 mm, entonces levantese el tubo irrigador suavemente sin que deje de fluir la solución. Déjese el cilindro y el contenido en reposo por $20 \text{ min} \pm 15 \text{ s}$ Al finalizar los 20 minutos del periodo de sedimentación, lease y anotese el nivel de la parte superior de la suspensión arcillosa. Si no se ha formado una línea clara de demarcación en el periodo especificado de 20 minutos, se deja reposar hasta un máximo de 30 minutos y si aun no se nota la suspensión se vuelve a ahacer el ensayo contres especimenes. Determinación de la lectura de arena Despues de tomar la lectura de arcilla, introduzcase dentro del cilindro el conjunto de disco, la varilla y el sobrepeso y baje lentamente el conjunto hasta que llegue sobre la arena.

RESULTADOS

EQUIVALENTE DE ARENA DE AGREGADOS

Hora de entrada a saturación	10:05	10:08
Hora de salida de Saturación	10:15	10:18
Hora de entrada a Decantación	10:19	10:22
Hora de Salida de Decantación	10:39	10:42
Nivel del suelo Fino (pulg)	4.9	4.8
Nivel de Arena (Pulg)	4.1	4.1
Equivalente de Arena (%)	83.6734694	85.4166667
Promedio EA (%)	84	86
Promedio EA (%) FINAL	85	

EQUIVALENTE DE ARENA DE AGREGADOS

Hora de entrada a saturación	11:00	11:03
Hora de salida de Saturación	11:10	11:13
Hora de entrada a Decantación	11:14	11:17
Hora de Salida de Decantación	11:34	11:37
Nivel del suelo Fino (pulg)	5.5	5.5
Nivel de Arena (Pulg)	4.2	4
Equivalente de Arena (%)	76.3636364	72.7272727
Promedio EA (%)	77	73
Promedio EA (%) FINAL	75	

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DIÁMETROS Y ALTURAS DE LOS ESPÉCIMENES

TIPO: MEZCLA CONVENCIONAL

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".

SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
 Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE

UBICACIÓN : Perú - Puno

CANTERA : San Roman - Cabanillas

FECHA : Setiembre del 2022

CARACTERÍSTICAS

Tipo PEN 120-150
 Especímenes **SIN MODIFICAR**
 Instrumento de medición Vernier

Especímen	% Asfalto	Diámetro (mm)		ESPESOR DE ESPÉCIMEN (mm)				D _{prom} (mm)	E _{prom} (mm)	VOLUMEN (Cm ³)	Factor de corrección de estabilidad
		D1	D2	E1	E2	E3	E4				
M1	5.0 %	101.3	101.5	65.1	65.9	65.7	65.5	101.4	65.6	529.3	0.96
M2		101.6	101.5	63.4	65.9	65.9	65.6	101.6	65.2	528.1	0.96
M3		101.4	101.3	64.0	65.0	66.0	65.8	101.4	65.2	526.0	0.96
M1	5.5 %	101.5	101.3	65.8	63.7	63.9	63.9	101.4	64.3	519.5	1.00
M2		101.4	101.5	64.8	64.1	64.6	65.0	101.5	64.6	522.4	1.00
M3		101.7	101.0	64.8	64.2	65.5	65.4	101.4	65.0	524.2	0.96
M1	6.0 %	101.3	101.0	63.2	63.4	64.8	64.0	101.2	63.9	513.1	1.00
M2		101.3	101.4	65.8	63.8	62.5	64.3	101.4	64.1	517.1	1.00
M3		101.6	101.5	65.8	64.0	63.5	65.1	101.6	64.6	523.2	0.96
M1	6.5 %	100.8	101.7	60.5	64.1	60.4	62.5	101.3	61.9	498.2	1.04
M2		101.5	100.9	64.3	64.3	64.2	63.7	101.2	64.1	515.8	1.00
M3		101.7	101.5	63.5	63.9	62.8	62.2	101.6	63.1	511.6	1.00
M1	7.0 %	101.4	101.5	63.2	62.2	63.3	64.1	101.5	63.2	510.9	1.00
M2		101.4	101.2	63.0	63.0	63.1	62.6	101.3	62.9	507.1	1.04
M3		101.5	101.3	63.3	63.0	63.2	62.8	101.4	63.1	509.4	1.00



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS

NORMA: ASTM D1188 - MTC E 514

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN : Perú - Puno
CANTERA : San Roman - Cabanillas
FECHA : Setiembre del 2022

CARACTERÍSTICAS:

TIPO: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL

CEMENTO ASFÁLTICO: PEN 120-150

$$G_{mb} = \frac{W_{sss}}{W_{sss} - W_{sum}}$$

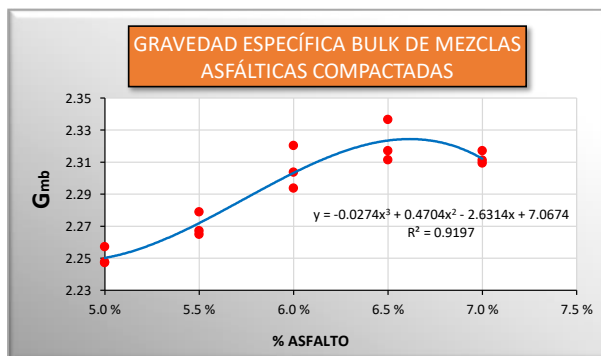
G_{mb} : Gravedad específica bulk de la mezcla compactada.
 W_s : Peso al aire del espécimen seco.
 W_{sss} : Peso al aire del espécimen saturado superficialmente.
 W_{sum} : Peso del espécimen en el agua.

GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS (G_{mb})						
Espécimen	Porcentaje de cemento asfáltico	Peso al aire del espécimen seco: (W_s)	Peso al aire del espécimen saturado superficialmente seco:	Peso del espécimen sumergido en agua: ($W_{sumergido}$)	G_{mb} $W_s/(W_{sss}-W_{sumergido})$	G_{mb}
M1	5.0 %	1189	1190	661	2.248	2.251
M2		1182	1185	659	2.247	
M3		1185	1187	662	2.257	
M1	5.5 %	1185	1187	667	2.279	2.270
M2		1188	1190	666	2.267	
M3		1189	1192	667	2.265	
M1	6.0 %	1188	1189	677	2.320	2.306
M2		1191	1193	676	2.304	
M3		1195	1196	675	2.294	
M1	6.5 %	1187	1188	680	2.337	2.322
M2		1195	1196	679	2.311	
M3		1191	1192	678	2.317	
M1	7.0 %	1181	1182	671	2.311	2.313
M2		1184	1185	674	2.317	
M3		1187	1188	674	2.309	

CUADRO DE RESUMEN:

Porcentaje de cemento asfáltico	G_{mb}
5.0 %	2.251
5.5 %	2.270
6.0 %	2.306
6.5 %	2.322
7.0 %	2.313

GRÁFICO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLA ASFÁLTICA COMPACTADA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (RICE)

NORMA: ASTM D 2041 - MTC E 508

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN : Perú - Puno
CANTERA : San Roman - Cabanillas
FECHA : Setiembre del 2022

CARACTERÍSTICAS:

TIPO: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL

CEMENTO ASFÁLTICO: PEN 120-150

$$G_{mm} = \frac{A}{A + D - E}$$

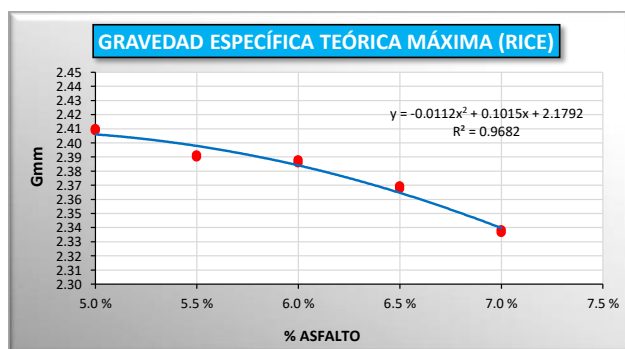
G_{mm} : Gravedad específica Teórica Máxima.
A : Masa de la muestra seca en aire (gr).
D : Masa de tapa y tazón con agua a 25°C (gr).
E : Masa de tapa, tazón, muestra y agua 25°C (gr).

GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA DE LA MEZCLA (RICE) (G _{mm})								
Muestra	Porcentaje de cemento asfáltico	Masa de la muestra seca en aire	Masa del recipiente + muestra	Masa de tapa y tazón	Masa de tapa y tazón con agua	Masa de tapa y tazón + agua + muestra despues del vacio parcial	G _{mm} (bruto)	G _{mm}
		A = B - C	B	C	D	E	A/(A+D-E)	
M1	5.0 %	1592	5304	3712	8009	8940	2.408	2.409
M2		1593	5305	3712	8009	8941	2.410	
M1	5.5 %	1595	5307	3712	8009	8937	2.391	2.391
M2		1594	5306	3712	8009	8936	2.390	
M1	6.0 %	1596	5308	3712	8009	8936	2.386	2.387
M2		1595	5307	3712	8009	8936	2.388	
M1	6.5 %	1597	5309	3712	8009	8932	2.369	2.368
M2		1598	5310	3712	8009	8932	2.367	
M1	7.0 %	1570	5282	3712	8009	8907	2.336	2.337
M2		1569	5281	3712	8009	8907	2.338	

CUADRO DE RESUMEN:

Porcentaje de cemento asfáltico	G _{mm}
5.0 %	2.409
5.5 %	2.391
6.0 %	2.387
6.5 %	2.368
7.0 %	2.337

GRÁFICO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA DE LA MEZCLA (RICE)





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL

MEZCLA CONVENCIONAL

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".
 SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
 Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
 UBICACIÓN : Perú - Puno
 CANTERA : San Roman - Cabanillas
 FECHA : Setiembre del 2022

CARACTERÍSTICAS:

TIPO: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL

CEMENTO ASFALTICO: PEN 120-150

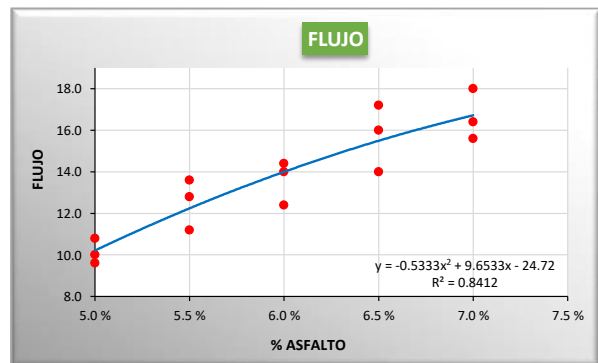
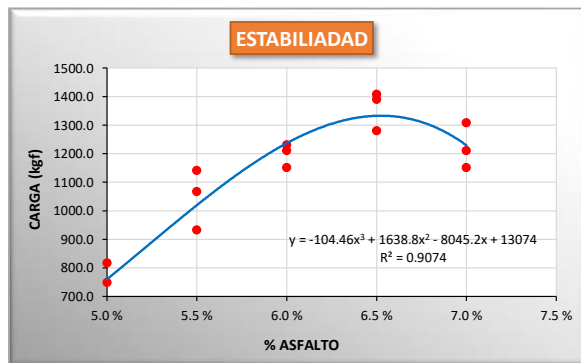
ESTABILIDAD						
Espécimen	Porcentaje de cemento asfáltico	Lectura del micrometro de estabilidad	Estabilidad Kgf	Factor de corrección	ESTABILIDAD corregida (Kgf)	PROMEDIO
M1	5.0 %	256	850.31	0.96	816.30	754.23
M2		235	780.10	0.96	748.90	
M3		219	726.56	0.96	697.50	
M1	5.5 %	343	1140.44	1.00	1140.44	1046.44
M2		321	1067.19	1.00	1067.19	
M3		292	970.51	0.96	931.69	
M1	6.0 %	346	1150.43	1.00	1150.43	1196.80
M2		370	1230.22	1.00	1230.22	
M3		379	1260.15	0.96	1209.74	
M1	6.5 %	407	1353.12	1.04	1407.24	1358.98
M2		418	1389.61	1.00	1389.61	
M3		385	1280.08	1.00	1280.08	
M1	7.0 %	346	1150.43	1.00	1150.43	1222.61
M2		378	1256.83	1.04	1307.10	
M3		364	1210.30	1.00	1210.30	

FLUJO		
Lectura del micrómetro de flujo	FLUJO	PROMEDIO
2.5	10.0	10.13
2.7	10.8	
2.4	9.6	
3.2	12.8	12.53
3.4	13.6	
2.8	11.2	
3.6	14.4	13.60
3.1	12.4	
3.5	14.0	
3.5	14.0	15.73
4.0	16.0	
4.3	17.2	
3.9	15.6	16.67
4.1	16.4	
4.5	18.0	

CUADRO DE RESUMEN:

Porcentaje de cemento asfáltico	ESTABILIDAD (Kgf)	FLUJO
5.0 %	754.23	10.1
5.5 %	1046.44	12.5
6.0 %	1196.80	13.6
6.5 %	1358.98	15.7
7.0 %	1222.61	16.7

GRÁFICOS DE ESTABILIDAD Y FLUJO





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MÉTODO MARSHALL

NORMA: ASTM-D1559 - MTC E 504

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".
 SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
 Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
 UBICACIÓN : Perú - Puno
 CANTERA : San Roman - Cabanillas
 FECHA : Setiembre del 2022

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL

1.- GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS AGREGADOS

1.1 AGREGADO GRUESO

Gravedad específica bulk Seca

G_m	2.454
-------	--------------

1.2 ARENA CHANCADA

Gravedad específica bulk Seca

G_m	2.485
-------	--------------

1.3 ARENA NATURAL

Gravedad específica bulk Seca

G_m	2.573
-------	--------------

1.4 FILLER

Gravedad específica del filler

G_m	3.15
-------	-------------

2.- DATOS GENERALES DE LA MEZCLA

2.1 Porcentaje de Agregados

Agregado Grueso	P1 =	28.00 %
Arena chancada	P2 =	42.00 %
Arena natural	P3 =	26.00 %
filler	P4 =	4.00 %
TOTAL		100.00 %

Porcentaje de agregados de la gradación original

2.2 Gravedad específica del Asfalto

$G_b =$	1.0254
---------	---------------

2.3 Gravedad específica Neta del agregado

$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \frac{P_3}{G_3}}$	2.520
--	--------------

$G_{1,2,3}$: Gravedades específicas de masa de los agregados (G_m)

3.- RESULTADOS DE LABORATORIO PARA LOS DIFERENTES PORCENTAJES DE ASFALTO

PORCENTAJE DE ASFALTO **5.00 %**

A.- GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA DE LA MEZCLA (RICE) (Gmm)

G_{mm}
(Bruto) **2.409**

B.- GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS (Gmb)

G_{mb}
Ws/(W_{sss}-W_{sumergido}) **2.251**

C.- ESTABILIDAD Y FLUJO

ESTABILIDAD corregida (Kgf) **754.23**

FLUJO **10.1**

CÁLCULOS

•→ % de Asfalto	P_b =	5.0 %
•→ % de Agregado	P_s =	95.0 %
•→ % Total	P_{mm} =	100.0 %

Gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica:

$$G_{mm} = \frac{W_{muestra}}{W(rec + agua) + W_{muestra} - W(recip + agua + M.D.V.P.)} \quad \mathbf{2.409}$$

Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada:

$$G_{mb} = \frac{W_1}{W_2 - W_3} \quad \mathbf{2.251}$$

Porcentaje de Vacíos de Aire:

$$V_a = 100 * \left(\frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right) \quad \mathbf{6.58 \%}$$

Gravedad específica efectiva del agregado:

$$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}} \quad \mathbf{2.593}$$

Porcentaje de vacíos de agregado mineral:

$$VMA = 100 - \left(G_{mb} * \frac{P_s}{G_{sb}} \right) \quad \mathbf{15.15 \%}$$

Absorción del asfalto:

$$P_{ba} = 100 * \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} * G_{se}} * G_b \quad \mathbf{1.16 \%}$$

Porcentaje de vacíos llenados con asfalto:

$$VFA = 100 * \left(\frac{VMA - V_a}{VMA} \right) \quad \mathbf{56.54 \%}$$

Contenido de asfalto efectivo:

$$P_{be} = P_b - \left(P_{ba} * \frac{P_s}{100} \right) \quad \mathbf{3.90 \%}$$

FLUJO
10.13

ESTABILIDAD
754.23

Kg

PORCENTAJE DE ASFALTO	5.50 %
-----------------------	---------------

A.- GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA DE LA MEZCLA (RICE) (Gmm)

G_{mm} (bruto)	2.391
----------------------------------	--------------

B.- GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS (Gmb)

G_{mb} Ws/(W _{sss} -W _{sumergido})	2.270
---	--------------

C.- ESTABILIDAD Y FLUJO

ESTABILIDAD corregida (Kgf)	1046.44
-----------------------------	----------------

FLUJO	12.5
-------	-------------

CÁLCULOS

•→ % de Asfalto	P_b =	5.5 %
•→ % de Agregado	P_s =	94.5 %
•→ % Total	P_{mm} =	100.0 %

Gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica:

$G_{mm} = \frac{W_{muestra}}{W(rec + agua) + W_{muestra} - W(recip + agua + M.D.V.P.)}$	2.391
---	--------------

Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada:

$G_{mb} = \frac{W_1}{W_2 - W_3}$	2.270
----------------------------------	--------------

Porcentaje de Vacíos de Aire:

$V_a = 100 * \left(\frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right)$	5.03 %
---	---------------

Gravedad específica efectiva del agregado:

$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}}$	2.591
---	--------------

Porcentaje de vacíos de agregado mineral:

$VMA = 100 - \left(G_{mb} * \frac{P_s}{G_{sb}} \right)$	14.86 %
--	----------------

Absorción del asfalto:

$P_{ba} = 100 * \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} * G_{se}} * G_b$	1.12 %
--	---------------

Porcentaje de vacíos llenados con asfalto:

$VFA = 100 * \left(\frac{VMA - V_a}{VMA} \right)$	66.13 %
--	----------------

Contenido de asfalto efectivo:

$P_{be} = P_b - \left(P_{ba} * \frac{P_s}{100} \right)$	4.44 %
--	---------------

FLUJO	12.53
-------	--------------

ESTABILIDAD	1046.44
-------------	----------------

PORCENTAJE DE ASFALTO	6.00 %
-----------------------	---------------

A.- GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA DE LA MEZCLA (RICE) (Gmm)

G_{mm} (bruto)	2.387
----------------------------------	--------------

B.- GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS (Gmb)

G_{mb} Ws/(W _{sss} -W _{sumergido})	2.306
---	--------------

C.- ESTABILIDAD Y FLUJO

ESTABILIDAD corregida (Kgf)	1196.80
-----------------------------	----------------

FLUJO	13.6
-------	-------------

CÁLCULOS

•→ % de Asfalto	Pb =	6.0 %
•→ % de Agregado	Ps =	94.0 %
•→ % Total	Pmm =	100.0 %

Gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica:

$G_{mm} = \frac{W_{muestra}}{W(rec + agua) + W_{muestra} - W(recip + agua + M.D.V.P.)}$	2.387
---	--------------

Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada:

$G_{mb} = \frac{W_1}{W_2 - W_3}$	2.306
----------------------------------	--------------

Porcentaje de Vacíos de Aire:

$Va = 100 * \left(\frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right)$	3.39 %
--	---------------

Gravedad específica efectiva del agregado:

$G_{se} = \frac{P_{mm} - Pb}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} - \frac{Pb}{Gb}}$	2.608
--	--------------

Porcentaje de vacíos de agregado mineral:

$VMA = 100 - \left(G_{mb} * \frac{Ps}{G_{sb}} \right)$	13.98 %
---	----------------

Absorción del asfalto:

$Pba = 100 * \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} * G_{se}} * Gb$	1.37 %
--	---------------

Porcentaje de vacíos llenados con asfalto:

$VFA = 100 * \left(\frac{VMA - Va}{VMA} \right)$	75.78 %
---	----------------

Contenido de asfalto efectivo:

$Pbe = Pb - \left(Pba * \frac{Ps}{100} \right)$	4.71 %
--	---------------

FLUJO
13.60

ESTABILIDAD
1196.80

PORCENTAJE DE ASFALTO	6.50 %
-----------------------	---------------

A.- GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA DE LA MEZCLA (RICE) (G_{mm})

G_{mm} (bruto)	2.368
----------------------------------	--------------

B.- GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS (G_{mb})

G_{mb} Ws/(W _{sss} -W _{sumergido})	2.322
---	--------------

C.- ESTABILIDAD Y FLUJO

ESTABILIDAD corregida (Kgf)	1358.98
-----------------------------	----------------

FLUJO	15.7
-------	-------------

CÁLCULOS

•→ % de Asfalto	P_b =	6.5 %
•→ % de Agregado	P_s =	93.5 %
•→ % Total	P_{mm} =	100.0 %

Gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica:

$G_{mm} = \frac{W_{muestra}}{W(rec + agua) + W_{muestra} - W(recip + agua + M.D.V.P.)}$	2.368
---	--------------

Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada:

$G_{mb} = \frac{W_1}{W_2 - W_3}$	2.322
----------------------------------	--------------

Porcentaje de Vacíos de Aire:

$V_a = 100 * \left(\frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right)$	1.97 %
---	---------------

Gravedad específica efectiva del agregado:

$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}}$	2.606
---	--------------

Porcentaje de vacíos de agregado mineral:

$VMA = 100 - \left(G_{mb} * \frac{P_s}{G_{sb}} \right)$	13.85 %
--	----------------

Absorción del asfalto:

$P_{ba} = 100 * \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} * G_{se}} * G_b$	1.34 %
--	---------------

Porcentaje de vacíos llenados con asfalto:

$VFA = 100 * \left(\frac{VMA - V_a}{VMA} \right)$	85.76 %
--	----------------

Contenido de asfalto efectivo:

$P_{be} = P_b - \left(P_{ba} * \frac{P_s}{100} \right)$	5.25 %
--	---------------

FLUJO
15.73

ESTABILIDAD
1358.98

PORCENTAJE DE ASFALTO	7.00 %
-----------------------	---------------

A.- GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA DE LA MEZCLA (RICE) (Gmm)

G_{mm} (bruto)	2.337
----------------------------------	--------------

B.- GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS (Gmb)

G_{mb} Ws/(W _{sss} -W _{sumergido})	2.313
---	--------------

C.- ESTABILIDAD Y FLUJO

ESTABILIDAD corregida (Kgf)	1222.61
-----------------------------	----------------

FLUJO	16.7
-------	-------------

CÁLCULOS

•→ % de Asfalto	P_b =	7.0 %
•→ % de Agregado	P_s =	93.0 %
•→ % Total	P_{mm} =	100.0 %

Gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica:

$G_{mm} = \frac{W_{muestra}}{W(rec + agua) + W_{muestra} - W(recip + agua + M.D.V.P.)}$	2.337
---	--------------

Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada:

$G_{mb} = \frac{W_1}{W_2 - W_3}$	2.313
----------------------------------	--------------

Porcentaje de Vacíos de Aire:

$V_a = 100 * \left(\frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right)$	1.06 %
---	---------------

Gravedad específica efectiva del agregado:

$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}}$	2.586
---	--------------

Porcentaje de vacíos de agregado mineral:

$VMA = 100 - \left(G_{mb} * \frac{P_s}{G_{sb}} \right)$	14.65 %
--	----------------

Absorción del asfalto:

$P_{ba} = 100 * \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} * G_{se}} * G_b$	1.05 %
--	---------------

Porcentaje de vacíos llenados con asfalto:

$VFA = 100 * \left(\frac{VMA - V_a}{VMA} \right)$	92.76 %
--	----------------

Contenido de asfalto efectivo:

$P_{be} = P_b - \left(P_{ba} * \frac{P_s}{100} \right)$	6.03 %
--	---------------

FLUJO
16.67

ESTABILIDAD
1222.61



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MÉTODO MARSHALL
NORMA: ASTM-D1559 - MTC E 504

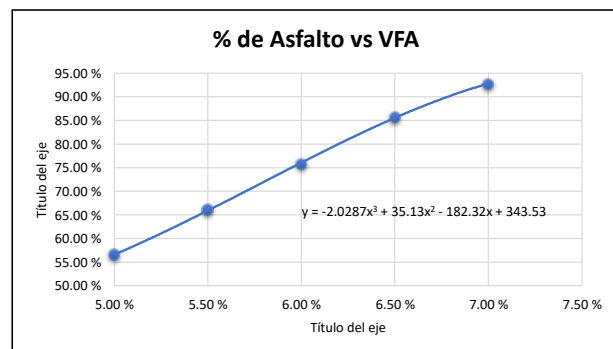
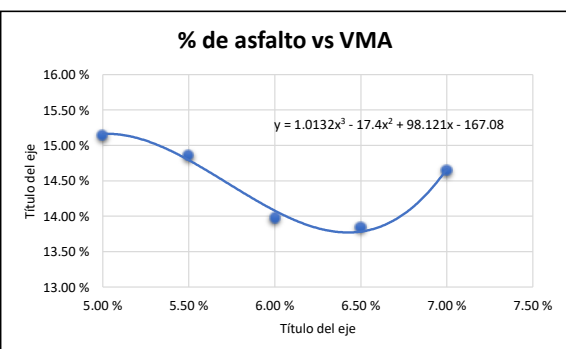
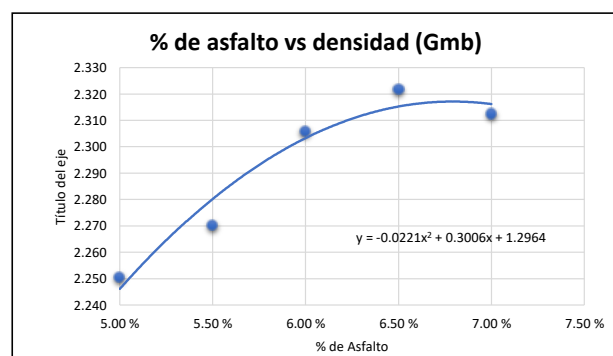
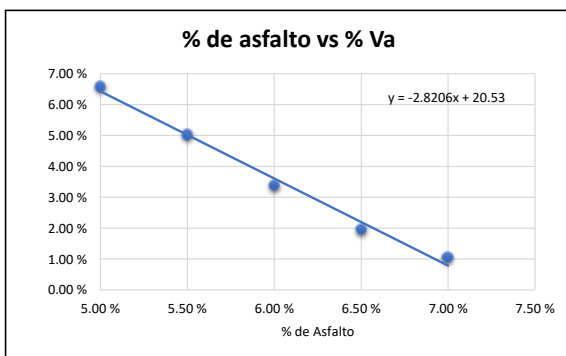
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".
 SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
 Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
 UBICACIÓN : Perú - Puno
 CANTERA : San Roman - Cabanillas
 FECHA : Setiembre del 2022

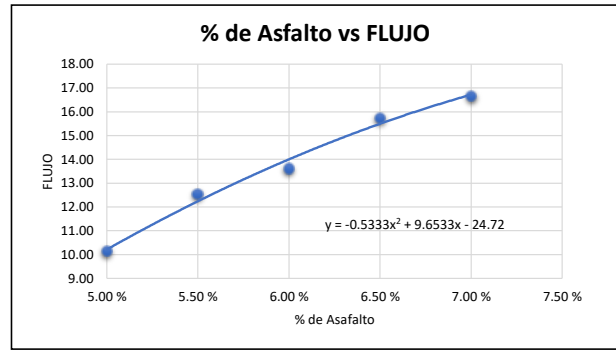
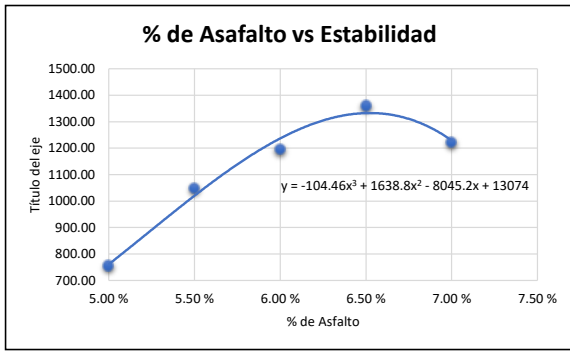
1.- CUADRO DE RESULTADOS

% Asfalto	Gravedad específica Neta del Agregado	Gravedad específica efectiva del agregado:	Gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica:	Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada:	Porcentaje de Vacíos de Aire:
Pb	Gsb	Gse	Gmm	Gmb	Va
5.00 %	2.520	2.593	2.409	2.251	6.58 %
5.50 %		2.591	2.391	2.270	5.03 %
6.00 %		2.608	2.387	2.306	3.39 %
6.50 %		2.606	2.368	2.322	1.97 %
7.00 %		2.586	2.337	2.313	1.06 %

% Asfalto	Porcentaje de vacíos de agregado mineral:	porcentaje de vacíos llenados con asfalto:	Absorción del asfalto:	Contenido de asfalto efectivo:	MARSHALL	
Pb	VMA	VFA	Pba	Pbe	FLUJO	ESTABILIDAD
5.00 %	15.15 %	56.54 %	1.16 %	3.90 %	10.13	754.23
5.50 %	14.86 %	66.13 %	1.12 %	4.44 %	12.53	1046.44
6.00 %	13.98 %	75.78 %	1.37 %	4.71 %	13.60	1196.80
6.50 %	13.85 %	85.76 %	1.34 %	5.25 %	15.73	1358.98
7.00 %	14.65 %	92.76 %	1.05 %	6.03 %	16.67	1222.61

2.- GRÁFICOS





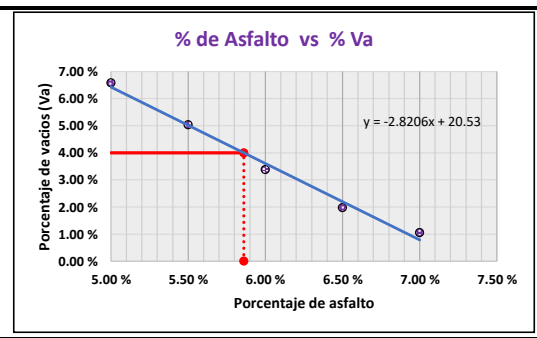
3.- SELECCIÓN DE DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA

CARGA DE TRÁFICO :		TRÁFICO PESADO			
TAMAÑO NOMINAL MAX:		3/4"			
VERIFICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE MEZCLAS				RESULTADOS	CONDICIÓN
Compactación, numero de golpes en cada uno de los especímenes	75	75	75	CUMPLE	
Estabilidad mínima (kg)	800	1184.55	800	CUMPLE	
Flujo, 0.25mm(1/100")	MIN	MAX	13.54	CUMPLE	
	8	14			
Porcentaje de vacios (Va)	MIN	MAX	4	CUMPLE	
	3	5			
Porcentaje de vacios rellenos de asfalto (VFA)	MIN	MAX	73.26	CUMPLE	
	65	75			
Porcentaje de vacios del agregado mineral (VMA)	tabla de mínimo VMA	Valor Mínimo	14.29 %	CUMPLE	
		13			
Estabilidad/Flujo	MIN	MAX	3500.31	CUMPLE	
	1700	4000			

4.- VALORES ÓPTIMOS DEL DISEÑO

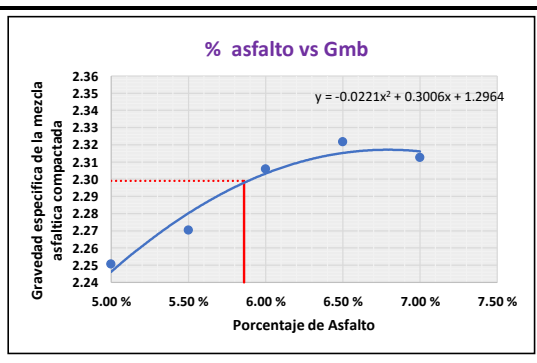
% Asfalto	Porcentaje de Vacios de Aire:
Pb	Va
5.00 %	6.58 %
5.50 %	5.03 %
6.00 %	3.39 %
6.50 %	1.97 %
7.00 %	1.06 %

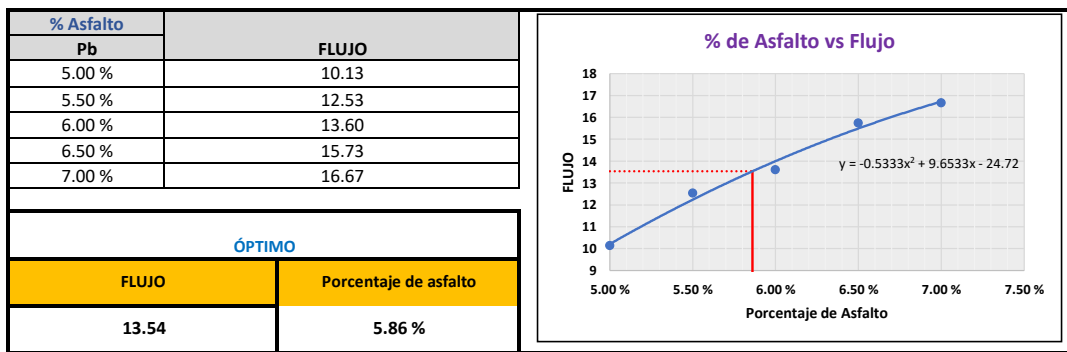
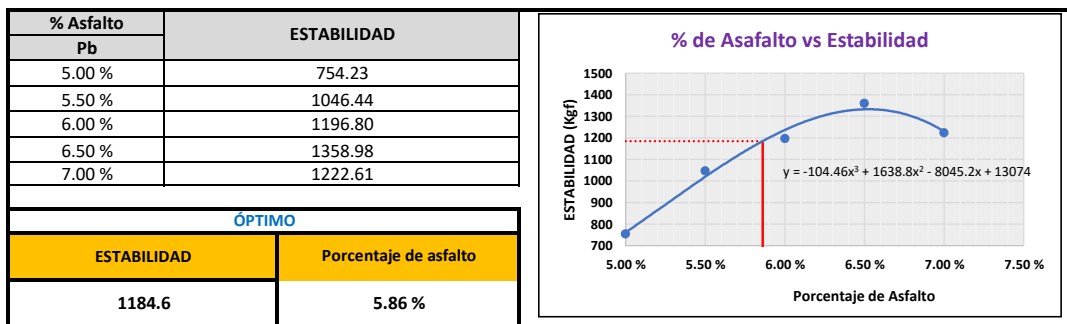
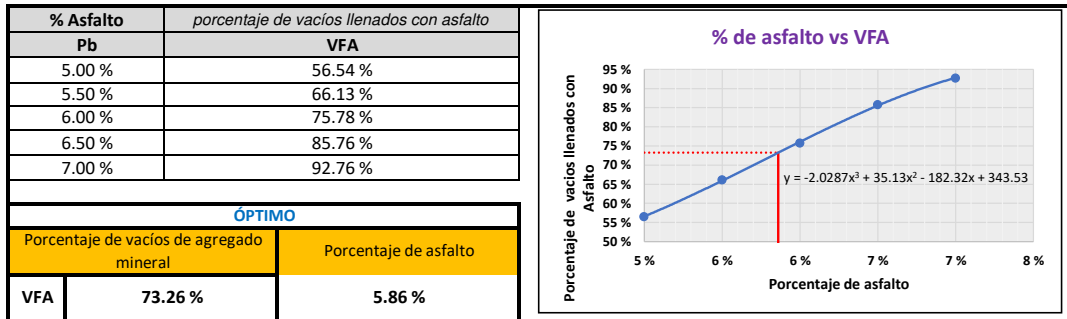
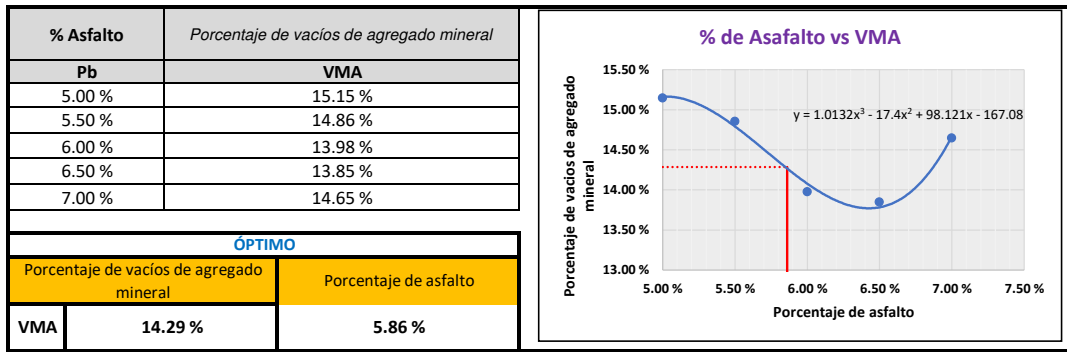
ÓPTIMO	
Porcentaje de vacios	Porcentaje de asfalto
Va	4.0
	5.86 %



% Asfalto	Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada
Pb	Gmb
5.00 %	2.251
5.50 %	2.270
6.00 %	2.306
6.50 %	2.322
7.00 %	2.313

ÓPTIMO	
Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada	Porcentaje de asfalto
Gmb	2.299
	5.86 %





5.- CUADRO DE RESUMEN DEL DISEÑO ÓPTIMO

DESCRIPCIÓN	ABREV.	RESULTADOS
Porcentaje de Asfalto	Pb	5.86 %
Porcentaje de Vacíos	Va	4.00
Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada	Gmb	2.299
Porcentaje de vacíos de agregado mineral	VMA	14.29 %
porcentaje de vacíos llenados con asfalto	VFA	73.26 %
ESTABILIDAD		1184.6
FLUJO		13.54
ESTABILIDAD/FLUJO (1700-4000)kg/cm		3500.31



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESPECÍMENES

TIPO: MEZCLA CONVENCIONAL

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO, 2021.
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN : Perú - Puno
LABORATORIO : UNAP - Ingeniería Civil - Lab. Mecánica de suelos y Pavimentos.
FECHA : Setiembre del 2022.

1.- DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESPECÍMENES

MEZCLA DE AGREGADOS		1200.0 g.
% DE ASFALTO		0.0 %
Material	Porcentaje(%)	Peso (g)
Agregado Grueso	28.00%	336
Agregado Fino	42.00%	504
Arena Natural	26.00%	312
Filler	4.00%	48
Total	100.00%	1200

ESPECIFICACIÓN		Material	Porcentaje(%)	Peso (g)	% Total	Peso Total
MEZCLA DE AGREGADOS	1200.0 g.	Agregado Grueso	28.00%	336	26.60%	319.20
		Agregado Fino	42.00%	504	39.90%	478.80
% DE ASFALTO	5.0 %	Arena Natural	26.00%	312	24.70%	296.40
		Filler	4.00%	48	3.80%	45.60
PESO DEL ASFALTO	60.0 g.	Cemento asfáltico	0.00	0.00	5.00%	60.00
		Total	1.00	1200.00	1.00	1200.00

ESPECIFICACIÓN		Material	Porcentaje(%)	Peso (g)	% Total	Peso Total
MEZCLA DE AGREGADOS	1200.0 g.	Agregado Grueso	28.00%	336	26.46%	317.52
		Agregado Fino	42.00%	504	39.69%	476.28
% DE ASFALTO	5.5 %	Arena Natural	26.00%	312	24.57%	294.84
		Filler	4.00%	48	3.78%	45.36
PESO DEL ASFALTO	66.0 g.	Cemento asfáltico	0.00	0.00	5.50%	66.00
		Total	1.00	1200.00	1.00	1200.00

ESPECIFICACIÓN		Material	Porcentaje(%)	Peso (g)	% Total	Peso Total
MEZCLA DE AGREGADOS	1200.0 g.	Agregado Grueso	28.00%	336	26.32%	315.84
		Agregado Fino	42.00%	504	39.48%	473.76
% DE ASFALTO	6.0 %	Arena Natural	26.00%	312	24.44%	293.28
		Filler	4.00%	48	3.76%	45.12
PESO DEL ASFALTO	72.0 g.	Cemento asfáltico	0.00	0.00	6.00%	72.00
		Total	1.00	1200.00	1.00	1200.00

ESPECIFICACIÓN		Material	Porcentaje(%)	Peso (g)	% Total	Peso Total
MEZCLA DE AGREGADOS	1200.0 g.	Agregado Grueso	28.00%	336	26.18%	314.16
		Agregado Fino	42.00%	504	39.27%	471.24
% DE ASFALTO	6.5 %	Arena Natural	26.00%	312	24.31%	291.72
		Filler	4.00%	48	3.74%	44.88
PESO DEL ASFALTO	78.0 g.	Cemento asfáltico	0.00	0.00	6.50%	78.00
		Total	1.00	1200.00	1.00	1200.00

ESPECIFICACIÓN		Material	Porcentaje(%)	Peso (g)	% Total	Peso Total
MEZCLA DE AGREGADOS	1200.0 g.	Agregado Grueso	28.00%	336	26.04%	312.48
		Agregado Fino	42.00%	504	39.06%	468.72
% DE ASFALTO	7.0 %	Arena Natural	26.00%	312	24.18%	290.16
		Filler	4.00%	48	3.72%	44.64
PESO DEL ASFALTO	84.0 g.	Cemento asfáltico	0.00	0.00	7.00%	84.00
		Total	1.00	1200.00	1.00	1200.00

2.- DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL ESPÉCIMEN ÓPTIMO

ESPECIFICACIÓN		Material	Porcentaje(%)	Peso (g)	% Total	Peso Total
MEZCLA DE AGREGADOS	1200.0 g.	Agregado Grueso	28.00%	336	26.36%	316.31
		Agregado Fino	42.00%	504	39.54%	474.47
% DE ASFALTO	5.86 %	Arena Natural	26.00%	312	24.48%	293.72
		Filler	4.00%	48	3.77%	45.19
PESO DEL ASFALTO	70.3 g.	Cemento asfáltico	0.00	0.00	5.86%	70.32
		Total	1.00	1200.00	1.00	1200.00

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DIÁMETROS Y ALTURAS DE LOS ESPÉCIMENES

TIPO: MEZCLA MODIFICADA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".

SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE

UBICACIÓN : Perú - Puno

CANTERA : San Roman - Cabanillas

FECHA : Diciembre del 2022

CARACTERÍSTICAS

Tipo : MEZCLA MODIFICADA CON FIBRAS DE ACERO

Cemento Asfáltico : PEN 120-150

Especímenes : MODIFICADO CON FIBRAS DE ACERO

% de asfalto : 5.86

Instrumento de medición : Vernier

Especímen	% Fibra de Acero	Diámetro (mm)		ESPESOR DE ESPÉCIMEN (mm)				D _{prom} (mm)	E _{prom} (mm)	VOLUMEN (Cm3)	Factor de corrección de estabilidad
		D1	D2	E1	E2	E3	E4				
M1	0.0 %	101.5	101.2	63.4	63.6	65.3	65.9	101.4	64.6	520.8	1.00
M2		101.3	101.6	64.2	64.2	65.2	64.1	101.5	64.4	520.8	1.00
M3		101.1	103.0	65.1	64.5	62.7	63.3	102.1	63.9	522.7	0.96
M1	2.0 %	101.4	101.5	63.8	65.4	66.9	66.5	101.5	65.7	530.7	0.96
M2		100.6	101.3	65.7	66.3	64.9	65.7	101.0	65.7	525.5	0.96
M3		101.5	101.4	64.4	65.5	65.3	64.2	101.5	64.9	524.2	0.96
M1	4.0 %	101.4	101.2	61.0	65.2	64.2	65.9	101.3	64.1	516.4	1.00
M2		101.2	101.1	61.0	61.0	65.4	65.7	101.2	63.3	508.5	1.04
M3		101.5	101.1	66.1	61.0	65.2	64.6	101.3	64.2	517.6	1.00
M1	6.0 %	101.3	101.3	66.0	63.4	64.4	66.5	101.3	65.1	524.5	0.96
M2		101.3	101.4	64.5	63.7	64.3	66.0	101.4	64.6	521.4	1.00
M3		101.4	101.3	61.3	61.4	64.4	64.6	101.4	62.9	507.6	1.04
M1	8.0 %	100.7	101.2	64.7	63.9	65.2	65.2	101.0	64.8	518.3	1.00
M2		101.3	101.4	64.3	64.8	67.0	66.7	101.4	65.7	530.0	0.96
M3		101.4	101.3	65.5	63.9	62.1	62.6	101.4	63.5	512.5	1.00



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS

NORMA: ASTM D1188 - MTC E 514

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN : Perú - Puno
LABORATORIO : UNAP - Ingeniería Civil - Lab. Mecánica de suelos y Pavimentos.
FECHA : Diciembre del 2022.

CARACTERÍSTICAS:

- ☉ Tipo : MEZCLA MODIFICADA CON F.A.
- ☉ Cemento Asfáltico : PEN 120-150
- ☉ Especímenes : MODIFICADO CON FIBRAS DE ACERO
- ☉ % de asfalto : 5.86

$$G_{mb} = \frac{W_{SSS}}{W_{SSS} - W_{sum}}$$

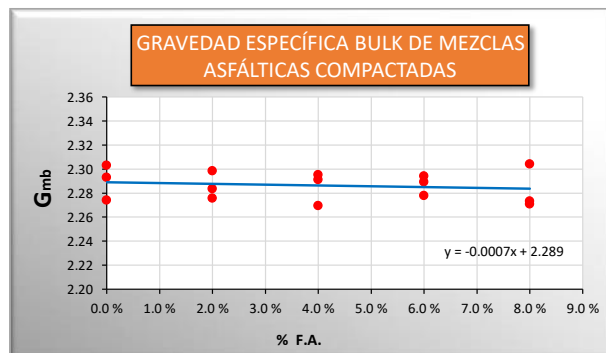
- G_{mb} : Gravedad específica bulk de la mezcla compactada.
- W_s : Peso al aire del espécimen seco.
- W_{SSS} : Peso al aire del espécimen saturado superficialmente.
- W_{sum} : Peso del espécimen en el agua.

GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS (G_{mb})						
Espécimen	Porcentaje de Fibras de Acero	Peso al aire del espécimen seco: (W_s)	Peso al aire del espécimen saturado superficialmente seco:	Peso del espécimen sumergido en agua: ($W_{sumergido}$)	G_{mb} $W_s/(W_{SSS}-W_{sumergido})$	G_{mb}
M1	0.0 %	1194	1195	670	2.274	2.290
M2		1189	1190.5	672	2.293	
M3		1193	1194	676	2.303	
M1	2.0 %	1192	1193	671	2.284	2.286
M2		1193	1194	675	2.299	
M3		1188	1190	668	2.276	
M1	4.0 %	1189	1192	674	2.295	2.285
M2		1196	1198	671	2.269	
M3		1196	1198	676	2.291	
M1	6.0 %	1193	1194	674	2.294	2.287
M2		1196	1198	673	2.278	
M3		1195	1196	674	2.289	
M1	8.0 %	1189	1191	668	2.273	2.283
M2		1190	1193	669	2.271	
M3		1189	1191	675	2.304	

CUADRO DE RESUMEN:

Porcentaje de Fibras de Acero	G_{mb}
0.0 %	2.290
2.0 %	2.286
4.0 %	2.285
6.0 %	2.287
8.0 %	2.283

GRÁFICOS DE GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (RICE)

NORMA: ASTM D 2041 - MTC E 508

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN : Perú - Puno
LABORATORIO : UNAP - Ingeniería Civil - Lab. Mecánica de suelos y Pavimentos.
FECHA : Diciembre del 2022.

CARACTERÍSTICAS:

- ☉ Tipo : MEZCLA MODIFICADA CON F.A.
- ☉ Cemento Asfáltico : PEN 120-150
- ☉ Especímenes : MODIFICADO CON FIBRAS DE ACERO
- ☉ % de asfalto : 5.86

$$G_{mm} = \frac{A}{A + D - E}$$

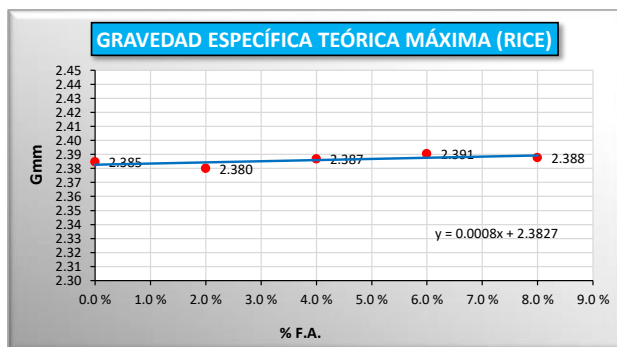
- G_{mm}** : Gravedad específica Teórica Máxima.
- A** : Masa de la muestra seca en aire (gr).
- D** : Masa de tapa y tazón con agua a 25°C (gr).
- E** : Masa de tapa, tazón, muestra y agua 25°C (gr).

GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA DE LA MEZCLA (RICE) (G _{mm})								
Muestra	Porcentaje de Fibra de Acero	Masa de la muestra seca en aire	Masa del recipiente + muestra	Masa de tapa y tazón	Masa de tapa y tazón con agua	Masa de tapa y tazón + agua + muestra despues del vacio parcial	G _{mm} (bruto)	G _{mm}
		A = B - C	B	C	D	E	A/(A+D-E)	
M1	0.0 %	1550	5262	3712	8009	8909	2.385	2.385
M2		1550	5262	3712	8009	8909	2.385	
M1	2.0 %	1559	5271	3712	8009	8913	2.380	2.380
M2		1559	5271	3712	8009	8913	2.380	
M1	4.0 %	1555	5267	3712	8009	8912	2.385	2.387
M2		1555	5267	3712	8009	8913	2.389	
M1	6.0 %	1561	5273	3712	8009	8917	2.391	2.391
M2		1561	5273	3712	8009	8917	2.391	
M1	8.0 %	1552	5264	3712	8009	8911	2.388	2.388
M2		1552	5264	3712	8009	8911	2.388	

CUADRO DE RESUMEN:

Porcentaje de Fibra de Acero	G _{mm}
0.0 %	2.385
2.0 %	2.380
4.0 %	2.387
6.0 %	2.391
8.0 %	2.388

GRÁFICO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA DE LA MEZCLA (RICE)





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL
 TIPO: MEZCLA MODIFICADA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".
 SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
 Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
 UBICACIÓN : Perú - Puno
 LABORATORIO : UNAP - Ingeniería Civil - Lab. Mecánica de suelos y Pavimentos.
 FECHA : Diciembre del 2022.

CARACTERÍSTICAS:

- Tipo: MEZCLA MODIFICADA CON F.A. PEN 120-150
- Cemento Asfáltico
- Especímenes: **MODIFICADO CON FIBRAS DE ACERO**
- % de asfalto: **5.86**

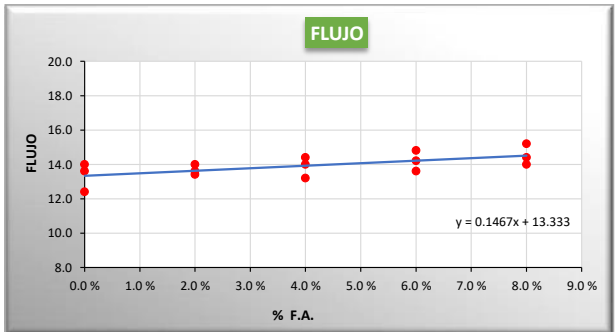
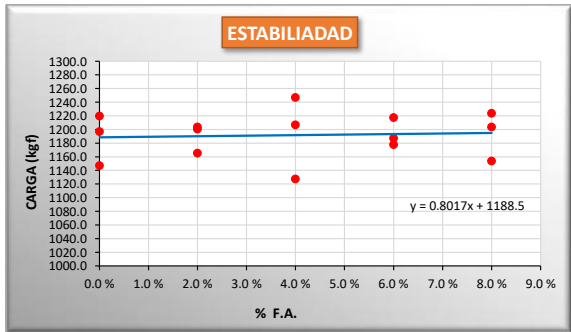
ESTABILIDAD						
Espécimen	Porcentaje de Fibras de Acero	Lectura del micrometro de estabilidad	Estabilidad Kgf	Factor de corrección	ESTABILIDAD corregida (Kgf)	PROMEDIO
M1	0.0 %	360	1196.98	1.00	1196.98	1187.80
M2		345	1147.1	1.00	1147.10	
M3		382	1270.12	0.96	1219.32	
M1	2.0 %	377	1253.51	0.96	1203.37	1189.54
M2		376	1250.18	0.96	1200.17	
M3		365	1213.62	0.96	1165.08	
M1	4.0 %	339	1127.13	1.00	1127.13	1193.61
M2		349	1160.41	1.04	1206.83	
M3		375	1246.86	1.00	1246.86	
M1	6.0 %	369	1226.92	0.96	1177.84	1194.02
M2		357	1187.02	1.00	1187.02	
M3		352	1170.39	1.04	1217.21	
M1	8.0 %	368	1223.6	1.00	1223.60	1193.57
M2		377	1253.51	0.96	1203.37	
M3		347	1153.75	1.00	1153.75	

FLUJO		
Lectura del micrómetro de flujo	FLUJO	PROMEDIO
3.1	12.4	13.3
3.5	14.0	
3.4	13.6	
3.4	13.6	13.7
3.5	14.0	
3.4	13.4	
3.3	13.2	13.9
3.6	14.4	
3.5	14.0	
3.4	13.6	14.2
3.7	14.8	
3.6	14.2	
3.5	14.0	14.5
3.6	14.4	
3.8	15.2	

CUADRO DE RESUMEN:

Porcentaje de Fibras de Acero	ESTABILIDAD (Kgf)	FLUJO
0.0 %	1187.80	13.3
2.0 %	1189.54	13.7
4.0 %	1193.61	13.9
6.0 %	1194.02	14.2
8.0 %	1193.57	14.5

GRÁFICOS DE ESTABILIDAD Y FLUJO





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MÉTODO MARSHALL

NORMA: ASTM-D1559 - MTC E 504

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".
 SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
 Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
 UBICACIÓN : Perú - Puno
 LABORATORIO : UNAP - Ingeniería Civil - Lab. Mecánica de suelos y Pavimentos.
 FECHA : Diciembre del 2022.

MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA CON FIBRAS DE ACERO

1.- GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS AGREGADOS

1.1 AGREGADO GRUESO

Gravedad específica bulk Seca

G_m	2.454
-------	-------

1.2 ARENA CHANCADA

Gravedad específica bulk Seca

G_m	2.485
-------	-------

1.3 ARENA NATURAL

Gravedad específica bulk Seca

G_m	2.573
-------	-------

1.4 FILLER

Gravedad específica del filler

G_m	3.15
-------	------

2.- DATOS DE LA MEZCLA MODIFICADA CON F.A.

2.1 Porcentaje de Agregados

Agregado Grueso	P1 =	28.00 %
Arena chancada	P2 =	42.00 %
Arena natural	P3 =	26.00 %
Filler	P4 =	4.00 %
Fibras de Acero	P5 =	0.00 %
TOTAL		100.00 %

porcentaje de agregados de la gradación

% DE FIBRA 0.0 Con respecto al % del Cemento Asfáltico

2.2 Gravedad específica del Asfalto

$G_b =$	1.025	g/cm ³
---------	-------	-------------------

2.3 Gravedad específica de las fibras de acero

$G_{fa} =$	7.180	g/cm ³
------------	-------	-------------------

2.4 Gravedad específica Neta del agregado

$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \frac{P_3}{G_3}}$	2.520
--	-------

$G_{1,2,3}$: Gravedades específicas de masa de los agregados (Gm)

PORCENTAJE DE ASFALTO **5.86 %**

PORCENTAJE DE FIBRAS DE ACERO **0.0 %**

A.- GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA DE LA MEZCLA (RICE) (Gmm)

G_{mm}
(Bruto) **2.385**

B.- GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS (Gmb)

G_{mb}
Ws/(W_{sss}-W_{sumergido}) **2.290**

C.- ESTABILIDAD Y FLUJO

ESTABILIDAD corregida (Kgf) **1187.80**

FLUJO **13.3**

CÁLCULOS

•→ % de Asfalto	P_b =	5.86 %
•→ % de Agregado	P_s =	94.14 %
•→ % Total	P_{mm} =	100.0 %

Gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica:

$$G_{mm} = \frac{W_{muestra}}{W(rec + agua) + W_{muestra} - W(recip + agua + M.D.V.P.)}$$

2.385

Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada:

$$G_{mb} = \frac{W_1}{W_2 - W_3}$$

2.290

Porcentaje de Vacíos de Aire:

$$V_a = 100 * \left(\frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right)$$

3.96 %

Gravedad específica efectiva del agregado:

$$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}}$$

2.599

Porcentaje de vacíos de agregado mineral:

$$VMA = 100 - \left(G_{mb} * \frac{P_s}{G_{sb}} \right)$$

14.44 %

Absorción del asfalto:

$$P_{ba} = 100 * \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} * G_{se}} * G_b$$

1.24 %

Porcentaje de vacíos llenados con asfalto:

$$VFA = 100 * \left(\frac{VMA - V_a}{VMA} \right)$$

72.57 %

Contenido de asfalto efectivo:

$$P_{be} = P_b - \left(P_{ba} * \frac{P_s}{100} \right)$$

4.69 %

FLUJO **13.33**

ESTABILIDAD **1187.80**

Kg

3.- DATOS DE LA MEZCLA MODIFICADA CON F.A.

Porcentaje de Agregados

Agregado Grueso	P1 =	27.97 %
Arena chancada	P2 =	41.95 %
Arena natural	P3 =	25.97 %
Filler	P4 =	4.00 %
Fibras de Acero	P5 =	0.12 %
TOTAL		100.00 %

porcentaje de agregados de la gradación

% DE FIBRA 2.0 Con respecto al % del Cemento Asfáltico

Gravedad específica Neta del agregado

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \frac{P_3}{G_3}} = 2.522$$

G_{1,2,3}: Gravedades específicas de masa de los agregados (Gm)

PORCENTAJE DE ASFALTO 5.86 %

PORCENTAJE DE FIBRAS DE ACERO 2.0 %

A.- GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA DE LA MEZCLA (RICE) (G_{mm})

$$G_{mm} \text{ (bruto)} = 2.380$$

B.- GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS (G_{mb})

$$G_{mb} = \frac{W_s}{W_{ss} - W_{sumergido}} = 2.286$$

C.- ESTABILIDAD Y FLUJO

ESTABILIDAD corregida (Kgf) 1189.54

FLUJO 13.7

CÁLCULOS

•→ % de Asfalto	P _b =	5.9 %
•→ % de Agregado	P _s =	94.1 %
•→ % Total	P _{mm} =	100.0 %

Gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica:

$$G_{mm} = \frac{W_{muestra}}{W(\text{rec} + \text{agua}) + W_{muestra} - W(\text{recip} + \text{agua} + M.D.V.P.)} = 2.380$$

Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada:

$$G_{mb} = \frac{W_1}{W_2 - W_3} = 2.286$$

Porcentaje de Vacíos de Aire:

$$V_a = 100 * \left(\frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right) = 3.96 \%$$

Gravedad específica efectiva del agregado:

$$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}} = 2.593$$

Porcentaje de vacíos de agregado mineral:

$$VMA = 100 - \left(G_{mb} * \frac{P_s}{G_{sb}} \right) = 14.59 \%$$

Absorción del asfalto:

$$P_{ba} = 100 * \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} * G_{se}} * G_b = 1.12 \%$$

Porcentaje de vacíos llenados con asfalto:

$$VFA = 100 * \left(\frac{VMA - V_a}{VMA} \right) = 72.90 \%$$

Contenido de asfalto efectivo:

$$P_{be} = P_b - \left(P_{ba} * \frac{P_s}{100} \right) = 4.80 \%$$

FLUJO 13.67

ESTABILIDAD 1189.54

4.- DATOS DE LA MEZCLA MODIFICADA CON F.A.

Porcentaje de Agregados

Agregado Grueso	P1 =	27.93 %
Arena chancada	P2 =	41.90 %
Arena natural	P3 =	25.94 %
Filler	P4 =	3.99 %
Fibras de Acero	P5 =	0.23 %
TOTAL		100.00 %

porcentaje de agregados de la gradación

% DE FIBRA 4.0 Con respecto al % del Cemento Asfáltico

Gravedad específica Neta del agregado

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \frac{P_3}{G_3}} = 2.524$$

G_{1,2,3}: Gravedades específicas de masa de los agregados (Gm)

PORCENTAJE DE ASFALTO **5.86 %**

PORCENTAJE DE FIBRAS DE ACERO **4.0 %**

A.- GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA DE LA MEZCLA (RICE) (G_{mm})

$$G_{mm} \text{ (bruto)} = 2.387$$

B.- GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS (G_{mb})

$$G_{mb} \text{ (Ws/(W}_{ss} - W_{sumergido}))} = 2.285$$

C.- ESTABILIDAD Y FLUJO

ESTABILIDAD corregida (Kgf) **1193.61**

FLUJO **13.9**

CÁLCULOS

•→ % de Asfalto	P _b =	5.9 %
•→ % de Agregado	P _s =	94.1 %
•→ % Total	P _{mm} =	100.0 %

Gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica:

$$G_{mm} = \frac{W_{muestra}}{W(rec + agua) + W_{muestra} - W(recip + agua + M.D.V.P.)} = 2.387$$

Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada:

$$G_{mb} = \frac{W_1}{W_2 - W_3} = 2.285$$

Porcentaje de Vacíos de Aire:

$$V_a = 100 * \left(\frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right) = 4.25 \%$$

Gravedad específica efectiva del agregado:

$$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}} = 2.602$$

Porcentaje de vacíos de agregado mineral:

$$VMA = 100 - \left(G_{mb} * \frac{P_s}{G_{sb}} \right) = 14.62 \%$$

Absorción del asfalto:

$$P_{ba} = 100 * \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} * G_{se}} * G_b = 1.22 \%$$

Porcentaje de vacíos llenados con asfalto:

$$VFA = 100 * \left(\frac{VMA - V_a}{VMA} \right) = 70.92 \%$$

Contenido de asfalto efectivo:

$$P_{be} = P_b - \left(P_{ba} * \frac{P_s}{100} \right) = 4.71 \%$$

FLUJO **13.87**

ESTABILIDAD **1193.61**

5.- DATOS DE LA MEZCLA MODIFICADA CON F.A.

Porcentaje de Agregados

Agregado Grueso	P1 =	27.90 %
Arena chancada	P2 =	41.85 %
Arena natural	P3 =	25.91 %
Filler	P4 =	3.99 %
Fibras de Acero	P5 =	0.35 %
TOTAL		100.00 %

porcentaje de agregados de la gradación

% DE FIBRA **6.0** Con respecto al % del Cemento Asfáltico

Gravedad específica Neta del agregado

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \frac{P_3}{G_3}} = 2.526$$

G_{1,2,3}: Gravedades específicas de masa de los agregados (Gm)

PORCENTAJE DE ASFALTO **5.86 %**

PORCENTAJE DE FIBRAS DE ACERO **6.0 %**

A.- GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA DE LA MEZCLA (RICE) (Gmm)

G_{mm}
(bruto) **2.391**

B.- GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS (Gmb)

G_{mb}
Ws/(W_{sss}-W_{sumergido}) **2.287**

C.- ESTABILIDAD Y FLUJO

ESTABILIDAD corregida (Kgf) **1194.02**

FLUJO **14.2**

CÁLCULOS

•→ % de Asfalto	Pb =	5.9 %
•→ % de Agregado	Ps =	94.1 %
•→ % Total	Pmm =	100.0 %

Gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica:

$$G_{mm} = \frac{W_{muestra}}{W(rec + agua) + W_{muestra} - W(recip + agua + M.D.V.P.)} = 2.391$$

Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada:

$$G_{mb} = \frac{W_1}{W_2 - W_3} = 2.287$$

Porcentaje de Vacíos de Aire:

$$V_a = 100 * \left(\frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right) = 4.32 \%$$

Gravedad específica efectiva del agregado:

$$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}} = 2.607$$

Porcentaje de vacíos de agregado mineral:

$$VMA = 100 - \left(G_{mb} * \frac{P_s}{G_{sb}} \right) = 14.55 \%$$

Absorción del asfalto:

$$P_{ba} = 100 * \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} * G_{se}} * G_b = 1.26 \%$$

Porcentaje de vacíos llenados con asfalto:

$$VFA = 100 * \left(\frac{VMA - V_a}{VMA} \right) = 70.30 \%$$

Contenido de asfalto efectivo:

$$P_{be} = P_b - \left(P_{ba} * \frac{P_s}{100} \right) = 4.67 \%$$

FLUJO **14.20**

ESTABILIDAD **1194.02**

6.- DATOS DE LA MEZCLA MODIFICADA CON F.A.

Porcentaje de Agregados

Agregado Grueso	P1 =	27.87 %
Arena chancada	P2 =	41.80 %
Arena natural	P3 =	25.88 %
Filler	P4 =	3.98 %
Fibras de Acero	P5 =	0.47 %
TOTAL		100.00 %

porcentaje de agregados de la gradación

% DE FIBRA 8.0 Con respecto al % del Cemento Asfáltico

Gravedad específica Neta del agregado

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \frac{P_3}{G_3}} = 2.527$$

G_{1,2,3}: Gravedades específicas de masa de los agregados (Gm)

PORCENTAJE DE ASFALTO **5.86 %**

PORCENTAJE DE FIBRAS DE ACERO **8.0 %**

A.- GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA DE LA MEZCLA (RICE) (Gmm)

G_{mm}
(bruto) **2.388**

B.- GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS (Gmb)

G_{mb}
Ws/(W_{sss}-W_{sumergido}) **2.283**

C.- ESTABILIDAD Y FLUJO

ESTABILIDAD corregida (Kgf) **1193.57**

FLUJO **14.5**

CÁLCULOS

•→ % de Asfalto	Pb =	5.9 %
•→ % de Agregado	Ps =	94.1 %
•→ % Total	Pmm =	100.0 %

Gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica:

$$G_{mm} = \frac{W_{muestra}}{W(rec + agua) + W_{muestra} - W(recip + agua + M.D.V.P.)} = 2.388$$

Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada:

$$G_{mb} = \frac{W_1}{W_2 - W_3} = 2.283$$

Porcentaje de Vacíos de Aire:

$$V_a = 100 * \left(\frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right) = 4.39 \%$$

Gravedad específica efectiva del agregado:

$$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}} = 2.603$$

Porcentaje de vacíos de agregado mineral:

$$VMA = 100 - \left(G_{mb} * \frac{P_s}{G_{sb}} \right) = 14.71 \%$$

Absorción del asfalto:

$$P_{ba} = 100 * \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} * G_{se}} * G_b = 1.18 \%$$

Porcentaje de vacíos llenados con asfalto:

$$VFA = 100 * \left(\frac{VMA - V_a}{VMA} \right) = 70.16 \%$$

Contenido de asfalto efectivo:

$$P_{be} = P_b - \left(P_{ba} * \frac{P_s}{100} \right) = 4.75 \%$$

FLUJO **14.53**

ESTABILIDAD **1193.57**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MÉTODO MARSHALL

NORMA: ASTM-D1559 - MTC E 504

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN : Perú - Puno
LABORATORIO : UNAP - Ingeniería Civil - Lab. Mecánica de suelos y Pavimentos.
FECHA : Diciembre del 2022.

1.- CUADRO DE RESULTADOS

A. Mezcla Asfáltica convencional óptimo con 5.86% de C.A.

MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL	% FA	Gravedad específica Neta del Agregado	Gravedad específica efectiva del agregado	Gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica	Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada	Porcentaje de Vacíos de Aire
	Pfib.	Gsb	Gse	Gmm	Gmb	Va
	0.00 %	2.520	2.599	2.385	2.290	3.96 %

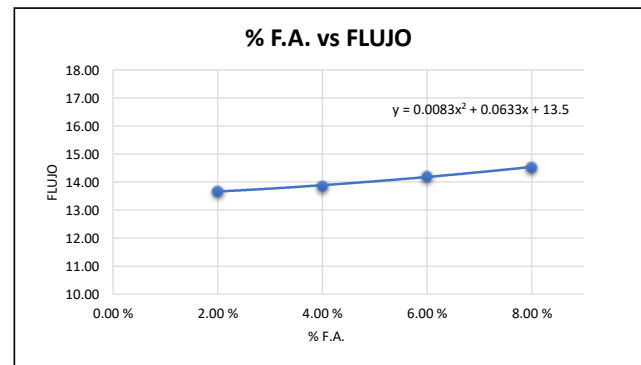
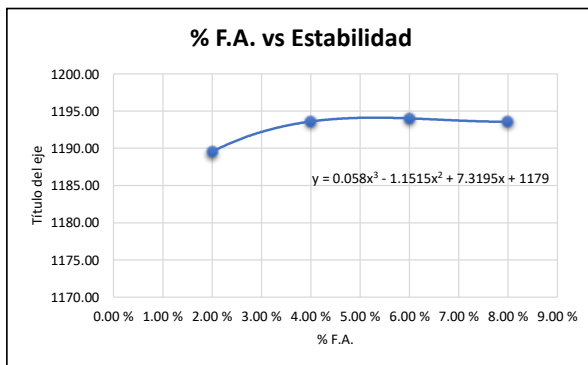
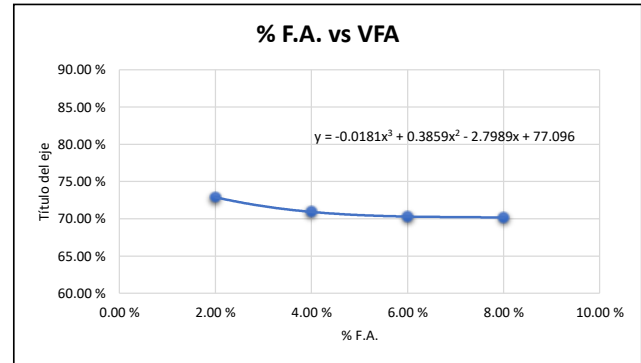
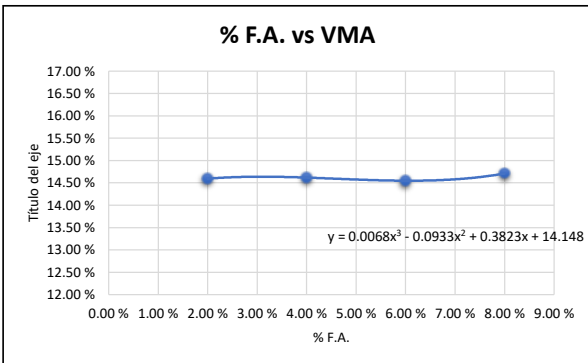
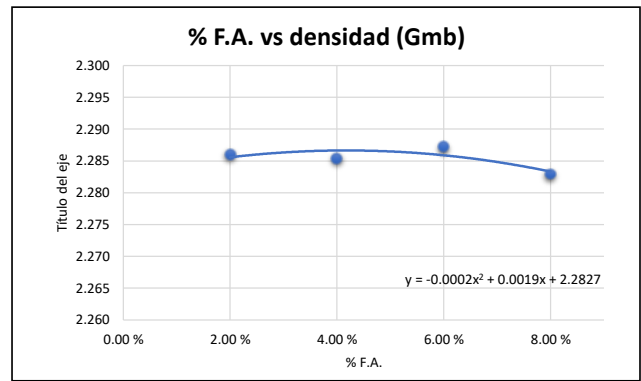
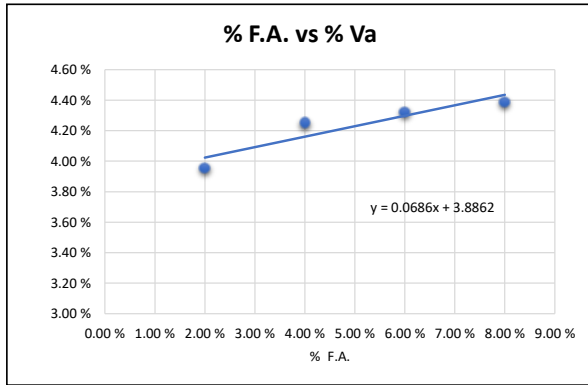
MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL	% FA	Porcentaje de vacíos de agregado mineral:	porcentaje de vacíos llenados con asfalto:	Absorción del asfalto:	Contenido de asfalto efectivo:	MARSHALL	
	Pfib.	VMA	VFA	Pba	Pbe	FLUJO	ESTABILIDAD
	0.00 %	14.44 %	72.57 %	1.24 %	4.69 %	13.33	1187.80

B. Mezcla Asfáltica Modificada con Fibras de Acero

MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA CON FIBRAS DE ACERO	% FA	Gravedad específica Neta del Agregado	Gravedad específica efectiva del agregado	Gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica	Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada	Porcentaje de Vacíos de Aire
	Pfib.	Gsb	Gse	Gmm	Gmb	Va
	2.00 %	2.522	2.593	2.380	2.286	3.96 %
	4.00 %	2.524	2.602	2.387	2.285	4.25 %
	6.00 %	2.526	2.607	2.391	2.287	4.32 %
	8.00 %	2.527	2.603	2.388	2.283	4.39 %

MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA CON FIBRAS DE ACERO	% Asfalto	Porcentaje de vacíos de agregado mineral	porcentaje de vacíos llenados con asfalto	Absorción del asfalto	Contenido de asfalto efectivo	MARSHALL	
	Pfib.	VMA	VFA	Pba	Pbe	FLUJO	ESTABILIDAD
	2.00 %	14.59 %	72.90 %	1.12 %	4.80 %	13.67	1189.54
	4.00 %	14.62 %	70.92 %	1.22 %	4.71 %	13.87	1193.61
	6.00 %	14.55 %	70.30 %	1.26 %	4.67 %	14.20	1194.02
	8.00 %	14.71 %	70.16 %	1.18 %	4.75 %	14.53	1193.57

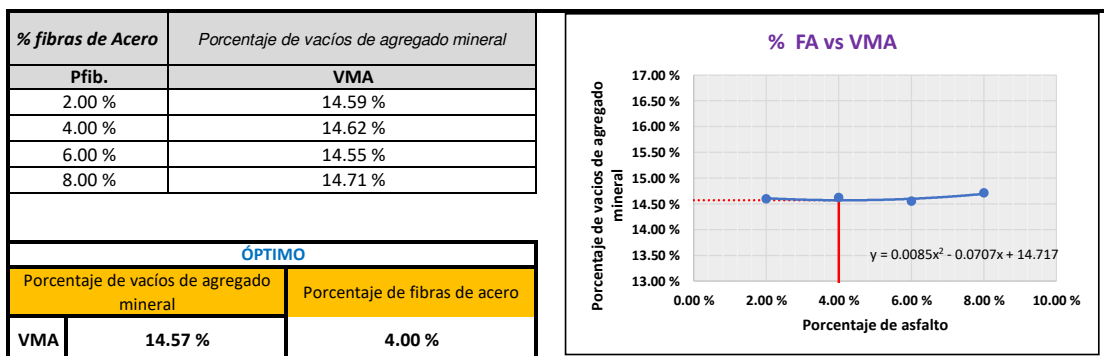
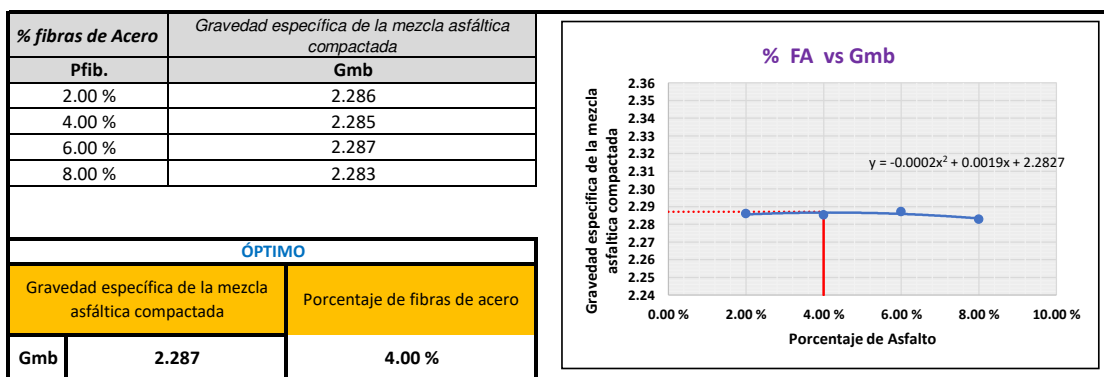
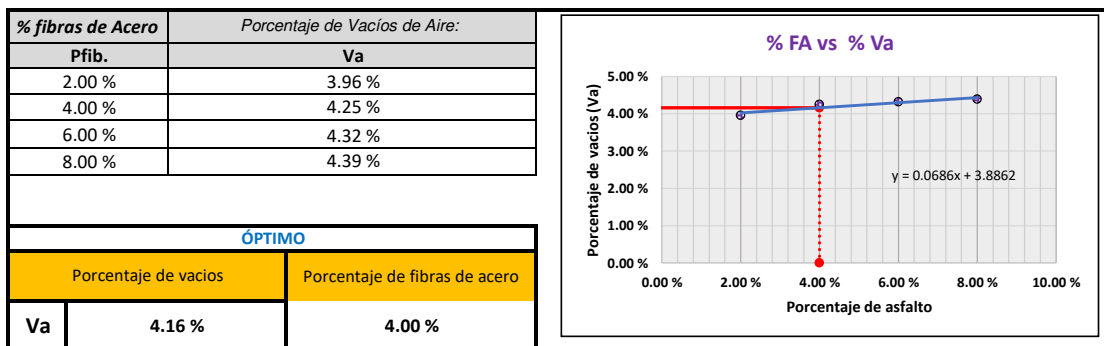
2.- GRÁFICOS



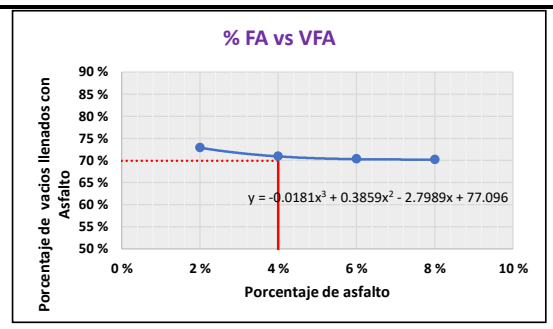
3.- SELECCIÓN DE DISEÑO DE MEZCLA CON FIBRAS DE ACERO

CARGA DE TRÁFICO :		TRÁFICO PESADO	
TAMAÑO NOMINAL MAX:		3/4"	
VERIFICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE MEZCLAS	PARÁMETROS DE DISEÑO	RESULTADOS	CONDICIÓN
Porcentaje de cemento Asfáltico	5.86 %	5.86 %	CUMPLE
Porcentaje de fibras de acero	4.00 %	4.00 %	CUMPLE
Compactación, numero de golpes en cada uno de los especimenes	75	75	CUMPLE
estabilidad mínima (kg)	800	1193.57	CUMPLE
Flujo, 0.25mm(1/100")	MIN	MAX	13.89
	8	14	
porcentaje de vacios (Va)	MIN	MAX	4.16
	3	5	
porcentaje de vacios rellenos de asfalto (VFA)	MIN	MAX	69.92
	65	75	
porcentaje de vacios del agregado mineral (VMA)	tabla de mínimo VMA	Valor Mínimo	14.57 %
		13	
Estabilidad/Flujo	MIN	MAX	3438.19
	1700	4000	

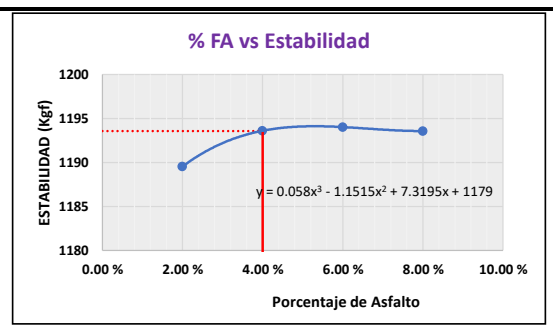
4.- VALORES ÓPTIMOS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA CON FIBRAS DE ACERO



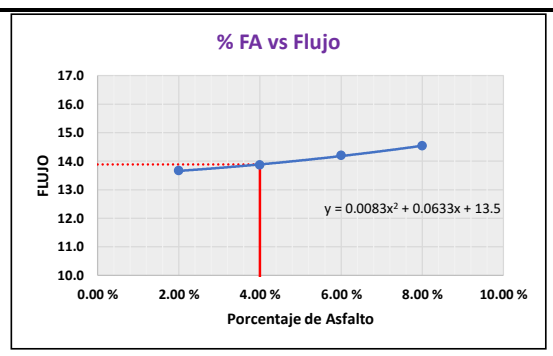
% fibras de Acero		porcentaje de vacíos llenados con asfalto	
Pfib.		VFA	
2.00 %		72.90 %	
4.00 %		70.92 %	
6.00 %		70.30 %	
8.00 %		70.16 %	
ÓPTIMO			
Porcentaje de vacíos de agregado mineral		Porcentaje de fibras de acero	
VFA	69.92 %	4.00 %	



% fibras de Acero		ESTABILIDAD	
Pfib.			
2.00 %		1189.54	
4.00 %		1193.61	
6.00 %		1194.02	
8.00 %		1193.57	
ÓPTIMO			
ESTABILIDAD		Porcentaje de fibras de acero	
	1193.6	4.00 %	



% fibras de Acero		FLUJO	
Pfib.			
2.00 %		13.67	
4.00 %		13.87	
6.00 %		14.20	
8.00 %		14.53	
ÓPTIMO			
FLUJO		Porcentaje de fibras de acero	
	13.89	4.00 %	



5.- CUADRO DE RESUMEN DEL DISEÑO ÓPTIMO CON FIBRAS DE ACERO

DESCRIPCIÓN	ABREV.	RESULTADOS
Porcentaje de Fibras de Acero	F.A.	4.00 %
Porcentaje de Vacíos	Va	4.16
Gravedad	Gmb	2.287
Porcentaje de vacíos de agregado mineral	VMA	14.57 %
porcentaje de vacíos llenados con asfalto	VFA	69.92 %
ESTABILIDAD		1193.6
FLUJO		13.89
ESTABILIDAD/FLUJO (kg/cm)		3438.19



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

COMPARATIVA DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL Y MODIFICADA

CUADROS DE RESUMEN

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN : Perú - Puno
LABORATORIO : UNAP - Ingeniería Civil - Lab. Mecánica de suelos y Pavimentos.
FECHA : Diciembre del 2022.

1.- CUADRO COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL Y MODIFICADA

% C.A.	% F.A.	Gravedad específica Neta del Agregado		Gravedad específica efectiva del agregado:		Gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica:		Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada:		Porcentaje de Vacíos de Aire:	
		Gsb		Gse		Gmm		Gmb		Va	
		SIN FIBRAS	CON FIBRAS	SIN FIBRAS	CON FIBRAS	SIN FIBRAS	CON FIBRAS	SIN FIBRAS	CON FIBRAS	SIN FIBRAS	CON FIBRAS
5.86 %	2 %	2.520	2.522	2.599	2.593	2.385	2.380	2.290	2.286	3.96 %	3.96 %
	4 %		2.524		2.602		2.387		2.285		4.25 %
	6 %		2.526		2.607		2.391		2.287		4.32 %
	8 %		2.527		2.603		2.388		2.283		4.39 %

% C.A.	% F.A.	Porcentaje de vacíos de agregado mineral:		porcentaje de vacíos llenados con asfalto:		Absorción del asfalto:		Contenido de asfalto efectivo:	
		VMA		VFA		Pba		Pbe	
		SIN FIBRAS	CON FIBRAS	SIN FIBRAS	CON FIBRAS	SIN FIBRAS	CON FIBRAS	SIN FIBRAS	CON FIBRAS
5.86 %	2 %	14.438	14.59 %	72.570	72.90 %	1.242	1.12 %	4.691	4.80 %
	4 %		14.62 %		70.92 %		1.22 %		4.71 %
	6 %		14.55 %		70.30 %		1.26 %		4.67 %
	8 %		14.71 %		70.16 %		1.18 %		4.75 %

% C.A.	% F.A.	FLUJO		ESTABILIDAD	
		SIN FIBRAS	CON FIBRAS	SIN FIBRAS	SIN FIBRAS
		5.86 %	2 %	13.3	13.67
4 %	13.87		1193.61		
6 %	14.20		1194.02		
8 %	14.53		1193.57		



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

COMPARATIVA DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL Y MODIFICADA

GRÁFICOS

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".

SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE

UBICACIÓN : Perú - Puno

LABORATORIO : UNAP - Ingeniería Civil - Lab. Mecánica de suelos y Pavimentos.

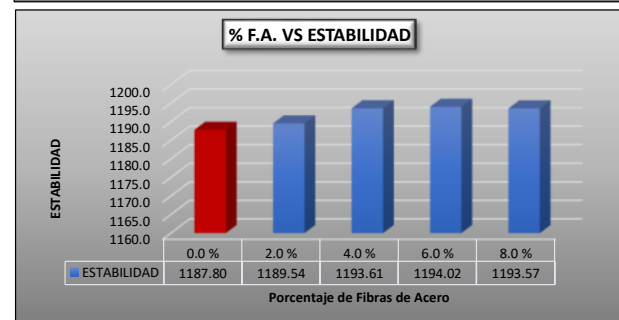
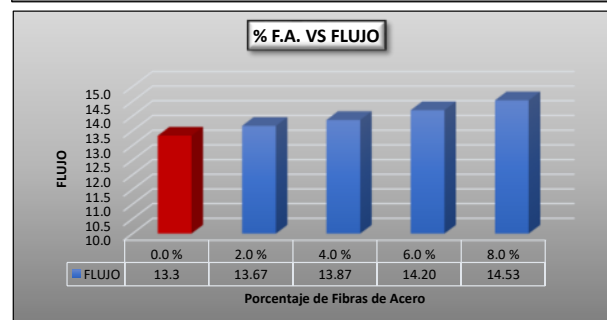
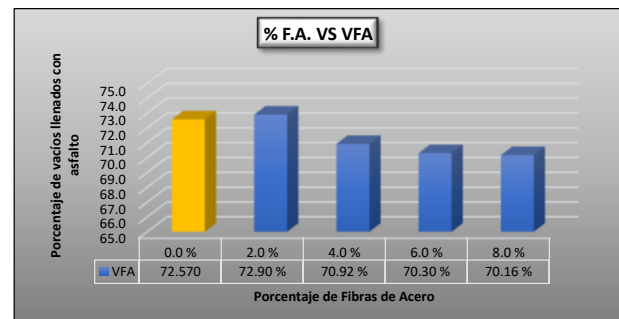
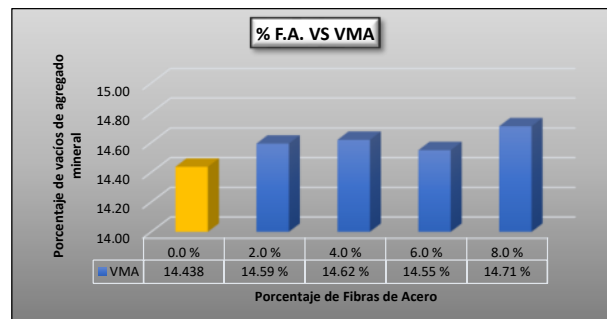
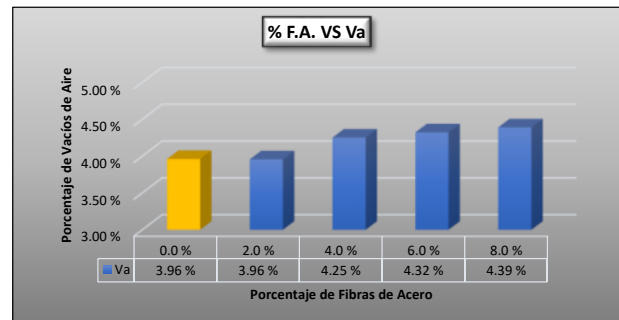
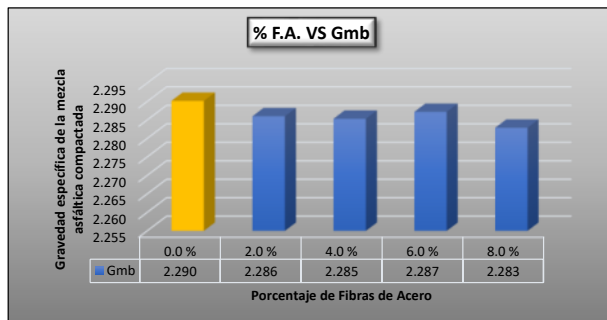
FECHA : Diciembre del 2022.

1.- CUADRO DE RESUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL Y MODIFICADA

% C.A.	% F.A.	Gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada		Porcentaje de Vacíos de Aire		Porcentaje de vacíos de agregado mineral		Porcentaje de vacíos llenados con asfalto	
		Gmb		Va		VMA		VFA	
		SIN FIBRAS	CON FIBRAS	SIN FIBRAS	CON FIBRAS	SIN FIBRAS	CON FIBRAS	SIN FIBRAS	CON FIBRAS
5.86 %	2 %	2.290	2.286	3.96 %	3.96 %	14.438	14.59 %	72.570	72.90 %
	4 %		2.285		4.25 %		14.62 %		70.92 %
	6 %		2.287		4.32 %		14.55 %		70.30 %
	8 %		2.283		4.39 %		14.71 %		70.16 %

% C.A.	% F.A.	FLUJO		ESTABILIDAD	
		SIN FIBRAS	CON FIBRAS	SIN FIBRAS	SIN FIBRAS
5.86 %	2 %	13.3	13.67	1187.80	1189.54
	4 %		13.87		1193.61
	6 %		14.20		1194.02
	8 %		14.53		1193.57

2.- GRÁFICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL Y MODIFICADA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL Y MODIFICADA

RESULTADOS

PROYECTO : TESIS: “DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO-2022.
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN : Perú - Puno
LABORATORIO : UNAP - Ingeniería Civil - Lab. Mecánica de suelos y Pavimentos.
FECHA : Diciembre del 2022.

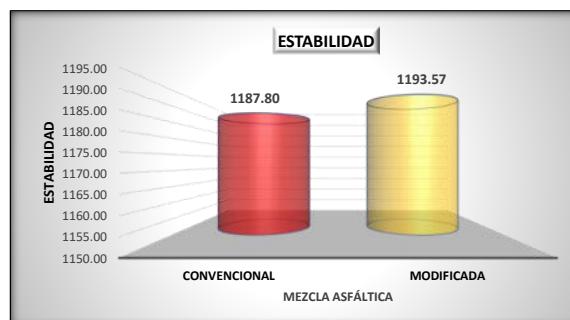
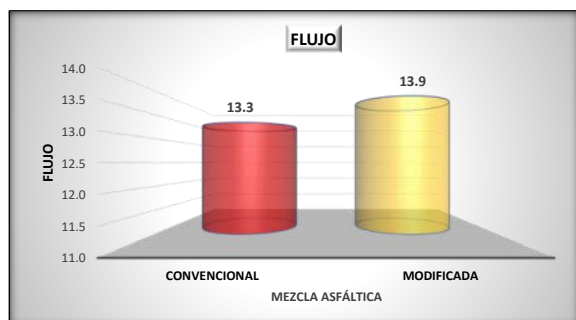
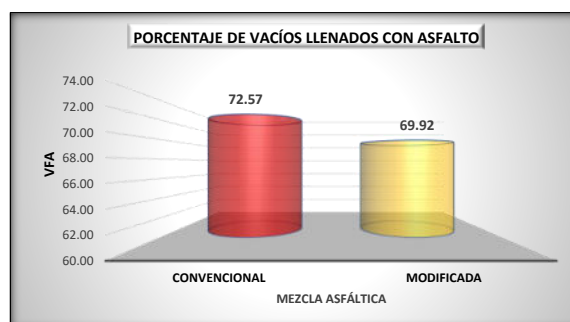
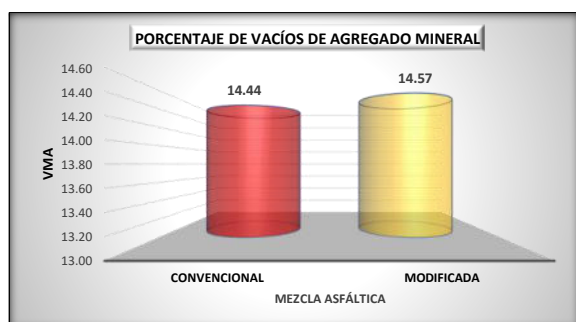
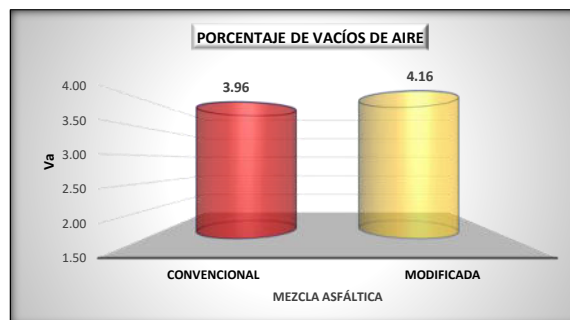
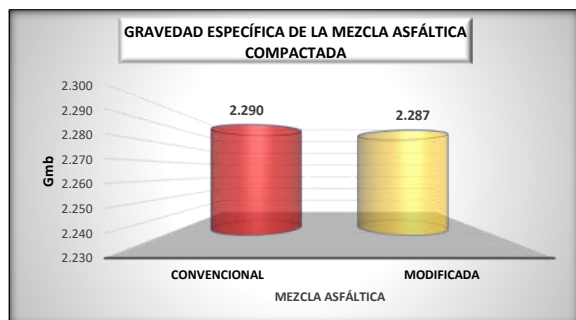
1.- CUADRO DE RESUMEN DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS CONVENCIONAL Y MODIFICADA - ÓPTIMO

⊗ PORCENTAJE DE CEMENTO ASFÁLTICO **5.86 %**
⊗ PORCENTAJE DE FIBRAS DE ACERO **4.03 %**

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LA MEZCLA ASFÁLTICA COMPACTADA		PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE		PORCENTAJE DE VACÍOS DE AGREGADO MINERAL		PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON ASFALTO	
Gmb		Va		VMA		VFA	
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE		MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE		MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE		MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	
CONVENCIONAL	MODIFICADA	CONVENCIONAL	MODIFICADA	CONVENCIONAL	MODIFICADA	CONVENCIONAL	MODIFICADA
2.290	2.287	3.96 %	4.16 %	14.44 %	14.57 %	72.57 %	69.92 %

FLUJO		ESTABILIDAD	
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE		MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	
CONVENCIONAL	MODIFICADA	CONVENCIONAL	MODIFICADA
13.3	13.89	1187.80	1193.57

2.- GRÁFICAS COMPARATIVAS DE LA MEZCLAS ASFÁLTICAS CONVENCIONAL Y MODIFICADA - ÓPTIMO





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESPECÍMENES

TIPO: MEZCLA MODIFICADA CON F.A.

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO.
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN : Perú - Puno
LABORATORIO : UNAP - Ingeniería Civil - Lab. Mecánica de suelos y Pavimentos.
FECHA : Noviembre del 2022.

1.- DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESPECÍMENES MODIFICADOS CON FIBRAS DE ACERO

DOSIFICACIÓN GLOBAL PARA LOS DISTINTOS PORCENTAJES DE FIBRAS DE ACERO

ESPECIFICACIÓN		Material	Porcentaje(%)	Peso (g)	% Total	Peso Total
MEZCLA DE AGREGADOS	1200.00 g.	Agregado Grueso	26.359	316.308	26.359	316.308
% DE ASFALTO	5.86	Agregado Fino	39.539	474.468	39.539	474.468
PESO DEL ASFALTO	70.80 g.	Arena Natural	24.476	293.712	24.476	293.712
% DE FIBRA DE ACERO	0.00	Filler	3.766	45.192	3.766	45.192
		Cemento asfáltico	5.860	70.320	5.860	70.320
PESO DE FA.	0.00 g.	Fibras de acero	0.000	0.000	0.000	0.000
		Total	100.000	1200.000	100.000	1200.000

ESPECIFICACIÓN		Material	Porcentaje(%)	Peso (g)	% Total	Peso Total
MEZCLA DE AGREGADOS	1200.00 g.	Agregado Grueso	26.359	316.308	26.326	315.914
% DE ASFALTO	5.86	Agregado Fino	39.539	474.468	39.490	473.877
PESO DEL ASFALTO	70.80 g.	Arena Natural	24.476	293.712	24.446	293.346
% DE FIBRA DE ACERO	2.00	Filler	3.766	45.192	3.761	45.136
		Cemento asfáltico	5.860	70.320	5.860	70.320
PESO DE FA.	1.42 g.	Fibras de acero	0.000	0.000	0.117	1.406
		Total	100.000	1200.000	100.000	1200.000

ESPECIFICACIÓN		Material	Porcentaje(%)	Peso (g)	% Total	Peso Total
MEZCLA DE AGREGADOS	1200.00 g.	Agregado Grueso	26.359	316.308	26.29	315.520
% DE ASFALTO	5.86	Agregado Fino	39.539	474.468	39.44	473.287
PESO DEL ASFALTO	70.80 g.	Arena Natural	24.476	293.712	24.42	292.981
% DE FIBRA DE ACERO	4.00	Filler	3.766	45.192	3.76	45.079
		Cemento asfáltico	5.860	70.320	5.86	70.320
PESO DE FA.	2.83 g.	Fibras de acero	0.000	0.000	0.234	2.813
		Total	100.000	1200.000	100.000	1200.000

ESPECIFICACIÓN		Material	Porcentaje(%)	Peso (g)	% Total	Peso Total
MEZCLA DE AGREGADOS	1200.00 g.	Agregado Grueso	26.359	316.308	26.261	315.127
% DE ASFALTO	5.86	Agregado Fino	39.539	474.468	39.391	472.696
PESO DEL ASFALTO	70.80 g.	Arena Natural	24.476	293.712	24.385	292.615
% DE FIBRA DE ACERO	6.00	Filler	3.766	45.192	3.752	45.023
		Cemento asfáltico	5.860	70.320	5.860	70.320
PESO DE FA.	4.25 g.	Fibras de acero	0.000	0.000	0.352	4.219
		Total	100.000	1200.000	100.000	1200.000

ESPECIFICACIÓN		Material	Porcentaje(%)	Peso (g)	% Total	Peso Total
MEZCLA DE AGREGADOS	1200.00 g.	Agregado Grueso	26.359	316.308	26.228	314.733
% DE ASFALTO	5.86	Agregado Fino	39.539	474.468	39.342	472.105
PESO DEL ASFALTO	70.80 g.	Arena Natural	24.476	293.712	24.354	292.249
% DE FIBRA DE ACERO	8.00	Filler	3.766	45.192	3.747	44.967
		Cemento asfáltico	5.860	70.320	5.860	70.320
PESO DE FA.	5.66 g.	Fibras de acero	0.000	0.000	0.469	5.626
		Total	100.000	1200.000	100.000	1200.000



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESPECÍMENES

TIPO: MEZCLA MODIFICADA CON F.A.

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO.
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN : Perú - Puno
LABORATORIO : UNAP - Ingeniería Civil - Lab. Mecánica de suelos y Pavimentos.
FECHA : Noviembre del 2022.

1.- CANTIDAD DE FIBRAS DE ACERO Y AGREGADO MINERAL

DOSIFICACIÓN PARCIAL

ESPECIFICACIÓN		Material	Porcentaje(%)	Peso (g)	% Total	Peso Total
MEZCLA DE AGREGADOS	1200.0 g.	Agregado Grueso	28.00	336	28.00	336.00
% DE ASFALTO	5.86 %	Agregado Fino	42.00	504	42.00	504.00
PESO DEL ASFALTO	70.8 g.	Arena Natural	26.00	312	26.00	312.00
% DE FIBRA DE ACERO	0.0 %	Filler	4.00	48	4.00	48.00
PESO DE FA.	0.0 g.	Fibras de acero	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	100.0	1200.0	100.0	1200.0

ESPECIFICACIÓN		Material	Porcentaje(%)	Peso (g)	% Total	Peso Total
MEZCLA DE AGREGADOS	1200.0 g.	Agregado Grueso	28.000	336.000	27.967	335.606
% DE ASFALTO	5.86 %	Agregado Fino	42.000	504.000	41.951	503.409
PESO DEL ASFALTO	70.8 g.	Arena Natural	26.000	312.000	25.970	311.634
% DE FIBRA DE ACERO	2.0 %	Filler	4.000	48.000	3.995	47.944
PESO DE FA.	1.4 g.	Fibras de acero	0.000	0.000	0.117	1.406
		Total	100.000	1200.000	100.000	1200.000

ESPECIFICACIÓN		Material	Porcentaje(%)	Peso (g)	% Total	Peso Total
MEZCLA DE AGREGADOS	1200.0 g.	Agregado Grueso	28.000	336.000	27.934	335.212
% DE ASFALTO	5.86 %	Agregado Fino	42.000	504.000	41.902	502.819
PESO DEL ASFALTO	70.8 g.	Arena Natural	26.000	312.000	25.939	311.269
% DE FIBRA DE ACERO	4.0 %	Filler	4.000	48.000	3.991	47.887
PESO DE FA.	2.8 g.	Fibras de acero	0.000	0.000	0.234	2.813
		Total	100.000	1200.000	100.000	1200.000

ESPECIFICACIÓN		Material	Porcentaje(%)	Peso (g)	% Total	Peso Total
MEZCLA DE AGREGADOS	1200.0 g.	Agregado Grueso	28.000	336.000	27.902	334.819
% DE ASFALTO	5.86 %	Agregado Fino	42.000	504.000	41.852	502.228
PESO DEL ASFALTO	70.8 g.	Arena Natural	26.000	312.000	25.909	310.903
% DE FIBRA DE ACERO	6.0 %	Filler	4.000	48.000	3.986	47.831
PESO DE FA.	4.2 g.	Fibras de acero	0.000	0.000	0.352	4.219
		Total	100.000	1200.000	100.000	1200.000

ESPECIFICACIÓN		Material	Porcentaje(%)	Peso (g)	% Total	Peso Total
MEZCLA DE AGREGADOS	1200.0 g.	Agregado Grueso	28.000	336.000	27.869	334.425
% DE ASFALTO	5.86 %	Agregado Fino	42.000	504.000	41.803	501.637
PESO DEL ASFALTO	70.8 g.	Arena Natural	26.000	312.000	25.878	310.537
% DE FIBRA DE ACERO	8.0 %	Filler	4.000	48.000	3.981	47.775
PESO DE FA.	5.7 g.	Fibras de acero	0.000	0.000	0.469	5.626
		Total	100.000	1200.000	100.000	1200.000



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TEMPERATURAS SUPERFICIALES DE LOS ESPECIMENES

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO-2022".

SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE

UBICACIÓN : Perú - Puno

CANTERA : San Roman - Cabanillas

FECHA : Noviembre del 2022

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	0.0 %
TIEMPO:	20 Seg.

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	0.0 %
TIEMPO:	20 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	0.0 %	30.2 °C	34.8 °C	31.1 °C	31.8 °C
		37.9 °C	35.0 °C	29.6 °C	31.9 °C
		32.9 °C	38.5 °C	34.6 °C	32.3 °C
		33.5 °C	36.9 °C	31.4 °C	32.6 °C
		33.6 °C	36.1 °C	31.0 °C	29.2 °C
		28.3 °C	36.6 °C	31.2 °C	33.2 °C
		28.4 °C	35.8 °C	33.6 °C	33.4 °C
		25.8 °C	36.5 °C	33.1 °C	33.0 °C
		31.5 °C	29.4 °C	33.2 °C	32.8 °C
		32.3 °C	29.3 °C	30.8 °C	32.5 °C
Promedio Parcial		31.4 °C	34.9 °C	31.9 °C	32.2 °C
PROMEDIO		32.6 °C			

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	0.0 %	29.5 °C	37.8 °C	32.4 °C	34.4 °C
		29.6 °C	37.0 °C	34.8 °C	34.6 °C
		27.0 °C	37.7 °C	34.3 °C	34.2 °C
		32.7 °C	30.6 °C	34.4 °C	34.0 °C
		33.5 °C	30.5 °C	32.0 °C	33.7 °C
		31.4 °C	36.0 °C	32.3 °C	33.0 °C
		39.1 °C	36.2 °C	30.8 °C	33.1 °C
		34.1 °C	39.7 °C	35.8 °C	33.5 °C
		34.7 °C	38.1 °C	32.6 °C	33.8 °C
		34.8 °C	37.3 °C	32.2 °C	30.4 °C
Promedio Parcial		32.6 °C	36.1 °C	33.1 °C	33.4 °C
PROMEDIO		33.8 °C			

PROMEDIO FINAL 33.2 °C

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	0.0 %
TIEMPO:	40 Seg.

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	0.0 %
TIEMPO:	40 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	0.0 %	60.5 °C	42.2 °C	55.4 °C	50.5 °C
		62.5 °C	54.4 °C	61.5 °C	52.8 °C
		53.2 °C	48.3 °C	49.9 °C	50.3 °C
		63.6 °C	52.1 °C	58.1 °C	45.9 °C
		47.2 °C	45.4 °C	52.9 °C	46.0 °C
		64.1 °C	49.1 °C	50.2 °C	45.4 °C
		62.7 °C	43.9 °C	58.6 °C	52.5 °C
		47.2 °C	38.0 °C	58.9 °C	50.9 °C
		50.2 °C	51.4 °C	54.0 °C	46.6 °C
		61.4 °C	47.0 °C	50.6 °C	51.4 °C
Promedio Parcial		57.2 °C	47.2 °C	55.0 °C	49.2 °C
PROMEDIO		52.2 °C			

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	0.0 %	41.0 °C	48.6 °C	42.2 °C	42.9 °C
		41.5 °C	42.4 °C	56.1 °C	49.0 °C
		47.2 °C	36.5 °C	55.4 °C	50.4 °C
		44.2 °C	46.9 °C	52.5 °C	45.1 °C
		59.9 °C	45.0 °C	48.1 °C	48.9 °C
		37.2 °C	41.2 °C	53.9 °C	47.0 °C
		60.2 °C	51.9 °C	59.0 °C	50.3 °C
		51.5 °C	47.8 °C	46.4 °C	48.8 °C
		51.8 °C	50.6 °C	53.6 °C	45.4 °C
		59.9 °C	41.9 °C	51.4 °C	44.5 °C
Promedio Parcial		49.4 °C	45.3 °C	51.8 °C	47.2 °C
PROMEDIO		48.4 °C			

PROMEDIO FINAL 50.3 °C

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	0.0 %
TIEMPO:	60 Seg.

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	0.0 %
TIEMPO:	60 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	0.0 %	57.3 °C	94.4 °C	55.5 °C	69.8 °C
		46.6 °C	86.4 °C	50.3 °C	69.3 °C
		88.4 °C	81.7 °C	56.0 °C	62.9 °C
		69.3 °C	68.3 °C	47.2 °C	58.2 °C
		67.3 °C	73.4 °C	59.0 °C	50.8 °C
		60.2 °C	53.2 °C	80.9 °C	32.5 °C
		58.3 °C	57.2 °C	65.5 °C	52.4 °C
		54.0 °C	46.6 °C	77.0 °C	68.8 °C
		44.2 °C	49.4 °C	78.6 °C	64.8 °C
		50.8 °C	55.9 °C	53.4 °C	58.0 °C
Promedio Parcial		59.7 °C	66.7 °C	62.4 °C	58.8 °C
PROMEDIO		61.9 °C			

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	0.0 %	60.8 °C	53.8 °C	80.5 °C	31.1 °C
		56.9 °C	56.8 °C	64.1 °C	50.0 °C
		53.6 °C	46.2 °C	74.6 °C	69.4 °C
		41.8 °C	46.0 °C	78.2 °C	64.4 °C
		50.4 °C	55.0 °C	52.0 °C	56.6 °C
		57.9 °C	94.0 °C	55.1 °C	67.4 °C
		46.2 °C	85.0 °C	48.9 °C	67.9 °C
		87.0 °C	82.3 °C	53.6 °C	62.5 °C
		69.9 °C	67.9 °C	43.8 °C	58.8 °C
		66.9 °C	71.0 °C	58.6 °C	50.4 °C
Promedio Parcial		59.2 °C	65.8 °C	61.0 °C	57.9 °C
PROMEDIO		60.9 °C			

PROMEDIO FINAL 61.4 °C

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	0.0 %
TIEMPO:	80 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	0.0 %	62.2 °C	89.7 °C	81.6 °C	57.7 °C
		67.6 °C	88.0 °C	72.2 °C	69.9 °C
		82.6 °C	69.6 °C	71.7 °C	61.7 °C
		82.5 °C	84.6 °C	93.6 °C	73.6 °C
		82.5 °C	70.8 °C	91.5 °C	54.8 °C
		83.1 °C	64.3 °C	90.1 °C	61.5 °C
		82.7 °C	58.5 °C	82.0 °C	73.2 °C
		82.7 °C	75.6 °C	74.8 °C	65.3 °C
		94.7 °C	90.7 °C	92.3 °C	65.2 °C
		72.5 °C	88.1 °C	78.0 °C	71.8 °C
Promedio parcial		79.3 °C	78.0 °C	82.8 °C	65.5 °C
PROMEDIO		76.4 °C			

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	0.0 %
TIEMPO:	80 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	0.0 %	82.6 °C	63.8 °C	98.6 °C	59.0 °C
		80.2 °C	57.0 °C	69.5 °C	69.7 °C
		81.2 °C	74.1 °C	71.3 °C	64.8 °C
		91.2 °C	86.2 °C	90.8 °C	63.7 °C
		71.0 °C	86.1 °C	75.5 °C	69.3 °C
		61.7 °C	88.2 °C	70.1 °C	54.2 °C
		66.1 °C	85.5 °C	79.7 °C	67.4 °C
		80.1 °C	69.1 °C	68.2 °C	60.2 °C
		82.0 °C	83.1 °C	89.1 °C	73.1 °C
		81.0 °C	67.3 °C	90.0 °C	53.3 °C
Promedio parcial		77.7 °C	76.1 °C	80.3 °C	63.5 °C
PROMEDIO		74.4 °C			

PROMEDIO FINAL 75.4 °C

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	2.0 %
TIEMPO:	20 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	2.0 %	30.9 °C	38.6 °C	30.9 °C	30.9 °C
		31.6 °C	36.4 °C	31.2 °C	31.2 °C
		31.5 °C	40.5 °C	36.6 °C	31.3 °C
		31.2 °C	40.4 °C	32.7 °C	33.5 °C
		34.4 °C	37.5 °C	38.2 °C	33.6 °C
		35.6 °C	36.9 °C	35.6 °C	33.4 °C
		34.9 °C	36.9 °C	40.9 °C	33.8 °C
		33.7 °C	37.6 °C	40.5 °C	36.5 °C
		30.9 °C	37.1 °C	37.9 °C	36.4 °C
		31.6 °C	37.2 °C	34.7 °C	36.4 °C
Promedio parcial		32.6 °C	37.9 °C	35.9 °C	33.7 °C
PROMEDIO		35.0 °C			

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	2.0 %
TIEMPO:	20 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	2.0 %	34.6 °C	35.9 °C	33.6 °C	30.4 °C
		31.9 °C	34.9 °C	37.9 °C	29.8 °C
		22.6 °C	35.6 °C	36.5 °C	35.5 °C
		26.9 °C	32.1 °C	35.9 °C	34.4 °C
		29.6 °C	34.7 °C	23.0 °C	33.4 °C
		29.9 °C	36.6 °C	28.9 °C	26.9 °C
		29.6 °C	33.4 °C	28.2 °C	28.2 °C
		28.5 °C	39.5 °C	32.6 °C	29.3 °C
		30.2 °C	38.4 °C	21.8 °C	32.5 °C
		32.4 °C	33.5 °C	36.2 °C	31.6 °C
Promedio parcial		29.6 °C	35.5 °C	31.5 °C	31.2 °C
PROMEDIO		31.9 °C			

PROMEDIO FINAL 33.5 °C

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	2.0 %
TIEMPO:	40 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	2.0 %	51.7 °C	66.1 °C	48.4 °C	55.9 °C
		57.1 °C	62.5 °C	50.5 °C	68.1 °C
		59.5 °C	40.9 °C	53.9 °C	60.3 °C
		56.1 °C	57.3 °C	54.4 °C	60.6 °C
		56.7 °C	57.9 °C	67.2 °C	54.0 °C
		63.7 °C	57.9 °C	50.4 °C	54.1 °C
		58.0 °C	57.4 °C	61.9 °C	53.9 °C
		54.6 °C	43.9 °C	61.6 °C	53.3 °C
		53.0 °C	46.3 °C	49.8 °C	53.7 °C
		47.6 °C	60.9 °C	44.0 °C	53.9 °C
Promedio Parcial		55.8 °C	55.1 °C	54.2 °C	56.8 °C
PROMEDIO		55.5 °C			

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	2.0 %
TIEMPO:	40 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	2.0 %	61.0 °C	55.1 °C	64.1 °C	50.6 °C
		56.6 °C	41.6 °C	64.8 °C	47.0 °C
		57.0 °C	47.0 °C	51.0 °C	48.4 °C
		49.6 °C	59.1 °C	46.2 °C	49.6 °C
		52.7 °C	63.8 °C	49.6 °C	52.6 °C
		59.1 °C	61.2 °C	52.7 °C	63.8 °C
		62.5 °C	37.6 °C	37.1 °C	55.0 °C
		57.1 °C	55.0 °C	38.6 °C	54.3 °C
		58.7 °C	57.6 °C	66.2 °C	48.7 °C
		59.4 °C	54.6 °C	51.6 °C	49.8 °C
Promedio Parcial		57.4 °C	53.3 °C	52.2 °C	52.0 °C
PROMEDIO		53.7 °C			

PROMEDIO FINAL 54.6 °C

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	2.0 %
TIEMPO:	60 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	2.0 %	51.0 °C	73.0 °C	58.7 °C	54.9 °C
		66.1 °C	79.6 °C	75.2 °C	55.7 °C
		59.4 °C	79.6 °C	66.7 °C	53.9 °C
		66.6 °C	79.2 °C	85.1 °C	54.0 °C
		69.2 °C	79.0 °C	87.8 °C	53.9 °C
		58.2 °C	75.0 °C	62.6 °C	70.8 °C
		56.5 °C	74.9 °C	62.6 °C	68.5 °C
		50.2 °C	75.6 °C	56.5 °C	62.6 °C
		42.6 °C	43.6 °C	56.5 °C	48.9 °C
		63.5 °C	51.1 °C	56.9 °C	41.1 °C
Promedio parcial		58.4 °C	71.1 °C	66.9 °C	56.5 °C
PROMEDIO		63.2 °C			

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	2.0 %
TIEMPO:	60 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	2.0 %	54.5 °C	71.9 °C	60.6 °C	67.5 °C
		47.2 °C	72.6 °C	55.5 °C	58.6 °C
		41.6 °C	43.6 °C	53.5 °C	45.9 °C
		60.5 °C	48.6 °C	54.9 °C	39.1 °C
		47.0 °C	70.0 °C	55.7 °C	53.9 °C
		63.1 °C	77.6 °C	73.2 °C	53.7 °C
		57.4 °C	75.6 °C	65.7 °C	50.9 °C
		62.6 °C	76.2 °C	85.8 °C	50.0 °C
		66.2 °C	78.0 °C	86.8 °C	50.9 °C
		54.2 °C	71.0 °C	59.6 °C	68.8 °C
Promedio parcial		55.5 °C	68.6 °C	65.2 °C	54.0 °C
PROMEDIO		60.8 °C			

PROMEDIO FINAL 62.0 °C

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	2.0 %
TIEMPO:	80 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	2.0 %	65.8 °C	94.2 °C	79.6 °C	69.2 °C
		87.4 °C	86.4 °C	82.1 °C	76.5 °C
		83.8 °C	89.5 °C	94.7 °C	68.5 °C
		84.0 °C	101.0 °C	57.8 °C	68.1 °C
		84.6 °C	86.7 °C	68.2 °C	72.9 °C
		84.4 °C	101.4 °C	91.1 °C	42.5 °C
		66.4 °C	85.8 °C	91.4 °C	78.5 °C
		67.6 °C	86.2 °C	91.3 °C	78.9 °C
		33.5 °C	85.8 °C	90.9 °C	61.5 °C
		84.1 °C	86.0 °C	61.2 °C	29.3 °C
Promedio parcial		74.2 °C	90.3 °C	80.9 °C	64.6 °C
PROMEDIO		77.5 °C			

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	2.0 %
TIEMPO:	80 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	2.0 %	83.0 °C	94.7 °C	52.8 °C	67.1 °C
		82.6 °C	87.9 °C	66.2 °C	70.9 °C
		83.4 °C	89.7 °C	89.1 °C	39.5 °C
		63.4 °C	83.8 °C	88.4 °C	74.5 °C
		65.6 °C	84.2 °C	87.3 °C	77.9 °C
		29.5 °C	80.8 °C	88.9 °C	59.5 °C
		82.1 °C	83.5 °C	58.2 °C	26.3 °C
		64.8 °C	92.2 °C	77.6 °C	65.2 °C
		85.4 °C	83.4 °C	79.1 °C	73.5 °C
		80.8 °C	88.5 °C	96.7 °C	66.5 °C
Promedio parcial		72.1 °C	86.9 °C	78.5 °C	62.1 °C
PROMEDIO		74.9 °C			

PROMEDIO FINAL 76.2 °C

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	4.0 %
TIEMPO:	20 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	4.0 %	35.7 °C	31.4 °C	43.7 °C	30.7 °C
		33.1 °C	35.8 °C	33.5 °C	31.8 °C
		42.0 °C	35.1 °C	35.4 °C	31.9 °C
		30.4 °C	37.4 °C	33.2 °C	30.7 °C
		30.8 °C	37.9 °C	38.5 °C	30.9 °C
		30.8 °C	36.8 °C	33.4 °C	34.8 °C
		40.2 °C	34.8 °C	30.1 °C	36.0 °C
		34.5 °C	34.7 °C	35.0 °C	30.6 °C
		37.0 °C	32.1 °C	36.5 °C	38.0 °C
		35.0 °C	32.6 °C	29.7 °C	30.8 °C
Promedio parcial		35.0 °C	34.9 °C	34.9 °C	32.6 °C
PROMEDIO		34.3 °C			

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	4.0 %
TIEMPO:	20 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	4.0 %	32.3 °C	40.3 °C	34.6 °C	34.0 °C
		33.4 °C	40.2 °C	34.3 °C	37.1 °C
		28.9 °C	34.6 °C	36.3 °C	35.6 °C
		30.4 °C	37.6 °C	34.2 °C	35.3 °C
		36.3 °C	36.9 °C	49.2 °C	34.2 °C
		38.6 °C	40.3 °C	38.0 °C	36.3 °C
		37.9 °C	41.6 °C	38.9 °C	37.4 °C
		36.9 °C	42.9 °C	35.7 °C	37.2 °C
		36.3 °C	41.4 °C	34.8 °C	36.4 °C
		37.3 °C	43.3 °C	38.9 °C	34.9 °C
Promedio parcial		34.8 °C	39.9 °C	37.5 °C	35.8 °C
PROMEDIO		37.0 °C			

PROMEDIO FINAL 35.7 °C

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	4.0 %
TIEMPO:	40 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	4.0 %	64.2 °C	62.1 °C	86.6 °C	54.6 °C
		64.2 °C	62.2 °C	77.3 °C	51.0 °C
		62.3 °C	61.0 °C	58.2 °C	54.2 °C
		56.8 °C	59.6 °C	59.5 °C	55.6 °C
		65.7 °C	59.6 °C	68.2 °C	77.2 °C
		66.0 °C	55.7 °C	67.5 °C	56.6 °C
		66.3 °C	55.9 °C	81.2 °C	64.5 °C
		55.1 °C	55.9 °C	50.3 °C	55.7 °C
		56.8 °C	55.9 °C	49.6 °C	73.6 °C
		71.9 °C	55.9 °C	44.9 °C	74.1 °C
Promedio parcial		62.9 °C	58.4 °C	64.3 °C	61.7 °C
PROMEDIO		61.9 °C			

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	4.0 %
TIEMPO:	40 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	4.0 %	54.8 °C	56.8 °C	67.4 °C	76.4 °C
		64.8 °C	65.4 °C	66.7 °C	54.8 °C
		65.9 °C	55.1 °C	79.4 °C	61.7 °C
		53.9 °C	67.9 °C	63.4 °C	55.9 °C
		65.5 °C	62.4 °C	48.8 °C	72.8 °C
		75.4 °C	62.2 °C	65.4 °C	72.3 °C
		67.4 °C	61.3 °C	85.8 °C	51.8 °C
		72.9 °C	60.4 °C	75.5 °C	49.2 °C
		63.4 °C	61.2 °C	55.4 °C	53.4 °C
		62.4 °C	58.8 °C	55.7 °C	55.8 °C
Promedio parcial		64.7 °C	61.2 °C	66.4 °C	60.4 °C
PROMEDIO		63.2 °C			

PROMEDIO FINAL 62.5 °C

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	4.0 %
TIEMPO:	60 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	4.0 %	66.0 °C	64.6 °C	67.9 °C	68.9 °C
		66.2 °C	67.9 °C	57.9 °C	58.5 °C
		66.5 °C	66.1 °C	71.8 °C	68.6 °C
		90.6 °C	66.2 °C	72.0 °C	60.5 °C
		90.2 °C	58.4 °C	76.2 °C	55.1 °C
		88.4 °C	58.2 °C	76.2 °C	57.5 °C
		84.9 °C	61.0 °C	76.3 °C	57.4 °C
		85.0 °C	59.9 °C	63.9 °C	58.9 °C
		85.1 °C	57.1 °C	64.2 °C	59.5 °C
		55.8 °C	49.9 °C	49.5 °C	58.8 °C
Promedio parcial		77.9 °C	60.9 °C	67.6 °C	60.4 °C
PROMEDIO		66.7 °C			

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	4.0 %
TIEMPO:	60 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	4.0 %	89.4 °C	59.2 °C	78.2 °C	60.5 °C
		87.9 °C	63.0 °C	79.3 °C	61.4 °C
		87.0 °C	61.9 °C	67.9 °C	59.9 °C
		89.1 °C	62.1 °C	66.2 °C	61.5 °C
		78.1 °C	73.2 °C	62.2 °C	61.8 °C
		67.0 °C	66.6 °C	69.9 °C	72.9 °C
		68.2 °C	70.9 °C	60.9 °C	61.5 °C
		69.5 °C	67.1 °C	75.8 °C	70.6 °C
		91.6 °C	68.2 °C	77.0 °C	61.5 °C
		92.2 °C	62.4 °C	78.2 °C	57.1 °C
Promedio parcial		82.0 °C	65.5 °C	71.6 °C	62.9 °C
PROMEDIO		70.5 °C			

PROMEDIO FINAL 68.6 °C

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	4.0 %
TIEMPO:	80 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	4.0 %	76.0 °C	79.4 °C	70.5 °C	84.6 °C
		82.1 °C	85.4 °C	70.4 °C	80.2 °C
		88.2 °C	83.5 °C	70.0 °C	81.2 °C
		89.0 °C	85.5 °C	78.7 °C	80.2 °C
		89.8 °C	63.8 °C	95.4 °C	82.2 °C
		94.8 °C	63.2 °C	75.3 °C	80.2 °C
		94.0 °C	63.3 °C	81.0 °C	75.3 °C
		89.7 °C	63.7 °C	74.5 °C	74.0 °C
		90.4 °C	76.8 °C	71.3 °C	71.2 °C
		90.3 °C	75.4 °C	66.0 °C	67.3 °C
Promedio parcial		88.4 °C	74.0 °C	75.3 °C	77.6 °C
PROMEDIO		78.9 °C			

PROMEDIO FINAL 79.8 °C

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	4.0 %
TIEMPO:	80 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	4.0 %	93.6 °C	62.0 °C	75.1 °C	91.2 °C
		94.8 °C	63.1 °C	81.8 °C	77.1 °C
		94.0 °C	63.5 °C	76.3 °C	72.8 °C
		84.4 °C	79.6 °C	71.1 °C	65.2 °C
		94.4 °C	75.7 °C	66.8 °C	68.1 °C
		74.8 °C	79.2 °C	70.3 °C	86.4 °C
		81.9 °C	86.2 °C	71.2 °C	87.0 °C
		95.0 °C	82.3 °C	71.8 °C	95.8 °C
		93.2 °C	85.3 °C	81.5 °C	95.4 °C
		94.4 °C	65.6 °C	95.2 °C	86.4 °C
Promedio parcial		90.1 °C	74.3 °C	76.1 °C	82.5 °C
PROMEDIO		80.7 °C			

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	6.0 %
TIEMPO:	20 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	6.0 %	30.8 °C	23.9 °C	35.0 °C	34.3 °C
		31.2 °C	24.2 °C	35.4 °C	33.9 °C
		31.3 °C	46.6 °C	35.1 °C	42.7 °C
		42.7 °C	42.2 °C	39.0 °C	33.8 °C
		34.5 °C	39.4 °C	43.2 °C	34.5 °C
		34.0 °C	36.3 °C	42.8 °C	33.9 °C
		42.7 °C	35.9 °C	48.2 °C	27.2 °C
		34.1 °C	36.1 °C	40.3 °C	33.6 °C
		34.0 °C	35.8 °C	46.1 °C	29.2 °C
		34.2 °C	32.0 °C	27.5 °C	29.4 °C
Promedio parcial		35.0 °C	35.2 °C	39.3 °C	33.3 °C
PROMEDIO		35.7 °C			

PROMEDIO FINAL 36.5 °C

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	6.0 %
TIEMPO:	20 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	6.0 %	36.5 °C	43.4 °C	45.2 °C	36.5 °C
		35.0 °C	37.3 °C	44.8 °C	36.9 °C
		37.4 °C	37.9 °C	44.7 °C	31.2 °C
		36.1 °C	38.1 °C	44.3 °C	34.6 °C
		38.0 °C	40.8 °C	48.1 °C	31.2 °C
		36.2 °C	34.5 °C	30.5 °C	32.4 °C
		31.8 °C	25.9 °C	37.0 °C	38.3 °C
		33.2 °C	27.2 °C	38.4 °C	36.9 °C
		34.3 °C	47.6 °C	39.1 °C	36.1 °C
		32.1 °C	44.2 °C	44.0 °C	34.8 °C
Promedio parcial		35.1 °C	37.7 °C	41.6 °C	34.9 °C
PROMEDIO		37.3 °C			

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	6.0 %
TIEMPO:	40 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	6.0 %	56.11 °C	63.41 °C	50.91 °C	47.01 °C
		56.51 °C	63.01 °C	92.31 °C	52.31 °C
		49.21 °C	85.21 °C	90.11 °C	53.71 °C
		49.51 °C	97.01 °C	82.31 °C	56.31 °C
		49.21 °C	97.21 °C	79.41 °C	54.71 °C
		49.11 °C	95.91 °C	55.21 °C	57.31 °C
		49.31 °C	85.11 °C	52.61 °C	51.51 °C
		47.91 °C	71.01 °C	58.11 °C	51.41 °C
		48.31 °C	58.31 °C	59.51 °C	51.01 °C
		56.81 °C	57.71 °C	55.21 °C	49.21 °C
Promedio parcial		51.2 °C	77.4 °C	67.6 °C	52.4 °C
PROMEDIO		62.1 °C			

PROMEDIO FINAL 62.8 °C

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	6.0 %
TIEMPO:	40 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	6.0 %	50.71 °C	90.61 °C	80.91 °C	56.21 °C
		49.61 °C	96.41 °C	56.71 °C	59.81 °C
		51.81 °C	86.61 °C	55.11 °C	55.01 °C
		49.41 °C	72.51 °C	61.61 °C	51.91 °C
		51.81 °C	62.81 °C	61.01 °C	52.51 °C
		47.91 °C	59.71 °C	57.71 °C	51.71 °C
		56.61 °C	64.91 °C	52.41 °C	50.51 °C
		58.01 °C	65.51 °C	94.81 °C	54.81 °C
		51.71 °C	85.71 °C	85.81 °C	55.21 °C
		50.01 °C	98.51 °C	86.81 °C	56.81 °C
Promedio parcial		51.8 °C	78.3 °C	69.3 °C	54.4 °C
PROMEDIO		63.5 °C			

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	6.0 %
TIEMPO:	60 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	6.0 %	75.2 °C	78.5 °C	92.0 °C	60.1 °C
		75.6 °C	82.1 °C	76.4 °C	62.4 °C
		63.3 °C	82.3 °C	80.5 °C	62.8 °C
		56.2 °C	82.0 °C	76.3 °C	58.4 °C
		59.4 °C	79.2 °C	72.7 °C	58.6 °C
		59.0 °C	76.1 °C	80.2 °C	62.5 °C
		60.4 °C	76.4 °C	81.6 °C	62.1 °C
		61.5 °C	73.8 °C	80.3 °C	62.3 °C
		56.3 °C	73.4 °C	77.2 °C	62.0 °C
		59.7 °C	62.6 °C	65.4 °C	64.2 °C
Promedio parcial		62.7 °C	76.7 °C	78.3 °C	61.6 °C
PROMEDIO		69.8 °C			

PROMEDIO FINAL 69.5 °C

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	6.0 %
TIEMPO:	60 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	6.0 %	59.4 °C	76.4 °C	80.6 °C	60.1 °C
		61.5 °C	71.8 °C	78.3 °C	63.3 °C
		54.3 °C	70.4 °C	77.2 °C	62.0 °C
		59.7 °C	62.1 °C	64.4 °C	63.2 °C
		76.2 °C	78.5 °C	92.0 °C	58.1 °C
		75.6 °C	81.1 °C	75.4 °C	61.4 °C
		62.3 °C	83.3 °C	78.5 °C	62.8 °C
		57.2 °C	82.0 °C	73.3 °C	59.4 °C
		59.4 °C	77.2 °C	71.7 °C	58.6 °C
		60.0 °C	77.1 °C	80.2 °C	59.5 °C
Promedio parcial		62.6 °C	76.0 °C	77.2 °C	60.9 °C
PROMEDIO		69.2 °C			

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	6.0 %
TIEMPO:	80 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	6.0 %	72.0 °C	90.3 °C	84.8 °C	74.9 °C
		72.4 °C	96.1 °C	85.2 °C	75.2 °C
		72.1 °C	93.3 °C	98.3 °C	78.6 °C
		104.4 °C	90.9 °C	82.8 °C	78.2 °C
		72.1 °C	91.1 °C	98.3 °C	71.6 °C
		77.0 °C	93.8 °C	93.3 °C	90.2 °C
		84.2 °C	91.0 °C	108.5 °C	90.4 °C
		106.8 °C	89.9 °C	91.0 °C	77.3 °C
		101.2 °C	90.2 °C	66.4 °C	91.9 °C
		86.3 °C	66.6 °C	82.3 °C	77.1 °C
Promedio parcial		84.9 °C	89.3 °C	89.1 °C	80.5 °C
PROMEDIO		86.0 °C			

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	6.0 %
TIEMPO:	80 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	6.0 %	72.9 °C	89.9 °C	98.1 °C	72.4 °C
		78.8 °C	110.6 °C	104.8 °C	88.0 °C
		84.0 °C	91.8 °C	94.6 °C	89.2 °C
		107.6 °C	88.7 °C	89.8 °C	79.1 °C
		100.0 °C	88.0 °C	67.2 °C	92.7 °C
		87.1 °C	66.9 °C	80.0 °C	76.9 °C
		73.8 °C	96.7 °C	85.6 °C	73.7 °C
		73.2 °C	94.1 °C	85.0 °C	75.0 °C
		71.9 °C	102.8 °C	97.1 °C	79.4 °C
		106.2 °C	91.7 °C	96.0 °C	80.0 °C
Promedio parcial		85.6 °C	92.1 °C	89.8 °C	80.6 °C
PROMEDIO		87.0 °C			

PROMEDIO FINAL 86.5 °C

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	8.0 %
TIEMPO:	20 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	8.0 %	42.8 °C	39.9 °C	32.0 °C	32.3 °C
		38.2 °C	55.3 °C	35.4 °C	33.9 °C
		29.3 °C	58.6 °C	32.1 °C	33.1 °C
		29.1 °C	58.2 °C	48.0 °C	34.8 °C
		29.5 °C	52.4 °C	35.2 °C	32.0 °C
		32.0 °C	42.3 °C	38.8 °C	37.9 °C
		32.4 °C	40.9 °C	39.2 °C	36.2 °C
		32.1 °C	40.1 °C	39.3 °C	33.6 °C
		32.0 °C	34.8 °C	30.1 °C	33.2 °C
		32.2 °C	34.0 °C	31.5 °C	29.4 °C
Promedio parcial		32.9 °C	45.6 °C	36.1 °C	33.6 °C
PROMEDIO		37.1 °C			

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	8.0 %
TIEMPO:	20 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	8.0 %	33.0 °C	43.3 °C	39.8 °C	35.9 °C
		31.4 °C	40.9 °C	39.2 °C	35.2 °C
		32.1 °C	38.1 °C	38.3 °C	35.6 °C
		30.0 °C	31.8 °C	31.1 °C	34.2 °C
		32.2 °C	33.5 °C	31.5 °C	29.4 °C
		43.8 °C	39.9 °C	33.0 °C	31.3 °C
		38.2 °C	54.6 °C	35.4 °C	33.9 °C
		28.3 °C	59.6 °C	31.1 °C	34.1 °C
		30.1 °C	58.2 °C	46.0 °C	36.8 °C
		29.5 °C	50.4 °C	35.2 °C	33.0 °C
Promedio parcial		32.8 °C	45.0 °C	36.0 °C	33.9 °C
PROMEDIO		36.9 °C			

PROMEDIO FINAL 37.0 °C

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	8.0 %
TIEMPO:	40 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	8.0 %	51.4 °C	67.7 °C	63.2 °C	70.3 °C
		55.8 °C	70.3 °C	62.6 °C	65.6 °C
		55.5 °C	71.5 °C	63.7 °C	69.0 °C
		60.4 °C	74.2 °C	77.5 °C	63.6 °C
		56.6 °C	66.4 °C	84.1 °C	67.8 °C
		59.2 °C	60.3 °C	73.4 °C	67.7 °C
		54.6 °C	66.6 °C	77.8 °C	65.3 °C
		54.7 °C	65.0 °C	67.5 °C	70.5 °C
		53.5 °C	62.6 °C	57.4 °C	68.2 °C
		47.9 °C	49.8 °C	47.6 °C	70.4 °C
Promedio parcial		55.0 °C	65.5 °C	67.5 °C	67.9 °C
PROMEDIO		64.0 °C			

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	8.0 %
TIEMPO:	40 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	8.0 %	60.9 °C	73.7 °C	75.0 °C	65.1 °C
		56.1 °C	63.9 °C	80.1 °C	68.3 °C
		59.7 °C	60.8 °C	73.9 °C	65.2 °C
		53.1 °C	66.1 °C	77.3 °C	63.8 °C
		54.2 °C	62.5 °C	66.0 °C	72.0 °C
		51.0 °C	59.1 °C	57.9 °C	68.7 °C
		47.4 °C	48.8 °C	47.1 °C	69.9 °C
		51.9 °C	67.2 °C	63.7 °C	68.8 °C
		55.3 °C	68.8 °C	62.1 °C	65.1 °C
		54.0 °C	72.0 °C	62.2 °C	69.5 °C
Promedio parcial		54.4 °C	64.3 °C	66.6 °C	67.7 °C
PROMEDIO		63.2 °C			

PROMEDIO FINAL 63.6 °C

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	8.0 %
TIEMPO:	60 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	8.0 %	62.3 °C	80.3 °C	62.5 °C	74.0 °C
		54.4 °C	82.7 °C	92.2 °C	81.2 °C
		60.2 °C	84.3 °C	65.1 °C	79.9 °C
		57.6 °C	82.5 °C	86.3 °C	69.1 °C
		61.2 °C	94.2 °C	74.4 °C	76.7 °C
		58.1 °C	79.9 °C	72.2 °C	67.3 °C
		72.3 °C	92.1 °C	77.6 °C	67.5 °C
		62.9 °C	85.0 °C	77.1 °C	72.4 °C
		71.3 °C	80.3 °C	70.5 °C	72.0 °C
		61.4 °C	68.7 °C	64.2 °C	69.2 °C
Promedio parcial		62.1 °C	83.0 °C	74.2 °C	72.9 °C
PROMEDIO		73.0 °C			

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	8.0 %
TIEMPO:	60 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	8.0 %	74.3 °C	93.1 °C	78.6 °C	69.5 °C
		63.9 °C	88.0 °C	79.1 °C	71.4 °C
		74.3 °C	84.3 °C	70.5 °C	72.0 °C
		62.4 °C	70.2 °C	65.2 °C	70.2 °C
		62.3 °C	81.3 °C	62.5 °C	76.0 °C
		55.4 °C	84.7 °C	93.2 °C	82.2 °C
		62.2 °C	84.3 °C	67.1 °C	79.9 °C
		57.6 °C	83.5 °C	89.3 °C	68.1 °C
		62.2 °C	97.2 °C	75.4 °C	76.7 °C
		58.1 °C	79.9 °C	72.2 °C	70.3 °C
Promedio parcial		63.2 °C	84.6 °C	75.3 °C	73.6 °C
PROMEDIO		74.2 °C			

PROMEDIO FINAL 73.6 °C

DENOMINACION:	A
FIBRA DE ACERO:	8.0 %
TIEMPO:	80 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
A	8.0 %	59.7 °C	103.0 °C	73.5 °C	100.6 °C
		66.1 °C	113.6 °C	83.9 °C	94.9 °C
		68.8 °C	99.8 °C	91.0 °C	114.3 °C
		87.1 °C	112.6 °C	107.9 °C	88.9 °C
		76.8 °C	95.8 °C	82.0 °C	87.3 °C
		68.7 °C	95.5 °C	100.8 °C	98.9 °C
		83.9 °C	89.7 °C	89.2 °C	79.1 °C
		70.5 °C	78.6 °C	93.7 °C	91.0 °C
		83.9 °C	80.9 °C	81.1 °C	90.6 °C
		80.0 °C	80.3 °C	74.8 °C	60.8 °C
Promedio parcial		74.5 °C	95.0 °C	87.8 °C	90.6 °C
PROMEDIO		87.0 °C			

DENOMINACION:	B
FIBRA DE ACERO:	8.0 %
TIEMPO:	80 Seg.

Testigo	F.A.	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
B	8.0 %	70.7 °C	97.5 °C	102.8 °C	103.9 °C
		87.9 °C	92.7 °C	92.2 °C	83.1 °C
		73.5 °C	83.6 °C	97.7 °C	92.0 °C
		88.9 °C	86.9 °C	83.1 °C	92.6 °C
		83.0 °C	83.8 °C	77.8 °C	63.8 °C
		61.7 °C	106.0 °C	75.5 °C	104.6 °C
		69.1 °C	112.5 °C	86.9 °C	97.9 °C
		72.8 °C	101.8 °C	95.0 °C	116.3 °C
		89.1 °C	104.4 °C	102.4 °C	89.9 °C
		79.8 °C	100.8 °C	85.0 °C	89.3 °C
Promedio parcial		77.6 °C	97.0 °C	89.8 °C	93.3 °C
PROMEDIO		89.4 °C			

PROMEDIO FINAL 88.2 °C

A. PROMEDIO DE TEMPERATURA EN LOS DISTINTOS LADOS DE LOS ESPECÍMENES

0.0 % F.A.					
TIEMPO (Seg)	MUESTR A	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
20	A	31.4 °C	34.9 °C	31.9 °C	32.2 °C
	B	32.6 °C	36.1 °C	33.1 °C	33.4 °C
40	A	57.2 °C	47.2 °C	55.0 °C	49.2 °C
	B	49.4 °C	45.3 °C	51.8 °C	47.2 °C
60	A	59.7 °C	66.7 °C	62.4 °C	58.8 °C
	B	59.2 °C	65.8 °C	61.0 °C	57.9 °C
80	A	79.3 °C	78.0 °C	82.8 °C	65.5 °C
	B	77.7 °C	76.1 °C	80.3 °C	63.5 °C

2.0 % F.A.					
TIEMPO (Seg)	MUESTR A	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
20	A	32.6 °C	37.9 °C	35.9 °C	33.7 °C
	B	29.6 °C	35.5 °C	31.5 °C	31.2 °C
40	A	55.8 °C	55.1 °C	54.2 °C	56.8 °C
	B	57.4 °C	53.3 °C	52.2 °C	52.0 °C
60	A	58.4 °C	71.1 °C	66.9 °C	56.5 °C
	B	55.5 °C	68.6 °C	65.2 °C	54.0 °C
80	A	74.2 °C	90.3 °C	80.9 °C	64.6 °C
	B	72.1 °C	86.9 °C	78.5 °C	62.1 °C

4.0 % F.A.					
TIEMPO (Seg)	MUESTR A	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
20	A	35.0 °C	34.9 °C	34.9 °C	32.6 °C
	B	34.8 °C	39.9 °C	37.5 °C	35.8 °C
40	A	62.9 °C	58.4 °C	64.3 °C	61.7 °C
	B	64.7 °C	61.2 °C	66.4 °C	60.4 °C
60	A	77.9 °C	60.9 °C	67.6 °C	60.4 °C
	B	82.0 °C	65.5 °C	71.6 °C	62.9 °C
80	A	88.4 °C	74.0 °C	75.3 °C	77.6 °C
	B	90.1 °C	74.3 °C	76.1 °C	82.5 °C

6.0 % F.A.					
TIEMPO (Seg)	MUESTR A	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
20	A	35.0 °C	35.2 °C	39.3 °C	33.3 °C
	B	35.1 °C	37.7 °C	41.6 °C	34.9 °C
40	A	51.2 °C	77.4 °C	67.6 °C	52.4 °C
	B	51.8 °C	78.3 °C	69.3 °C	54.4 °C
60	A	62.7 °C	76.7 °C	78.3 °C	61.6 °C
	B	62.6 °C	76.0 °C	77.2 °C	60.9 °C
80	A	84.9 °C	89.3 °C	89.1 °C	80.5 °C
	B	85.6 °C	92.1 °C	89.8 °C	80.6 °C

8.0 % F.A.					
TIEMPO (Seg)	MUESTR A	Cara Superior	Cara Inferior	Cara Corte	Cara Semicircular
20	A	32.9 °C	45.6 °C	36.1 °C	33.6 °C
	B	32.8 °C	45.0 °C	36.0 °C	33.9 °C
40	A	55.0 °C	65.5 °C	67.5 °C	67.9 °C
	B	54.4 °C	64.3 °C	66.6 °C	67.7 °C
60	A	62.1 °C	83.0 °C	74.2 °C	72.9 °C
	B	63.2 °C	84.6 °C	75.3 °C	73.6 °C
80	A	74.5 °C	95.0 °C	87.8 °C	90.6 °C
	B	77.6 °C	97.0 °C	89.8 °C	93.3 °C



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CÁLCULOS DE TEMPERATURAS SUPERFICIALES DE LOS ESPECÍMENES

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO-2022".
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN : Perú - Puno
CANTERA : San Roman - Cabanillas
FECHA : Noviembre del 2022

A. CUADRO DE CANTIDAD DE MUESTRAS Y DATOS TOMADOS

1.- Cantidad de muestras

TEMPERATURA SUPERFICIAL						
Muestra	Tiempo	0.0 %	2.0 %	4.0 %	6.0 %	8.0 %
M-AB0	0.0 Seg	2 Unid	2 Unid	2 Unid	2 Unid	2 Unid
M-AB2	20 Seg	2 Unid	2 Unid	2 Unid	2 Unid	2 Unid
M-AB4	40 Seg	2 Unid	2 Unid	2 Unid	2 Unid	2 Unid
M-AB6	60 Seg	2 Unid	2 Unid	2 Unid	2 Unid	2 Unid
M-AB8	80 Seg	2 Unid	2 Unid	2 Unid	2 Unid	2 Unid
TOTAL		10 Unid	10 Unid	10 Unid	10 Unid	10 Unid

TOTAL DE MUESTRAS 50 Unid

2.- Cantidad de puntos leídos en la superficie de la muestra

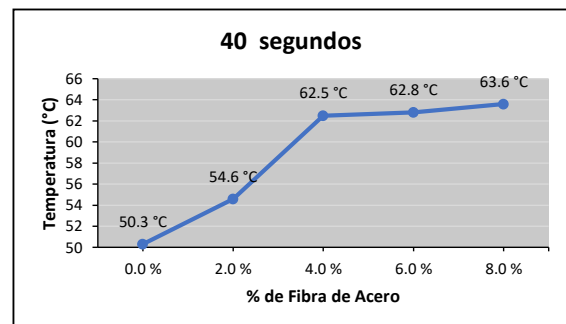
MUESTRA	TIEMPO	% F.A.	SUPERFICIE			
			superior	inferior	corte	semicircular
X	x	x	10 pts	10 pts	10 pts	10 pts
TOTAL			40 pts			

CANTIDAD DE PUNTOS POR MUESTRA 40 pts

B. VELOCIDAD PROMEDIO DE CALENTAMIENTO EN MICROONDAS DE LAS MEZCLAS CON Y SIN FIBRAS DE ACERO

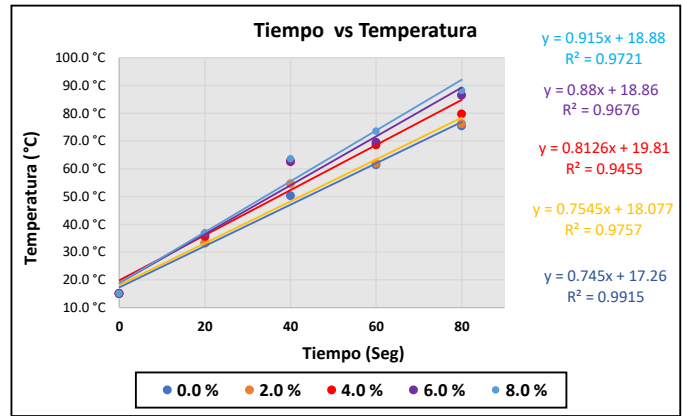
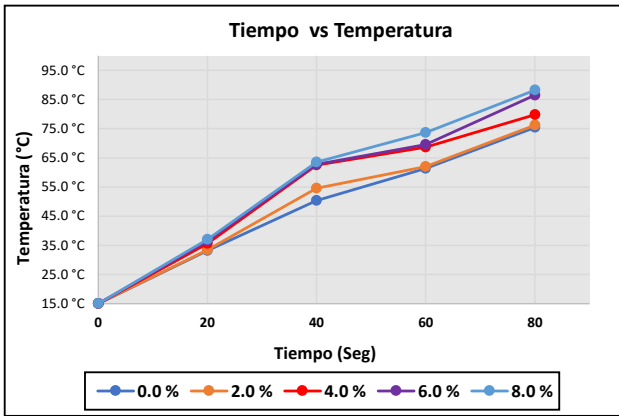
VELOCIDAD PROMEDIO DE CALENTAMIENTO

Cantidad de fibras de acero	Temperatura a los 40 Seg (°C)	Velocidad promedio de calentamiento (°C/seg)	coeficiente de determinación del ajuste lineal (R ²)
0.0 %	50.3 °C	0.81	0.9915
2.0 %	54.6 °C	0.84	0.9757
4.0 %	62.5 °C	0.94	0.9455
6.0 %	62.8 °C	0.99	0.9676
8.0 %	63.6 °C	1.02	0.9721



C. CUADRO DE PROMEDIOS DE TEMPERATURAS SUPERFICIALES EN LAS MUESTRAS

TEMPERATURA SUPERFICIAL						
Muestra	Tiempo	0.0 %	2.0 %	4.0 %	6.0 %	8.0 %
M-AB0	0.0 Seg	15.0 °C	15.0 °C	15.0 °C	15.0 °C	15.0 °C
M-AB2	20 Seg	33.2 °C	33.5 °C	35.7 °C	36.5 °C	37.0 °C
M-AB4	40 Seg	50.3 °C	54.6 °C	62.5 °C	62.8 °C	63.6 °C
M-AB6	60 Seg	61.4 °C	62.0 °C	68.6 °C	69.5 °C	73.6 °C
M-AB8	80 Seg	75.4 °C	76.2 °C	79.8 °C	86.5 °C	88.2 °C



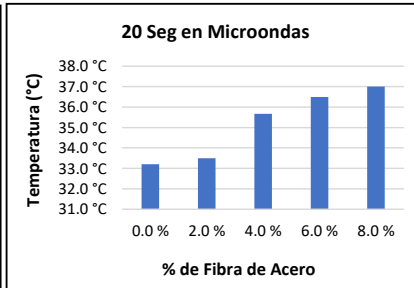
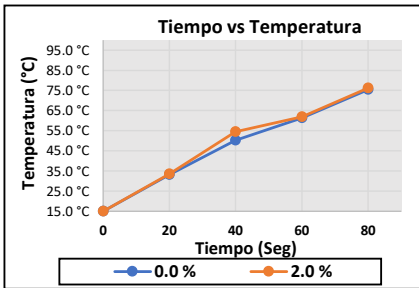
D. GRAFICOS COMPARTIVOS DEL 0% FA CON 2%,4%, 6% Y 8% FA

Para 2% de fibra

Muestra	M-AB0	M-AB2	M-AB4	M-AB6	M-AB8	
Tiempo (Seg)	0 Seg	20 Seg	40 Seg	60 Seg	80 Seg	
FIBRA DE ACERO	0.0 %	15.0 °C	33.2 °C	50.3 °C	61.4 °C	75.4 °C
	2.0 %	15.0 °C	33.5 °C	54.6 °C	62.0 °C	76.2 °C

Para 20 segundos en microondas de (0%, 2%, 4%, 6% y 8%)FA

		% FIBRA DE ACERO				
Muestra	Tiempo (Seg)	0.0 %	2.0 %	4.0 %	6.0 %	8.0 %
M-AB2	20 Seg	33.2 °C	33.5 °C	35.7 °C	36.5 °C	37.0 °C

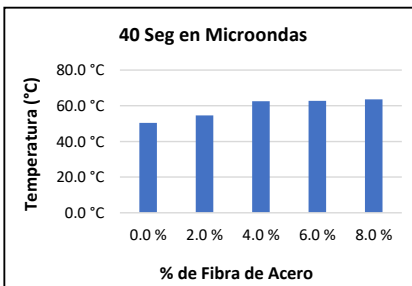
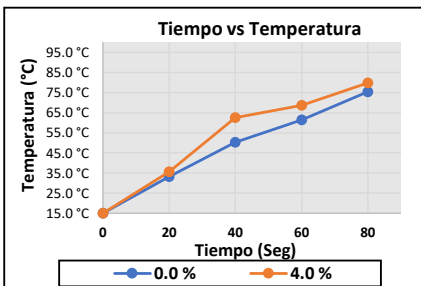


Para 4% de fibra

Muestra	M-AB0	M-AB2	M-AB4	M-AB6	M-AB8	
Tiempo (Seg)	0 Seg	20 Seg	40 Seg	60 Seg	80 Seg	
FIBRA DE ACERO	0.0 %	15.0 °C	33.2 °C	50.3 °C	61.4 °C	75.4 °C
	4.0 %	15.0 °C	35.7 °C	62.5 °C	68.6 °C	79.8 °C

Para 40 segundos en microondas de (0%, 2%, 4%, 6% y 8%)FA

		% FIBRA DE ACERO				
Muestra	Tiempo (Seg)	0.0 %	2.0 %	4.0 %	6.0 %	8.0 %
M-AB4	40 Seg	50.3 °C	54.6 °C	62.5 °C	62.8 °C	63.6 °C

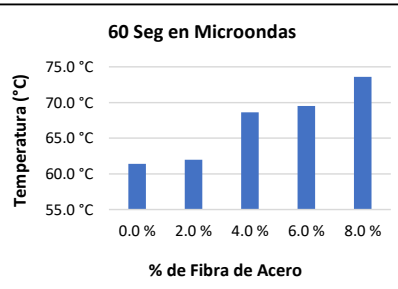
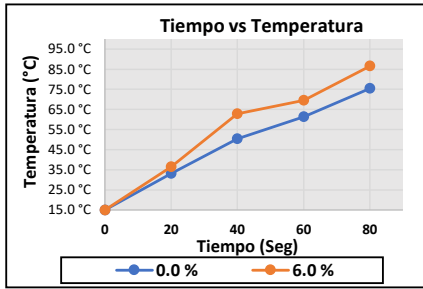


Para 6% de fibra

Muestra	M-AB0	M-AB2	M-AB4	M-AB6	M-AB8	
Tiempo (Seg)	0 Seg	20 Seg	40 Seg	60 Seg	80 Seg	
FIBRA DE ACERO	0.0 %	15.0 °C	33.2 °C	50.3 °C	61.4 °C	75.4 °C
	6.0 %	15.0 °C	36.5 °C	62.8 °C	69.5 °C	86.5 °C

Para 60 segundos en microondas de (0%, 2%, 4%, 6% y 8%)FA

Muestra	Tiempo (Seg)	% FIBRA DE ACERO				
		0.0 %	2.0 %	4.0 %	6.0 %	8.0 %
M-AB4	60 Seg	61.4 °C	62.0 °C	68.6 °C	69.5 °C	73.6 °C

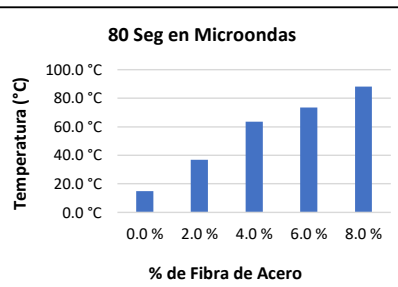
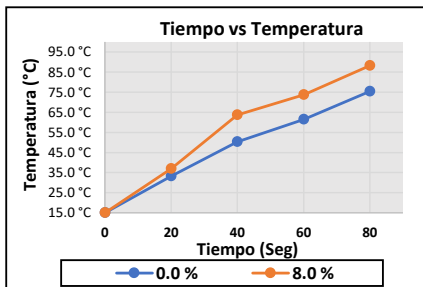


Para 8% de fibra

Muestra	M-AB0	M-AB2	M-AB4	M-AB6	M-AB8	
Tiempo (Seg)	0 Seg	20 Seg	40 Seg	60 Seg	80 Seg	
FIBRA DE ACERO	0.0 %	15.0 °C	33.2 °C	50.3 °C	61.4 °C	75.4 °C
	8.0 %	15.0 °C	37.0 °C	63.6 °C	73.6 °C	88.2 °C

Para 80 segundos en microondas de (0%, 2%, 4%, 6% y 8%)FA

Muestra	Tiempo (Seg)	% FIBRA DE ACERO				
		0.0 %	2.0 %	4.0 %	6.0 %	8.0 %
M-AB4	80 Seg	75.4 °C	76.2 °C	79.8 °C	86.5 °C	88.2 °C



E. VARIACIÓN DE TEMPERATURA SUPERFICIAL

1.- Variación de temperatura con respecto al tiempo en microondas

VARIACIÓN DE TEMPERATURA						
muestra	Tiempo	0.0 %	2.0 %	4.0 %	6.0 %	8.0 %
M-AB0	0.0 Seg	0.0 °C	0.0 °C	0.0 °C	0.0 °C	0.0 °C
M-AB2	(0 - 20) Seg	18.2 °C	18.5 °C	20.7 °C	21.5 °C	22.0 °C
M-AB4	(0 - 40) Seg	35.3 °C	39.6 °C	47.5 °C	47.8 °C	48.6 °C
M-AB6	(0 - 60) Seg	46.4 °C	47.0 °C	53.6 °C	54.5 °C	58.6 °C
M-AB8	(0 - 80) Seg	60.4 °C	61.2 °C	64.8 °C	71.5 °C	73.2 °C

Observación: A partir de los 40 seg el incremento de temperatura es considerable superando los 33 °C en los diferentes % FA.

2.- Porcentaje de Variación de temperatura con respecto al tiempo en microondas

PORCENTAJE VARIACIÓN DE TEMPERATURA - TIEMPO						
muestra	Tiempo	0.0 %	2.0 %	4.0 %	6.0 %	8.0 %
M-AB0	0.0 Seg	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
M-AB2	(0 - 20) Seg	54.8%	55.2%	58.0%	58.9%	59.5%
M-AB4	(0 - 40) Seg	70.2%	72.5%	76.0%	76.1%	76.4%
M-AB6	(0 - 60) Seg	75.6%	75.8%	78.1%	78.4%	79.6%
M-AB8	(0 - 80) Seg	80.1%	80.3%	81.2%	82.7%	83.0%

3.- Variación de temperatura con respecto al porcentaje de fibras de acero

VARIACIÓN DE TEMPERATURA					
muestra	Tiempo	(0 - 2)%	(0 - 4)%	(0 - 6)%	(0 - 8)%
M-AB0	0.0 Seg	0.0 °C	0.0 °C	0.0 °C	0.0 °C
M-AB2	20 Seg	0.3 °C	2.5 °C	3.3 °C	3.8 °C
M-AB4	40 Seg	4.3 °C	12.2 °C	12.5 °C	13.3 °C
M-AB6	60 Seg	0.6 °C	7.2 °C	8.1 °C	12.2 °C
M-AB8	80 Seg	0.8 °C	4.4 °C	11.1 °C	12.8 °C

Observación: A partir del 4% de FA el incremento es mayor que de las horas menores a esta y de las muestras inalteradas, cabe mencionar que el aumento de fibras aumenta la temperatura superficial en las muestras pero de manera leve.

4.- Porcentaje de variación de temperatura con respecto al porcentaje de fibras de acero

PORCENTAJE DE VARIACIÓN DE TEMPERATURA - FIBRAS						
muestra	Fibras de Acero	0 Seg	20 Seg	40 Seg	60 Seg	80 Seg
M-AB0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
M-AB2	(0 - 2) %	0.0%	0.9%	7.9%	1.0%	1.1%
M-AB4	(0 - 4) %	0.0%	6.9%	19.5%	10.5%	5.5%
M-AB6	(0 - 6) %	0.0%	9.0%	19.9%	11.7%	12.8%
M-AB8	(0 - 8) %	0.0%	10.3%	20.9%	16.6%	14.5%

F. PROMEDIO DE TEMPERATURA EN LAS SUPERFICIES DE LAS MUESTRAS

CONDICION		SUPERFICIE			
TIEMPO	% F.A.	superior	inferior	corde	semicircular
20 Seg	0.0 %	32.0 °C	35.5 °C	32.5 °C	32.8 °C
	2.0 %	31.1 °C	36.7 °C	33.7 °C	32.5 °C
	4.0 %	34.9 °C	37.4 °C	36.2 °C	34.2 °C
	6.0 %	35.0 °C	36.5 °C	40.4 °C	34.1 °C
	8.0 %	32.9 °C	45.3 °C	36.1 °C	33.8 °C

CONDICION		SUPERFICIE			
TIEMPO	% F.A.	superior	inferior	corde	semicircular
40 Seg	0.0 %	52.6 °C	50.2 °C	53.0 °C	52.0 °C
	2.0 %	60.2 °C	55.8 °C	58.3 °C	56.9 °C
	4.0 %	57.9 °C	69.3 °C	67.0 °C	56.4 °C
	6.0 %	53.4 °C	71.9 °C	68.4 °C	61.2 °C
	8.0 %	55.5 °C	63.1 °C	64.5 °C	62.4 °C

CONDICION		SUPERFICIE			
TIEMPO	% F.A.	superior	inferior	corde	semicircular
60 Seg	0.0 %	58.8 °C	68.5 °C	63.9 °C	57.2 °C
	2.0 %	66.7 °C	64.7 °C	66.4 °C	57.2 °C
	4.0 %	72.4 °C	71.1 °C	74.9 °C	62.2 °C
	6.0 %	62.4 °C	79.5 °C	75.7 °C	66.9 °C
	8.0 %	63.8 °C	78.2 °C	72.6 °C	67.8 °C

CONDICION		SUPERFICIE			
TIEMPO	% F.A.	superior	inferior	corde	semicircular
80 Seg	0.0 %	76.0 °C	83.2 °C	80.6 °C	64.1 °C
	2.0 %	80.3 °C	80.5 °C	76.9 °C	69.9 °C
	4.0 %	87.5 °C	81.8 °C	82.6 °C	81.5 °C
	6.0 %	80.0 °C	93.5 °C	88.8 °C	85.6 °C
	8.0 %	79.0 °C	91.1 °C	86.4 °C	84.7 °C

Observación: no se observa ninguna variación considerable de temperatura en las diferentes superficies de la muestra.
 ► Se concluye que la distribución de las ondas es de manera uniforme en las diferentes partes de la muestra

ANEXO 6: Registro de Rotura de especímenes de prueba



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTROS DE ROTURA DE LOS ESPECÍMENES

TIPO DE MEZCLA: CONVENCIONAL Y MODIFICADA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".
LUGAR : UNAP-Ingeniería Civil- Laborotio de Suelos y Pavimentos
FECHA : Noviembre del 2022

Rotura	Deformación	0.0 %												2.0 %											
		PARA: 20 Seg.			PARA: 40 Seg.			PARA: 60 Seg.			PARA: 80 Seg.			PARA: 20 Seg.			PARA: 40 Seg.			PARA: 60 Seg.			PARA: 80 Seg.		
		M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.06	0.04	0.03	0.15	0.06	0.09	0.09	0.06	0.09	0.07	0.09	0.06	0.03	0.06	0.33	0.05	0.11	0.09	0.06	0.09	0.06	0.07	0.09	0.10	0.10
0.20	0.15	0.06	0.04	0.24	0.09	0.14	0.15	0.10	0.15	0.15	0.28	0.11	0.05	0.09	0.61	0.09	0.19	0.11	0.07	0.10	0.07	0.15	0.15	0.15	0.15
0.30	0.24	0.07	0.05	0.35	0.34	0.19	0.16	0.23	0.40	0.16	0.54	0.11	0.18	0.15	0.88	0.13	0.39	0.15	0.15	0.15	0.11	0.25	0.26	0.19	0.19
0.40	0.23	0.09	0.08	0.49	0.55	0.23	0.17	0.36	0.59	0.23	0.78	0.19	0.30	0.16	1.30	0.19	0.60	0.28	0.20	0.20	0.19	0.36	0.34	0.20	0.20
0.50	0.28	0.12	0.13	0.60	0.81	0.29	0.29	0.56	0.76	0.25	0.79	0.25	0.40	0.25	1.45	0.25	0.60	0.29	0.26	0.24	0.28	0.37	0.44	0.25	0.25
0.60	0.35	0.15	0.39	0.80	1.11	0.32	0.33	0.59	0.98	0.25	0.83	0.26	0.53	0.39	1.55	0.50	0.61	0.45	0.28	0.31	0.38	0.45	0.59	0.36	0.36
0.70	0.38	0.19	0.59	0.99	1.25	0.37	0.59	0.58	1.28	0.25	1.13	0.35	0.63	0.40	1.56	0.94	0.72	0.67	0.29	0.36	0.60	0.56	0.66	0.35	0.35
0.80	0.58	0.23	0.81	1.16	1.24	0.41	0.58	0.97	1.42	0.99	1.35	0.39	0.80	0.41	1.58	1.10	0.96	0.68	0.35	0.42	1.06	0.67	0.89	0.45	0.45
0.90	1.23	0.24	0.94	1.25	1.33	0.47	0.61	0.99	1.62	1.18	1.36	0.41	0.93	0.43	1.58	1.17	1.07	0.95	0.36	0.47	1.29	0.86	1.20	0.55	0.55
1.00	1.25	0.29	1.08	1.17	1.39	0.52	1.08	1.35	1.52	1.20	1.44	0.75	1.08	0.48	1.61	1.21	1.16	0.96	0.40	0.56	1.27	0.93	1.35	0.63	0.63
1.10	1.38	0.32	1.22	1.14	1.26	0.55	1.25	1.37	1.50	1.23	1.61	1.23	1.17	0.64	1.41	1.16	1.36	0.98	0.50	0.61	1.10	1.10	1.48	0.78	0.78
1.20	1.41	0.36	1.30	1.12	1.17	0.62	1.38	1.44	1.42	1.25	1.35	1.34	1.30	0.75	1.20	1.10	1.58	1.10	0.68	0.69	0.76	1.35	1.51	0.98	0.98
1.30	1.35	0.40	1.33	0.87	1.12	0.67	1.13	1.50	1.37	1.48	1.36	1.44	1.40	0.95	1.18	0.99	1.63	1.38	0.75	0.74	0.50	1.49	1.50	1.10	1.10
1.40	1.23	0.44	1.18	0.79	0.80	0.81	0.80	1.51	1.08	1.33	1.33	1.58	1.48	1.10	0.93	0.93	1.60	1.20	0.76	0.96	0.46	1.48	1.49	1.36	1.36
1.50	0.78	0.48	1.11	0.65	0.56	0.92	0.54	1.57	0.81	1.30	1.14	1.50	1.44	1.28	0.90	0.73	1.47	1.10	0.79	1.09	0.42	1.42	1.43	1.43	1.43
1.60	0.64	0.54	0.89	0.49	0.43	1.03	0.52	1.39	0.62	1.11	1.13	1.39	1.42	1.50	0.80	0.64	1.42	0.93	0.95	1.15	0.40	1.35	1.32	1.35	1.35
1.70	0.50	0.61	0.82		0.35	1.12	0.52	1.23	0.50	0.95	1.13	1.28	1.39	1.38	0.70	0.59	1.29	0.45	1.20	1.17	0.39	1.10	1.23	1.29	1.29
1.80	0.42	0.69	0.60			1.27	0.52	0.90		0.87	1.13	0.98	1.29	1.26	0.50	0.52	1.04	0.43	1.46	1.25	0.25	0.86	0.90	1.16	1.16
1.90		0.75	0.49			1.09	0.43	0.86		0.55	0.80	0.77	1.13	0.91	0.50	0.40	0.65	0.40	1.45	1.13		0.75	0.86	0.94	0.94
2.00		0.92				0.95	0.36	0.62		0.46	0.67	0.63	0.99	0.55	0.40	0.38	0.64	0.32	1.38	1.11		0.56	0.53	0.90	0.90
2.10		1.10				0.85		0.50		0.38	0.59	0.52	0.74	0.50	0.40	0.30	0.63		1.20	1.04		0.45	0.35	0.83	0.83
2.20		1.25				0.51		0.34			0.45	0.42	0.60	0.31	0.40		0.57		1.15	0.89		0.38		0.71	0.71
2.30		1.30									0.38	0.36	0.50	0.28	0.35		0.52		1.00	0.69				0.54	0.54
2.40		1.29									0.31		0.48	0.27	0.31		0.46		0.67	0.55				0.46	0.46
2.50		1.26											0.49	0.28	0.25		0.32		0.69	0.39				0.32	0.32
2.60		1.15											0.35	0.23					0.55	0.27					
2.70		0.95											0.26						0.51						
2.80		0.62											0.20						0.43						
2.90		0.55																	0.40						
3.00		0.32																							
MÁXIMO	1.41	1.30	1.33	1.25	1.39	1.27	1.38	1.57	1.62	1.48	1.61	1.58	1.48	1.50	1.61	1.21	1.63	1.38	1.46	1.25	1.29	1.49	1.51	1.43	1.43
PROMEDIO	1.35			1.30			1.52			1.56			1.53			1.41			1.33			1.48			

Deformación	4.0 %												6.0 %											
	PARA: 20 Seg.			PARA: 40 Seg.			PARA: 60 Seg.			PARA: 80 Seg.			PARA: 20 Seg.			PARA: 40 Seg.			PARA: 60 Seg.			PARA: 80 Seg.		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.03	0.04	0.09	0.12	0.15	0.06	0.11	0.05	0.09	0.06	0.04	0.12	0.12	0.09	0.07	0.04	0.06	0.07	0.09	0.04	0.04	0.14	0.09	0.06
0.20	0.08	0.06	0.18	0.18	0.26	0.18	0.19	0.10	0.09	0.10	0.19	0.35	0.28	0.28	0.10	0.05	0.15	0.11	0.10	0.06	0.08	0.26	0.16	0.09
0.30	0.15	0.25	0.29	0.19	0.38	0.26	0.25	0.18	0.15	0.23	0.42	0.36	0.35	0.35	0.25	0.08	0.27	0.17	0.15	0.25	0.10	0.35	0.20	0.10
0.40	0.19	0.44	0.30	0.23	0.43	0.31	0.38	0.30	0.23	0.40	0.58	0.53	0.68	0.46	0.41	0.13	0.49	0.20	0.25	0.44	0.14	0.48	0.28	0.29
0.50	0.24	0.56	0.35	0.25	0.53	0.49	0.39	0.37	0.24	0.51	0.72	0.69	0.88	0.59	0.58	0.39	0.72	0.25	0.31	0.56	0.21	0.62	0.36	0.37
0.60	0.26	0.62	0.45	0.41	0.62	0.56	0.52	0.53	0.35	0.62	0.94	0.90	1.10	0.70	0.62	0.59	0.97	0.30	0.33	0.62	0.30	0.73	0.45	0.46
0.70	0.38	0.70	0.55	0.46	0.76	0.66	0.56	0.63	0.39	0.95	1.18	1.15	1.28	0.91	0.82	0.81	1.08	0.35	0.41	0.80	0.50	0.87	0.60	0.66
0.80	0.39	0.82	0.63	0.55	1.00	0.79	0.69	0.95	0.45	1.20	1.33	1.36	1.37	1.10	1.09	0.95	1.30	0.40	0.55	1.02	0.59	0.91	0.83	0.84
0.90	0.46	0.90	0.62	0.69	1.22	0.83	0.81	1.00	0.49	1.23	1.44	1.33	1.45	1.25	1.31	1.05	1.47	0.47	0.64	1.19	0.70	1.06	0.93	0.93
1.00	0.48	1.00	0.68	0.75	1.37	0.93	0.94	1.20	0.58	1.38	1.53	1.30	1.49	1.38	1.38	1.19	1.52	0.60	0.90	1.29	0.96	1.06	1.05	1.15
1.10	0.50	1.08	0.89	0.83	1.48	1.10	1.05	1.30	0.58	1.50	1.55	1.25	1.50	1.21	1.42	1.36	1.58	0.80	1.16	1.35	1.24	1.22	1.27	1.20
1.20	0.62	1.09	0.95	0.92	1.51	1.26	1.20	1.45	0.69	1.45	1.62	1.10	1.51	1.13	1.48	1.48	1.61	1.09	1.29	1.42	1.41	1.25	1.26	1.27
1.30	0.78	1.14	1.13	1.13	1.40	1.39	1.35	1.51	0.86	1.31	1.37	0.95	1.30	0.85	1.34	1.53	1.58	1.11	1.10	1.39	1.48	1.30	1.10	1.39
1.40	0.93	1.29	1.18	1.19	1.27	1.28	1.37	1.64	0.93	1.15	1.14	0.87	1.20	0.73	1.20	1.32	1.44	1.42	0.95	1.30	1.33	1.32	0.75	1.47
1.50	1.16	1.35	1.28	1.34	1.06	1.27	1.24	1.47	1.09	0.90	0.74	0.73	0.94	0.56	1.03	1.29	0.84	1.68	0.65	0.93	1.10	1.24	0.53	1.25
1.60	1.20	1.32	1.30	1.42	0.83	1.10	1.13	1.26	1.23	0.86	0.61	0.54	0.75	0.42	0.97	1.18	0.64	1.65	0.56	0.78	1.12	1.01	0.47	1.10
1.70	1.29	1.28	1.35	1.46	0.71	0.96	0.80	1.09	1.38	0.75	0.52	0.49	0.56	0.35	0.75	0.70	0.52	1.50	0.35	0.51	0.85	0.80	0.34	0.76
1.80	1.25	1.15	1.38	1.44	0.61	0.83	0.73	0.93	1.45	0.51			0.43		0.54	0.49		1.12		0.48	0.66	0.50		0.56
1.90	1.20	1.13	1.42	1.31	0.61	0.76	0.61	0.78	1.49	0.43			0.35		0.38	0.31		0.81		0.42	0.52			0.41
2.00	1.05	0.63	1.35	1.11	0.53	0.64	0.51	0.51	1.35	0.35								0.65		0.35				0.34
2.10	0.91	0.47	1.25	0.95		0.51	0.43	0.41	1.29	0.31								0.45						
2.20	0.78		1.13	0.80		0.42	0.38		1.15															
2.30	0.65		0.80	0.61		0.33	0.31		0.95															
2.40	0.53		0.56	0.52					0.72															
2.50	0.42		0.40	0.43					0.61															
2.60			0.35	0.38					0.45															
2.70									0.32															
2.80																								
2.90																								
3.00																								
MÁXIMO	1.29	1.35	1.42	1.46	1.51	1.39	1.37	1.64	1.49	1.50	1.62	1.36	1.51	1.38	1.48	1.53	1.61	1.68	1.29	1.42	1.48	1.32	1.27	1.47
PROMEDIO	1.35			1.45			1.50			1.49			1.46			1.61			1.40			1.35		

Deformación	8.0 %											
	PARA: 20 Seg.			PARA: 40 Seg.			PARA: 60 Seg.			PARA: 80 Seg.		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.07	0.10	0.09	0.07	0.09	0.15	0.09	0.06	0.09	0.05	0.09	0.04
0.20	0.15	0.25	0.21	0.10	0.25	0.35	0.17	0.09	0.13	0.09	0.20	0.05
0.30	0.26	0.51	0.27	0.18	0.29	0.48	0.38	0.10	0.15	0.10	0.35	0.09
0.40	0.34	0.60	0.29	0.25	0.40	0.64	0.43	0.15	0.23	0.15	0.55	0.13
0.50	0.48	0.71	0.35	0.31	0.66	0.83	0.90	0.19	0.28	0.12	0.68	0.24
0.60	0.59	0.84	0.46	0.42	0.84	1.10	1.10	0.26	0.36	0.21	0.85	0.35
0.70	0.78	0.94	0.49	0.50	0.99	1.23	1.36	0.35	0.39	0.28	1.05	0.45
0.80	0.94	1.13	0.55	0.63	1.20	1.33	1.50	0.49	0.46	0.31	1.35	0.57
0.90	1.10	1.17	0.70	0.71	1.25	1.25	1.61	0.58	0.49	0.40	1.39	0.74
1.00	1.29	1.25	0.98	0.83	1.25	0.83	1.52	0.67	0.56	0.40	1.28	0.99
1.10	1.43	1.26	1.08	0.98	1.32	0.62	1.30	0.78	0.68	0.60	1.20	1.13
1.20	1.53	1.33	1.25	1.10	1.39	0.52	0.87	0.89	0.80	0.73	0.90	1.24
1.30	1.45	1.25	1.38	1.17	1.40	0.43	0.79	1.05	0.99	0.94	0.67	1.23
1.40	1.30	1.11	1.29	1.25	1.40	0.31	0.65	1.20	1.20	1.20	0.53	1.18
1.50	1.00	1.05	1.10	1.16	1.28		0.50	1.39	1.35	1.35	0.42	1.14
1.60	0.80	0.93	0.80	1.10	1.10		0.46	1.48	1.46	1.43	0.34	0.96
1.70	0.50	0.90	0.61	0.99	0.85		0.35	1.34	1.39	1.40		0.68
1.80	0.35	0.80	0.53	0.93	0.56			1.10	1.20	1.40		0.52
1.90		0.65	0.36	0.73	0.40			0.90	0.80	1.30		
2.00		0.57		0.64				0.57	0.61	1.10		
2.10		0.52		0.55				0.43	0.52	0.90		
2.20				0.47					0.34	0.87		
2.30										0.64		
2.40										0.51		
2.50										0.43		
2.60										0.35		
2.70										0.34		
2.80												
2.90												
3.00												
MÁXIMO	1.53	1.33	1.38	1.25	1.40	1.33	1.61	1.48	1.46	1.43	1.39	1.24
PROMEDIO	1.41			1.33			1.52			1.35		

ROTURA

Deformación	PRIMER CICLO												PRIMER CICLO											
	0.0 %												2.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos			20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.08	0.10	0.09	0.08	0.06	0.03	0.07	0.06	0.09	0.06	0.04	0.09	0.09	0.14	0.09	0.06	0.09	0.16	0.06	0.21	0.08	0.09	0.11	0.04
0.20	0.13	0.11	0.15	0.24	0.10	0.05	0.12	0.36	0.13	0.18	0.04	0.16	0.13	0.38	0.11	0.16	0.12	0.23	0.11	0.41	0.16	0.14	0.19	0.07
0.30	0.42	0.13	0.25	0.42	0.29	0.07	0.38	0.52	0.15	0.25	0.05	0.35	0.26	0.53	0.16	0.25	0.19	0.38	0.29	0.49	0.20	0.19	0.26	0.10
0.40	0.54	0.15	0.34	0.38	0.57	0.09	0.42	0.62	0.19	0.35	0.15	0.46	0.35	0.54	0.25	0.45	0.23	0.53	0.44	0.59	0.21	0.26	0.35	0.16
0.50	0.48	0.25	0.35	0.48	0.72	0.12	0.58	0.65	0.20	0.40	0.44	0.50	0.45	0.57	0.29	0.59	0.33	0.62	0.52	0.62	0.21	0.29	0.39	0.20
0.60	0.45	0.26	0.45	0.55	0.71	0.16	0.64	0.72	0.26	0.66	0.65	0.59	0.50	0.54	0.36	0.60	0.46	0.72	0.60	0.84	0.21	0.34	0.45	0.40
0.70	0.42	0.26	0.46	0.40	0.69	0.21	0.71	0.61	0.46	0.72	0.72	0.66	0.42	0.53	0.37	0.55	0.58	0.75	0.78	0.78	0.35	0.56	0.56	0.66
0.80	0.42	0.28	0.38	0.42	0.68	0.29	0.82	0.52	0.62	0.76	0.80	0.79	0.35	0.49	0.38	0.35	0.78	0.77	0.82	0.76	0.48	0.78	0.71	0.72
0.90	0.38	0.29	0.21	0.43	0.72	0.35	0.65	0.47	0.84	0.85	0.64	0.88	0.21	0.45	0.42	0.30	0.87	0.79	0.79	0.70	0.54	0.83	0.88	0.78
1.00		0.34	0.12	0.42	0.63	0.45	0.35	0.44	0.99	0.90	0.60	0.95	0.15	0.48	0.51	0.25	0.86	0.56	0.72	0.64	0.56	0.69	0.94	0.69
1.10		0.25		0.36	0.52	0.56	0.25		1.04	0.75	0.55	1.10		0.47	0.55	0.16	0.64	0.47	0.68	0.66	0.59	0.54	1.13	0.53
1.20		0.20		0.34	0.46	0.68	0.19		0.93	0.73	0.52	1.14		0.42	0.61		0.54	0.33	0.61	0.68	0.63	0.43	1.05	0.42
1.30		0.19		0.32	0.43	0.67	0.10		0.85	0.53		1.15		0.40	0.60		0.43	0.15	0.50	0.57	0.71	0.38	0.95	0.35
1.40		0.15		0.26	0.34	0.61			0.60	0.42		0.95		0.38	0.59		0.23			0.49	0.54	0.21	0.74	0.21
1.50		0.15			0.31	0.66			0.52	0.38		0.85		0.36	0.45		0.15			0.39	0.50	0.14	0.65	0.16
1.60		0.13			0.26	0.56			0.42	0.25		0.65		0.31	0.35						0.41		0.45	
1.70		0.12			0.25	0.53			0.35			0.42		0.26	0.21						0.32		0.31	
1.80		0.11			0.23				0.26			0.35		0.22	0.14						0.28		0.19	
1.90					0.20							0.25		0.20							0.27			
2.00					0.18							0.23		0.16							0.20			
2.10					0.16							0.20		0.14							0.15			
2.20					0.14									0.13										
2.30					0.12									0.11										
2.40					0.10																			
2.50																								
2.60																								
2.70																								
2.80																								
2.90																								
3.00																								
MÁXIMO	0.54	0.34	0.46	0.55	0.72	0.68	0.82	0.72	1.04	0.90	0.80	1.15	0.50	0.57	0.61	0.60	0.87	0.79	0.82	0.84	0.71	0.83	1.13	0.78
PROMEDIO	0.45			0.65			0.86			0.95			0.56			0.75			0.79			0.91		

Deformación	PRIMER CICLO												PRIMER CICLO											
	4.0 %												6.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos			20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.09	0.01	0.05	0.06	0.10	0.03	0.05	0.09	0.04	0.05	0.09	0.09	0.08	0.10	0.07	0.05	0.06	0.11	0.09	0.04	0.05	0.05	0.03	0.09
0.20	0.27	0.16	0.09	0.18	0.26	0.04	0.09	0.16	0.10	0.13	0.11	0.19	0.23	0.14	0.09	0.11	0.25	0.28	0.13	0.09	0.09	0.09	0.09	0.18
0.30	0.31	0.28	0.16	0.29	0.34	0.05	0.13	0.35	0.28	0.29	0.15	0.25	0.29	0.18	0.15	0.26	0.32	0.32	0.16	0.19	0.14	0.11	0.10	0.31
0.40	0.45	0.37	0.39	0.31	0.44	0.06	0.19	0.34	0.58	0.34	0.26	0.36	0.38	0.23	0.26	0.35	0.35	0.46	0.19	0.26	0.40	0.16	0.12	0.42
0.50	0.50	0.42	0.59	0.33	0.58	0.20	0.25	0.46	0.67	0.56	0.39	0.52	0.53	0.34	0.38	0.48	0.58	0.59	0.34	0.31	0.81	0.25	0.14	0.48
0.60	0.53	0.46	0.80	0.35	0.69	0.35	0.29	0.59	0.75	0.61	0.56	0.60	0.42	0.48	0.46	0.56	0.66	0.78	0.45	0.42	1.05	0.26	0.14	0.56
0.70	0.39	0.50	0.68	0.36	0.78	0.41	0.31	0.78	0.77	0.75	0.75	0.64	0.26	0.55	0.52	0.68	0.98	0.82	0.65	0.56	1.07	0.34	0.18	0.48
0.80	0.21	0.38	0.56	0.59	0.85	0.70	0.38	0.82	0.86	0.88	0.82	0.74	0.15	0.61	0.56	0.79	0.90	0.91	0.70	0.67	1.00	0.58	0.22	0.35
0.90	0.16	0.25	0.50	0.64	0.61	0.87	0.42	0.95	0.76	0.91	0.85	0.69	0.11	0.77	0.50	0.88	0.81	0.88	0.68	0.88	0.83	0.67	0.27	0.29
1.00		0.24	0.41	0.79	0.54	0.85	0.59	0.99	0.73	1.01	0.68	0.64		0.55	0.41	0.90	0.77	0.67	0.66	0.78	0.64	0.78	0.32	0.16
1.10		0.13	0.39	0.88	0.48	0.91	0.71	0.86	0.61	0.85	0.54	0.61		0.33	0.38	0.98	0.65	0.53	0.42	0.65	0.49	0.81	0.35	0.15
1.20			0.38	0.93	0.31	0.87	0.88	0.75	0.43	0.61	0.53	0.53		0.30	0.21	1.08	0.55	0.50	0.32	0.53	0.32	0.79	0.38	0.11
1.30			0.34	1.00	0.20	0.83	0.93	0.54		0.48	0.50	0.44		0.29	0.17	0.90	0.53	0.37	0.20	0.31	0.20	0.59	0.43	
1.40			0.34	0.85	0.17	0.63	0.84	0.31		0.32	0.48	0.38		0.25	0.13	0.82	0.40	0.16	0.16	0.20		0.45	0.51	
1.50			0.30	0.65		0.60	0.73	0.19		0.17	0.32	0.34		0.20		0.58	0.35			0.14		0.31	0.65	
1.60			0.26	0.51		0.48	0.54			0.15	0.20	0.28				0.45						0.18	0.78	
1.70			0.24	0.48		0.32	0.39				0.11	0.26				0.16						0.11	0.82	
1.80			0.20	0.32		0.18	0.17					0.25				0.11							0.78	
1.90			0.19	0.19								0.22											0.70	
2.00			0.17									0.19											0.63	
2.10			0.18									0.14											0.56	
2.20			0.15									0.13											0.45	
2.30			0.14									0.11											0.40	
2.40			0.12									0.10											0.38	
2.50																							0.20	
2.60																							0.13	
2.70																							0.10	
2.80																								
2.90																								
3.00																								
MÁXIMO	0.53	0.50	0.80	1.00	0.85	0.91	0.93	0.99	0.86	1.01	0.85	0.74	0.53	0.77	0.56	1.08	0.98	0.91	0.70	0.88	1.07	0.81	0.82	0.56
PROMEDIO	0.61			0.92			0.93			0.87			0.62			0.99			0.88			0.73		

PRIMER CICLO	Deformación	PRIMER CICLO											
		8.0 %											
		20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
		M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.05	0.10	0.08	0.10	0.05	0.08	0.08	0.08	0.04	0.09	0.08	0.09	
0.20	0.07	0.14	0.16	0.17	0.11	0.15	0.16	0.35	0.09	0.20	0.09	0.23	
0.30	0.12	0.18	0.25	0.35	0.17	0.19	0.25	0.50	0.19	0.25	0.11	0.28	
0.40	0.32	0.23	0.34	0.56	0.28	0.25	0.34	0.64	0.31	0.33	0.26	0.38	
0.50	0.46	0.24	0.45	0.58	0.35	0.26	0.45	0.65	0.33	0.45	0.34	0.41	
0.60	0.72	0.28	0.58	0.65	0.46	0.37	0.55	0.73	0.39	0.55	0.40	0.46	
0.70	0.87	0.27	0.41	0.51	0.56	0.56	0.69	0.71	0.45	0.64	0.52	0.50	
0.80	1.01	0.29	0.32	0.50	0.63	0.58	0.78	0.60	0.48	0.78	0.65	0.60	
0.90	0.93	0.36	0.21	0.45	0.78	0.69	0.88	0.53	0.59	0.69	0.77	0.56	
1.00	0.72	0.29	0.19	0.32	0.88	0.78	0.92	0.44	0.61	0.53	0.80	0.32	
1.10	0.60	0.30	0.16	0.16	0.95	0.86	1.01	0.38	0.68	0.34	0.87	0.21	
1.20	0.55	0.29	0.11		0.91	0.85	1.04	0.20	0.78	0.23	0.86	0.18	
1.30	0.43	0.30			0.83	0.85	1.00		0.81	0.23	0.55	0.11	
1.40	0.37	0.31			0.64	0.64	0.85		0.88	0.19	0.36		
1.50	0.35				0.53	0.55	0.71		0.86	0.15	0.28		
1.60	0.32				0.31	0.43	0.56		0.56	0.14	0.16		
1.70	0.30				0.28	0.25	0.50		0.45	0.11			
1.80	0.27				0.15	0.11	0.31		0.32				
1.90	0.19				0.10	0.10	0.29		0.12				
2.00	0.17						0.15						
2.10	0.15						0.10						
2.20	0.13						0.10						
2.30													
2.40													
2.50													
2.60													
2.70													
2.80													
2.90													
3.00													
MÁXIMO	1.01	0.36	0.58	0.65	0.95	0.86	1.04	0.73	0.88	0.78	0.87	0.60	
PROMEDIO	0.65			0.82			0.88			0.75			

SEGUNDO CICLO	Deformación	SEGUNDO CICLO												SEGUNDO CICLO											
		0.0 %												2.0 %											
		20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos			20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
		M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.06	0.09	0.08	0.09	0.08	0.04	0.10	0.09	0.08	0.06	0.10	0.09	0.04	0.08	0.07	0.10	0.10	0.04	0.04	0.10	0.06	0.05	0.10	0.09	
0.20	0.10	0.16	0.16	0.16	0.21	0.07	0.19	0.14	0.10	0.09	0.15	0.25	0.07	0.19	0.12	0.22	0.15	0.16	0.11	0.12	0.15	0.06	0.19	0.18	
0.30	0.12	0.26	0.20	0.23	0.38	0.10	0.25	0.28	0.25	0.18	0.23	0.32	0.11	0.29	0.27	0.39	0.40	0.29	0.27	0.13	0.29	0.10	0.27	0.23	
0.40	0.18	0.38	0.25	0.25	0.40	0.18	0.34	0.40	0.35	0.20	0.28	0.46	0.16	0.31	0.37	0.40	0.61	0.42	0.53	0.18	0.45	0.25	0.31	0.38	
0.50	0.22	0.26	0.34	0.34	0.53	0.34	0.56	0.48	0.41	0.32	0.35	0.59	0.19	0.35	0.38	0.56	0.76	0.50	0.71	0.35	0.46	0.26	0.46	0.46	
0.60	0.28	0.25	0.36	0.35	0.70	0.40	0.61	0.64	0.44	0.40	0.36	0.62	0.23	0.48	0.39	0.60	0.65	0.63	0.77	0.36	0.48	0.38	0.59	0.59	
0.70	0.39	0.18	0.35	0.39	0.60	0.54	0.66	0.65	0.59	0.56	0.45	0.68	0.37	0.46	0.49	0.74	0.57	0.60	0.55	0.49	0.55	0.46	0.75	0.75	
0.80	0.45	0.16	0.25	0.40	0.55	0.55	0.74	0.67	0.68	0.71	0.67	0.77	0.36	0.46	0.57	0.70	0.46	0.54	0.47	0.55	0.59	0.58	0.88	0.77	
0.90	0.48	0.10	0.12	0.49	0.38	0.58	0.80	0.59	0.84	0.88	0.72	0.80	0.35	0.35	0.58	0.54	0.41	0.35	0.47	0.59	0.60	0.66	0.91	0.76	
1.00	0.50		0.10	0.49	0.25	0.55	0.79	0.47	0.80	0.90	0.64	0.92	0.25	0.24	0.60	0.50	0.35	0.20	0.46	0.76	0.63	0.68	0.99	0.68	
1.10	0.47			0.55	0.20	0.52	0.67	0.30	0.64	0.99	0.41	0.90	0.20	0.20	0.59	0.34	0.23	0.19	0.43	0.65	0.51	0.71	0.85	0.65	
1.20	0.47			0.50		0.51	0.45	0.21	0.53	0.96	0.33	0.65	0.16		0.55	0.32	0.12	0.16		0.45	0.49	0.85	0.76	0.60	
1.30	0.46			0.46		0.39	0.41	0.18	0.34	0.95	0.22	0.55	0.10		0.43	0.30		0.10		0.43	0.35	0.81	0.65	0.57	
1.40	0.39			0.42		0.34	0.38		0.28	0.74	0.15	0.41	0.09		0.27	0.26				0.40	0.20	0.80	0.55	0.55	
1.50				0.38		0.26	0.21		0.25	0.72	0.10	0.32			0.20	0.23				0.32	0.12	0.65	0.50	0.53	
1.60				0.27		0.25	0.16		0.20	0.56		0.29				0.16				0.20	0.08	0.63	0.41	0.46	
1.70				0.27		0.16	0.09		0.16	0.32		0.15				0.10				0.13		0.42	0.33	0.45	
1.80				0.28		0.13			0.11	0.28		0.13										0.27	0.30	0.32	
1.90				0.20		0.11				0.26		0.10										0.22	0.25	0.21	
2.00										0.13												0.18	0.16	0.12	
2.10										0.09												0.15			
2.20																									
2.30																									
2.40																									
2.50																									
2.60																									
2.70																									
2.80																									
2.90																									
3.00																									
MÁXIMO	0.50	0.38	0.36	0.55	0.70	0.58	0.80	0.67	0.84	0.99	0.72	0.92	0.37	0.48	0.60	0.74	0.76	0.63	0.77	0.76	0.63	0.85	0.99	0.77	
PROMEDIO	0.41			0.61			0.77			0.88			0.48			0.71			0.72			0.87			

SEGUNDO CICLO	Deformación	SEGUNDO CICLO												SEGUNDO CICLO											
		4.0 %												6.0 %											
		20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos			20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
		M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.06	0.08	0.06	0.10	0.26	0.09	0.06	0.10	0.22	0.04	0.20	0.02	0.09	0.04	0.10	0.10	0.15	0.20	0.09	0.09	0.07	0.25	0.21	0.23	
0.20	0.12	0.10	0.16	0.25	0.36	0.11	0.25	0.19	0.41	0.06	0.25	0.20	0.14	0.06	0.31	0.16	0.29	0.29	0.25	0.10	0.09	0.38	0.46	0.35	
0.30	0.17	0.15	0.25	0.31	0.45	0.13	0.28	0.28	0.57	0.09	0.38	0.26	0.28	0.07	0.42	0.28	0.45	0.34	0.36	0.18	0.24	0.45	0.56	0.52	
0.40	0.17	0.21	0.30	0.39	0.55	0.19	0.39	0.39	0.72	0.25	0.49	0.41	0.40	0.10	0.58	0.31	0.55	0.45	0.38	0.27	0.29	0.56	0.68	0.50	
0.50	0.20	0.34	0.33	0.40	0.72	0.26	0.41	0.45	0.66	0.26	0.51	0.48	0.50	0.11	0.67	0.39	0.59	0.59	0.43	0.30	0.35	0.58	0.63	0.48	
0.60	0.22	0.48	0.45	0.56	0.77	0.28	0.52	0.59	0.62	0.34	0.67	0.54	0.53	0.14	0.68	0.49	0.67	0.75	0.44	0.38	0.44	0.60	0.57	0.32	
0.70	0.24	0.53	0.56	0.61	0.93	0.34	0.55	0.71	0.52	0.39	0.71	0.52	0.58	0.16	0.66	0.56	0.88	0.78	0.49	0.49	0.45	0.78	0.53	0.20	
0.80	0.25	0.35	0.61	0.66	0.89	0.39	0.68	0.77	0.35	0.46	0.78	0.43	0.59	0.20	0.59	0.63	0.90	0.83	0.37	0.61	0.46	0.80	0.46	0.16	
0.90	0.27	0.34	0.70	0.68	0.80	0.46	0.91	0.81	0.20	0.65	0.77	0.31	0.50	0.22	0.40	0.70	0.98	0.89	0.36	0.75	0.65	0.68	0.42	0.10	
1.00	0.30	0.33	0.72	0.70	0.69	0.49	0.85	0.99	0.18	0.71	0.56	0.27	0.42	0.25	0.37	0.88	0.95	0.88	0.35	0.89	0.75	0.50	0.39		
1.10	0.29	0.20	0.79	0.85	0.66	0.55	0.81	0.90	0.13	0.80	0.52	0.15	0.35	0.33	0.26	0.95	0.93	0.57	0.31	0.80	0.76	0.42	0.21		
1.20	0.30		0.70	0.90	0.60	0.59	0.68	0.86	0.10	0.79	0.46	0.12	0.25	0.35	0.13	0.90	0.76	0.45	0.26	0.78	0.89	0.36			
1.30	0.33		0.66	0.88	0.57	0.65	0.23	0.65		0.56	0.44	0.09	0.22	0.46		0.87	0.55	0.35	0.22	0.59	0.90	0.18			
1.40	0.35		0.56	0.67	0.48	0.66	0.12	0.51		0.45	0.32		0.21	0.50		0.79	0.50	0.33	0.20	0.38	1.00	0.15			
1.50	0.36		0.32	0.56	0.32	0.75	0.10	0.34		0.44	0.30		0.14	0.62		0.75	0.46	0.30	0.16	0.33	0.95	0.14			
1.60	0.36		0.21	0.50	0.18	0.72		0.28		0.42	0.20		0.13	0.77		0.56	0.32	0.28	0.14	0.30	0.92				
1.70	0.37		0.16	0.32	0.10	0.52		0.26		0.31	0.13		0.12	0.53		0.43	0.28	0.25	0.13	0.22	0.75				
1.80	0.35		0.14	0.12		0.38		0.24		0.15			0.10	0.48		0.27	0.16	0.18	0.11	0.20	0.62				
1.90	0.31		0.11			0.26		0.23						0.37		0.20	0.10	0.13		0.18	0.43				
2.00	0.29					0.14		0.15						0.34		0.18				0.12	0.40				
2.10	0.26													0.31		0.10					0.38				
2.20	0.21													0.23							0.35				
2.30	0.17													0.19							0.25				
2.40	0.12													0.16							0.16				
2.50														0.12											
2.60														0.10											
2.70																									
2.80																									
2.90																									
3.00																									
MÁXIMO	0.37	0.53	0.79	0.90	0.93	0.75	0.91	0.99	0.72	0.80	0.78	0.54	0.59	0.77	0.68	0.95	0.98	0.89	0.49	0.89	1.00	0.80	0.68	0.52	
PROMEDIO		0.56			0.86			0.87			0.71			0.68		0.94			0.79			0.67			

SEGUNDO CICLO	Deformación	SEGUNDO CICLO											
		8.0 %											
		20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
		M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.05	0.09	0.19	0.03	0.25	0.15	0.02	0.25	0.18	0.05	0.09	0.07	
0.20	0.19	0.18	0.26	0.04	0.38	0.35	0.19	0.36	0.20	0.14	0.16	0.13	
0.30	0.28	0.23	0.38	0.05	0.49	0.49	0.25	0.49	0.26	0.27	0.19	0.16	
0.40	0.35	0.38	0.46	0.05	0.56	0.56	0.26	0.58	0.31	0.39	0.25	0.20	
0.50	0.46	0.40	0.56	0.12	0.62	0.66	0.38	0.78	0.33	0.57	0.26	0.24	
0.60	0.52	0.42	0.60	0.20	0.66	0.68	0.46	0.80	0.44	0.64	0.35	0.27	
0.70	0.54	0.48	0.78	0.26	0.72	0.75	0.56	0.81	0.48	0.56	0.45	0.30	
0.80	0.50	0.43	0.80	0.38	0.79	0.77	0.66	0.72	0.56	0.51	0.49	0.31	
0.90	0.34	0.39	0.83	0.48	0.88	0.83	0.72	0.62	0.69	0.37	0.58	0.38	
1.00	0.26	0.34	0.76	0.56	0.91	0.68	0.84	0.55	0.73	0.37	0.66	0.41	
1.10	0.15	0.20	0.56	0.53	0.90	0.55	0.83	0.50	0.82	0.36	0.74	0.48	
1.20	0.13	0.17	0.50	0.50	0.85	0.43	0.76	0.45	0.83	0.34	0.56	0.43	
1.30			0.48	0.50	0.68	0.25	0.61	0.43	0.75	0.27	0.55	0.38	
1.40			0.44	0.45	0.56	0.16	0.55	0.33	0.64	0.24	0.31	0.32	
1.50			0.35	0.40	0.35	0.15	0.50	0.28	0.52	0.20	0.26	0.31	
1.60			0.34	0.35	0.33	0.12	0.46	0.16	0.43	0.18	0.18	0.30	
1.70			0.24	0.30	0.28		0.30	0.13	0.25	0.16	0.10	0.28	
1.80			0.20	0.26	0.18		0.26		0.16	0.14		0.20	
1.90			0.15	0.19	0.11		0.16			0.11		0.14	
2.00			0.10	0.10			0.13			0.10			
2.10													
2.20													
2.30													
2.40													
2.50													
2.60													
2.70													
2.80													
2.90													
3.00													
MÁXIMO	0.54	0.48	0.83	0.56	0.91	0.83	0.84	0.81	0.83	0.64	0.74	0.48	
PROMEDIO	0.62			0.77			0.83			0.62			

Deformación	TERCER CICLO												TERCER CICLO											
	0.0 %												2.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos			20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.09	0.05	0.09	0.16	0.09	0.04	0.25	0.09	0.26	0.02	0.16	0.14	0.10	0.09	0.11	0.11	0.03	0.11	0.06	0.14	0.06	0.04	0.11	0.13
0.20	0.13	0.09	0.16	0.25	0.11	0.09	0.33	0.19	0.35	0.11	0.20	0.22	0.19	0.13	0.19	0.13	0.11	0.19	0.09	0.19	0.13	0.08	0.16	0.19
0.30	0.18	0.19	0.26	0.35	0.13	0.15	0.39	0.22	0.49	0.24	0.27	0.23	0.22	0.15	0.33	0.19	0.21	0.25	0.23	0.28	0.19	0.14	0.20	0.22
0.40	0.20	0.27	0.34	0.36	0.16	0.19	0.46	0.26	0.40	0.35	0.32	0.26	0.35	0.26	0.39	0.26	0.35	0.26	0.33	0.34	0.34	0.24	0.26	0.32
0.50	0.22	0.34	0.25	0.39	0.18	0.26	0.49	0.33	0.38	0.46	0.38	0.31	0.36	0.33	0.41	0.34	0.41	0.35	0.41	0.46	0.46	0.20	0.29	0.36
0.60	0.31	0.37	0.23	0.42	0.20	0.35	0.56	0.38	0.26	0.57	0.40	0.48	0.40	0.22	0.45	0.48	0.50	0.36	0.44	0.55	0.59	0.38	0.33	0.43
0.70	0.31	0.40	0.20	0.46	0.26	0.39	0.69	0.45	0.18	0.56	0.42	0.47	0.43	0.11	0.49	0.56	0.48	0.45	0.50	0.66	0.52	0.49	0.39	0.44
0.80	0.32	0.35	0.18	0.53	0.28	0.45	0.60	0.46	0.13	0.45	0.33	0.45	0.41		0.52	0.55	0.46	0.51	0.55	0.60	0.48	0.50	0.42	0.47
0.90	0.30	0.33	0.10	0.60	0.37	0.48	0.56	0.59		0.31	0.32	0.29	0.32		0.54	0.50	0.34	0.64	0.53	0.53	0.47	0.62	0.48	0.60
1.00	0.29	0.32		0.67	0.40	0.40	0.55	0.44		0.25	0.31	0.22	0.21		0.48	0.35	0.25	0.77	0.36	0.44	0.45	0.60	0.56	0.63
1.10	0.28	0.25		0.56	0.50	0.26	0.46	0.32		0.24	0.16	0.16	0.19		0.47	0.33	0.22	0.68	0.33	0.30	0.43	0.58	0.64	0.64
1.20	0.27	0.18		0.41	0.53	0.16	0.32	0.19		0.23		0.13	0.18		0.45	0.30	0.21	0.56	0.18	0.21	0.40	0.55	0.69	0.65
1.30	0.26	0.10		0.33	0.42	0.11	0.21	0.15		0.21			0.12		0.40	0.26	0.20	0.45	0.11	0.16	0.38	0.51	0.75	0.55
1.40	0.22	0.09		0.15	0.38		0.18	0.12		0.20			0.08		0.35	0.24	0.17	0.38			0.35	0.46	0.73	0.46
1.50	0.21			0.13	0.30		0.11			0.19					0.24	0.16	0.17	0.36			0.20	0.31	0.63	0.32
1.60	0.15			0.10	0.27					0.14						0.13	0.12	0.30			0.15	0.21	0.53	0.20
1.70	0.16			0.09	0.18					0.13							0.10	0.25			0.10	0.14	0.42	
1.80	0.15				0.15					0.10							0.09	0.16				0.13	0.25	
1.90	0.15				0.13													0.11					0.16	
2.00	0.14				0.12																		0.14	
2.10	0.13				0.10																			
2.20	0.11				0.08																			
2.30	0.11																							
2.40	0.10																							
2.50																								
2.60																								
2.70																								
2.80																								
2.90																								
3.00																								
MÁXIMO	0.32	0.40	0.34	0.67	0.53	0.48	0.69	0.59	0.49	0.57	0.42	0.48	0.43	0.33	0.54	0.56	0.50	0.77	0.55	0.66	0.59	0.62	0.75	0.65
PROMEDIO	0.35			0.56			0.59			0.49			0.43			0.61			0.60			0.67		

TERCER CICLO

Deformación	TERCER CICLO												TERCER CICLO											
	4.0 %												6.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos			20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.08	0.08	0.09	0.04	0.15	0.19	0.05	0.22	0.09	0.20	0.03	0.05	0.05	0.11	0.26	0.21	0.16	0.09	0.06	0.04	0.22	0.07	0.08	0.14
0.20	0.24	0.11	0.17	0.09	0.26	0.22	0.06	0.29	0.14	0.31	0.06	0.14	0.07	0.20	0.35	0.32	0.19	0.17	0.09	0.16	0.32	0.18	0.06	0.20
0.30	0.35	0.26	0.22	0.18	0.34	0.29	0.09	0.36	0.16	0.41	0.14	0.26	0.19	0.25	0.45	0.43	0.25	0.29	0.23	0.19	0.45	0.22	0.08	0.23
0.40	0.41	0.32	0.28	0.26	0.46	0.35	0.25	0.45	0.28	0.50	0.20	0.28	0.27	0.29	0.48	0.56	0.34	0.32	0.33	0.35	0.58	0.24	0.14	0.25
0.50	0.42	0.38	0.36	0.29	0.59	0.38	0.33	0.56	0.32	0.45	0.28	0.39	0.35	0.35	0.53	0.62	0.46	0.47	0.41	0.46	0.78	0.35	0.27	0.24
0.60	0.33	0.42	0.39	0.35	0.62	0.47	0.39	0.66	0.41	0.38	0.35	0.45	0.49	0.36	0.50	0.69	0.56	0.55	0.45	0.49	0.70	0.39	0.32	0.15
0.70	0.25	0.44	0.45	0.39	0.67	0.52	0.44	0.72	0.44	0.24	0.47	0.59	0.46	0.39	0.45	0.72	0.63	0.62	0.55	0.51	0.62	0.45	0.43	0.11
0.80	0.20	0.40	0.47	0.46	0.66	0.66	0.46	0.86	0.56	0.16	0.57	0.63	0.38	0.45	0.41	0.87	0.78	0.76	0.54	0.59	0.57	0.53	0.44	0.10
0.90	0.19	0.32	0.51	0.52	0.52	0.68	0.59	0.80	0.62	0.15	0.59	0.60	0.26	0.52	0.32	0.86	0.84	0.82	0.53	0.65	0.37	0.48	0.48	
1.00	0.16	0.26	0.59	0.58	0.50	0.75	0.65	0.68	0.78		0.60	0.45	0.20	0.59	0.26	0.75	0.94	0.77	0.51	0.71	0.24	0.35	0.31	
1.10	0.12	0.20	0.66	0.62	0.41	0.88	0.74	0.66	0.84		0.56	0.30	0.18	0.64	0.18	0.52	0.84	0.69	0.46	0.70	0.18	0.21	0.27	
1.20	0.12	0.17	0.70	0.66	0.35	0.84	0.76	0.60	0.83		0.54	0.19	0.16	0.62		0.50	0.76	0.56	0.35	0.69	0.16	0.16	0.21	
1.30		0.10	0.65	0.74	0.22	0.80	0.73	0.43	0.82		0.53	0.18	0.12	0.52		0.46	0.62	0.45	0.24	0.52	0.10	0.12	0.20	
1.40			0.46	0.80	0.16	0.71	0.56	0.34	0.72		0.52	0.12		0.50		0.41	0.60	0.44	0.19	0.35			0.13	
1.50			0.40	0.72	0.13	0.62	0.41	0.20	0.56		0.51			0.42		0.32	0.54	0.32	0.16	0.25			0.10	
1.60			0.36	0.62		0.55	0.38	0.17	0.55		0.44			0.32		0.25	0.36	0.28	0.14	0.16			0.09	
1.70			0.21	0.45		0.43	0.25	0.11	0.38		0.41			0.28		0.26	0.20	0.18		0.12				
1.80			0.18	0.35		0.28	0.18		0.33		0.39			0.26		0.22	0.16	0.15						
1.90			0.16	0.30		0.16	0.16		0.26		0.37			0.16		0.16	0.12	0.13						
2.00			0.11	0.26		0.14			0.18		0.33			0.13		0.10								
2.10				0.17					0.16		0.29													
2.20				0.11					0.13		0.26													
2.30											0.24													
2.40											0.20													
2.50											0.18													
2.60											0.15													
2.70											0.14													
2.80																								
2.90																								
3.00																								
MÁXIMO	0.42	0.44	0.70	0.80	0.67	0.88	0.76	0.86	0.84	0.50	0.60	0.63	0.49	0.64	0.53	0.87	0.94	0.82	0.55	0.71	0.78	0.53	0.48	0.25
PROMEDIO	0.52			0.78			0.82			0.58			0.55			0.88			0.68			0.42		

TERCER CICLO

Deformación	TERCER CICLO											
	8.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.06	0.04	0.20	0.09	0.05	0.06	0.08	0.20	0.06	0.17	0.24	0.05
0.20	0.16	0.10	0.35	0.11	0.07	0.21	0.20	0.25	0.09	0.25	0.37	0.09
0.30	0.18	0.11	0.48	0.16	0.28	0.25	0.26	0.29	0.19	0.26	0.46	0.13
0.40	0.22	0.21	0.56	0.28	0.33	0.35	0.28	0.35	0.21	0.29	0.40	0.18
0.50	0.28	0.33	0.62	0.31	0.46	0.39	0.29	0.36	0.31	0.35	0.25	0.23
0.60	0.37	0.33	0.64	0.34	0.55	0.41	0.33	0.38	0.38	0.48	0.23	0.25
0.70	0.39	0.33	0.60	0.45	0.60	0.46	0.35	0.46	0.45	0.40	0.16	0.28
0.80	0.45	0.39	0.52	0.56	0.69	0.57	0.39	0.49	0.56	0.35	0.14	0.31
0.90	0.56	0.44	0.43	0.60	0.65	0.42	0.45	0.50	0.60	0.31	0.11	0.32
1.00	0.66	0.50	0.31	0.66	0.60	0.40	0.56	0.48	0.67	0.28		0.31
1.10	0.68	0.32	0.26	0.71	0.56	0.27	0.58	0.35	0.64	0.26		0.34
1.20	0.60	0.24	0.15	0.68	0.50	0.25	0.63	0.25	0.53	0.17		0.32
1.30	0.56	0.19	0.11	0.60	0.35	0.20	0.60	0.16	0.49	0.15		0.29
1.40	0.40	0.15		0.53	0.30		0.54	0.10	0.33	0.10		0.29
1.50	0.33	0.14		0.48	0.28		0.44		0.30			0.27
1.60	0.28	0.13		0.38	0.26		0.38		0.25			0.25
1.70	0.22	0.13		0.26	0.17		0.31		0.16			0.23
1.80	0.18	0.10		0.15	0.13		0.28		0.13			0.23
1.90	0.10			0.10			0.26					0.19
2.00							0.18					0.15
2.10							0.19					0.14
2.20							0.10					0.11
2.30												
2.40												
2.50												
2.60												
2.70												
2.80												
2.90												
3.00												
MÁXIMO	0.68	0.50	0.64	0.71	0.69	0.57	0.63	0.50	0.67	0.48	0.46	0.34
PROMEDIO	0.61			0.66			0.60			0.43		

TERCER CICLO

Deformación	CUARTO CICLO												CUARTO CICLO											
	0.0 %												2.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos			20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.10	0.09	0.08	0.03	0.09	0.09	0.04	0.10	0.07	0.19	0.21	0.13	0.08	0.06	0.09	0.16	0.06	0.09	0.08	0.06	0.08	0.11	0.04	0.22
0.20	0.21	0.11	0.09	0.08	0.15	0.10	0.12	0.17	0.18	0.21	0.34	0.27	0.09	0.09	0.25	0.24	0.26	0.16	0.10	0.18	0.09	0.16	0.10	0.28
0.30	0.38	0.14	0.14	0.18	0.24	0.21	0.16	0.26	0.24	0.28	0.38	0.29	0.18	0.16	0.34	0.35	0.30	0.19	0.16	0.28	0.24	0.20	0.16	0.33
0.40	0.41	0.19	0.10	0.26	0.29	0.29	0.18	0.33	0.24	0.31	0.43	0.35	0.28	0.29	0.37	0.39	0.33	0.25	0.28	0.34	0.33	0.25	0.21	0.33
0.50	0.25	0.16	0.09	0.36	0.35	0.35	0.23	0.39	0.27	0.37	0.38	0.47	0.30	0.32	0.41	0.41	0.39	0.29	0.33	0.44	0.36	0.29	0.23	0.30
0.60	0.15	0.10		0.28	0.43	0.39	0.30	0.44	0.38	0.46	0.25	0.44	0.31	0.33	0.33	0.49	0.25	0.33	0.44	0.46	0.41	0.38	0.32	0.22
0.70	0.12	0.09		0.24	0.53	0.43	0.37	0.44	0.22	0.49	0.20	0.43	0.29	0.45	0.30	0.51	0.16	0.45	0.43	0.45	0.49	0.50	0.37	0.16
0.80	0.10			0.22	0.48	0.40	0.46	0.44	0.15	0.50	0.16	0.40	0.27	0.46	0.24	0.56		0.49	0.42	0.44	0.56	0.54	0.35	0.10
0.90				0.15	0.40	0.38	0.59	0.41	0.15	0.59	0.11	0.36	0.22	0.53	0.20	0.61		0.56	0.38	0.46	0.66	0.52	0.35	
1.00				0.14	0.32	0.37	0.58	0.39	0.14	0.63		0.34	0.21	0.47	0.18	0.66		0.61	0.33	0.27	0.50	0.36	0.30	
1.10				0.10	0.25	0.36	0.53	0.39	0.14	0.72		0.25	0.19	0.41	0.16	0.65		0.60	0.21	0.26	0.48	0.33	0.27	
1.20				0.09	0.22	0.25	0.51	0.39	0.11	0.70		0.23	0.15	0.38	0.12	0.60		0.45	0.16	0.20	0.35	0.29	0.23	
1.30					0.15	0.22	0.46	0.39	0.08	0.65		0.16	0.14	0.24	0.11	0.54		0.38	0.12	0.14	0.29	0.19	0.19	
1.40					0.10	0.18	0.35	0.38		0.62		0.13	0.13	0.16	0.10	0.55		0.27	0.10		0.18	0.17	0.17	
1.50						0.13	0.24	0.36		0.60			0.11	0.10		0.45		0.26			0.11	0.10	0.16	
1.60							0.19	0.33		0.58			0.09			0.24		0.15					0.15	
1.70							0.12	0.30		0.46						0.14		0.14					0.13	
1.80								0.28		0.35						0.10							0.11	
1.90								0.29		0.21														
2.00								0.27		0.16														
2.10								0.25		0.12														
2.20								0.18																
2.30								0.17																
2.40								0.17																
2.50								0.17																
2.60								0.11																
2.70																								
2.80																								
2.90																								
3.00																								
MÁXIMO	0.41	0.19	0.14	0.36	0.53	0.43	0.59	0.44	0.38	0.72	0.43	0.47	0.31	0.53	0.41	0.66	0.39	0.61	0.44	0.46	0.66	0.54	0.37	0.33
PROMEDIO	0.25			0.44			0.47			0.54			0.42			0.55			0.52			0.41		

CUARTO CICLO

Deformación	CUARTO CICLO												CUARTO CICLO											
	4.0 %												6.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos			20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.08	0.09	0.12	0.09	0.06	0.07	0.14	0.06	0.02	0.22	0.05	0.10	0.09	0.10	0.02	0.05	0.05	0.20	0.07	0.06	0.04	0.04	0.04	0.13
0.20	0.18	0.18	0.25	0.15	0.13	0.10	0.16	0.07	0.03	0.31	0.08	0.13	0.16	0.20	0.03	0.07	0.09	0.35	0.09	0.08	0.06	0.10	0.07	0.20
0.30	0.20	0.19	0.28	0.22	0.18	0.15	0.21	0.09	0.05	0.42	0.15	0.26	0.21	0.22	0.02	0.16	0.12	0.37	0.10	0.10	0.10	0.20	0.12	0.22
0.40	0.21	0.21	0.33	0.29	0.26	0.19	0.27	0.23	0.12	0.42	0.19	0.34	0.12	0.26	0.03	0.25	0.32	0.45	0.12	0.13	0.19	0.22	0.17	0.20
0.50	0.23	0.21	0.38	0.35	0.37	0.21	0.29	0.24	0.30	0.41	0.27	0.49	0.10	0.27	0.04	0.26	0.34	0.53	0.18	0.15	0.31	0.23	0.23	0.22
0.60	0.21	0.23	0.41	0.38	0.49	0.23	0.35	0.25	0.42	0.36	0.26	0.50		0.29	0.06	0.28	0.36	0.56	0.21	0.28	0.38	0.34	0.28	0.21
0.70	0.13	0.23	0.26	0.41	0.56	0.25	0.38	0.30	0.46	0.34	0.29	0.59		0.30	0.09	0.35	0.39	0.62	0.21	0.38	0.47	0.35	0.33	0.21
0.80	0.13	0.29	0.20	0.50	0.64	0.32	0.45	0.42	0.43		0.42	0.58		0.34	0.13	0.46	0.40	0.60	0.23	0.45	0.45	0.39	0.36	0.18
0.90	0.11	0.27	0.18	0.56	0.67	0.40	0.46	0.58	0.40		0.52	0.57		0.25	0.17	0.56	0.53	0.53	0.23	0.55	0.44	0.40	0.39	0.17
1.00	0.11	0.12	0.20	0.68	0.66	0.49	0.48	0.67	0.38		0.50	0.48		0.23	0.25	0.60	0.58	0.40	0.25	0.39	0.43	0.46	0.38	0.17
1.10	0.08	0.08	0.18	0.72	0.53	0.56	0.49	0.72	0.31		0.41	0.36		0.18	0.28	0.68	0.67	0.38	0.26	0.32	0.34	0.42	0.35	0.15
1.20	0.07	0.06	0.16	0.79	0.43	0.60	0.53	0.68			0.32	0.29		0.15	0.30	0.63	0.72	0.37	0.28	0.28	0.29	0.20	0.34	0.11
1.30	0.06		0.16	0.70	0.37	0.55	0.50	0.45			0.28	0.23		0.11	0.21	0.58	0.87	0.36	0.26	0.26	0.28	0.19	0.33	0.10
1.40	0.05		0.12	0.65	0.28	0.46	0.40	0.44			0.19	0.18		0.09	0.14	0.41	0.80	0.20	0.27	0.17	0.27	0.11	0.30	0.09
1.50			0.12	0.63	0.25	0.31	0.36	0.40			0.16	0.16		0.07	0.12	0.38	0.65	0.16	0.27	0.13	0.23	0.07	0.29	
1.60			0.11	0.52	0.16	0.27	0.34	0.36			0.15	0.12			0.09	0.35	0.43	0.12	0.25		0.15	0.06	0.28	
1.70			0.10	0.50	0.10	0.15	0.20	0.32			0.10					0.34	0.37	0.11	0.25		0.14		0.28	
1.80				0.49		0.11	0.17	0.24								0.33	0.38		0.21		0.12		0.27	
1.90				0.26			0.14	0.16								0.25	0.26		0.21		0.10		0.27	
2.00				0.20				0.13								0.22	0.22		0.18				0.26	
2.10				0.16												0.16	0.14		0.16				0.25	
2.20				0.13												0.10			0.09				0.23	
2.30																							0.22	
2.40																							0.21	
2.50																							0.19	
2.60																							0.15	
2.70																							0.12	
2.80																								
2.90																								
3.00																								
MÁXIMO	0.23	0.29	0.41	0.79	0.67	0.60	0.53	0.72	0.46	0.42	0.52	0.59	0.21	0.34	0.30	0.68	0.87	0.62	0.28	0.55	0.47	0.46	0.39	0.22
PROMEDIO	0.31			0.69			0.57			0.51			0.28			0.72			0.43			0.36		

CUARTO CICLO

Deformación	CUARTO CICLO											
	8.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
0.10	0.04	0.09	0.07	0.09	0.14	0.08	0.04	0.06	0.20	0.06	0.15	0.08
0.20	0.10	0.20	0.12	0.19	0.18	0.09	0.13	0.09	0.25	0.09	0.24	0.11
0.30	0.16	0.23	0.13	0.25	0.19	0.13	0.26	0.17	0.31	0.15	0.35	0.18
0.40	0.22	0.25	0.25	0.31	0.25	0.15	0.37	0.28	0.38	0.19	0.36	0.20
0.50	0.28	0.20	0.35	0.39	0.26	0.25	0.39	0.33	0.46	0.25	0.49	0.23
0.60	0.29	0.13	0.40	0.46	0.28	0.26	0.45	0.40	0.54	0.26	0.50	0.28
0.70	0.35	0.13	0.30	0.50	0.29	0.37	0.52	0.38	0.50	0.28	0.48	0.30
0.80	0.39	0.12	0.27	0.63	0.36	0.46	0.59	0.37	0.49	0.29	0.36	0.35
0.90	0.46	0.09	0.28	0.70	0.45	0.52	0.67	0.27	0.47	0.36	0.27	0.38
1.00	0.54		0.20	0.67	0.55	0.38	0.45	0.20	0.34	0.35	0.16	0.32
1.10	0.50			0.66	0.65	0.31	0.41	0.18	0.26	0.46	0.10	0.21
1.20	0.48			0.64	0.64	0.29	0.26	0.17	0.18	0.50		0.16
1.30	0.34			0.61	0.63	0.26	0.20	0.16	0.13	0.58		0.10
1.40	0.33			0.45	0.62	0.17	0.14	0.14		0.41		
1.50	0.28			0.44	0.50	0.16	0.10	0.14		0.38		
1.60	0.26			0.40	0.45	0.11		0.10		0.26		
1.70	0.21			0.26	0.32			0.08		0.19		
1.80	0.15			0.18	0.27			0.07		0.18		
1.90	0.14			0.12	0.19					0.12		
2.00	0.13				0.16							
2.10	0.12				0.11							
2.20												
2.30												
2.40												
2.50												
2.60												
2.70												
2.80												
2.90												
3.00												
MÁXIMO	0.54	0.25	0.40	0.70	0.65	0.52	0.67	0.40	0.54	0.58	0.50	0.38
PROMEDIO	0.40			0.62			0.54			0.49		

CUARTO CICLO

Deformación	QUINTO CICLO												QUINTO CICLO											
	0.0 %												2.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos			20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.05	0.04	0.04	0.07	0.03	0.04	0.09	0.10	0.06	0.04	0.08	0.06	0.06	0.04	0.07	0.04	0.09	0.06	0.08	0.04	0.09	0.04	0.10	0.09
0.20	0.11	0.04	0.05	0.12	0.05	0.12	0.16	0.11	0.08	0.08	0.09	0.10	0.06	0.09	0.07	0.08	0.13	0.16	0.09	0.15	0.21	0.07	0.16	0.18
0.30	0.21	0.06	0.06	0.18	0.06	0.13	0.19	0.18	0.10	0.16	0.13	0.17	0.10	0.14	0.14	0.09	0.21	0.19	0.15	0.19	0.28	0.17	0.25	0.21
0.40	0.33	0.07	0.07	0.21	0.07	0.24	0.25	0.18	0.22	0.21	0.14	0.28	0.11	0.23	0.22	0.25	0.33	0.24	0.26	0.28	0.36	0.25	0.34	0.34
0.50	0.28	0.09	0.06	0.22	0.08	0.26	0.29	0.19	0.26	0.29	0.15	0.33	0.12	0.30	0.24	0.34	0.29	0.27	0.29	0.35	0.45	0.31	0.41	0.39
0.60	0.24	0.13		0.27	0.09	0.35	0.30	0.26	0.27	0.34	0.22	0.37	0.14	0.28	0.25	0.39	0.15	0.35	0.35	0.43	0.44	0.48	0.35	0.44
0.70	0.19	0.08		0.27	0.10	0.38	0.36	0.34	0.28	0.44	0.22	0.29	0.14	0.17	0.23	0.42	0.12	0.41	0.36	0.38	0.40	0.51	0.33	0.48
0.80	0.16	0.07		0.26	0.13	0.45	0.41	0.38	0.30	0.53	0.23	0.27	0.12	0.16	0.22	0.46	0.12	0.34	0.38	0.26	0.35	0.56	0.21	0.39
0.90	0.14			0.25	0.15	0.34	0.49	0.42	0.31	0.52	0.11	0.24	0.10	0.16	0.10	0.45	0.10	0.21	0.41	0.16	0.30	0.50	0.16	0.38
1.00	0.13				0.18	0.33	0.48	0.47	0.32	0.51	0.11	0.21	0.10	0.16	0.09	0.38	0.09	0.16	0.40	0.16	0.24	0.46	0.10	0.37
1.10	0.13				0.20	0.35	0.47	0.32	0.30	0.41	0.11		0.09	0.20	0.07	0.32		0.12	0.35	0.15	0.20	0.44		0.36
1.20	0.10				0.22	0.30	0.37	0.30	0.29	0.28	0.10			0.17		0.25			0.33	0.13	0.18	0.35		0.35
1.30					0.23	0.28	0.33	0.29	0.27	0.26	0.09			0.17		0.20			0.30	0.10	0.12	0.28		0.24
1.40					0.25	0.18	0.24	0.26	0.25	0.24	0.08			0.16		0.18			0.26		0.10	0.26		0.20
1.50					0.26	0.10	0.18	0.24	0.24	0.21	0.08			0.16		0.10			0.18			0.24		0.16
1.60					0.27	0.09	0.10	0.16	0.19	0.16	0.07			0.15					0.16			0.23		0.15
1.70					0.31			0.15	0.18	0.12				0.14					0.12			0.20		0.15
1.80					0.28			0.12	0.16					0.13								0.16		0.14
1.90					0.27			0.10	0.10					0.12								0.15		0.10
2.00					0.25									0.11								0.14		
2.10					0.23																	0.10		
2.20					0.19																			
2.30					0.18																			
2.40					0.16																			
2.50					0.14																			
2.60					0.11																			
2.70					0.09																			
2.80																								
2.90																								
3.00																								
MÁXIMO	0.33	0.13	0.07	0.27	0.31	0.45	0.49	0.47	0.32	0.53	0.23	0.37	0.14	0.30	0.25	0.46	0.33	0.41	0.41	0.43	0.45	0.56	0.41	0.48
PROMEDIO	0.18			0.34			0.43			0.38			0.23			0.40			0.43			0.48		

QUINTO CICLO

Deformación	QUINTO CICLO												QUINTO CICLO											
	4.0 %												6.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos			20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.09	0.06	0.09	0.08	0.04	0.09	0.09	0.06	0.10	0.06	0.08	0.06	0.05	0.06	0.09	0.07	0.04	0.10	0.07	0.05	0.09	0.04	0.09	0.08
0.20	0.11	0.07	0.10	0.12	0.18	0.15	0.25	0.15	0.11	0.09	0.16	0.09	0.08	0.07	0.15	0.15	0.08	0.19	0.13	0.09	0.18	0.05	0.15	0.10
0.30	0.14	0.09	0.11	0.22	0.25	0.16	0.28	0.26	0.12	0.12	0.19	0.16	0.19	0.09	0.24	0.24	0.09	0.35	0.15	0.12	0.23	0.06	0.21	0.15
0.40	0.15	0.15	0.14	0.28	0.29	0.19	0.33	0.35	0.15	0.15	0.25	0.23	0.15	0.10	0.30	0.32	0.22	0.45	0.20	0.16	0.28	0.08	0.29	0.21
0.50	0.19	0.24	0.15	0.34	0.35	0.27	0.33	0.40	0.19	0.16	0.28	0.29	0.08	0.11	0.21	0.38	0.29	0.40	0.25	0.18	0.35	0.09	0.34	0.18
0.60	0.20	0.30	0.08	0.45	0.36	0.28	0.36	0.48	0.23	0.17	0.36	0.32	0.08	0.11	0.20	0.45	0.35	0.40	0.33	0.25	0.42	0.10	0.38	0.20
0.70	0.19	0.28	0.07	0.49	0.45	0.35	0.21	0.34	0.29	0.18	0.37	0.33	0.07	0.12	0.16	0.49	0.37	0.35	0.32	0.27	0.51	0.15	0.41	0.25
0.80	0.18	0.26	0.06	0.59	0.48	0.40	0.16	0.20	0.38	0.19	0.33	0.33	0.06	0.14	0.10	0.50	0.46	0.26	0.31	0.29	0.60	0.24	0.46	0.21
0.90	0.21	0.20		0.55	0.57	0.38	0.15	0.16	0.41	0.21	0.23	0.40	0.06	0.09		0.59	0.52	0.19	0.25	0.35	0.65	0.26	0.45	0.19
1.00	0.20	0.16		0.53	0.55	0.31	0.13	0.10	0.39	0.21		0.46		0.08		0.68	0.60	0.11	0.21	0.39	0.60	0.33	0.35	
1.10	0.20	0.10		0.50	0.35	0.27	0.10		0.34	0.24		0.44		0.06		0.72	0.62	0.08	0.17	0.43	0.58	0.13	0.32	
1.20	0.20			0.46	0.33	0.26	0.08		0.28	0.22		0.40		0.06		0.79	0.61		0.12	0.37	0.40	0.12	0.30	
1.30	0.21			0.31	0.29	0.20			0.27	0.22		0.32				0.75	0.54		0.10	0.36	0.32	0.12	0.26	
1.40	0.20			0.24	0.27	0.13			0.26			0.24				0.64	0.41		0.09	0.25	0.18	0.10	0.24	
1.50	0.21			0.16	0.21	0.10			0.25			0.16				0.56	0.26			0.21	0.13		0.18	
1.60	0.20			0.12	0.18	0.10			0.24			0.15				0.42	0.20			0.20	0.12		0.14	
1.70	0.15			0.10	0.11				0.23			0.12				0.30	0.18			0.19	0.11		0.10	
1.80	0.13			0.09					0.15			0.10				0.28	0.16			0.16				
1.90	0.13								0.10							0.25	0.10			0.12				
2.00	0.12															0.18				0.10				
2.10	0.11															0.16				0.10				
2.20																0.14								
2.30																0.12								
2.40																0.10								
2.50																								
2.60																								
2.70																								
2.80																								
2.90																								
3.00																								
MÁXIMO	0.21	0.30	0.15	0.59	0.57	0.40	0.36	0.48	0.41	0.24	0.37	0.46	0.19	0.14	0.30	0.79	0.62	0.45	0.33	0.43	0.65	0.33	0.46	0.25
PROMEDIO	0.22			0.52			0.42			0.36			0.21			0.62			0.47			0.35		

QUINTO CICLO

Deformación	QUINTO CICLO											
	8.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.08	0.10	0.07	0.10	0.05	0.08	0.07	0.05	0.08	0.10	0.04	0.04
0.20	0.09	0.13	0.10	0.13	0.10	0.13	0.08	0.09	0.18	0.18	0.08	0.05
0.30	0.11	0.15	0.14	0.19	0.14	0.14	0.15	0.12	0.20	0.28	0.13	0.07
0.40	0.18	0.13	0.20	0.24	0.16	0.15	0.16	0.16	0.30	0.21	0.14	0.15
0.50	0.26	0.15	0.22	0.29	0.18	0.16	0.24	0.18	0.27	0.14	0.15	0.24
0.60	0.30	0.15	0.28	0.36	0.25	0.18	0.28	0.24	0.18		0.15	0.22
0.70	0.37	0.14	0.17	0.38	0.24	0.25	0.32	0.25	0.18		0.17	0.21
0.80	0.36	0.14	0.11	0.43	0.13	0.28	0.39	0.30	0.14		0.18	0.20
0.90	0.35	0.14	0.10	0.40	0.12	0.33	0.42	0.38	0.13		0.17	0.19
1.00	0.33	0.14	0.07	0.35	0.12	0.32	0.49	0.25	0.08		0.19	0.17
1.10	0.28	0.11		0.31	0.11	0.30	0.51	0.15	0.07		0.18	0.15
1.20	0.20	0.11		0.28	0.10	0.21	0.55	0.10			0.20	
1.30	0.17	0.11		0.22	0.09	0.16	0.62				0.19	
1.40	0.13	0.10		0.16	0.09	0.14	0.55				0.18	
1.50	0.10			0.15	0.08	0.14	0.45				0.18	
1.60				0.13		0.12	0.32				0.17	
1.70				0.11		0.10	0.30				0.17	
1.80							0.28				0.15	
1.90							0.26				0.13	
2.00							0.20				0.13	
2.10							0.15				0.11	
2.20							0.12					
2.30							0.10					
2.40												
2.50												
2.60												
2.70												
2.80												
2.90												
3.00												
MÁXIMO	0.37	0.15	0.28	0.43	0.25	0.33	0.62	0.38	0.30	0.28	0.20	0.24
PROMEDIO	0.27			0.34			0.43			0.24		

QUINTO CICLO

Deformación	SEXTO CICLO												SEXTO CICLO											
	0.0 %												2.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos			20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.06	0.06	0.05	0.07	0.02	0.09	0.06	0.08	0.06	0.07	0.07	0.08	0.06	0.08	0.09	0.06	0.10	0.06	0.04	0.04	0.08	0.06	0.09	0.07
0.20	0.14	0.13	0.06	0.09	0.03	0.10	0.09	0.10	0.13	0.08	0.12	0.11	0.09	0.14	0.11	0.09	0.16	0.10	0.10	0.06	0.10	0.07	0.15	0.11
0.30	0.16	0.20	0.09	0.10	0.04	0.15	0.18	0.14	0.15	0.15	0.15	0.11	0.10	0.18	0.17	0.10	0.18	0.20	0.19	0.10	0.11	0.18	0.16	0.22
0.40	0.17	0.21	0.10	0.09	0.10	0.25	0.26	0.23	0.14	0.25	0.16	0.13	0.15	0.29	0.15	0.12	0.16	0.37	0.22	0.12	0.23	0.18	0.18	0.32
0.50	0.08	0.22	0.09	0.10	0.14	0.26	0.26	0.25	0.14	0.29	0.19	0.12	0.14	0.34	0.09	0.15	0.12	0.39	0.28	0.15	0.25	0.19	0.26	0.43
0.60	0.16	0.20	0.09	0.08	0.15	0.27	0.27	0.17	0.16	0.35	0.25	0.18	0.10	0.27		0.16	0.09	0.39	0.21	0.16	0.32	0.20	0.33	0.28
0.70	0.15	0.19	0.09	0.08	0.17	0.28	0.34	0.15	0.19	0.34	0.21	0.18	0.09	0.22		0.18	0.08	0.25	0.16	0.18	0.35	0.20	0.35	0.20
0.80	0.14	0.15	0.08	0.08	0.13	0.30	0.34	0.09	0.17	0.12	0.12	0.20		0.20		0.19	0.07	0.18	0.14	0.20	0.44	0.21	0.33	0.18
0.90	0.14	0.15	0.10	0.07	0.12	0.35	0.38	0.06	0.16	0.08	0.11	0.10		0.20		0.21		0.08	0.14	0.22	0.40	0.23	0.26	0.17
1.00	0.13	0.13	0.10		0.11	0.36	0.30		0.15	0.07	0.07	0.09		0.10		0.18		0.07	0.13	0.12	0.18	0.21	0.20	0.11
1.10	0.13	0.10	0.10			0.41	0.25		0.14	0.06		0.08		0.09		0.10			0.11	0.12	0.16	0.14	0.16	0.10
1.20	0.12	0.09	0.13			0.42	0.12		0.13			0.06		0.08		0.09				0.10	0.13	0.13	0.10	0.10
1.30	0.12	0.07	0.10			0.41	0.10		0.12					0.06		0.08				0.08	0.11	0.11		0.08
1.40	0.12	0.06	0.09			0.38	0.10									0.06					0.08	0.11		
1.50	0.12					0.34	0.09														0.07	0.07		
1.60	0.07					0.30	0.09																	
1.70	0.06					0.26	0.08																	
1.80						0.25																		
1.90						0.15																		
2.00						0.10																		
2.10																								
2.20																								
2.30																								
2.40																								
2.50																								
2.60																								
2.70																								
2.80																								
2.90																								
3.00																								
MÁXIMO	0.17	0.22	0.13	0.10	0.17	0.42	0.38	0.25	0.19	0.35	0.25	0.20	0.15	0.34	0.17	0.21	0.18	0.39	0.28	0.22	0.44	0.23	0.35	0.43
PROMEDIO	0.17			0.23			0.27			0.27			0.22			0.26			0.31			0.34		

Deformación	SEXTO CICLO												SEXTO CICLO											
	4.0 %												6.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos			20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.09	0.08	0.05	0.07	0.05	0.09	0.04	0.09	0.05	0.06	0.08	0.09	0.06	0.04	0.06	0.07	0.09	0.10	0.09	0.12	0.05	0.09	0.07	0.06
0.20	0.13	0.08	0.15	0.13	0.06	0.15	0.06	0.12	0.05	0.16	0.10	0.10	0.09	0.09	0.10	0.14	0.16	0.19	0.15	0.19	0.19	0.15	0.10	0.08
0.30	0.16	0.04	0.19	0.18	0.06	0.17	0.09	0.19	0.07	0.18	0.12	0.11	0.10	0.04	0.17	0.16	0.24	0.20	0.16	0.20	0.22	0.16	0.15	0.16
0.40	0.10		0.21	0.19	0.07	0.13	0.15	0.21	0.13	0.21	0.10	0.15	0.11		0.13	0.21	0.26	0.18	0.14	0.13	0.27	0.19	0.15	0.23
0.50	0.09		0.23	0.26	0.09	0.09	0.16	0.24	0.24	0.16	0.13	0.26	0.12		0.10	0.23	0.29	0.16	0.10	0.10	0.25	0.20	0.18	0.20
0.60			0.15	0.28	0.10		0.18	0.23	0.28	0.15	0.09	0.25	0.15		0.09	0.26	0.30	0.12	0.08		0.14	0.21	0.19	0.15
0.70			0.10	0.35	0.19		0.22	0.20	0.35	0.12	0.08	0.25	0.18			0.29	0.33	0.10			0.09	0.16	0.22	0.10
0.80			0.08	0.38	0.25		0.20	0.16	0.36	0.12		0.21	0.15			0.36	0.35	0.09			0.09	0.12	0.32	
0.90			0.06	0.49	0.26		0.15	0.10	0.36	0.11		0.19	0.12			0.40	0.38				0.09	0.10	0.23	
1.00				0.48	0.30		0.10		0.34	0.10		0.16	0.11			0.46	0.41				0.06		0.20	
1.10				0.46	0.21				0.35	0.10		0.13	0.10			0.51	0.40						0.21	
1.20				0.44	0.10				0.34	0.09		0.12	0.08			0.50	0.38						0.19	
1.30				0.36	0.06				0.27	0.08		0.11	0.08			0.49	0.25						0.17	
1.40				0.25					0.24	0.06		0.11	0.08			0.42	0.23						0.16	
1.50				0.16					0.18			0.06	0.08			0.34	0.21						0.14	
1.60				0.14					0.18				0.07			0.33	0.18						0.10	
1.70				0.11					0.11				0.06			0.32	0.16						0.09	
1.80									0.09							0.31	0.12						0.09	
1.90									0.08							0.24	0.10						0.06	
2.00																0.19								
2.10																0.18								
2.20																0.16								
2.30																0.10								
2.40																								
2.50																								
2.60																								
2.70																								
2.80																								
2.90																								
3.00																								
MÁXIMO	0.16	0.08	0.23	0.49	0.30	0.17	0.22	0.24	0.36	0.21	0.13	0.26	0.18	0.09	0.17	0.51	0.41	0.20	0.16	0.20	0.27	0.21	0.32	0.23
PROMEDIO	0.16			0.32			0.27			0.20			0.15			0.37			0.21			0.25		

SEXTO CICLO

Deformación	SEXTO CICLO											
	8.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.07	0.09	0.07	0.09	0.05	0.06	0.09	0.05	0.04	0.09	0.07	0.08
0.20	0.11	0.08	0.07	0.17	0.06	0.07	0.18	0.08	0.08	0.12	0.07	0.17
0.30	0.26	0.09	0.07	0.25	0.09	0.08	0.19	0.12	0.16	0.10	0.09	0.24
0.40	0.22	0.11	0.08	0.28	0.10	0.08	0.26	0.15	0.19	0.09	0.09	0.32
0.50	0.12	0.13	0.09	0.15	0.12	0.15	0.27	0.19	0.22		0.09	0.30
0.60	0.12	0.14	0.12	0.15	0.13	0.22	0.28	0.20	0.15		0.15	0.15
0.70	0.11	0.14	0.10	0.15	0.14	0.23	0.30	0.23	0.10		0.16	0.10
0.80	0.11	0.14	0.10	0.14	0.14	0.22	0.35	0.25			0.17	0.08
0.90	0.10	0.14	0.09	0.13	0.14	0.23	0.38	0.27			0.17	0.07
1.00	0.08	0.16		0.11	0.16	0.27	0.41	0.20			0.19	
1.10		0.16		0.08	0.12	0.32	0.46	0.20			0.20	
1.20		0.17		0.08	0.10	0.35	0.35	0.20			0.20	
1.30		0.19			0.09	0.37	0.34	0.20			0.18	
1.40		0.19				0.36	0.32	0.20			0.16	
1.50		0.12				0.35	0.28	0.17			0.13	
1.60		0.09				0.35	0.26	0.18			0.10	
1.70		0.08				0.30	0.15	0.15				
1.80		0.08				0.24	0.12	0.15				
1.90		0.08				0.15	0.10	0.13				
2.00						0.16		0.12				
2.10						0.12		0.12				
2.20						0.10		0.12				
2.30								0.10				
2.40												
2.50												
2.60												
2.70												
2.80												
2.90												
3.00												
MÁXIMO	0.26	0.19	0.12	0.28	0.16	0.37	0.46	0.27	0.22	0.12	0.20	0.32
PROMEDIO	0.19			0.27			0.32			0.21		

ANEXO 7: Análisis de la autoreparación de especímenes



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CALCULOS DE LA AUTOREPARACIÓN DE ESPECÍMENES

TIPO: CONVENCIONAL Y MODIFICADA

PROYECTO : TESIS: “DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO”.

A. RESULTADOS DE MÁXIMAS CARGAS POR CICLOS

CICLOS	0.0 %												2.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos			20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
ROTURA	1.41	1.30	1.33	1.25	1.39	1.27	1.38	1.57	1.62	1.48	1.61	1.58	1.48	1.50	1.61	1.21	1.63	1.38	1.46	1.25	1.29	1.49	1.51	1.43
1er CICLO	0.54	0.34	0.46	0.55	0.72	0.68	0.82	0.72	1.04	0.90	0.80	1.15	0.50	0.57	0.61	0.60	0.87	0.79	0.82	0.84	0.71	0.83	1.13	0.78
2do CICLO	0.50	0.38	0.36	0.55	0.70	0.58	0.80	0.67	0.84	0.99	0.72	0.92	0.37	0.48	0.60	0.74	0.76	0.63	0.77	0.76	0.63	0.85	0.99	0.77
3er CICLO	0.32	0.40	0.34	0.67	0.53	0.48	0.69	0.59	0.49	0.57	0.42	0.48	0.43	0.33	0.54	0.56	0.50	0.77	0.55	0.66	0.59	0.62	0.75	0.65
4to CICLO	0.41	0.19	0.14	0.36	0.53	0.43	0.59	0.44	0.38	0.72	0.43	0.47	0.31	0.53	0.41	0.66	0.39	0.61	0.44	0.46	0.66	0.54	0.37	0.33
5to CICLO	0.33	0.13	0.07	0.27	0.31	0.45	0.49	0.47	0.32	0.53	0.23	0.37	0.14	0.30	0.25	0.46	0.33	0.41	0.41	0.43	0.45	0.56	0.41	0.48
6to CICLO	0.17	0.22	0.13	0.10	0.17	0.42	0.38	0.25	0.19	0.35	0.25	0.20	0.15	0.34	0.17	0.21	0.18	0.39	0.28	0.22	0.44	0.23	0.35	0.43
CICLOS	4.0 %												6.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos			20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
ROTURA	1.29	1.35	1.42	1.46	1.51	1.39	1.37	1.64	1.49	1.50	1.62	1.36	1.51	1.38	1.48	1.53	1.61	1.68	1.29	1.42	1.48	1.32	1.27	1.47
1er CICLO	0.53	0.50	0.80	1.00	0.85	0.91	0.93	0.99	0.86	1.01	0.85	0.74	0.53	0.77	0.56	1.08	0.98	0.91	0.70	0.88	1.07	0.81	0.82	0.56
2do CICLO	0.37	0.53	0.79	0.90	0.93	0.75	0.91	0.99	0.72	0.80	0.78	0.54	0.59	0.77	0.68	0.95	0.98	0.89	0.49	0.89	1.00	0.80	0.68	0.52
3er CICLO	0.42	0.44	0.70	0.80	0.67	0.88	0.76	0.86	0.84	0.50	0.60	0.63	0.49	0.64	0.53	0.87	0.94	0.82	0.55	0.71	0.78	0.53	0.48	0.25
4to CICLO	0.23	0.29	0.41	0.79	0.67	0.60	0.53	0.72	0.46	0.42	0.52	0.59	0.21	0.34	0.30	0.68	0.87	0.62	0.28	0.55	0.47	0.46	0.39	0.22
5to CICLO	0.21	0.30	0.15	0.59	0.57	0.40	0.36	0.48	0.41	0.24	0.37	0.46	0.19	0.14	0.30	0.79	0.62	0.45	0.33	0.43	0.65	0.33	0.46	0.25
6to CICLO	0.16	0.08	0.23	0.49	0.30	0.17	0.22	0.24	0.36	0.21	0.13	0.26	0.18	0.09	0.17	0.51	0.41	0.20	0.16	0.20	0.27	0.21	0.32	0.23

CICLOS	8.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
ROTURA	1.53	1.33	1.38	1.25	1.40	1.33	1.61	1.48	1.46	1.43	1.39	1.24
1er CICLO	1.01	0.36	0.58	0.65	0.95	0.86	1.04	0.73	0.88	0.78	0.87	0.60
2do CICLO	0.54	0.48	0.83	0.56	0.91	0.83	0.84	0.81	0.83	0.64	0.74	0.48
3er CICLO	0.68	0.50	0.64	0.71	0.69	0.57	0.63	0.50	0.67	0.48	0.46	0.34
4to CICLO	0.54	0.25	0.40	0.70	0.65	0.52	0.67	0.40	0.54	0.58	0.50	0.38
5to CICLO	0.37	0.15	0.28	0.43	0.25	0.33	0.62	0.38	0.30	0.28	0.20	0.24
6to CICLO	0.26	0.19	0.12	0.28	0.16	0.37	0.46	0.27	0.22	0.12	0.20	0.32

B. PORCENTAJES DE AUTOREPARACION POR CICLOS PARA CADA MUESTRA

CICLOS	0.0 %												2.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos			20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
1er CICLO	38.3%	26.2%	34.6%	44.0%	51.8%	53.5%	59.4%	45.9%	64.2%	60.8%	49.7%	72.8%	33.8%	38.0%	37.9%	49.6%	53.4%	57.2%	56.2%	67.2%	55.0%	55.7%	74.8%	54.5%
2do CICLO	35.5%	29.2%	27.1%	44.0%	50.4%	45.7%	58.0%	42.7%	51.9%	66.9%	44.7%	58.2%	25.0%	32.0%	37.3%	61.2%	46.6%	45.7%	52.7%	60.8%	48.8%	57.0%	65.6%	53.8%
3er CICLO	22.7%	30.8%	25.6%	53.6%	38.1%	37.8%	50.0%	37.6%	30.2%	38.5%	26.1%	30.4%	29.1%	22.0%	33.5%	46.3%	30.7%	55.8%	37.7%	52.8%	45.7%	41.6%	49.7%	45.5%
4to CICLO	29.1%	14.6%	10.5%	28.8%	38.1%	33.9%	42.8%	28.0%	23.5%	48.6%	26.7%	29.7%	20.9%	35.3%	25.5%	54.5%	23.9%	44.2%	30.1%	36.8%	51.2%	36.2%	24.5%	23.1%
5to CICLO	23.4%	10.0%	5.3%	21.6%	22.3%	35.4%	35.5%	29.9%	19.8%	35.8%	14.3%	23.4%	9.5%	20.0%	15.5%	38.0%	20.2%	29.7%	28.1%	34.4%	34.9%	37.6%	27.2%	33.6%
6to CICLO	12.1%	16.9%	9.8%	8.0%	12.2%	33.1%	27.5%	15.9%	11.7%	23.6%	15.5%	12.7%	10.1%	22.7%	10.6%	17.4%	11.0%	28.3%	19.2%	17.6%	34.1%	15.4%	23.2%	30.1%

CICLOS	4.0 %												6.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos			20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
1er CICLO	41.1%	37.0%	56.3%	68.5%	56.3%	65.5%	67.9%	60.4%	57.7%	67.3%	52.5%	54.4%	35.1%	55.8%	37.8%	70.6%	60.9%	54.2%	54.3%	62.0%	72.3%	61.4%	64.6%	38.1%
2do CICLO	28.7%	39.3%	55.6%	61.6%	61.6%	54.0%	66.4%	60.4%	48.3%	53.3%	48.1%	39.7%	39.1%	55.8%	45.9%	62.1%	60.9%	53.0%	38.0%	62.7%	67.6%	60.6%	53.5%	35.4%
3er CICLO	32.6%	32.6%	49.3%	54.8%	44.4%	63.3%	55.5%	52.4%	56.4%	33.3%	37.0%	46.3%	32.5%	46.4%	35.8%	56.9%	58.4%	48.8%	42.6%	50.0%	52.7%	40.2%	37.8%	17.0%
4to CICLO	17.8%	21.5%	28.9%	54.1%	44.4%	43.2%	38.7%	43.9%	30.9%	28.0%	32.1%	43.4%	13.9%	24.6%	20.3%	44.4%	54.0%	36.9%	21.7%	38.7%	31.8%	34.8%	30.7%	15.0%
5to CICLO	16.3%	22.2%	10.6%	40.4%	37.7%	28.8%	26.3%	29.3%	27.5%	16.0%	22.8%	33.8%	12.6%	10.1%	20.3%	51.6%	38.5%	26.8%	25.6%	30.3%	43.9%	25.0%	36.2%	17.0%
6to CICLO	12.4%	5.9%	16.2%	33.6%	19.9%	12.2%	16.1%	14.6%	24.2%	14.0%	8.0%	19.1%	11.9%	6.5%	11.5%	33.3%	25.5%	11.9%	12.4%	14.1%	18.2%	15.9%	25.2%	15.6%

CICLOS	8.0 %											
	20 Segundos			40 Segundos			60 Segundos			80 Segundos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
1er CICLO	66.0%	27.1%	42.0%	52.0%	67.9%	64.7%	64.6%	49.3%	60.3%	54.5%	62.6%	48.4%
2do CICLO	35.3%	36.1%	60.1%	44.8%	65.0%	62.4%	52.2%	54.7%	56.8%	44.8%	53.2%	38.7%
3er CICLO	44.4%	37.6%	46.4%	56.8%	49.3%	42.9%	39.1%	33.8%	45.9%	33.6%	33.1%	27.4%
4to CICLO	35.3%	18.8%	29.0%	56.0%	46.4%	39.1%	41.6%	27.0%	37.0%	40.6%	36.0%	30.6%
5to CICLO	24.2%	11.3%	20.3%	34.4%	17.9%	24.8%	38.5%	25.7%	20.5%	19.6%	14.4%	19.4%
6to CICLO	17.0%	14.3%	8.7%	22.4%	11.4%	27.8%	28.6%	18.2%	15.1%	8.4%	14.4%	25.8%

C. PROMEDIO DE AUTOREPARACION POR CICLOS

1. PROMEDIO DE CARGAS MAXIMAS POR CICLOS

PORCENTAJE DE FIBRAS DE ACERO		0.0 %				2.0%				4.0%				6.0%				8.0%			
TIEMPO EN MICROONDAS		20 (Seg)	40 (Seg)	60 (Seg)	80 (Seg)	20 (Seg)	40 (Seg)	60 (Seg)	80 (Seg)	20 (Seg)	40 (Seg)	60 (Seg)	80 (Seg)	20 (Seg)	40 (Seg)	60 (Seg)	80 (Seg)	20 (Seg)	40 (Seg)	60 (Seg)	80 (Seg)
CICLOS	ROTURA	1.35	1.30	1.52	1.56	1.53	1.41	1.33	1.48	1.35	1.45	1.50	1.49	1.46	1.61	1.40	1.35	1.41	1.33	1.52	1.35
	1er CICLO	0.45	0.65	0.86	0.95	0.56	0.75	0.79	0.91	0.61	0.92	0.93	0.87	0.62	0.99	0.88	0.73	0.65	0.82	0.88	0.75
	2do CICLO	0.41	0.61	0.77	0.88	0.48	0.71	0.72	0.87	0.56	0.86	0.87	0.71	0.68	0.94	0.79	0.67	0.62	0.77	0.83	0.62
	3er CICLO	0.35	0.56	0.59	0.49	0.43	0.61	0.60	0.67	0.52	0.78	0.82	0.58	0.55	0.88	0.68	0.42	0.61	0.66	0.60	0.43
	4to CICLO	0.25	0.44	0.47	0.54	0.42	0.55	0.52	0.41	0.31	0.69	0.57	0.51	0.28	0.72	0.43	0.36	0.40	0.62	0.54	0.49
	5to CICLO	0.18	0.34	0.43	0.38	0.23	0.40	0.43	0.48	0.22	0.52	0.42	0.36	0.21	0.62	0.47	0.35	0.27	0.34	0.43	0.24
	6to CICLO	0.17	0.23	0.27	0.27	0.22	0.26	0.31	0.34	0.16	0.32	0.27	0.20	0.15	0.37	0.21	0.25	0.19	0.27	0.32	0.21

2. PORCENTAJE DE AUTOREPARACION POR CICLOS

PORCENTAJE DE FIBRA DE ACERO		0.0 %				2.0%				4.0%				6.0%				8.0%			
TIEMPO EN MICROONDAS		20 (Seg)	40 (Seg)	60 (Seg)	80 (Seg)	20 (Seg)	40 (Seg)	60 (Seg)	80 (Seg)	20 (Seg)	40 (Seg)	60 (Seg)	80 (Seg)	20 (Seg)	40 (Seg)	60 (Seg)	80 (Seg)	20 (Seg)	40 (Seg)	60 (Seg)	80 (Seg)
CICLOS	1er CICLO	33.2%	49.9%	56.5%	61.0%	36.6%	53.6%	59.3%	61.9%	45.1%	63.3%	61.8%	58.0%	42.6%	61.6%	63.2%	53.9%	46.0%	61.8%	58.2%	55.4%
	2do CICLO	30.7%	46.8%	50.5%	56.3%	31.6%	50.5%	54.0%	58.9%	41.6%	59.2%	58.2%	47.3%	46.7%	58.5%	56.8%	49.3%	43.6%	57.8%	54.5%	45.8%
	3er CICLO	26.2%	43.0%	38.7%	31.5%	28.3%	43.4%	45.0%	45.6%	38.4%	53.9%	54.7%	38.6%	38.0%	54.6%	48.7%	31.0%	42.9%	49.5%	39.6%	31.5%
	4to CICLO	18.3%	33.8%	30.9%	34.7%	27.2%	39.3%	39.0%	28.0%	22.9%	47.2%	38.0%	34.2%	19.5%	45.0%	31.0%	26.4%	28.1%	47.0%	35.4%	36.0%
	5to CICLO	13.1%	26.3%	28.0%	24.2%	15.0%	28.4%	32.3%	32.7%	16.3%	35.8%	27.8%	23.9%	14.4%	38.6%	33.7%	25.6%	18.9%	25.4%	28.6%	17.7%
	6to CICLO	12.9%	17.6%	17.9%	17.1%	14.4%	18.5%	23.5%	22.8%	11.6%	22.0%	18.2%	13.4%	10.1%	23.2%	15.0%	18.7%	13.4%	20.4%	20.9%	15.8%

D. ANÁLISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS SIN F.A. CON RESPECTO A LOS DIFERENTES PORCENTAJES DE F.A. (2%, 4%, 6% Y 8%)

D.1. EN FUNCIÓN AL PORCENTAJE DE FIBRA DE ACERO

PORCENTAJE DE FIBRA DE ACERO		2.0%				4.0%				6.0%				8.0%			
TIEMPO EN MICROONDAS		20 (Seg)	40 (Seg)	60 (Seg)	80 (Seg)	20 (Seg)	40 (Seg)	60 (Seg)	80 (Seg)	20 (Seg)	40 (Seg)	60 (Seg)	80 (Seg)	20 (Seg)	40 (Seg)	60 (Seg)	80 (Seg)
CICLOS	1er CICLO	3.4%	3.7%	2.8%	0.8%	11.9%	13.4%	5.3%	-3.0%	9.4%	11.7%	6.8%	-7.1%	12.8%	11.9%	1.8%	-5.6%
	2do CICLO	0.9%	3.7%	3.5%	2.6%	10.9%	12.4%	7.7%	-9.0%	16.0%	11.7%	6.3%	-7.1%	12.9%	11.0%	4.0%	-10.5%
	3er CICLO	2.1%	0.4%	6.3%	14.1%	12.2%	10.9%	15.9%	7.1%	11.7%	11.6%	10.0%	-0.4%	16.7%	6.5%	0.8%	0.0%
	4to CICLO	8.9%	5.6%	8.1%	-6.7%	4.6%	13.5%	7.1%	-0.5%	1.1%	11.3%	0.2%	-8.3%	9.7%	13.2%	4.5%	1.3%
	5to CICLO	1.9%	2.1%	4.2%	8.5%	3.1%	9.4%	-0.2%	-0.3%	1.3%	12.2%	5.6%	1.4%	5.7%	-1.0%	0.6%	-6.5%
	6to CICLO	1.5%	0.8%	5.6%	5.7%	-1.3%	4.4%	0.3%	-3.7%	-2.8%	5.6%	-2.9%	1.6%	0.6%	2.7%	2.9%	-1.4%

D.2. EN FUNCIÓN AL TIEMPO

TIEMPO EN MICROONDAS		20 Seg				40 Seg				60 Seg				80 Seg			
PORCENTAJE DE FIBRA DE ACERO		2.0%	4.0%	6.0%	8.0%	2.0%	4.0%	6.0%	8.0%	2.0%	4.0%	6.0%	8.0%	2.0%	4.0%	6.0%	8.0%
CICLOS	1er CICLO	3.4%	11.9%	9.4%	12.8%	3.7%	13.4%	11.7%	11.9%	2.8%	5.3%	6.8%	1.8%	0.8%	-3.0%	-7.1%	-5.6%
	2do CICLO	0.9%	10.9%	16.0%	12.9%	3.7%	12.4%	11.7%	11.0%	3.5%	7.7%	6.3%	4.0%	2.6%	-9.0%	-7.1%	-10.5%
	3er CICLO	2.1%	12.2%	11.7%	16.7%	0.4%	10.9%	11.6%	6.5%	6.3%	15.9%	10.0%	0.8%	14.1%	7.1%	-0.4%	0.0%
	4to CICLO	8.9%	4.6%	1.1%	9.7%	5.6%	13.5%	11.3%	13.2%	8.1%	7.1%	0.2%	4.5%	-6.7%	-0.5%	-8.3%	1.3%
	5to CICLO	1.9%	3.1%	1.3%	5.7%	2.1%	9.4%	12.2%	-1.0%	4.2%	-0.2%	5.6%	0.6%	8.5%	-0.3%	1.4%	-6.5%
	6to CICLO	1.5%	-1.3%	-2.8%	0.6%	0.8%	4.4%	5.6%	2.7%	5.6%	0.3%	-2.9%	2.9%	5.7%	-3.7%	1.6%	-1.4%

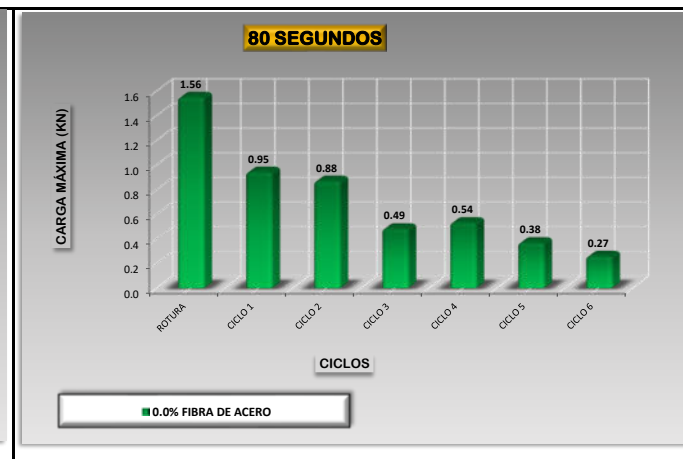
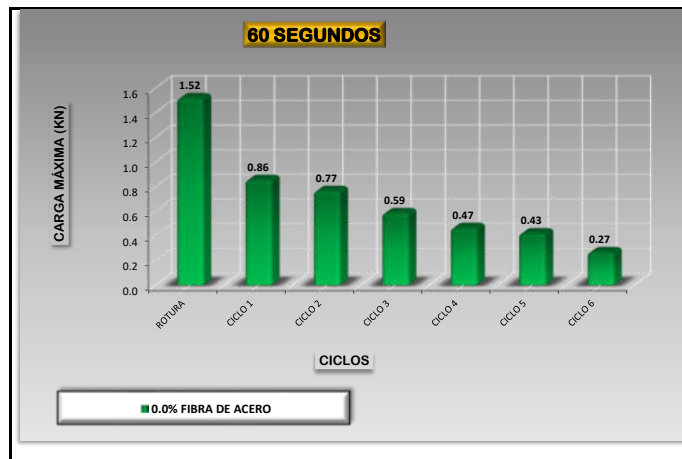
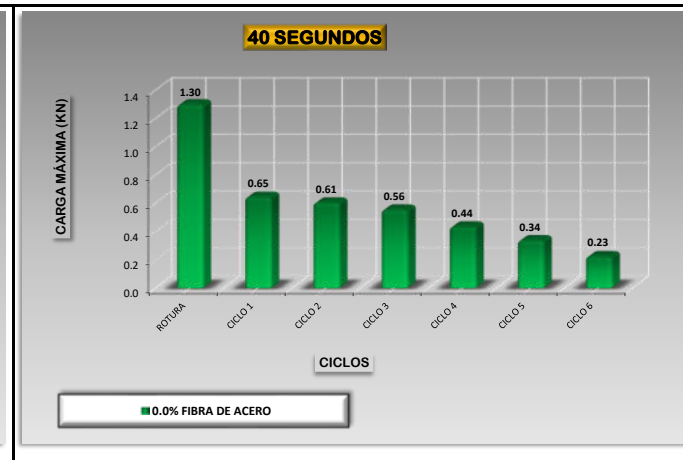
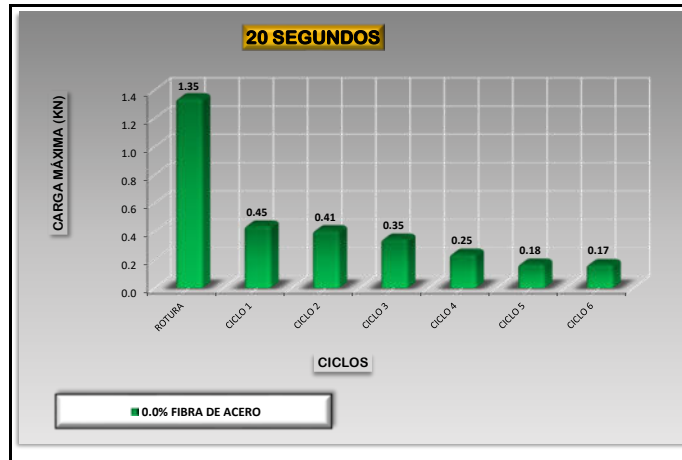


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

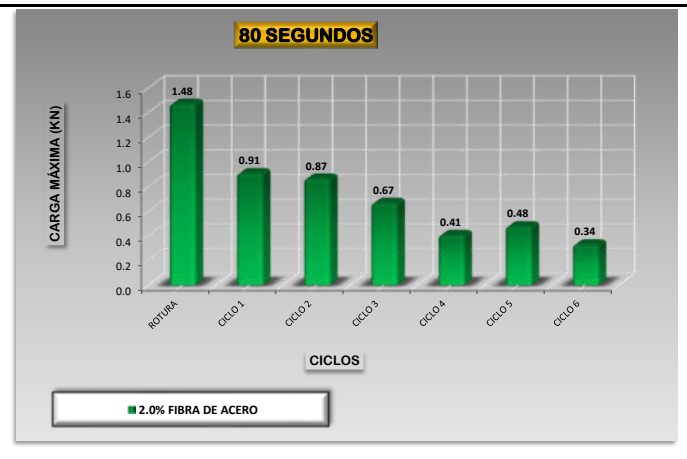
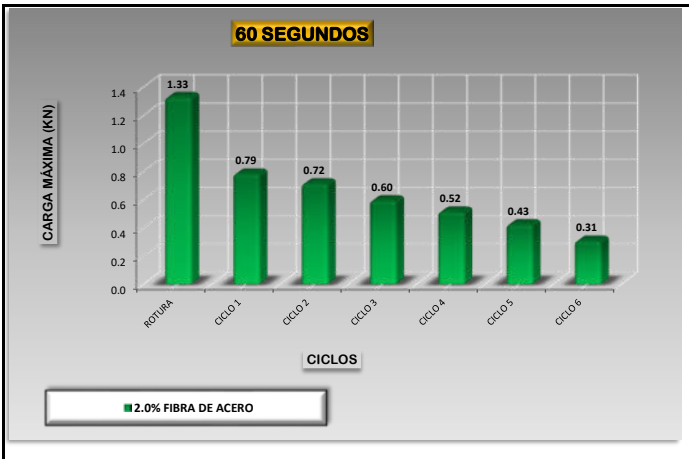
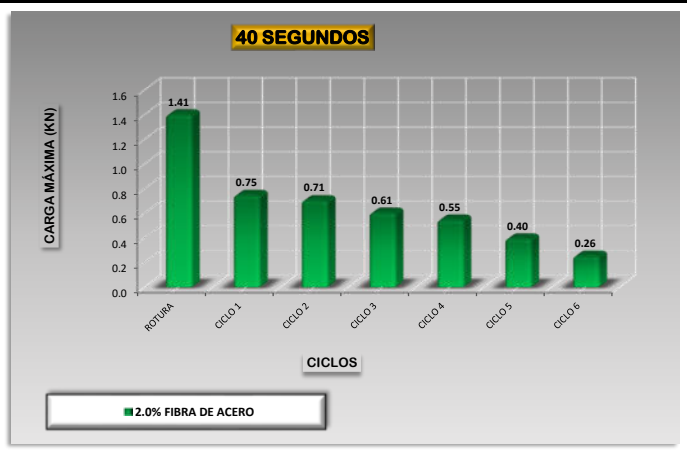
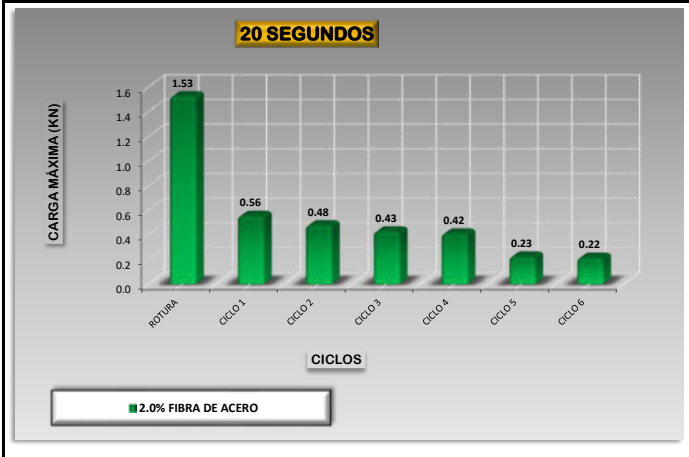
VALORES MÁXIMOS DE ROTURA
MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL Y MODIFICADA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".

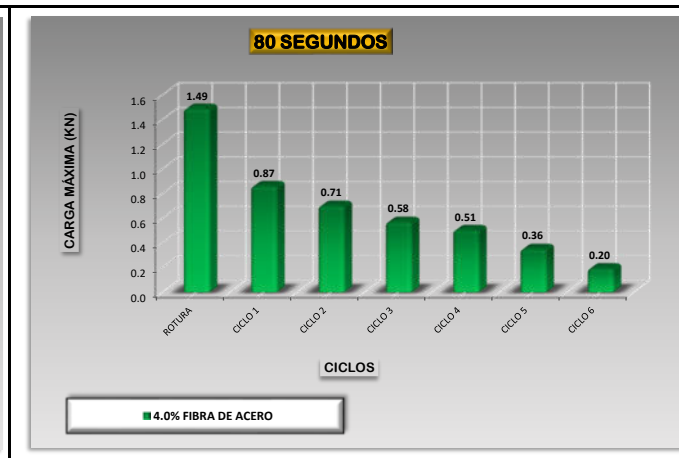
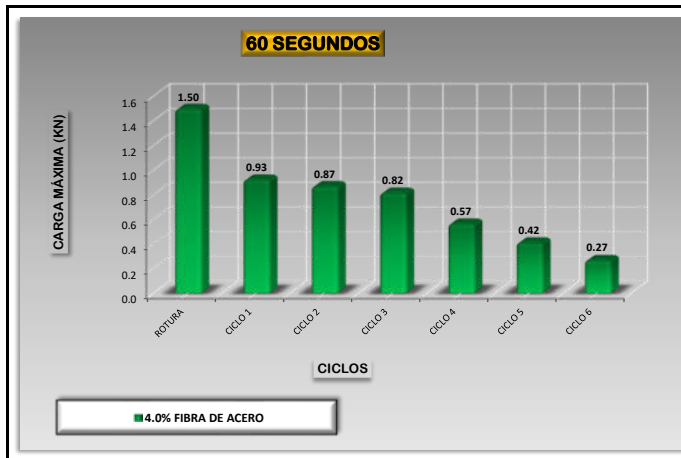
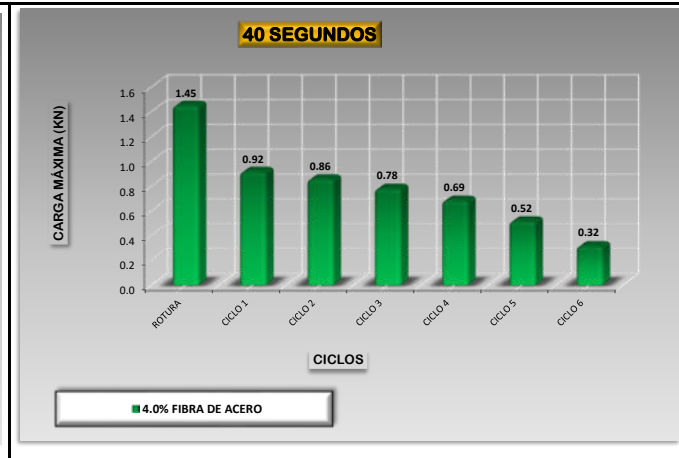
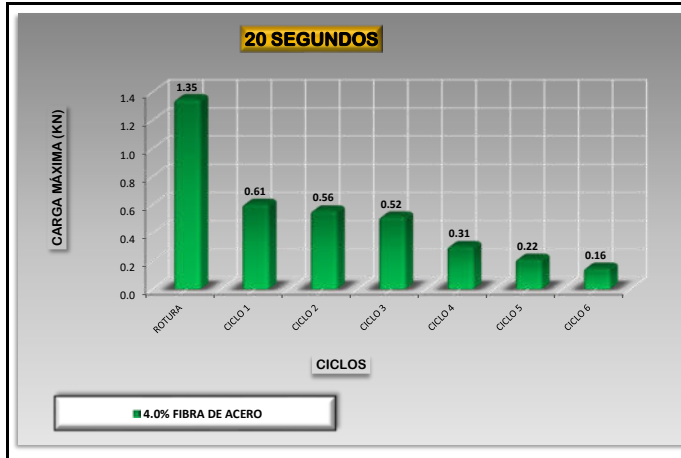
% Fibra de Acero	Tiempo en microondas (Seg)	VALORES MÁXIMOS DE ROTURA						
		ROTURA (KN)	Ciclo Nº 01 (KN)	Ciclo Nº 02 (KN)	Ciclo Nº 03 (KN)	Ciclo Nº 04 (KN)	Ciclo Nº 05 (KN)	Ciclo Nº 06 (KN)
0.0%	20	1.35	0.45	0.41	0.35	0.25	0.18	0.17
	40	1.30	0.65	0.61	0.56	0.44	0.34	0.23
	60	1.52	0.86	0.77	0.59	0.47	0.43	0.27
	80	1.56	0.95	0.88	0.49	0.54	0.38	0.27



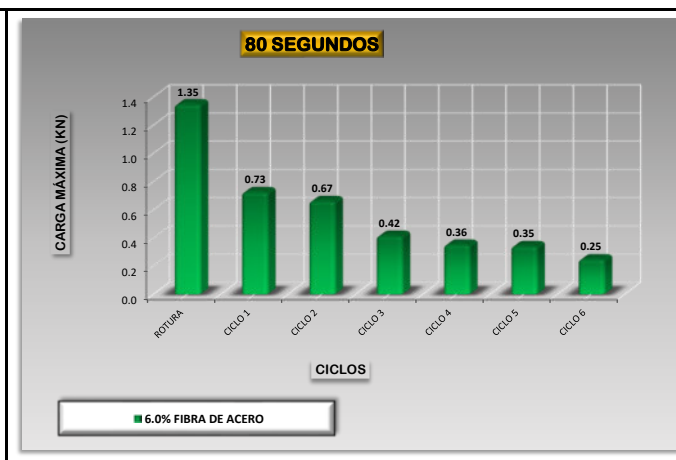
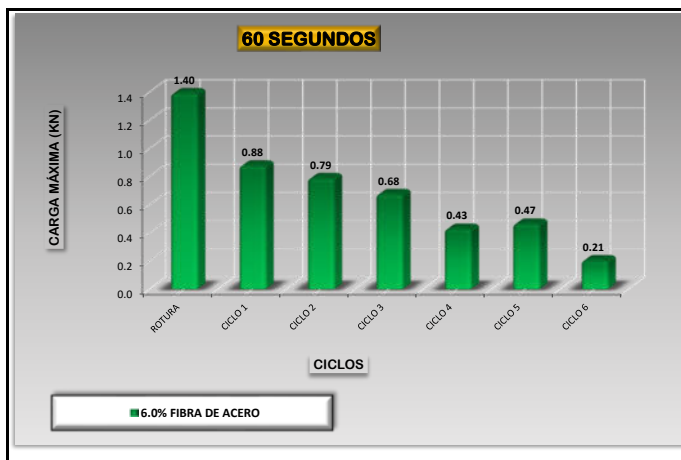
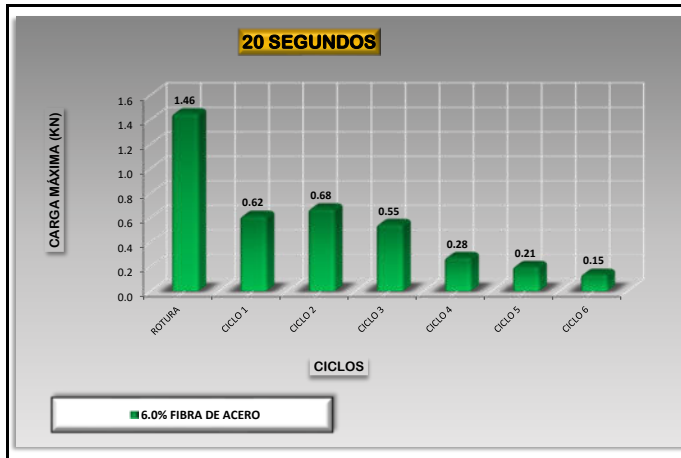
% Fibra de Acero	Tiempo en microondas (Seg)	VALORES MÁXIMOS DE ROTURA						
		ROTURA (KN)	Ciclo Nº 01 (KN)	Ciclo Nº 02 (KN)	Ciclo Nº 03 (KN)	Ciclo Nº 04 (KN)	Ciclo Nº 05 (KN)	Ciclo Nº 06 (KN)
2.0%	20	1.53	0.56	0.48	0.43	0.42	0.23	0.22
	40	1.41	0.75	0.71	0.61	0.55	0.40	0.26
	60	1.33	0.79	0.72	0.60	0.52	0.43	0.31
	80	1.48	0.91	0.87	0.67	0.41	0.48	0.34



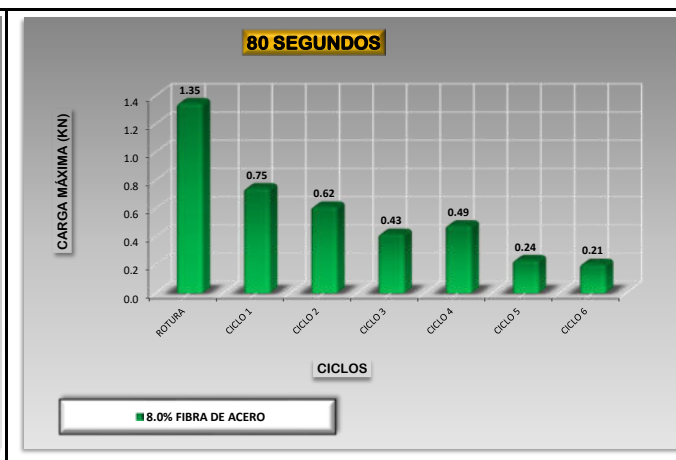
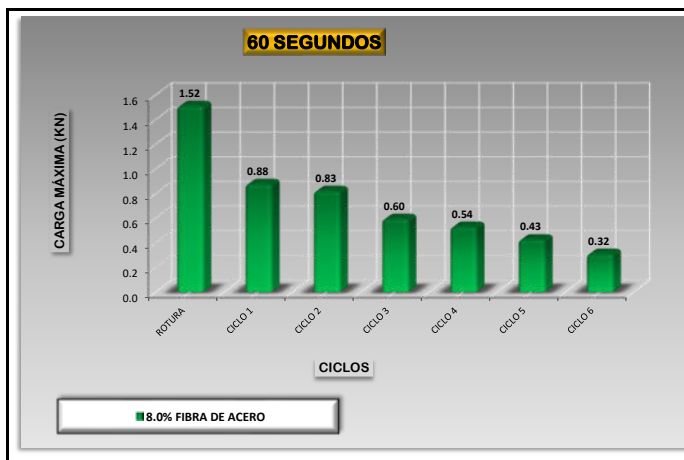
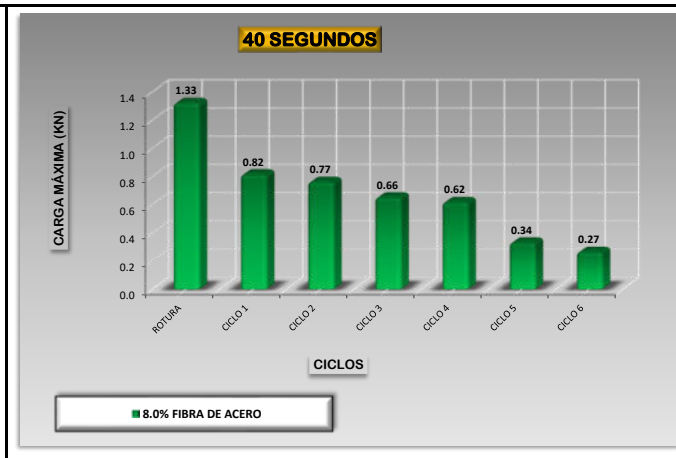
% Fibra de Acero	Tiempo en microondas (Seg)	VALORES MÁXIMOS DE ROTURA						
		ROTURA (KN)	Ciclo Nº 01 (KN)	Ciclo Nº 02 (KN)	Ciclo Nº 03 (KN)	Ciclo Nº 04 (KN)	Ciclo Nº 06 (KN)	
4.0%	20	1.35	0.61	0.56	0.52	0.31	0.22	0.16
	40	1.45	0.92	0.86	0.78	0.69	0.52	0.32
	60	1.50	0.93	0.87	0.82	0.57	0.42	0.27
	80	1.49	0.87	0.71	0.58	0.51	0.36	0.20



% Fibra de Acero	Tiempo en microondas (Seg)	VALORES MÁXIMOS DE ROTURA						
		ROTURA (KN)	Ciclo Nº 01 (KN)	Ciclo Nº 02 (KN)	Ciclo Nº 03 (KN)	Ciclo Nº 04 (KN)	Ciclo Nº 06 (KN)	
6.0%	20	1.46	0.62	0.68	0.55	0.28	0.21	0.15
	40	1.61	0.99	0.94	0.88	0.72	0.62	0.37
	60	1.40	0.88	0.79	0.68	0.43	0.47	0.21
	80	1.35	0.73	0.67	0.42	0.36	0.35	0.25



% Fibra de Acero	Tiempo en microondas (Seg)	VALORES MÁXIMOS DE ROTURA						
		ROTURA (KN)	Ciclo Nº 01 (KN)	Ciclo Nº 02 (KN)	Ciclo Nº 03 (KN)	Ciclo Nº 04 (KN)	Ciclo Nº 05 (KN)	Ciclo Nº 06 (KN)
8.0%	20	1.41	0.65	0.62	0.61	0.40	0.27	0.19
	40	1.33	0.82	0.77	0.66	0.62	0.34	0.27
	60	1.52	0.88	0.83	0.60	0.54	0.43	0.32
	80	1.35	0.75	0.62	0.43	0.49	0.24	0.21





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

VALORES MÁXIMOS POR PORCENTAJE DE F.A.

CUADROS Y FIGURAS

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
UBICACIÓN : Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
LABORATORIO : Perú - Puno
FECHA : UNAP-Ingeniería Civil
Noviembre del 2022

1.- VALORES MÁXIMOS POR % DE FIBRA DE ACERO Y CICLOS

CARGAS MÁXIMAS								
% Fibra de Acero	TIEMPO (Segundos)	ROTURA (KN)	Ciclo Nº 01 (KN)	Ciclo Nº 02 (KN)	Ciclo Nº 03 (KN)	Ciclo Nº 04 (KN)	Ciclo Nº 05 (KN)	Ciclo Nº 06 (KN)
0 %	20	1.35	0.45	0.41	0.35	0.25	0.18	0.17
	40	1.30	0.65	0.61	0.56	0.44	0.34	0.23
	60	1.52	0.86	0.77	0.59	0.47	0.43	0.27
	80	1.56	0.95	0.88	0.49	0.54	0.38	0.27

CARGAS MÁXIMAS								
% Fibra de Acero	TIEMPO (Segundos)	ROTURA (KN)	Ciclo Nº 01 (KN)	Ciclo Nº 02 (KN)	Ciclo Nº 03 (KN)	Ciclo Nº 04 (KN)	Ciclo Nº 05 (KN)	Ciclo Nº 06 (KN)
2 %	20	1.53	0.56	0.48	0.43	0.42	0.23	0.22
	40	1.41	0.75	0.71	0.61	0.55	0.40	0.26
	60	1.33	0.79	0.72	0.60	0.52	0.43	0.31
	80	1.48	0.91	0.87	0.67	0.41	0.48	0.34

CARGAS MÁXIMAS								
% Fibra de Acero	TIEMPO (Segundos)	ROTURA (KN)	Ciclo Nº 01 (KN)	Ciclo Nº 02 (KN)	Ciclo Nº 03 (KN)	Ciclo Nº 04 (KN)	Ciclo Nº 05 (KN)	Ciclo Nº 06 (KN)
4 %	20	1.35	0.61	0.56	0.52	0.31	0.22	0.16
	40	1.45	0.92	0.86	0.78	0.69	0.52	0.32
	60	1.50	0.93	0.87	0.82	0.57	0.42	0.27
	80	1.49	0.87	0.71	0.58	0.51	0.36	0.20

CARGAS MÁXIMAS								
% Fibra de Acero	TIEMPO (Segundos)	ROTURA (KN)	Ciclo Nº 01 (KN)	Ciclo Nº 02 (KN)	Ciclo Nº 03 (KN)	Ciclo Nº 04 (KN)	Ciclo Nº 05 (KN)	Ciclo Nº 06 (KN)
6 %	20	1.46	0.62	0.68	0.55	0.28	0.21	0.15
	40	1.61	0.99	0.94	0.88	0.72	0.62	0.37
	60	1.40	0.88	0.79	0.68	0.43	0.47	0.21
	80	1.35	0.73	0.67	0.42	0.36	0.35	0.25

CARGAS MÁXIMAS								
% Fibra de Acero	TIEMPO (Segundos)	ROTURA (KN)	Ciclo Nº 01 (KN)	Ciclo Nº 02 (KN)	Ciclo Nº 03 (KN)	Ciclo Nº 04 (KN)	Ciclo Nº 05 (KN)	Ciclo Nº 06 (KN)
8 %	20	1.41	0.65	0.62	0.61	0.40	0.27	0.19
	40	1.33	0.82	0.77	0.66	0.62	0.34	0.27
	60	1.52	0.88	0.83	0.60	0.54	0.43	0.32
	80	1.35	0.75	0.62	0.43	0.49	0.24	0.21

2.- VALORES MÁXIMOS: % DE FIBRA DE ACERO VS TIEMPO, POR CICLO

% FA	ROTURA (KN)				Prom.
	TIEMPO(segundos)				
	R20	R40	R60	R80	
0 %	1.35 KN	1.30 KN	1.52 KN	1.56 KN	1.43 KN
2 %	1.53 KN	1.41 KN	1.33 KN	1.48 KN	1.44 KN
4 %	1.35 KN	1.45 KN	1.50 KN	1.49 KN	1.45 KN
6 %	1.46 KN	1.61 KN	1.40 KN	1.35 KN	1.45 KN
8 %	1.41 KN	1.33 KN	1.52 KN	1.35 KN	1.40 KN

% FA	Ciclo Nº 01 (KN)			
	TIEMPO (segundos)			
	20	40	60	80
0 %	0.45 KN	0.65 KN	0.86 KN	0.95 KN
2 %	0.56 KN	0.75 KN	0.79 KN	0.91 KN
4 %	0.61 KN	0.92 KN	0.93 KN	0.87 KN
6 %	0.62 KN	0.99 KN	0.88 KN	0.73 KN
8 %	0.65 KN	0.82 KN	0.88 KN	0.75 KN

% FA	Ciclo Nº 02 (KN)			
	TIEMPO (segundos)			
	20	40	60	80
0 %	0.41 KN	0.61 KN	0.77 KN	0.88 KN
2 %	0.48 KN	0.71 KN	0.72 KN	0.87 KN
4 %	0.56 KN	0.86 KN	0.87 KN	0.71 KN
6 %	0.68 KN	0.94 KN	0.79 KN	0.67 KN
8 %	0.62 KN	0.77 KN	0.83 KN	0.62 KN

% FA	Ciclo Nº 03 (KN)			
	TIEMPO (segundos)			
	20	40	60	80
0 %	0.35 KN	0.56 KN	0.59 KN	0.49 KN
2 %	0.43 KN	0.61 KN	0.60 KN	0.67 KN
4 %	0.52 KN	0.78 KN	0.82 KN	0.58 KN
6 %	0.55 KN	0.88 KN	0.68 KN	0.42 KN
8 %	0.61 KN	0.66 KN	0.60 KN	0.43 KN

% FA	Ciclo Nº 04 (KN)			
	TIEMPO (segundos)			
	20	40	60	80
0 %	0.25 KN	0.44 KN	0.47 KN	0.54 KN
2 %	0.42 KN	0.55 KN	0.52 KN	0.41 KN
4 %	0.31 KN	0.69 KN	0.57 KN	0.51 KN
6 %	0.28 KN	0.72 KN	0.43 KN	0.36 KN
8 %	0.40 KN	0.62 KN	0.54 KN	0.49 KN

% FA	Ciclo Nº 05 (KN)			
	TIEMPO (segundos)			
	20	40	60	80
0 %	0.18 KN	0.34 KN	0.43 KN	0.38 KN
2 %	0.23 KN	0.40 KN	0.43 KN	0.48 KN
4 %	0.22 KN	0.52 KN	0.42 KN	0.36 KN
6 %	0.21 KN	0.62 KN	0.47 KN	0.35 KN
8 %	0.27 KN	0.34 KN	0.43 KN	0.24 KN

% FA	Ciclo Nº 06 (KN)			
	TIEMPO (segundos)			
	20	40	60	80
0 %	0.17 KN	0.23 KN	0.27 KN	0.27 KN
2 %	0.22 KN	0.26 KN	0.31 KN	0.34 KN
4 %	0.16 KN	0.32 KN	0.27 KN	0.20 KN
6 %	0.15 KN	0.37 KN	0.21 KN	0.25 KN
8 %	0.19 KN	0.27 KN	0.32 KN	0.21 KN

3.- RESISTENCIA A CARGA MÁXIMA VS % DE FIBRAS DE ACERO.

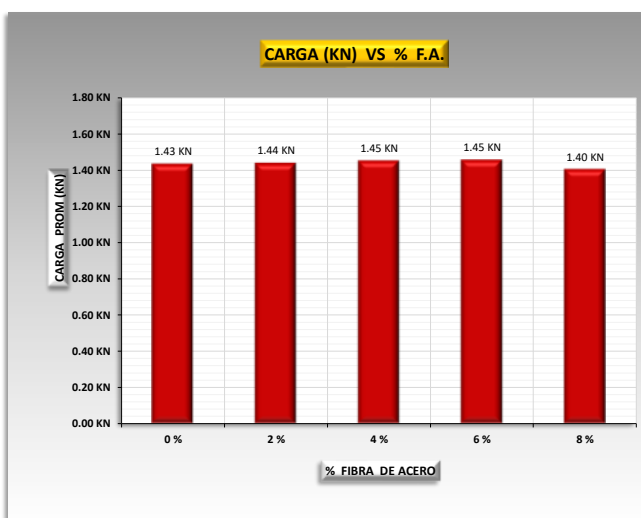
% FA	CARGA (KN) VS % F.A.				Promedio de carga máxima
	MUESTRAS				
	PM1	PM2	PM3	PM4	
0 %	1.35	1.30	1.52	1.56	1.43
2 %	1.53	1.41	1.33	1.48	1.44
4 %	1.35	1.45	1.50	1.49	1.45
6 %	1.46	1.61	1.40	1.35	1.45
8 %	1.41	1.33	1.52	1.35	1.40

ROTURA (KN)	
% FIBRA DE ACERO	CARGA PROM (KN)
0 %	1.43
2 %	1.44
4 %	1.45
6 %	1.45
8 %	1.40

OBSERVACIÓN: El % de fibras de acero no es determinante en la resistencia a la carga ya que se observa que la carga promedio de los diferentes porcentajes de acero añadidos a las muestras no son determinantes para una mayor resultado, las mayores resistencias se obtiene en 4% y 6% de F.A. de 1.45 KN .

TEMPERATURA DE ROTURA	15.0 °C
-----------------------	---------

CANTIDAD DE MUESTRAS	12 muestras por % de fibra de acero
----------------------	-------------------------------------



4.- VALORES DE AUTO REPARACION POR TIEMPO

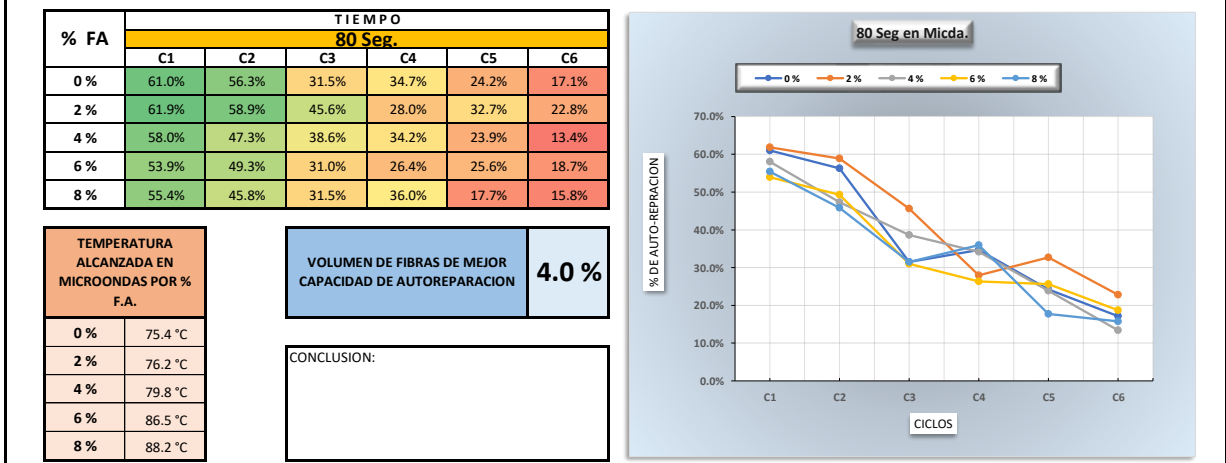
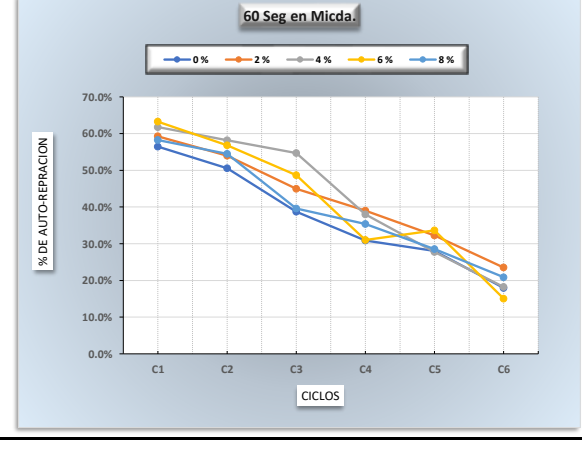
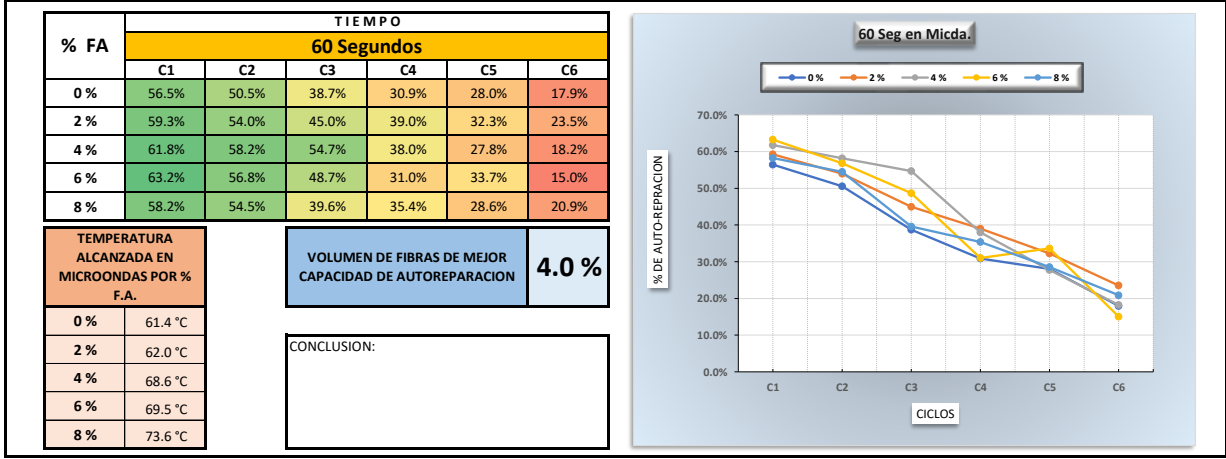
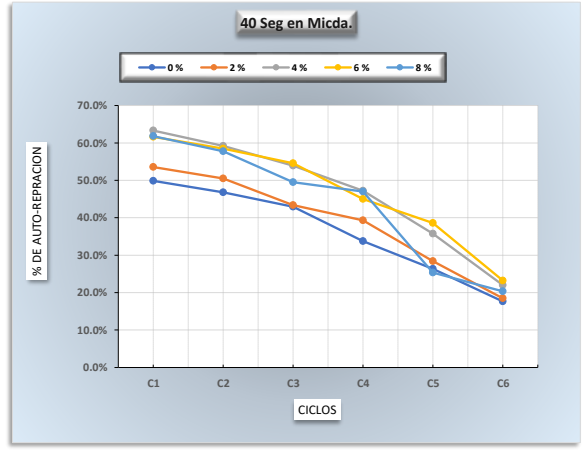
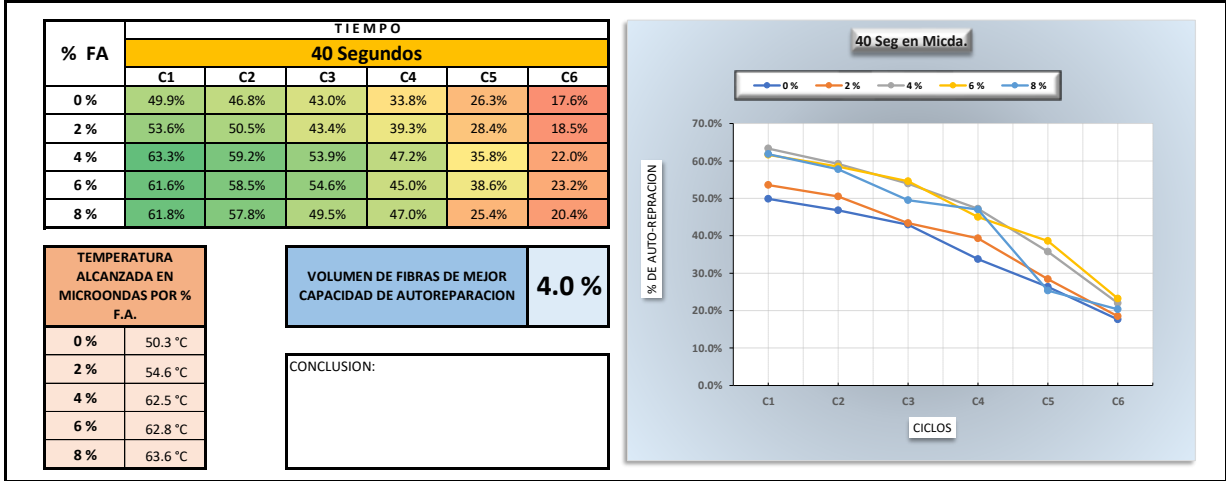
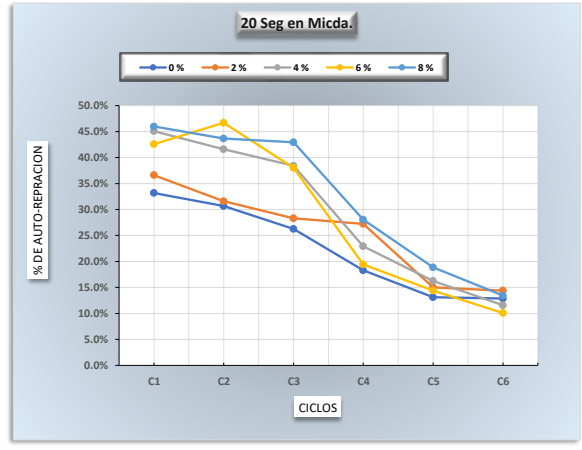
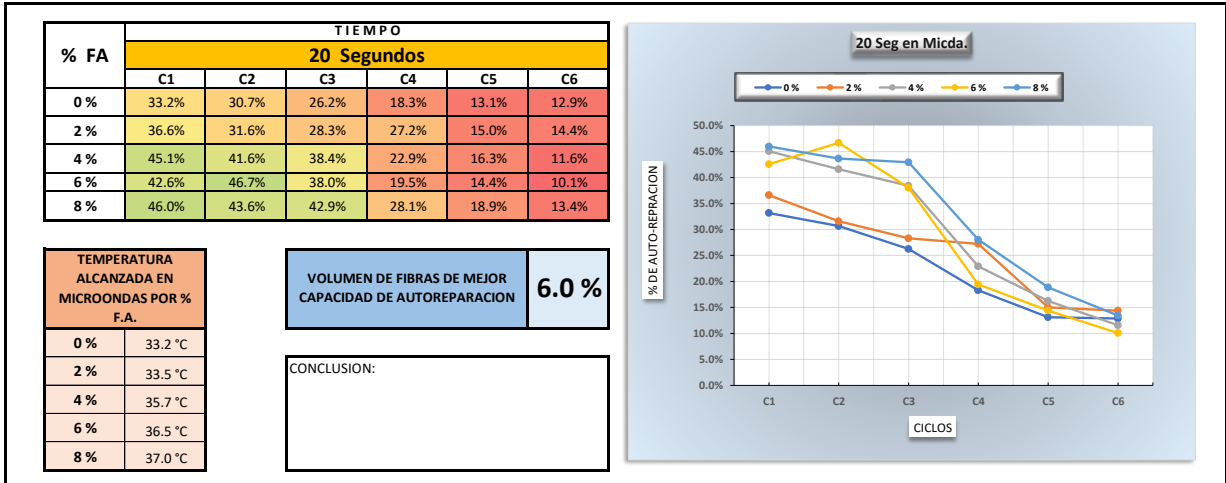
% FA	TIEMPO						
	20 Segundos						
	R	C1	C2	C3	C4	C5	C6
0 %	1.35 KN	0.45 KN	0.41 KN	0.35 KN	0.25 KN	0.18 KN	0.17 KN
2 %	1.53 KN	0.56 KN	0.48 KN	0.43 KN	0.42 KN	0.23 KN	0.22 KN
4 %	1.35 KN	0.61 KN	0.56 KN	0.52 KN	0.31 KN	0.22 KN	0.16 KN
6 %	1.46 KN	0.62 KN	0.68 KN	0.55 KN	0.28 KN	0.21 KN	0.15 KN
8 %	1.41 KN	0.65 KN	0.62 KN	0.61 KN	0.40 KN	0.27 KN	0.19 KN

% FA	TIEMPO						
	40 Segundos						
	R	C1	C2	C3	C4	C5	C6
0 %	1.30 KN	0.65 KN	0.61 KN	0.56 KN	0.44 KN	0.34 KN	0.23 KN
2 %	1.41 KN	0.75 KN	0.71 KN	0.61 KN	0.55 KN	0.40 KN	0.26 KN
4 %	1.45 KN	0.92 KN	0.86 KN	0.78 KN	0.69 KN	0.52 KN	0.32 KN
6 %	1.61 KN	0.99 KN	0.94 KN	0.88 KN	0.72 KN	0.62 KN	0.37 KN
8 %	1.33 KN	0.82 KN	0.77 KN	0.66 KN	0.62 KN	0.34 KN	0.27 KN

% FA	TIEMPO						
	60 Segundos						
	R	C1	C2	C3	C4	C5	C6
0 %	1.52 KN	0.86 KN	0.77 KN	0.59 KN	0.47 KN	0.43 KN	0.27 KN
2 %	1.33 KN	0.79 KN	0.72 KN	0.60 KN	0.52 KN	0.43 KN	0.31 KN
4 %	1.50 KN	0.93 KN	0.87 KN	0.82 KN	0.57 KN	0.42 KN	0.27 KN
6 %	1.40 KN	0.88 KN	0.79 KN	0.68 KN	0.43 KN	0.47 KN	0.21 KN
8 %	1.52 KN	0.88 KN	0.83 KN	0.60 KN	0.54 KN	0.43 KN	0.32 KN

% FA	TIEMPO						
	80 Segundos						
	R	C1	C2	C3	C4	C5	C6
0 %	1.56 KN	0.95 KN	0.88 KN	0.49 KN	0.54 KN	0.38 KN	0.27 KN
2 %	1.48 KN	0.91 KN	0.87 KN	0.67 KN	0.41 KN	0.48 KN	0.34 KN
4 %	1.49 KN	0.87 KN	0.71 KN	0.58 KN	0.51 KN	0.36 KN	0.20 KN
6 %	1.35 KN	0.73 KN	0.67 KN	0.42 KN	0.36 KN	0.35 KN	0.25 KN
8 %	1.35 KN	0.75 KN	0.62 KN	0.43 KN	0.49 KN	0.24 KN	0.21 KN

5.- PORCENTAJE DE CAPACIDAD DE AUTOREPARACION POR TIEMPO



6.- PORCENTAJE DE AUTO REPARACION POR CICLOS

% DE AUTOREPARACIÓN				
CICLO 01				
% FA	TIEMPO(segundos)			
	20	40	60	80
0 %	33.2%	49.9%	56.5%	61.0%
2 %	36.6%	53.6%	59.3%	61.9%
4 %	45.1%	63.3%	61.8%	58.0%
6 %	42.6%	61.6%	63.2%	53.9%
8 %	46.0%	61.8%	58.2%	55.4%

OBSERVACIÓN:

% DE AUTOREPARACIÓN				
CICLO 02				
% FA	TIEMPO(segundos)			
	20	40	60	80
0 %	30.7%	46.8%	50.5%	56.3%
2 %	31.6%	50.5%	54.0%	58.9%
4 %	41.6%	59.2%	58.2%	47.3%
6 %	46.7%	58.5%	56.8%	49.3%
8 %	43.6%	57.8%	54.5%	45.8%

OBSERVACIÓN:

% DE AUTOREPARACIÓN				
CICLO 03				
% FA	TIEMPO(segundos)			
	20	40	60	80
0 %	26.2%	43.0%	38.7%	31.5%
2 %	28.3%	43.4%	45.0%	45.6%
4 %	38.4%	53.9%	54.7%	38.6%
6 %	38.0%	54.6%	48.7%	31.0%
8 %	42.9%	49.5%	39.6%	31.5%

OBSERVACIÓN:

% DE AUTOREPARACIÓN				
CICLO 04				
% FA	TIEMPO(segundos)			
	20	40	60	80
0 %	18.3%	33.8%	30.9%	34.7%
2 %	27.2%	39.3%	39.0%	28.0%
4 %	22.9%	47.2%	38.0%	34.2%
6 %	19.5%	45.0%	31.0%	26.4%
8 %	28.1%	47.0%	35.4%	36.0%

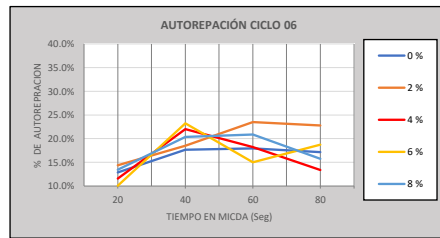
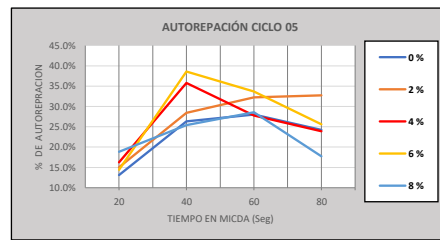
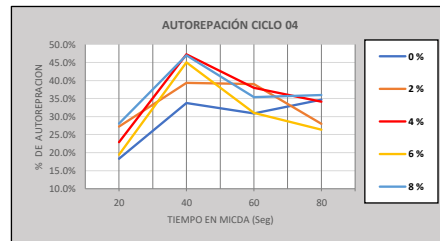
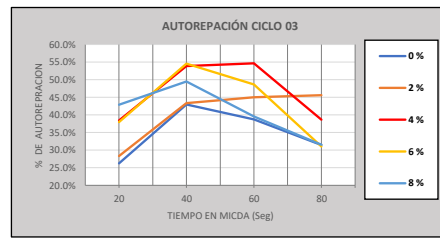
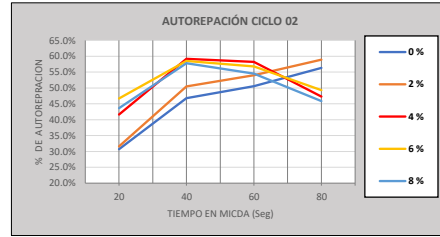
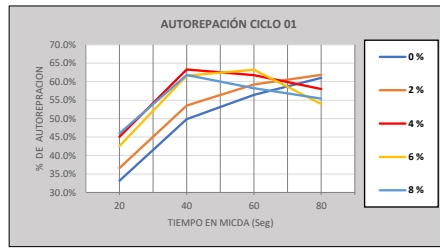
OBSERVACIÓN:

% DE AUTOREPARACIÓN				
CICLO 05				
% FA	TIEMPO(segundos)			
	20	40	60	80
0 %	13.1%	26.3%	28.0%	24.2%
2 %	15.0%	28.4%	32.3%	32.7%
4 %	16.3%	35.8%	27.8%	23.9%
6 %	14.4%	38.6%	33.7%	25.6%
8 %	18.9%	25.4%	28.6%	17.7%

OBSERVACIÓN:

% DE AUTOREPARACIÓN				
CICLO 06				
% FA	TIEMPO(segundos)			
	20	40	60	80
0 %	12.9%	17.6%	17.9%	17.1%
2 %	14.4%	18.5%	23.5%	22.8%
4 %	11.6%	22.0%	18.2%	13.4%
6 %	10.1%	23.2%	15.0%	18.7%
8 %	13.4%	20.4%	20.9%	15.8%

OBSERVACIÓN:

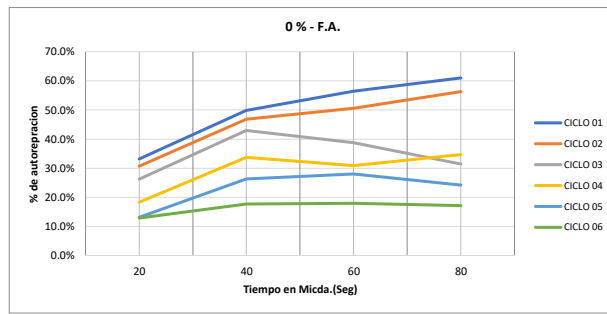


7.- AUTOREPARACIÓN POR PORCENTAJE DE FIBRAS DE ACERO

0% - F.A.				
CICLOS	TIEMPO EN MICDA.			
	20 Seg	40 Seg	60 Seg	80 Seg
CICLO 01	33.2%	49.9%	56.5%	61.0%
CICLO 02	30.7%	46.8%	50.5%	56.3%
CICLO 03	26.2%	43.0%	38.7%	31.5%
CICLO 04	18.3%	33.8%	30.9%	34.7%
CICLO 05	13.1%	26.3%	28.0%	24.2%
CICLO 06	12.9%	17.6%	17.9%	17.1%

OBSERVACIÓN:

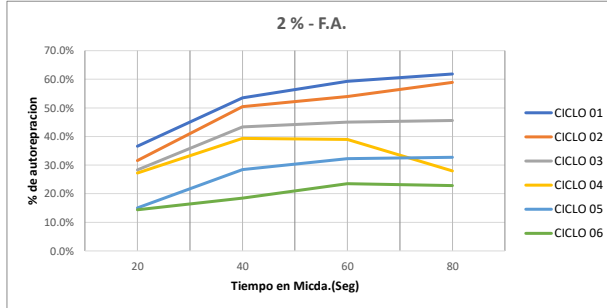
los 4 primeros ciclos superan el 30% de autoreparación, menores a este porcentaje no serán tomados en la investigación como ciclo autoreparador.



2% - F.A.				
CICLOS	TIEMPO EN MICDA.			
	20 Seg	40 Seg	60 Seg	80 Seg
CICLO 01	36.6%	53.6%	59.3%	61.9%
CICLO 02	31.6%	50.5%	54.0%	58.9%
CICLO 03	28.3%	43.4%	45.0%	45.6%
CICLO 04	27.2%	39.3%	39.0%	28.0%
CICLO 05	15.0%	28.4%	32.3%	32.7%
CICLO 06	14.4%	18.5%	23.5%	22.8%

OBSERVACIÓN:

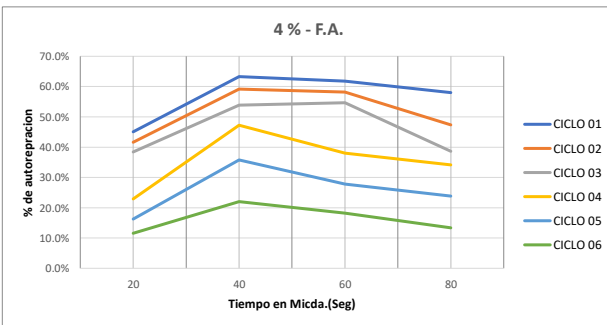
los 3 primeros ciclos en los diferentes tiempos con un volumen de 2% de fibra de acero sobrepasó el 30% de autoreparación.



4% - F.A.				
CICLOS	TIEMPO EN MICDA.			
	20 Seg	40 Seg	60 Seg	80 Seg
CICLO 01	45.1%	63.3%	61.8%	58.0%
CICLO 02	41.6%	59.2%	58.2%	47.3%
CICLO 03	38.4%	53.9%	54.7%	38.6%
CICLO 04	22.9%	47.2%	38.0%	34.2%
CICLO 05	16.3%	35.8%	27.8%	23.9%
CICLO 06	11.6%	22.0%	18.2%	13.4%

OBSERVACIÓN:

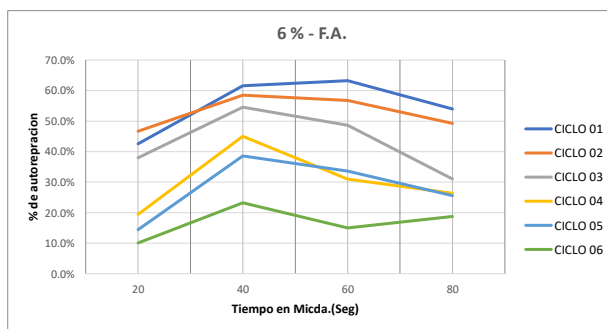
los 3 primeros ciclos sobrepasaron ampliamente el 30% de autoreparación, se observa que en algunos tiempos en el 4to ciclo sobre pasa el limite impuesto en la investigación. estos ciclos son con un volumen de F.A. del 4%



6% - F.A.				
CICLOS	TIEMPO EN MICDA.			
	20 Seg	40 Seg	60 Seg	80 Seg
CICLO 01	42.6%	61.6%	63.2%	53.9%
CICLO 02	46.7%	58.5%	56.8%	49.3%
CICLO 03	38.0%	54.6%	48.7%	31.0%
CICLO 04	19.5%	45.0%	31.0%	26.4%
CICLO 05	14.4%	38.6%	33.7%	25.6%
CICLO 06	10.1%	23.2%	15.0%	18.7%

OBSERVACIÓN:

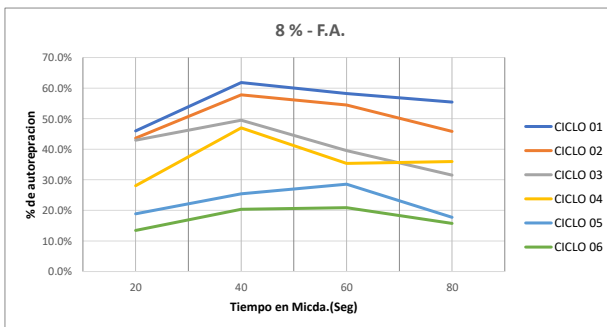
los 3 primeros ciclos sobrepasaron ampliamente el 30% de autoreparación, se observa que en algunos tiempos en el 4to ciclo sobre pasa el limite impuesto en la investigación. estos ciclos son con un volumen de F.A. del 6%



8% - F.A.				
CICLOS	TIEMPO EN MICDA.			
	20 Seg	40 Seg	60 Seg	80 Seg
CICLO 01	46.0%	61.8%	58.2%	55.4%
CICLO 02	43.6%	57.8%	54.5%	45.8%
CICLO 03	42.9%	49.5%	39.6%	31.5%
CICLO 04	28.1%	47.0%	35.4%	36.0%
CICLO 05	18.9%	25.4%	28.6%	17.7%
CICLO 06	13.4%	20.4%	20.9%	15.8%

OBSERVACIÓN:

los 2 primeros ciclos sobrepasan el 40%



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO".
SOLICITADO : Bach. Jorge Luis ROMERO VALERO
 Bach. Julio Carlos GONZALES QUISPE
UBICACIÓN : Perú - Puno
LABORATORIO : UNAP-Ingeniería Civil
FECHA : Noviembre del 2022

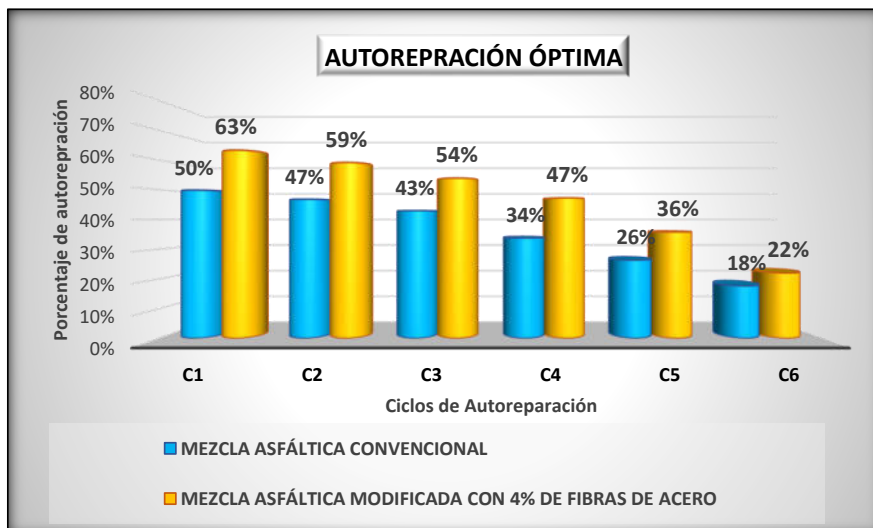
A. TIEMPO Y PORCENTAJE DE FIBRAS ÓPTIMOS

% FA	TIEMPO					
	40 Seg.					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
0 %	49.9%	46.8%	43.0%	33.8%	26.3%	17.6%
2 %	53.6%	50.5%	43.4%	39.3%	28.4%	18.5%
4 %	63.3%	59.2%	53.9%	47.2%	35.8%	22.0%
6 %	61.6%	58.5%	54.6%	45.0%	38.6%	23.2%
8 %	61.8%	57.8%	49.5%	47.0%	25.4%	20.4%

4 % - F.A.				
CICLOS	TIEMPO EN MICDA.			
	20 Seg	40 Seg	60 Seg	80 Seg
CICLO 01	45.1%	63.3%	61.8%	58.0%
CICLO 02	41.6%	59.2%	58.2%	47.3%
CICLO 03	38.4%	53.9%	54.7%	38.6%
CICLO 04	22.9%	47.2%	38.0%	34.2%
CICLO 05	16.3%	35.8%	27.8%	23.9%
CICLO 06	11.6%	22.0%	18.2%	13.4%

NOTA: Para un 4% de F.A. resulta que la autoreparación sobrepasa el 50% para un tiempo de 40 y 60 segundos en 3 ciclos.

COMPARATIVA DE AUTOREPARACIÓN DE LA MEZCLA CONVENCIONAL CON 4% DE F.A.



TIEMPO ÓPTIMO

TIEMPO	40 SEGUNDOS
--------	-------------

CONCLUSIÓN:

40 segundos es el tiempo mínimo que se requiere para poder obtener un porcentaje superiores a 30% de autoreparación, en este tiempo se logro autoreparar 63.3% en el 1er ciclo disminuyendo gradualmente hasta el ciclo 5 con un 35.8% de reparación y el ciclo 6to de 22% el cual no se considerara en el estudio como satisfactorio en la autoreparación.

% DE FIBRAS DE ACERO ÓPTIMO

% FA	C1	C2	C3	C4	C5	C6
4 %	63.3%	59.2%	53.9%	47.2%	35.8%	22.0%

% DE FIBRA DE ACERO	4%
---------------------	----

CONCLUSIÓN:

Un volumen de 4% de fibra de acero añadido a la muestra en estudio resulto con mayor capacidad y un mejor ciclo de autoreparación frente a los demás porcentajes de fibras, además que este es el menor porción de fibras que satisface la investigación.

TEMPERATURA ÓPTIMA

TIEMPO	PORCENTAJE DE FIBRAS DE ACERO				
	0.0 %	2.0 %	4.0 %	6.0 %	8.0 %
40 Seg	50.3 °C	54.6 °C	62.5 °C	62.8 °C	63.6 °C

TEMPERATURA ÓPTIMA	62.5 °C
--------------------	---------

CONCLUSIÓN:

La temperatura superficial de las muestra alcanzadas en 40 segundos con 4% de fibras de acero fue de 62.5 °C aproximadamente.

CICLOS DE AUTOREPARACIÓN ÓPTIMO

CICLOS	3
--------	---

CONCLUSIÓN:

3 ciclos son los recomendados por los investigadores aplicando 40 segundos en microondas y añadiendo 4% de volumen con respecto al



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-125-2022

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 8

Expediente	20453
Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO-PUNO
Dirección	AV. EL SOL NRO.329 BARRIO BELLA VISTA PUNO-PUNO-PUNO
Instrumento de Medición	Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión
Equipo Calibrado	PRENSA MARSHALL
Alcance de Indicación	10 000 Lbf
Marca (o Fabricante)	ELE INTERNATIONAL
Modelo	45-6829/06
Número de Serie	H060601
Identificación	NO INDICA
Procedencia	USA
Indicador de Lectura	Dial Analógico de anillo
Marca (o Fabricante)	ELE INTERNATIONAL
Modelo	88-4020
Número de Serie	060960741
Identificación	NO INDICA
Procedencia	USA
Alcance de Indicación	0.2 "
Resolución	0.0001 "
Transductor de Fuerza	Anillo
Alcance de Indicación	10000 Lbf
Marca (o Fabricante)	ELE INTERNATIONAL
Modelo	PR-60
Número de Serie	060400000025
Identificación	NO INDICA
Procedencia	USA
Fecha de Calibración	2022-11-04
Ubic. Del Equipo	LABORATORIO DE PAVIMENTOS
Lugar de Calibración	AV. JORGE BASADRE 640 – PUNO

Text

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2022-11-08

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados con trazabilidad al SI, calibrado por la Universidad Católica del Perú y con N.º certificado **INF-LE N° 011-22 (B)**

Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Err:540	Err:540	
%	Unidades	kgf	kgf	kgf	kgf	Err:540	Err:540	U(%)
10	100	332,3	331,7	329,2	331,1	-0,5	0,9	0,8
20	200	658,3	659,6	652,8	656,9	0,3	1,0	0,7
30	300	999,0	999,1	992,1	996,7	-0,8	0,7	0,5
40	400	1333,7	1333,0	1326,6	1331,1	-1,0	0,5	0,4
50	500	1665,0	1665,2	1658,3	1662,8	-0,9	0,4	0,4
60	600	1993,2	1991,5	1986,2	1990,3	-0,7	0,4	0,3
70	700	2319,6	2320,3	2314,1	2318,0	-0,5	0,3	0,3
80	800	2646,3	2645,6	2640,8	2644,2	-0,3	0,2	0,3
90	900	2972,3	2974,2	2968,9	2971,8	-0,2	0,2	0,3
100	1000	3289,2	3295,2	3290,3	3291,6	0,1	0,2	0,3
Lectura máquina en cero		0	0	0	----	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 16,8 °C, Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C

Evaluación de los resultados

De los resultados obtenidos durante la calibración se ha obtenido la siguiente ecuación cuadrática:

$$Y = A * X^2 + B * X + C$$

Donde:

Y = Indicación del equipo en kgf;

X= Lectura directa del Equipo, valores del dial.

Los coeficientes obtenidos son:

A = -0,000079

B= 3,3819222

C= -10,328888

Observaciones

- . Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- . La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en diferentes unidades de medición.

ANEXO 9: Gradación para mezcla asfáltica en caliente

Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)

La gradación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) deberá responder a algunos de los husos granulométricos, especificados en la Tabla 423-03. Alternativamente pueden emplearse las gradaciones especificadas en la ASTM D 3515 e Instituto del Asfalto.

Tabla 423-03

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N.º 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.º 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.º 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.º 200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" 566 (EG – 2013) Revisada y Corregida a junio 2013.

ANEXO 10: Especificaciones del cemento asfáltico PEN 120-150

Ensayos para el control de calidad del cemento asfáltico y sus respectivos parámetros para su aceptación.

Tabla 415-02

Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por penetración

Tipo		Grado Penetración									
Grado	Ensayo	PEN 40-50		PEN 60-70		PEN 85-100		PEN 120-150		PEN 200-300	
		min	máx	min	máx	min	máx	min	máx	min	máx
Pruebas sobre el Material Bituminoso											
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	MTC E 304	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
Punto de Inflamación, °C	MTC E 312	232		232		232		218		177	
Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm	MTC E 306	100		100		100		100		100	
Solubilidad en Tricloro-etileno, %	MTC E 302	99,0		99,0		99,0		99,0		99,0	
Índice de Penetración (Susceptibilidad Térmica) ⁽¹⁾	MTC E 304	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
Ensayo de la Mancha (Oliensies) ⁽²⁾											
Solvente Nafta – Estándar	AASHTO M 20	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Nafta – Xileno, %Xileno		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Heptano – Xileno, %Xileno		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Pruebas sobre la Película Delgada a 163°C, 3,2 mm, 5 h											
Pérdida de masa, %	ASTM D 1754		0,8		0,8		1,0		1,3		1,5
Penetración retenida después del ensayo de película fina, %	MTC E 304	55+		52+		47+		42+		37+	
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm ⁽³⁾	MTC E 306			50		75		100		100	

(1), (2) Ensayos opcionales para su evaluación complementaria del comportamiento geológico en el material bituminoso indicado.

(3) Si la ductilidad es menor de 100 cm, el material se aceptará si la ductilidad a 15,5 °C es mínimo 100 cm a la velocidad de 5 cm/min.

FUENTE: Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” **472** (EG – 2013) Revisada y Corregida a junio 2013.

ANEXO 11: Especificaciones técnicas del cemento asfáltico



INFORME DE ENSAYO (ASFALTO SÓLIDO 120/150 PEN)

N° GDCN-LAB-1687-2022

FECHA DE REPORTE: 20.08.2022	FECHA DE RECEPCIÓN 19.08.2022	CÓDIGO DE MUESTRA : 14180
HORA DE RECEPCIÓN: 17:25 HORAS	PROCEDENCIA: JEFATURA OPERACIONES	BUQUE/TANQUE: -----
TANQUE DE MUESTREO : 47	VOLUMEN DE PRODUCTO: MB -----	DESTINO: PLANTA CONCHÁN

ENSAYOS	MÉTODO ASTM ^(A)	RESULTADOS DEL ANALISIS	ESPECIFICACIONES	
			MIN.	MAX.
PENETRACIÓN:				
a 25°C, 100 gr, 5 seg., 1/10 mm	D5/D5M-20	128	120	150
DUCTILIDAD:				
a 25°C, 5 cm/min, cm	D113-17	>150	100	
FLUIDEZ:				
- Viscosidad Cinemática a 100°C, cSt	D2170/D2170M-18	2055	Reportar	
- Viscosidad Cinemática a 135°C, cSt	D2170/D2170M-18	210.6	140	
SOLUBILIDAD:				
Solubilidad en Tricloroetileno, % masa	D 2042-20	99.7	99	
VOLATILIDAD:				
Punto de Inflamación, C.O.C., °C	D92-18	270	218	
DENSIDAD:				
Gravedad API a 60°F, °API	D 70-18a	7.9	Reportar	
Gravedad Específica a 60/60°F	D 70-18a	1.025	Reportar	
SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA:				
Punto de Ablandamiento, °C	D36-14e1	43.0	Reportar	
Indice de Penetración		-0.6	-1	1
Efecto de Calor y Aire (Película Fina):	D1754-09(2014)			
- Pérdida por calentamiento, % masa		0.18		1.3
- Penetración Retenida, % del Original	D5/D5M-20	61	42	
- Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	D113-17	>150	100	

OBSERVACIONES:

- Los resultados corresponden sólo a la muestra analizada.
- La muestra fue proporcionada por el cliente.
La temperatura óptima de mezcla para este producto se encuentra entre 129 y 142°C
Se adjunta Carta Viscosidad - Temperatura.

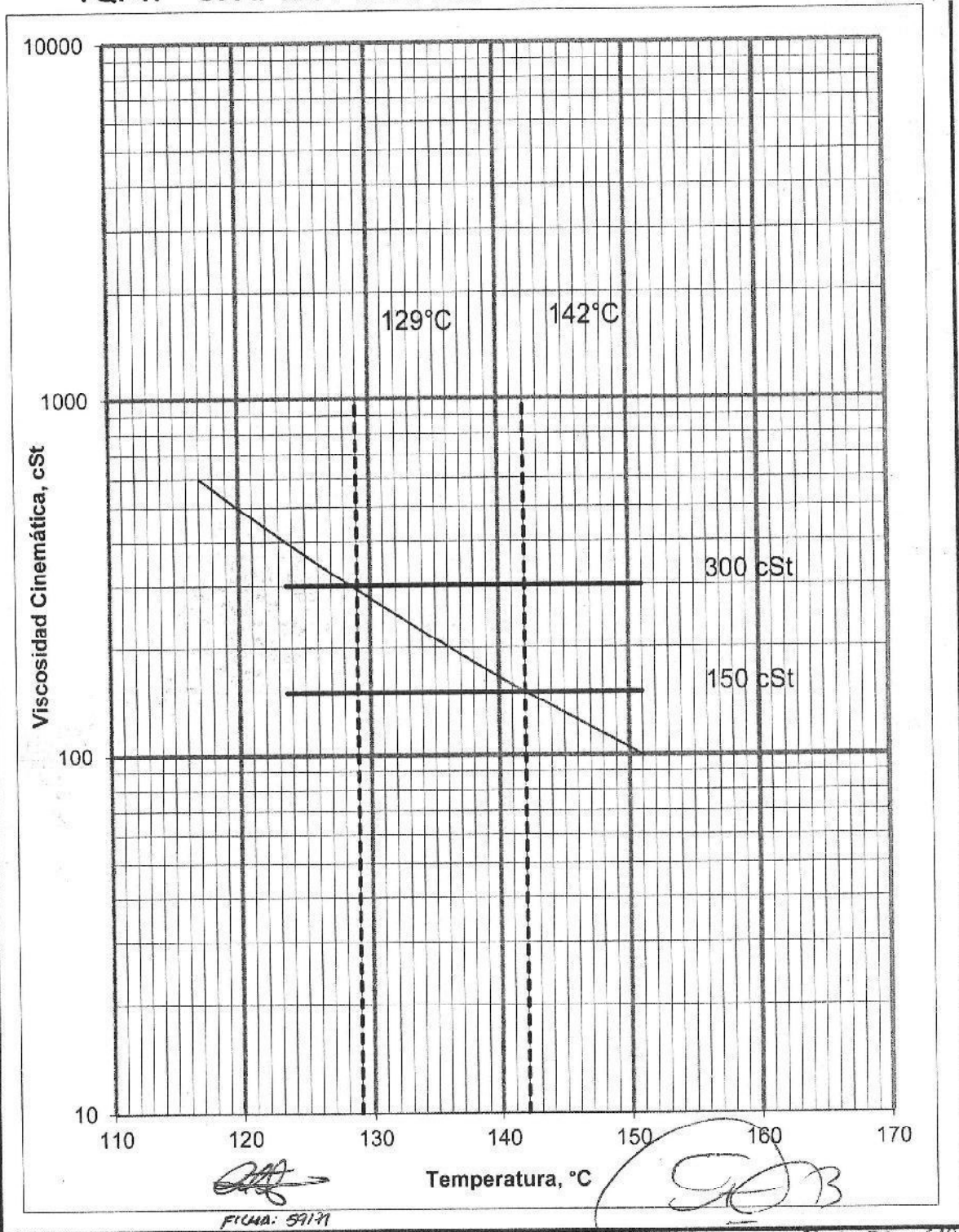
3.(A):American Society for Testing and Materials

ORIGINAL - CLIENTE	ELABORADO POR: FICHA: 59171	APROBADO POR: FRANKLYN BERMEJOS CHOCQUE J9137
COPIA 1 : ARCHIVO GENERAL DE INFORMES DE ENSAYO		
COPIA 2: INFORME DE ENSAYO DE PRODUCTOS		

----- FIN DE INFORME-----

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACIÓN DE PETROPERÚ

Carta Viscosidad - Temperatura ASTM D 341
Rango de Temperatura Optima de Mezcla
TQ. 47 - C. A. 120 / 150 PEN. - 19.08.2022 - 17:25 horas



[Signature]
 FIGURA: 59171

[Signature]
 FRANCISCA BERMUDEZ CALDERON
 59137



CEMENTO PORTLAND TIPO I

El Cemento Portland YURA TIPO I, es elaborado con Clinker de Alta Calidad y Yeso, molidos industrialmente hasta lograr un alto grado de finura. Cumple con la norma NTP 334.009 y la ASTM C150. Su fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001.

1 USOS Y APLICACIONES

El Cemento Portland YURA TIPO I, puede ser utilizado en todo tipo de construcción, que no requiera de propiedades especiales.

2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUERIMIENTOS QUÍMICOS	CEMENTO PORTLAND YURA TIPO I	NORMA TÉCNICA NTP 334.009 - ASTM C150
Óxido de Magnesio, MgO, %	2.0 - 4.0	6.00 Máximo
Trióxido de Azufre, SO ₃ , %	1.8 - 2.5	3.00 Máximo
Pérdida por Ignición o al Fuego, P.F %	0.1 - 2.5	3.00 Máximo
Residuo Insoluble, R.I. %	< 1.5	1.50 Máximo

REQUERIMIENTOS FÍSICOS	CEMENTO PORTLAND YURA TIPO I	NORMA TÉCNICA NTP 334.009 - ASTM C150
Peso específico [gr/cm ³]	3.10 - 3.15	-
Finura [Superficie específica - blaine], cm ² /g	3000 - 3700	2600 mínimo
Expansión en autoclave, %	0.0 - 0.2	0.80 máximo
Tiempo de Fraguado Vicat Inicial, minutos	140 - 190	45 - 375
Contenido de aire del mortero, %	4 - 8	12.00 máximo
Resistencia a la compresión, Kgf/cm ²		Mínimo
03 días	250 - 350	122
07 días	310 - 420	194
28 días	400 - 470	286

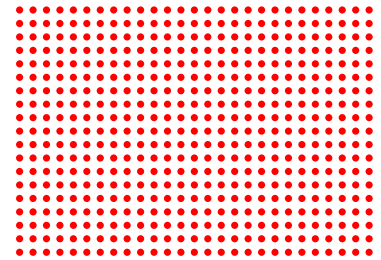
3 PRESENTACIONES DISPONIBLES

BOLSA 42.5 KG	Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
BIG BAG 1.0 TM	Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
BIG BAG 1.5 TM	Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
GRANEL	Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

4 ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones se recomienda:

- Almacenar bajo techo, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corrientes de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas de altura en 2 pallet de altura.



5 RECOMENDACIÓN DE SEGURIDAD

- ▶ El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.
- ▶ En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.
- ▶ En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.

Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:



**Botas
Impermeables**



**Protección
Respiratoria**



**Guantes
Impermeables**



**Protección
Ocular**





Fibras como Elemento Estructural para
el Refuerzo del Hormigón

Manual Técnico

MACCAFERRI

2.3 - Tipos de fibras – Clasificación de las actuales fibras en el mercado en función de las materia prima. Fibras orgánicas (polímeros naturales y sintéticos) y fibras inorgánicas (metálicas).

Actualmente existen diferentes tipos de fibras para el hormigón en función de la materia prima por la cual son producidas:

- Metálicas: aceros de carbono y ligas, aluminio
- Naturales: amianto (asbesto), celulosa y carbón
- Sintéticas: nylon, polipropileno y otras

Fibras	Diámetro (μm)	Densidad (10 ³ kg/m ³)	Modulo elástico (kN/mm ²)	Resistencia a la tracción (kN/mm ²)	Elongación en la rotura (%)
Acero	5 - 500	7,84	200	0,5 - 2	0,5 - 3,5
Vidrio	9 - 15	2,60	70 - 80	2-4	2 - 3,5
Amianto	0,02 - 0,04	3,00	180	3,30	2 - 3
Polipropileno	20 - 200	0,90	5 - 7	0,5 - 0,75	8
Nylon	-	1,10	4	0,90	13 - 15
Polietileno	-	0,95	0,30	0,0007	10
Carbono	9	1,90	230	2,60	1
Kevlar	10	1,45	65 - 133	3,60	2,1 - 4
Acrílico	18	1,18	14 - 19,5	0,4 - 1	3

Tabla 2.1 - Características mecánicas de las fibras.

Por lo general, las fibras han sido clasificadas por BISFA⁶:

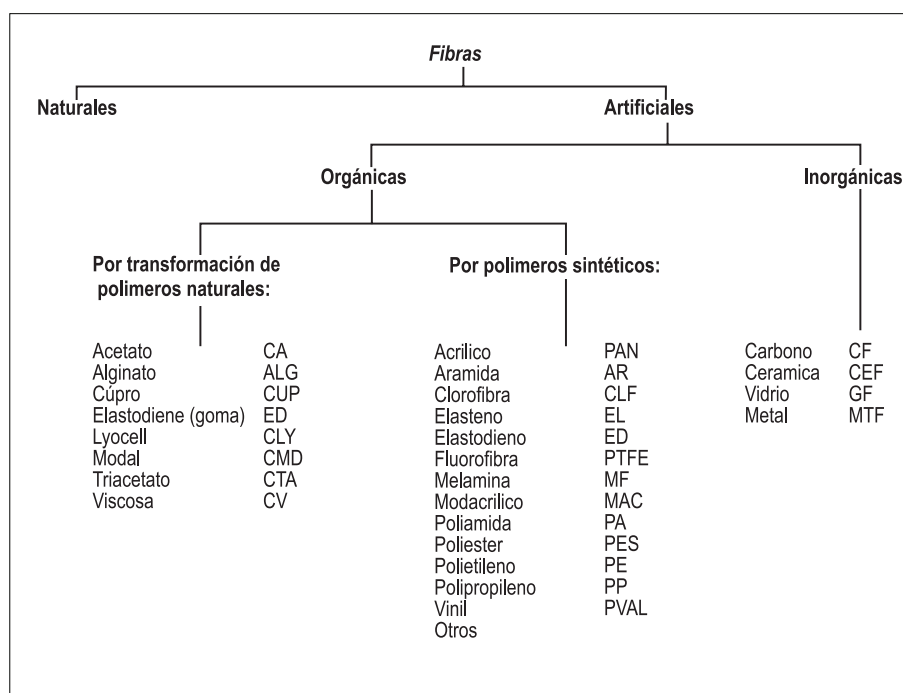


Tabla 2.2 - Clasificación de las fibras según BISFA⁶.

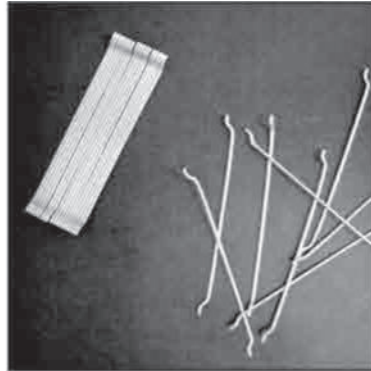
⁶ BISFA = THE INTERNATIONAL BUREAU FOR THE STANDARDISATION OF MAN-MADE FIBRES.

Observación: la presente clasificación se refiere a todas la fibras sintéticas y no sólo a las utilizadas para el hormigón.

Ejemplos de tipos de fibras:



Macrofibras de acero anclada suelta.



Macrofibras de acero anclada pegadas.



Microfibras de polipropileno.



Microfibras de vidrio.



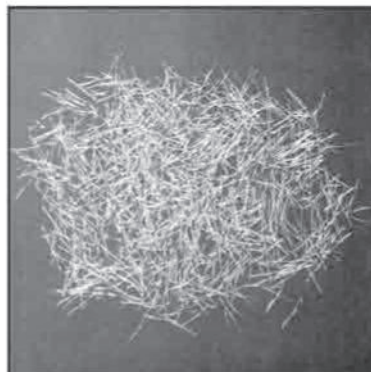
Microfibras de celulosa.



Macrofibras metálicas fresadas.



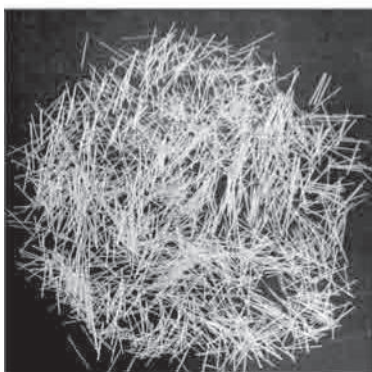
Macrofibras metálicas laminadas.



Microfibras metálicas.



Macrofibras de polipropileno alta tenacidad.



Microfibras de polipropileno.



Microfibras sintéticas .



Microfibras metálicas.

2.4 - Fibras de acero. Clasificación según las características geométricas, físicas, químicas, mecánicas y el proceso productivo.

La fibra de acero es un producto caracterizado geoméricamente por una dimensión longitud predominante respecto a las demás, con superficie pareja o trabajada empleada como refuerzo en el conglomerado del hormigón, de forma rectilínea o doblada, para poder ser dispersada de forma homogénea en la masa, sin alterar sus las características geométricas (UNI 11037).

Basicamente, la fibra es caracterizada geoméricamente por la longitud (L), por la forma y por su diámetro o diámetro equivalente (D_e).

De la relación entre longitud (L) y el diámetro o diámetro equivalente (D_e) se obtiene la relación de aspecto, ($\lambda=L/D_e$).

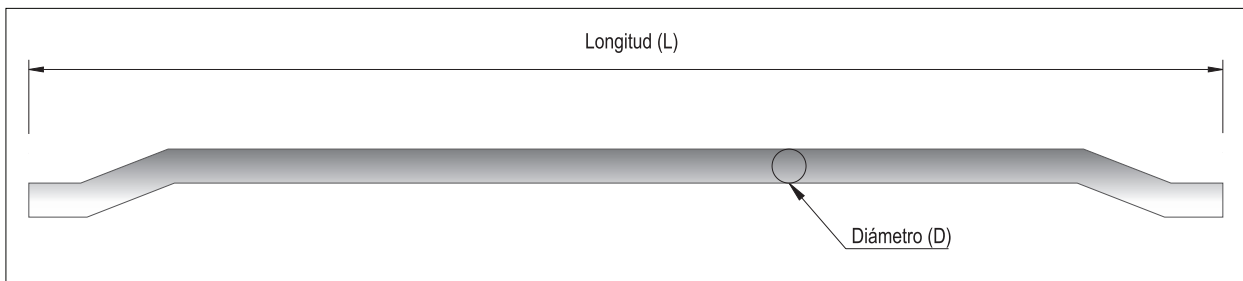


Figura 2.1 - Ejemplo de fibra metálica con anclaje en las extremidades.

Una fibra se define rectilínea cuando presenta en el eje deformaciones localizadas menores de $L/30$ pero, en todo caso, no mayor del diámetro equivalente.

Longitud L (mm): es la distancia entre los dos extremos de la fibra.

Axialmente, la forma puede ser rectilínea o perfilada, transversalmente; la fibra puede tener sección circular, rectangular o variada (Figura 2.2 y 2.3).

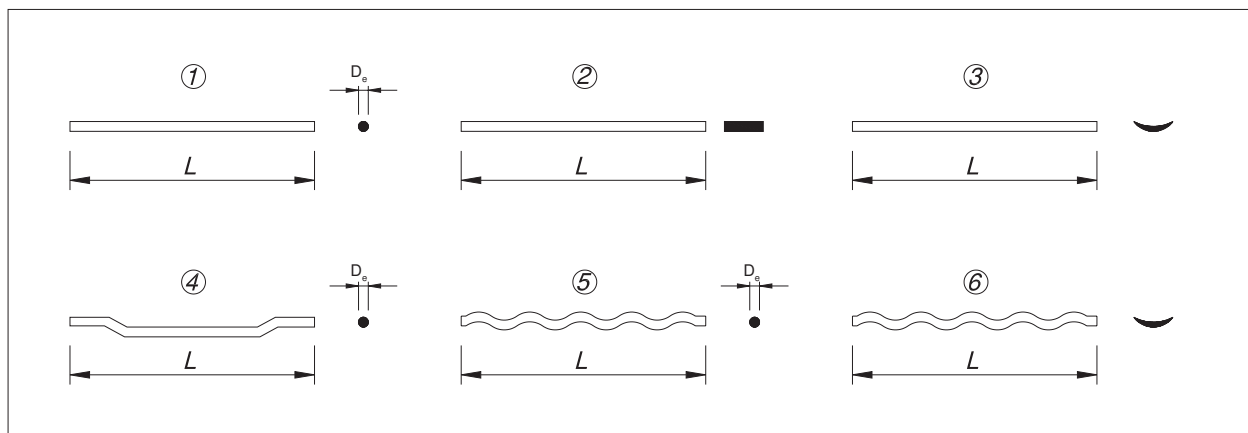


Figura 2.2 - Ejemplo de diferentes formas de fibras metálicas.

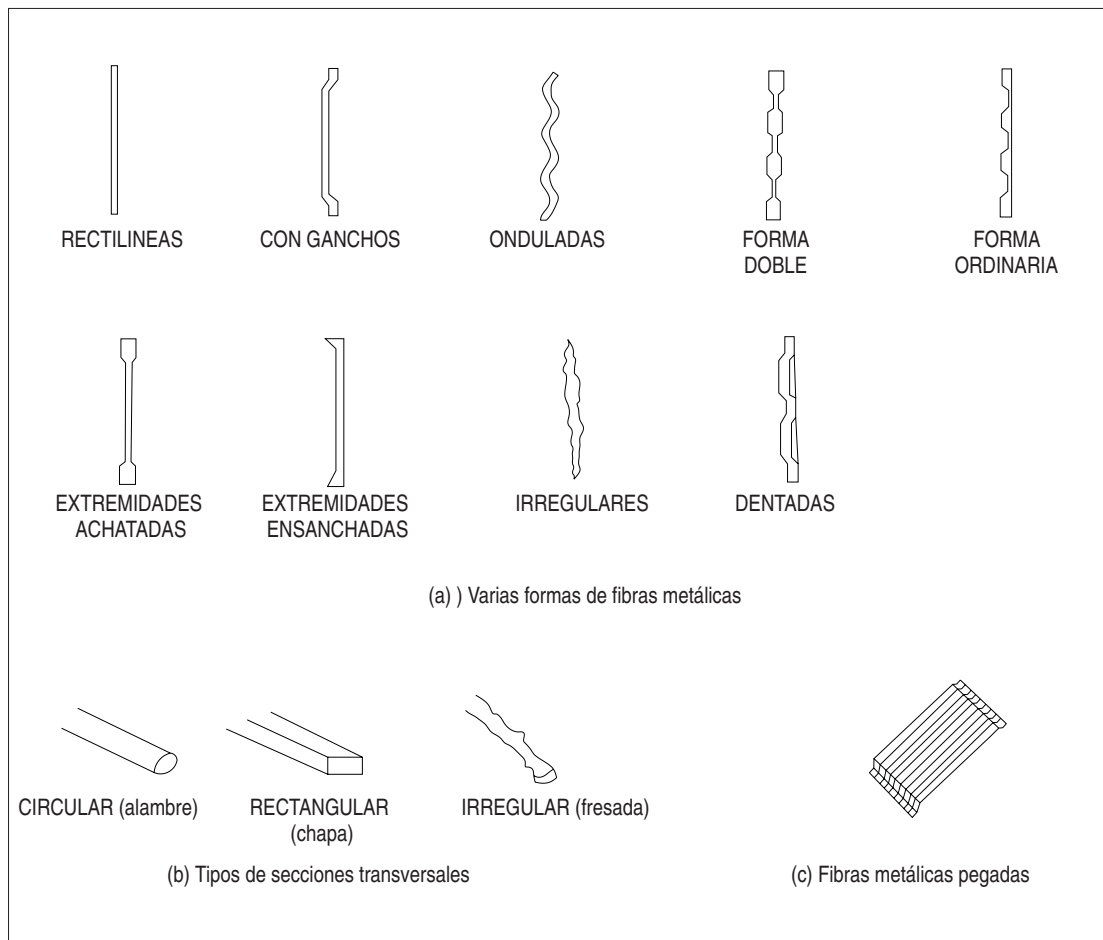


Figura 2.3 - Ejemplo de fibras de diferentes formas.

Diámetro equivalente D_e (mm): es definido por diferentes métodos, en función de la forma transversal y del proceso productivo.

Método directo

Para fibras obtenidas de alambre, cualquiera que sea la forma longitudinal, el diámetro equivalente (D_e) es igual al diámetro nominal del alambre de salida o de la fibra acabada.

$$D_e = D_n \quad (01)$$

Método indirecto geométrico

Para fibras producidas de chapa, cualquiera que sea la forma longitudinal, el diámetro equivalente (D_e) es igual al diámetro de una circunferencia que posee área igual a la de la sección transversal de la fibra dada por la siguiente fórmula

$$D_e = \left(4 \cdot \frac{A}{\pi}\right)^{1/2} \quad (02)$$

Relación de aspecto ($\lambda=L/D_e$) establece la esbeltez de la fibra: en igualdad de longitud, cuanto más éste es alto, y cuanto más reducido sea el diámetro equivalente, la fibra es esbelta.

Aún en igualdad de longitud, cuanto más alto es λ , tanto más ligera es la fibra, por lo tanto hay muchos más fibra por unidad de masa.

Si se utilizan los métodos directo e indirecto geométrico, la relación de aspecto desatiende la forma longitudinal, por lo tanto son considerados el volumen y la masa de la fibra.

Caso sea utilizado el método indirecto gravimétrico, la relación de aspecto tiene en cuenta la geometría efectiva de la fibra, a través de su masa:

$$\lambda = \frac{L}{D_e} = 0,0785 \cdot \left(\frac{L^3}{m}\right)^{1/2} \quad (08)$$

La resistencia a tracción Rm (N/mm² o MPa) de la fibra se calcula dividiendo el esfuerzo necesario a la rotura por el área de la sección de la fibra o del alambre semiacabado (UNI EN 10218 para alambres). Además de la resistencia a tracción, en la norma UNI 11037 se requiere limitar la resistencia al 0,2 % de deformación residual, Rp_{0,2}. En la norma italiana, la resistencia a tracción está dividida en tres clases, R1, R2 y R3. Cada una de estas clases viene subdividida interiormente según la resistencia a tracción que sea referida :

1- Fibras rectilíneas, y en éste caso no hay diferencia haber testado la fibra o el alambre semiacabado.

2 - Fibras perfiladas, en este caso la resistencia es mayor, en igualdad de clase, presumiendo que el proceso de perfilado reduzca la resistencia. La clasificación de resistencia tiene en cuenta el diámetro de la fibra: para diámetros gradualmente más pequeños corresponden clases de resistencia crecientes.

Diámetro equivalente (mm)	Resistencia a la tracción (N/mm ²)												Prueba de resistencia a la tracción
	R 1				R 2				R 3				
	1)		2)		1)		2)		1)		2)		
	Rm	Rp _{0,2}	Rm	Rp _{0,2}	Rm	Rp _{0,2}	Rm	Rp _{0,2}	Rm	Rp _{0,2}	Rm	Rp _{0,2}	Resistencia a la tracción
0,15 ≤ de < 0,50	400	320	480	400	900	720	1.080	900	1.700	1.360	2.040	1.700	
0,50 ≤ de < 0,80	350	280	450	350	800	640	1.040	800	1.550	1.240	2.015	1.550	
0,80 ≤ de ≤ 1,20	300	240	390	300	700	560	910	700	1.400	1.120	1.820	1.400	

NOTA: Las propiedades mecánicas indicadas en el presente tabla se refieren a todos los tipos de fibras de acero.
 1) Fibras rectilíneas.
 2) Fibras perfiladas.

Tabla 2.3 - Resistencia a la tracción para las tres clases de fibras según la norma italiana.

La ductilidad de una fibra, o de su alambre semitrabajado: Es evaluada con pruebas de doblado alternado. Por lo que se refiere al alambre trefilado, se remite a la UNI EN 10218.

Proceso productivo

Según la norma UNI 11037, hay diversos tipos de fibras en función del proceso productivo:

- Alambre de acero trefilado en frío obtenido de alambroón fabricado según la norma UNI EN 10016-1,2,4 o UNI EN 10088-3;
- Chapa de acero laminada en frío;
- Otros tipos de fabricación (como, por ejemplo, fresado de un bloque de acero).

La clasificación de la fibra es correlacionada con su composición química:

A Fibras de alambre trefilado			B Fibras de chapa cortada			C Otras fabricaciones		
A1 Bajo contenido de carbono	A2 Alto contenido de carbono	A3 Inox	B1 Bajo contenido de carbono	B2 Alto contenido de carbono	B3 Inox	C1 Bajo contenido de carbono	C2 Alto contenido de carbono	C3 Inox

Tabla 2.4 - Clasificación de las fibras en función de la composición química.

En el EN 14889-1. Fibras for concrete. Part. 1: Steel fibres la categoría “otros tipos de fabricación” viene mejor detallada.

Grupo I: alambre trefilado en frío;

Grupo II: corte de chapa;

Grupo III: extracción por fundición;

Group IV: alambre fresado;

Group V: extracción de bloques.

Composición química

El material de base puede tener una composición química variada. Por este motivo en la norma UNI 11037 ha sido elaborado un prospecto sobre el análisis químico de la materia prima.

Tipo de acero	C	Mn	Si	S _{máx.}	P _{máx.}	Cr	Ni
A1-B1-C1	≤ 0,20 ¹⁾	≤ 0,60 ²⁾	≤ 0,30	0,045	0,045	--	--
A2-B2-C2	≤ 0,20 ¹⁾	≤ 0,80 ²⁾	≤ 0,30	0,06	0,05	--	--
A3-B3-C3	Segundo UNI En 10088-1						

Tabla 2.5 - Composición química (de las fibras de acero) según la norma italiana.

Revestimiento superficial

Las fibras pueden tener un revestimiento superficial de zinc con la finalidad de garantizar su durabilidad en caso de aplicaciones en ambientes especialmente agresivos. A seguir es presentado el contenido mínimo en función del diámetro del alambre:

Diámetro (mm)	Masa del revestimiento mínimo (g/m ²)
$0,15 \leq D_e < 0,50$	15
$0,50 \leq D_e < 0,80$	20
$0,8 \leq D_e < 1,20$	25

Tabla 2.6 - Revestimiento mínimo de zinc para las fibras de acero.

Tolerancias

Las normas (UNI 11037, EN 14889-1 y ASTM A820) presentan varios criterios para las tolerancias. En la tabla que sigue se reporta la tabla del EN 14889-1, la más restrictiva, ya que prescribe que el porcentual de conformidad no sea menor del 95% de las muestras controladas (mientras la ASTM A820 habla del 90% con desvíos en los valores nominales medios más altos):

En 14889-1 - Tolerancias			
Propiedad	Símbolo	Desviación del valor individual en relación al valor declarado	Desviación del valor medio en relación al valor declarado
Longitud > 30 mm ≤ 30 mm	L	± 10%	± 5% ± 1.5 mm
Diámetro equivalente > 30 mm ≤ 30 mm	D _e	± 10%	± 5% ± 0.015 mm
Relación Longitud / Diámetro	$\lambda = L/D_e$	± 15%	± 7.5%

Tabla 2.7 - Tolerancias dimensionales de las fibras según la norma europea.

Por la menos 95% de las muestras individuales deben estar conforme a las tolerancias especificadas.

ASTM A820 - Tolerancias			
Propiedad	Símbolo	Desviación del valor individual en relación al valor declarado	Desviación del valor medio en relación al valor declarado
Longitud	L	± 10%	± 10%
Diámetro equivalente	D _e	± 10%	± 10%
Relación Longitud / Diámetro	$\lambda = L/D_e$	± 15%	± 15%

Tabla 2.8 - Tolerancias dimensionales según la norma americana.

Por lo menos 90% de las muestras individuales deben estar conforme a las tolerancias especificadas.

En el EN 14889-1 es indicada la tolerancia respecto a la resistencia a tracción y el módulo elástico. Para la resistencia a tracción, la tolerancia es del 15% para el valor medio y del 7.5% para los valores individuales; por lo menos 95% de las muestras deben estar conforme a las respectivas tolerancias indicadas.

<p>Poliamida o Nylon</p>	<p>Fibras compuestas por macromoléculas lineares que poseen en su cadena elementos ligantes de almidón en serie, de los cuales al menos 85% son ligados a una unidad de cicloalifático.</p>	<p>Poliamida 6,6</p> $\left[\text{C} \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{---} \end{array} \left(\text{CH}_2 \right)_6 \text{C} \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{---} \end{array} \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{---} \end{array} \left(\text{CH}_2 \right)_4 \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{---} \end{array} \right]_n$ <p>Polimida 6</p> $\left[\text{C} \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{---} \end{array} \left(\text{CH}_2 \right)_5 \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{---} \end{array} \right]_n$
<p>Aramida</p>	<p>Fibras compuestas por macromoléculas lineares graduadas por un grupo aromático de elementos ligantes de almidón o amida, unidos directamente a dos anillos aromáticos, donde el número de ligantes de amida, si presente, no sea excedente al número de ligantes de almidón.</p>	<p>Ejemplo 1:</p> $\left[\text{C} \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{---} \end{array} \text{---} \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{---} \end{array} \text{N} \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{---} \end{array} \text{---} \right]_n$ <p>Ejemplo 2:</p> $\left[\text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{---} \end{array} \text{---} \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{---} \end{array} \text{N} \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{---} \end{array} \text{---} \right]_n$ <p>Nota: en el ejemplo 1 los grupos aromáticos puede 1 ser regulares o irregulares.</p>

Tabla 2.9 - Clasificación de las fibras sintéticas según BISFA.

2.6 - Marco normativo actual

Para la materia prima y para el alambre semiacabado, hay las siguientes normas (sólo en el ámbito europeo)

- UNI 5549 Pruebas mecánicas de materiales metálicos – Pruebas de dobladura alterno de las chapas finas y de las cintas de acero con espesor menor de 3mm;

- UNI EN 10002-1 Materiales metálicos – Prueba de tracción – Parte 1: Método de prueba (a temperatura ambiente);

- UNI EN 10016 Alambrón de acero no aleado destinada al trefilado en frío y/o al laminado en frío;

- UNI EN 10088 Aceros inoxidables;

- UNI EN 10130 Productos planos laminados en frío, de acero a bajo contenido de carbono, para embutición o dobladura en frío;

- UNI EN 10204 Productos metálicos – Tipos de documentos de control;

- UNI EN 10218-1 Alambre de acero y relativos productos – Parte 1: Generalidad – Métodos de prueba;

- EN 10244-2 Steel wire and wire products – Non-ferrous metallic coatings on steel wire – Part. 2: Zinc or zinc alloy coatings on steel wire;

- ECISS CR 10261 Circular de información N° 11 – Aceros y gusas – Lista de los métodos de análisis químicas disponibles;

Las normas específicas sobre las fibras de acero son:

- UNI 11037 Fibras de acero a ser empleadas en la preparación de conglomerado de cemento reforzado.

- ASTM A820 Standard Specification for Steel Fibers for Fiber-Reinforced Concrete;

- EN 14889-1 Fibras for concrete – Part 1: Steel fibres – Definition, specifications and conformity

La norma EN 14889-1 ha sido elaborada por CEN/TC104/WG11, bajo el Mandado M128, CPD 89/106 y ha sido aprobada en la votación formal de mayo 2006. Es una norma armonizada. A seguir el esquema de la norma y de las demás normas relacionadas:

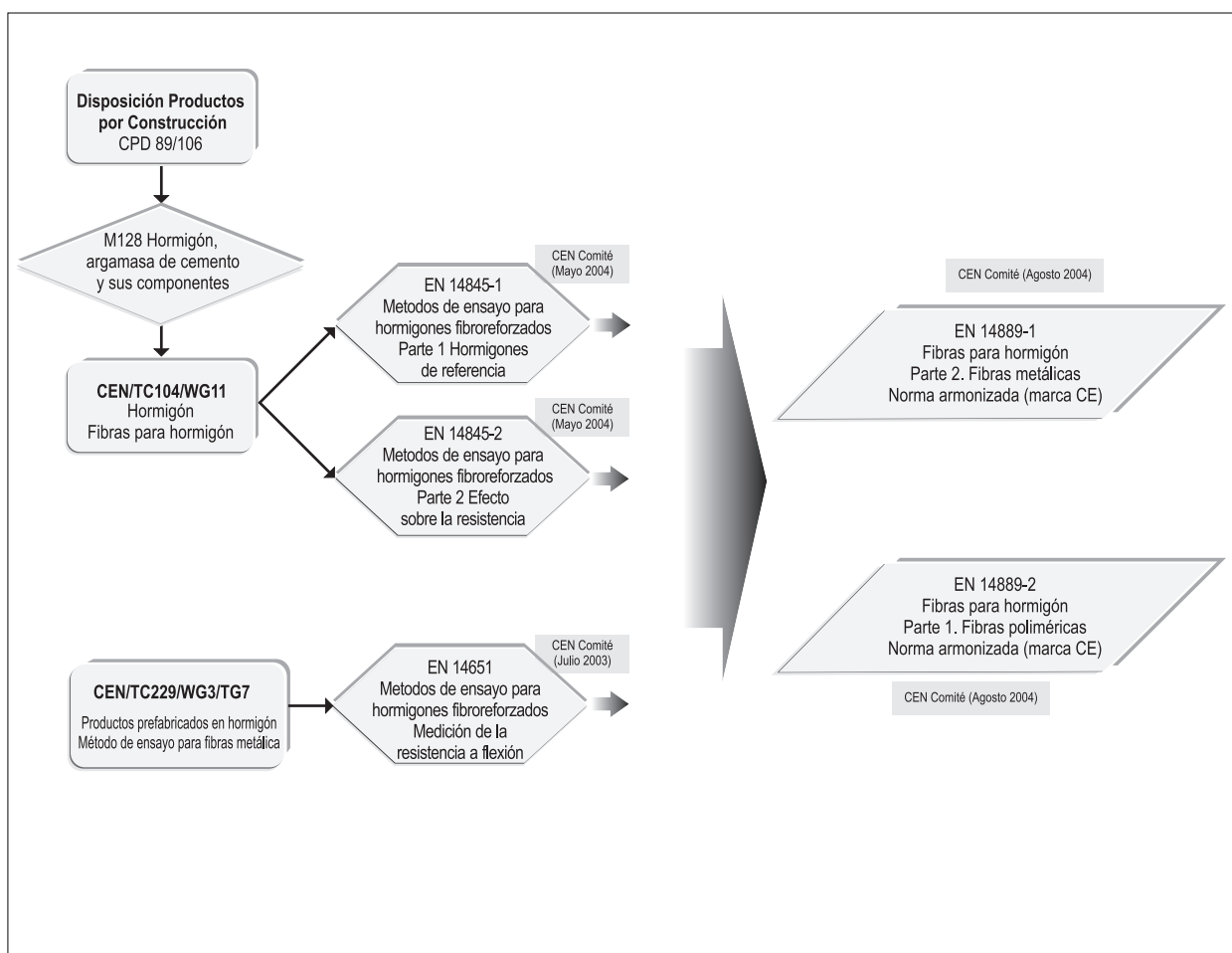


Tabla 2.10 - Esquema de las normas EN 14889-1 y correlatas.

2.7 - Elenco y clasificación de las fibras MACCAFERRI

La Officine Maccaferri produce fibras moldadas y cortadas de alambre de acero trefilado en frío. Las características químicas de la materia prima (alambroón) están relatadas en la siguiente tabla, en función del diámetro final de la fibra:











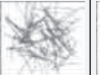

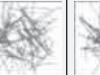


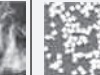


Código de la fibra	Clasificación de la fibra según proceso productivo	Material de producción	Resistencia a la tracción (MPa)	Dimensiones			
				Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Relación de aspecto (L/d)	Número de elementos por kg de material (nº/kg)
Wirand® FF1	 Inorgánica	Alambre de acero de bajo contenido de carbono trefilado en frío	1100	50	1,00	50	3212
Wirand® FF3	 Inorgánica	Alambre de acero de bajo contenido de carbono trefilado en frío	1200	50	0,75	67	5710
Wirand® FS1	 Inorgánica	Alambre de acero de bajo contenido de carbono trefilado en frío	1200	37	0,55	67	14348
Wirand® FS3N	 Inorgánica	Alambre de acero de bajo contenido de carbono trefilado en frío	1200	33	0,75	44	8651
Wirand® FS4N	 Inorgánica	Alambre de acero de bajo contenido de carbono trefilado en frío	1200	33	0,60	55	13518
Wirand® FS7	 Inorgánica	Alambre de acero de bajo contenido de carbono trefilado en frío	1300	33	0,55	60	16087
FibroMac® 12	 Inorgánica	Multifilamento de polipropileno virgen	320-400	12	0,02		180.000.000 (por m³ de mezcla)
Ultrafiber® 500	 Orgánica Vegetal	Multifilamento de Celulosa virgen	90-130 ksi	02:01	0,02		1.450.000.000
MC1®	 Inorgánica	Fresado de laminas de acero	800	32	0,4*	32	7657

Tabla 2.11 - Elenco Maccaferri.

	Wirand® FF1	Wirand® FF3	Wirand® FS1	Wirand® FS3N	Wirand® FS4N	Wirand® FS7	FibroMac® 12	Ultrafiber® 500	MC1®
Propiedades cualitativas del hormigón fibroreforzado									
Ductilidad y Tenacidad	●●●●	●●●●●	●●●●●	●●	●●●●	●●●●●			●
Resistencia a la fatiga	●●	●●	●●●	●●●●	●●●●	●●●●			●
Resistencia al impacto	●●●●	●●●●	●●●●●	●●	●●●●	●●●●			●●●●
Permeabilidad	●●	●●	●●●	●●	●●	●●●●			●●●●
Control de Microfisuración	●	●	●●	●●	●●	●●	●●●●	●●●●	●●●●
Resistencia a la abrasión	●	●	●●●	●●	●●	●●●●			●●
Retracción a largo plazo	●●●●●	●●●●●	●●●●	●●	●●	●●●●			●●●●
Resistencia al fuego							●●●●	●●●●	

●●●●● Máximo desempeño ● Mínimo desempeño

Tabla 2.12 - Comportamiento cualitativo de las fibras Maccaferri.



indurama

MANUAL DE USUARIO DEL HORNO MICROONDAS

MICROONDAS
MWI-20BLP
MWI-20CRP



indurama

www.indurama.com

IMPORTANTE

Por favor lea estas instrucciones cuidadosamente antes de instalar u operar el horno.

Su microondas hace que cocinar sea más fácil que con una cocina convencional, siempre que se mantenga estas consideraciones en mente:

REVOLVER

Revuelva los alimentos, tales como guisos y verduras mientras cocina para distribuir el calor uniformemente. Los alimentos en el exterior del plato absorben más energía y se calientan más rápidamente, por lo que se deben revolver desde el exterior hacia el centro. El horno se apagará cuando se abra la puerta para revolver los alimentos.

UBICACIÓN

Ubique los alimentos de formas irregulares, como las piezas de pollo o chuletas, con las partes más gruesas hacia la parte externa del plato giratorio donde reciben más energía de microondas. Para evitar la cocción excesiva, coloque las zonas delicadas, como las puntas de los espárragos, hacia el centro del plato giratorio.

PROTECCIÓN

Proteja los alimentos con tiras delgadas de papel de aluminio para evitar la cocción excesiva. Las áreas que necesitan protección incluyen las puntas de las alas y los extremos de las patas de las aves, y las esquinas de las bandejas de horno cuadradas. Utilice sólo pequeñas cantidades de papel aluminio. Grandes cantidades pueden dañar su horno.

VOLTEAR

Voltee los alimentos a la mitad de la cocción para exponer todas las partes a la energía de microondas. Esto es especialmente importante con los alimentos grandes, tales como asados.

REPOSAR

Los alimentos cocinados en el microondas acumulan calor interno y continúan su cocción durante unos minutos después de que se ha detenido el calentamiento. Deje que los alimentos reposen para completar la cocción, especialmente alimentos como pasteles y verduras enteras. Los asados necesitan este tiempo para completar la cocción en el centro sin que se cosan demasiado las áreas externas. Todos los líquidos, como sopa o chocolate caliente, deben agitarse o revolverse cuando se completa la cocción. Deje que los líquidos reposen un momento antes de servir. Al calentar la comida del bebé, revuelva bien luego de retirarlos y compruebe la temperatura antes de servir.

ADICIONAR HUMEDAD

La energía de microondas se siente atraída por las moléculas de agua. El alimento que es irregular en el contenido de humedad debe ser cubierto o dejado en reposo para que el calor se disperse uniformemente. Agregue una pequeña cantidad de agua en los alimentos secos para ayudar a su cocción.

ESPECIFICACIONES

Potencia de entrada:	1200W
Potencia de salida:	700W
Frecuencia de operación:	2450 MHz
Dimensiones externas (alto x ancho x profundidad)	262mm x 452mm x 330mm
Dimensiones de la Cavity del Horno (alto x ancho x profundidad)	220mm x 315mm x 294mm
Capacidad del horno:	20 Litros
Uniformidad de la cocción:	Sistema gratorio
Peso Neto:	Aprox. 10.5 Kg
Voltaje y frecuencia:	220V ~ 60HZ

En esta sección se enumeran los utensilios que se pueden utilizar en el microondas, cuáles tienen un uso limitado por periodos cortos, y cuáles no deben utilizarse en el microondas.

RECOMENDADO

Plato de microondas para dorar: Utilícelo para dorar el exterior de cosas pequeñas, tales como filetes, chuletas, o panqueques. Siga las instrucciones proporcionadas con el plato para dorar.

Envoltura de plástico para microondas: Se usa para retener el vapor. Deje una pequeña abertura para que escape un poco de vapor y evite colocarla directamente sobre los alimentos.

Toallas de papel y servilletas: Úselas para calentar o cubrir por corto tiempo; éstos absorben el exceso de humedad y evitan las salpicaduras. No use toallas de papel reciclado, que pueden contener metal y pueden inflamarse.



DE USO LIMITADO

Papel de aluminio: Utilice tiras delgadas de papel de aluminio para evitar la cocción excesiva de las áreas expuestas. Usar demasiado papel de aluminio puede dañar su horno, así que tenga cuidado. Usted debe mantener una distancia de 1 pulgada (2.54 cm) entre el papel aluminio y la cavidad del horno.

Cerámica, porcelana y objetos de barro: Utilícelos si es que están etiquetados como "seguro para microondas". Si no lo están, haga una prueba con ellos para asegurarse de que se pueden utilizar de forma segura.

Plástico: Usé sólo los que llevan la etiqueta de "seguro para microondas". Otros plásticos pueden derretirse.



NO RECOMENDADO

Frascos de vidrio y botellas: El vidrio normal es demasiado delgado para ser utilizado en un microondas. Se puede romper y causar daños y lesiones.

Bolsas de papel: Constituyen un peligro de incendio, a excepción de las bolsas de pop corn de maíz que están diseñados para el uso de microondas.

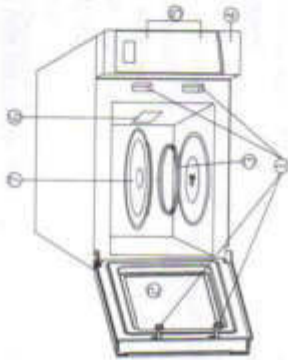
Platos y vasos de espuma de poliestireno: Estos pueden derretirse y dejar un residuo poco saludables en los alimentos.

Recipientes de almacenamiento y recipientes plásticos: Recipientes como envases de margarina pueden derretirse en el microondas.

Utensilios de metal: Estos pueden dañar su horno. Retire todo el metal antes de cocinar.

NOTA: Si desea comprobar si un plato es seguro para microondas, coloque el plato vacío en el horno y el microondas a ALTA potencia durante 30 segundos. Un plato que calienta demasiado no se debe utilizar.

NOMBRES DE LAS PARTES



1. Sistema de bloqueo de seguridad de la puerta
2. Ventana del horno
3. Anillo de rodillo
4. Botón de liberación de la puerta
5. Panel de control
6. Guía de onda (Por favor, no retire la placa de mica que cubre la guía de onda)
7. Bandeja de cristal

PANEL DE CONTROL

PANTALLA DEL MENÚ

Muestra el tiempo de cocción, la potencia, los indicadores y la hora actual.

BOTONES DE COCCIÓN RÁPIDA

Ajustes instantáneos para cocinar alimentos populares.

POTENCIA

Se usa para establecer los niveles de potencia de microondas.

COCINAR

Utilícelo para la cocción en etapas múltiples. Permita cocinar en configuraciones múltiples de energía y tiempo automáticamente.

TEMPORIZADOR

El temporizador funciona de manera independiente, incluso mientras un programa de cocción está en proceso.

COCINAR POR PESO

Cocción programada en función del peso de los alimentos.

DESCONGELAR POR PESO

Descongelación programada basada en el peso de los alimentos a descongelar.

DESCONGELADO RÁPIDO

Función de descongelamiento rápido que alterna entre el tiempo de descongelación y reposo para descongelar los alimentos de manera rápida y eficaz.

BOTONES NUMÉRICOS (0-9)

Toque para ajustar el tiempo o la cantidad.

RELOJ

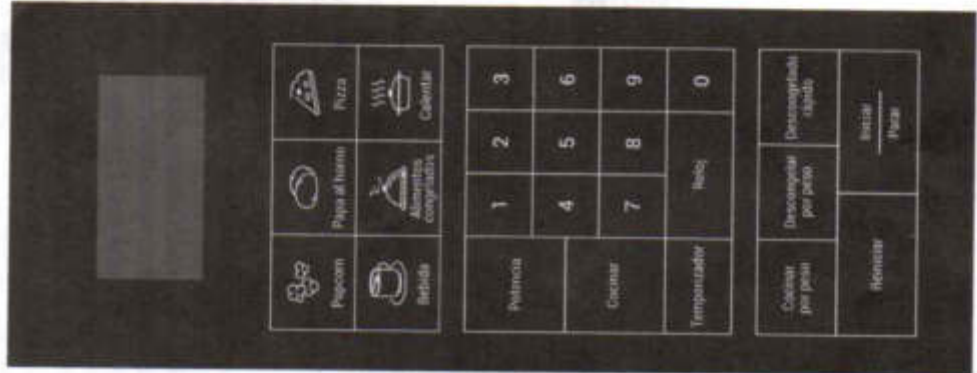
Toque para ajustar la hora del reloj.

REINICIAR

Toque para borrar todos los ajustes anteriores.

INICIAR / PARAR

Toque para iniciar o detener la cocción.



INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO

B. Cocción en dos etapas

Algunas recetas requieren diferentes etapas de cocción a diferentes temperaturas.

1. AJUSTE DE LA ETAPA 1:

Siga los pasos 1 y 2 de "Cocción en una etapa": NO TOQUE EL BOTÓN DE INICIAR / PARAR

2. AJUSTE DE LA ETAPA 2:

Pulse botón COCINAR, luego introduzca el tiempo de cocción adecuado y el nivel de potencia. (La mayoría de las recetas de 2 etapas utilizan una potencia más baja para la segunda etapa.)

3. Pulse el botón INICIAR / PARAR.

NOTA: Luego de que trascorra el tiempo total, el sistema generará un sonido de beep. El sonido de beep continuará cada dos minutos automáticamente hasta que se abra la puerta o se presione cualquier botón.

AJUSTE DEL TEMPORIZADOR

Por ejemplo: Supongamos que desea ajustar POP CORN luego de 10 segundos.

1. Pulse TEMPORIZADOR una vez
2. Ingrese 10 segundos utilizando las teclas numéricas "1"-"0".
3. Pulse INICIAR / PARAR.

NOTA:

- El tiempo máximo que se puede introducir es de 99 minutos y 99 segundos.
- La cuenta regresiva se puede visualizar durante 5 segundos antes de que el reloj o tiempo de cocción regrese a visualizarse.
- Pulse TEMPORIZADOR y luego pulse REINICIAR para cancelar el temporizador durante el proceso de sincronización.

DESCONGELADO RÁPIDO

1. Toque el botón DESCONGELADO RÁPIDO.
2. Introduzca el tiempo de descongelación deseado presionando las teclas numéricas correctas.
3. Pulse el botón INICIAR / PARAR.

SEÑALES DURANTE AJUSTES DEL HORNO

UNA SEÑAL: El horno acepta el ingreso.

DOS SEÑALES: El horno no acepta el ingreso, por favor revise y vuelva a intentarlo.

AJUSTE DEL RELOJ

1. Toque el botón RELOJ
2. Ubique los botones numéricos para programar la hora del reloj.
3. Toque el botón RELOJ de nuevo.

NOTA:

- Se trata de un reloj de 12 horas. Cuando el horno se enchufa por primera vez o al volver la energía después de un corte de energía, la pantalla mostrará ENTER CLOCK TIME (INGRESE LA HORA DEL RELOJ). Si usted prefiere no tener el reloj en la pantalla, toque REINICIAR.

AJUSTE DE PROGRAMAS DE COCCIÓN DEL MICROWAVE

A. Cocción en una etapa.

1. Utilice los botones numéricos para establecer el tiempo de cocción. El tiempo de cocción más largo es de 99 minutos y 99 segundos.
2. Si desea establecer un nivel de potencia que no sea 100% de potencia, toque el botón POTENCIA y, a continuación, utilice los botones numéricos para programar el nivel de potencia.
3. Toque el botón INICIAR / PARAR para iniciar la cocción. Utilice los dígitos para establecer el nivel de potencia de cocción:

Botón	Potencia de cocción	Botón	Potencia de cocción
1,0	100%	4	40%
9	90%	3	30%
8	80%	2	20%
7	70%	1	10%
6	60%	0	0%
5	50%		

ANEXO 15: Cuadro de valores para estadística

A.- Interpretación del Coeficiente de Correlación.

Valor	Significado
-1	Correlación negativa perfecta
-0.9	Correlación negativa muy fuerte
-0.75	Correlación negativa considerable
-0.5	Correlación negativa media
-0.25	Correlación negativa débil
-0.1	Correlación negativa muy débil
0	No existe correlación alguna entre las variables
0.1	Correlación positiva muy débil
0.25	Correlación positiva débil
0.5	Correlación positiva media
0.75	Correlación positiva considerable
0.9	Correlación positiva muy fuerte
1	Correlación positiva perfecta

Anexo 16: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
“DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACIÓN MEDIANTE INDUCCIÓN DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO-2021”						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICA E INSTRUMENTO
1. ¿Cuál es la influencia de la incorporación de fibras de acero a una mezcla asfáltica diseñado por el método Marshall en la auto reparación de fisuras, mediante la inducción de calor a través de microondas en la ciudad de Puno,2021?	1. Diseñar una mezcla asfáltica en caliente por el método Marshall adicionando fibras de acero, con la capacidad de auto reparación de fisuras induciéndole calor a través de microondas en la ciudad de Puno,2021.	1. Las fibras de acero influyen en mejorar la capacidad de auto reparación de fisuras del concreto asfáltico diseñado por el método Marshall mediante la inducción de calor a través de microondas en la ciudad de Puno,2021.	INDEPENDIENTE: Fibras de acero <u>Indicadores:</u> Porcentaje de Fibra de acero	Nivel de investigación: Exploratoria Diseño de investigación:	Población: la población lo conformaran todas las vías futuras que se puedan construir con este método en altitudes mayores a 3000 m.n.s.m. Muestra: Se añadió fibras de acero al diseño de mezcla asfáltica óptimo en una proporción de 0% ,2%, 4%, 6% y 8% 2%, 4%, 6% y 8% con respecto al bitumen y para el estudio se elaboraron 90 muestras, entra las cuales 15 especímenes	Fabricación de briquetas cilíndricas con medidas de 10.1cm diámetro y 6.3cm altura. luego se rompe los especímenes en la prensa Marshall, obteniendo la estabilidad y deformación del asfalto después de encontrar el valor óptimo de asfalto se procede a adicionar la fibra de acero en las siguientes proporciones; 0% ,2%, 4%, 6% y 8% las cuales pasan por 6 ciclos de auto reparación el cual consiste en meter un tiempo optimo en microondas de 700w los especímenes con fisuras inducidas
2. ¿Cuál es el porcentaje de fibras de acero que se debe añadir a la mezcla asfáltica convencional para que esta adquiera una mejor capacidad de auto reparación de fisuras induciéndole microondas en la ciudad de Puno,2021?	2. Establecer el porcentaje óptimo de fibras de acero para la mezcla asfáltica en caliente modificada con la capacidad de auto reparación de fisuras induciéndole microondas en la ciudad de Puno,2021.	2. El porcentaje óptimo de fibras de acero que se debe añadir es 4% a una mezcla asfáltica convencional la cual incrementa la capacidad de auto reparación de fisuras induciéndole microondas en la ciudad de Puno,2021.	DEPENDIENTE: Reparación de fisuras. <u>Indicadores:</u> • Ensayo de flexión de tres puntos. • Ensayo Marshall (Peso Específico, Estabilidad, Flujo y Porcentaje de Vacíos)	experimental		
3. ¿Cuál es el efecto al añadir diferentes porcentajes de fibras de acero al concreto asfáltico en las temperaturas superficiales de las muestras, induciendo calor a través de	3. Realizar el calentamiento a través de microondas las muestras de concreto asfáltico modificado en la ciudad de Puno,2021.	3. Las temperaturas superficiales de las muestras del concreto asfáltico modificado con diferentes porcentajes de fibras de acero incrementan gradualmente, después de ser sometidos a	INTERVINIENTE: Microondas			

<p>microondas en la ciudad de Puno,2021?</p> <p>4. ¿Cuál es el diseño óptimo de la mezcla asfáltica en caliente convencional utilizando el método Marshall en la ciudad de Puno,2021?</p> <p>5. ¿Qué balance se tiene al diseñar la mezcla asfáltica en caliente modificada con fibra de acero, tomando como base la mezcla asfáltica convencional óptimo, utilizando el método Marshall en la ciudad de Puno,2021?</p> <p>6. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos, requeridos para el diseño de una mezcla asfáltica en caliente en la ciudad de Puno,2021?</p>	<p>4. Diseñar una mezcla asfáltica en caliente óptimo con la dosificación adecuada de agregados y asfalto, usando el método Marshall en la ciudad de Puno,2021.</p> <p>5. Diseñar una mezcla asfáltica en caliente modificada con fibra de acero, tomando como base la mezcla asfáltica convencional optimo, a través del método Marshall en la ciudad de Puno,2021.</p> <p>6. Ejecutar ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos para la mezcla asfáltica en caliente en la ciudad de Puno,2021.</p>	<p>microondas en la ciudad de Puno,2021.</p> <p>4. El diseño óptimo de la mezcla asfáltica en caliente convencional utilizando el método Marshall se encuentra en el límite del 5% al 6% de cemento asfaltico en la ciudad de Puno,2021.</p> <p>5. La mezcla asfáltica en caliente modificada con fibra de acero óptimo no tiene una mejora significativa en las propiedades físicas y mecánicas en relación a la mezcla asfáltica convencional óptimo en la ciudad de Puno,2021.</p> <p>6. Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos cumplen con los parámetros requeridos en el M.T.C. y son aptas para el diseño de una mezcla asfáltica en caliente en la ciudad de Puno,2021.</p>	<p>Indicador:</p> <p>Variación de temperatura.</p>		<p>cilíndricas se utilizaron para el diseño de mezcla asfáltica convencional, 15 especímenes cilíndrica para el diseño de mezcla asfáltica modificada con fibras de acero y 60 unidades semicilíndricas para las pruebas de auto reparación de las fisuras.</p>	<p>individualmente para que posteriormente con esta inducción puedan ser reparadas dichas fallas.</p>
--	---	---	---	--	---	---

ANEXO 17: Especificaciones del termómetro infrarrojo

**TERMÓMETRO INFRARROJO DIGITAL PISTOLA DE TEMPERATURA
LÁSER SIN CONTACTO**



ESPECIFICACIONES

Marca	DEFLECTAIR
Características especiales	Sin Contacto
Color	Blanco
Rango de edad (descripción)	Adult
Material exterior	Glass
Tipo de pantalla	LCD
Tecnología de conectividad	Infrarrojo
Instrucciones de cuidado del producto	Limpiar
Recuento de unidades	1 Count
Fuente de alimentación	Funciona con batería

1. Rango de temperatura: -58.0 °F a 752.0 °F (-58°F a 752°F)
2. Precisión: ±1.41.0 °F o ±1.5%
3. Ajuste °C/°F
4. Resolución: 32.2 °F o 0.1°F
5. Temperatura de funcionamiento: 50.0-104.0 °F, Humedad: 10-90RH
6. Temperatura de almacenamiento: °F-104.0 °F
7. Tiempo de respuesta: ≤0.8 segundos
8. Relación punto a distancia: 12:1
9. Ajuste actual: 0.1-0.99 (valor de error de de°: 0.945, prueba diferentes materiales Simple y preciso)
10. Fuente de alimentación: 2 baterías de 1.5V
11. Retroiluminación
- 12 Fuente de alimentación automática en 10 segundos °F
13. Usos: termómetro industrial, temperatura de la superficie de la carne, temperatura de la superficie del objeto, etc.

FOR PRECISELY AIMING
Farther the target, greater the temperature test area

Distance (D) to Spot Size (S)
D : S = 12 : 1

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

"SENAMHI ÓRGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLÓGICO
NACIONAL AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIAL ECONÓMICO DEL PAÍS"

ESTACIÓN : CO PUNO
 LATITUD : 15° 49' 34.5" W
 LONGITUD : 70° 0' 43.5" S
 ALTITUD : 3812 msnm
 PARÁMETROS : Temperatura máxima diaria (°C)

DEPARTAMENTO : Puno
 PROVINCIA : Puno
 DISTRITO : Puno
 FRECUENCIA : Día/año/mes


TEMPERATURA MÁXIMA DIARIA - 1998

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	12.8	16.4	15.8	14.0	16.0	13.4	11.4	14.8	13.8	17.4	17.2	17.6
2	13.2	12.8	16.2	15.8	13.8	13.8	12.3	14.4	16.0	17.6	18.0	17.4
3	12.6	12.4	16.0	16.2	14.8	15.4	13.6	14.8	12.0	20.4	15.6	16.2
4	12.2	13.6	14.8	15.4	13.5	13.5	13.4	13.7	10.2	18.4	17.2	15.6
5	12.8	14.8	14.4	15.0	14.2	13.1	15.0	13.6	13.0	20.1	15.8	13.4
6	12.2	14.2	15.0	14.0	13.0	14.8	16.9	12.6	16.2	17.4	14.7	14.7
7	11.6	12.6	14.8	13.9	13.8	13.6	11.4	14.0	16.2	16.3	16.6	11.9
8	11.5	12.0	12.6	14.8	14.8	13.8	14.8	14.1	15.0	14.8	15.8	16.8
9	13.0	15.0	15.3	14.2	12.0	14.2	16.8	14.2	12.0	15.4	15.4	16.0
10	12.5	13.8	13.8	15.2	13.8	12.4	12.7	13.8	13.0	16.5	15.6	13.6
11	12.0	13.8	13.1	14.2	13.6	14.3	15.0	15.2	15.2	15.2	19.4	15.0
12	14.8	13.2	14.2	14.8	13.2	13.8	15.6	11.8	15.8	16.1	17.5	14.8
13	15.2	13.6	12.8	15.0	13.8	13.2	17.4	13.3	13.9	16.0	17.6	9.8
14	15.6	11.8	13.2	13.6	13.0	15.7	16.0	14.0	15.2	16.5	18.4	13.2
15	12.5	13.1	12.7	12.6	13.4	13.2	12.8	14.8	11.2	17.5	18.2	14.4
16	12.4	13.2	15.2	14.8	14.6	11.0	15.0	13.4	16.2	17.1	19.0	15.7
17	13.2	13.8	13.2	14.0	14.2	12.0	13.8	14.0	14.8	17.8	18.2	15.1
18	12.8	14.6	12.2	15.0	14.1	14.0	13.8	13.2	15.2	17.8	18.0	14.4
19	13.2	12.0	13.4	14.2	12.5	15.6	15.8	13.2	14.0	17.6	16.8	16.2
20	14.6	13.2	13.3	14.4	15.2	12.1	15.8	18.2	14.8	16.0	16.0	16.8
21	10.6	15.7	14.0	16.1	15.0	10.5	15.2	18.8	14.0	14.3	18.0	17.2
22	13.8	14.2	13.6	16.5	13.2	10.0	13.5	17.3	14.2	14.2	16.8	17.0
23	13.7	12.7	14.6	14.0	15.2	10.2	13.6	16.2	15.8	14.4	17.2	19.0
24	14.2	13.3	12.2	16.8	13.0	12.3	14.2	19.0	15.0	15.7	17.4	19.4
25	14.3	12.6	12.0	13.6	15.2	13.0	14.6	16.6	16.0	15.8	18.6	16.8
26	13.0	13.5	12.4	14.7	13.2	11.8	14.4	12.0	15.4	15.6	17.6	17.2
27	12.2	13.2	11.6	12.8	13.8	15.6	14.4	16.4	16.8	13.6	18.4	15.8
28	14.0	13.0	12.9	14.8	13.8	13.4	14.0	15.8	17.0	15.0	19.2	17.2
29	12.4	14.0	14.3	14.2	13.8	14.4	13.2	14.4	17.1	14.6	18.6	17.4
30	13.0	S/D	13.2	14.1	14.3	12.5	13.5	13.0	18.8	16.5	16.0	17.0
31	14.6	S/D	13.4	S/D	11.8	S/D	14.4	14.4	-999	17.4	-999	16.6

S/D: SIN DATOS

-999: SIN DATO

INFORMACIÓN PROCESADA PARA : JULIO CARLOS GONZALES QUISPE
 COMPROBANTE DE PAGO : FACTURA ELECTRÓNICA EB01-758
 FECHA DE EMISIÓN : 17 DE NOVIEMBRE DE 2023


 Ricardo Hinojosa Paredes
 ASISTENTE HIDROMETEOROLÓGICO
 Dirección Zonal 13 - SENAMHI
 ELABORADO POR


 Ing. Sixto Flores Sancho
 DIRECTOR ZONAL 13
 SENAMHI - PUNO
 V°B°

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

“SENAMHI ÓRGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLÓGICO NACIONAL AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIAL ECONÓMICO DEL PAÍS”

ESTACIÓN : CO PUNO
 LATITUD : 15° 49' 34.5" W
 LONGITUD : 70° 0' 43.5" S
 ALTITUD : 3812 msnm
 PARÁMETROS : Temperatura mínima diaria (°C)

DEPARTAMENTO : Puno
 PROVINCIA : Puno
 DISTRITO : Puno
 FRECUENCIA : Día/año/mes

TEMPERATURA MÍNIMA DIARIA - 1972												
DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	6.8	5.2	7.4	4.8	2.4	0.6	-1.0	-4.0	3.6	1.0	1.8	4.0
2	6.6	9.0	5.2	6.0	-0.4	-2.0	-1.8	-4.8	2.6	1.0	-1.8	2.6
3	7.0	7.0	4.6	7.0	0.8	-2.0	-2.0	-4.2	0.8	2.6	0.4	5.0
4	7.0	7.0	5.0	3.8	3.0	-2.0	-2.0	-2.2	-1.4	1.4	-0.8	3.8
5	6.8	8.4	6.0	0.8	1.6	-1.8	-1.4	-1.6	1.4	2.0	1.2	5.6
6	7.6	6.6	5.0	3.0	0.6	-2.0	-2.0	-2.8	4.0	4.0	1.6	8.0
7	7.4	7.8	5.0	1.6	0.2	-1.0	-1.0	-3.6	0.0	3.0	4.6	4.6
8	6.6	7.4	4.6	2.4	-0.4	-0.6	-1.2	0.4	-1.4	2.8	4.0	4.4
9	6.6	7.0	4.6	4.0	-0.2	0.2	-0.8	-1.6	-4.2	2.6	3.8	4.0
10	7.0	6.0	6.4	4.4	-0.4	0.0	-1.0	-0.6	-1.0	3.8	3.8	6.0
11	7.0	5.0	7.4	4.4	0.6	-3.4	-3.4	1.6	-1.8	1.8	5.0	3.6
12	5.8	5.0	5.8	5.0	1.0	0.0	-0.2	2.8	-0.4	2.8	3.0	4.8
13	7.4	6.6	6.6	6.8	2.0	-1.0	-2.6	2.8	0.0	6.2	5.0	4.6
14	6.6	6.6	6.8	7.8	-1.4	1.0	-3.4	0.6	2.4	7.0	4.8	6.6
15	6.4	6.0	5.0	7.0	-3.0	1.8	-4.8	-0.4	2.0	2.4	6.8	7.0
16	5.6	8.0	5.6	4.0	-3.4	1.0	-3.6	1.6	1.0	0.0	5.6	7.0
17	6.0	7.0	6.0	1.4	-2.4	0.0	-3.4	-0.8	2.6	1.8	4.4	6.4
18	6.0	5.6	5.0	3.0	-2.6	-1.2	-3.0	0.4	0.4	4.0	6.0	7.8
19	7.6	6.0	6.2	2.0	-2.0	-3.0	-2.0	0.4	0.2	4.6	6.0	6.8
20	6.4	5.6	5.2	3.6	-1.0	-2.4	-1.4	0.4	-1.2	5.6	6.4	7.0
21	6.2	6.4	6.6	2.2	-1.8	-1.0	-0.8	4.0	0.0	3.6	6.4	6.8
22	8.0	7.0	4.8	6.0	-1.6	2.8	-0.8	2.8	2.0	4.0	7.2	6.0
23	6.8	6.0	5.4	1.6	-0.6	5.0	-1.0	2.8	1.0	4.6	5.6	3.8
24	7.0	6.2	5.0	2.4	-0.2	4.0	-1.4	1.2	4.0	5.8	5.8	6.6
25	6.8	5.0	5.0	2.8	1.6	1.8	-1.2	1.6	3.0	5.4	3.6	6.0
26	6.8	5.0	5.2	3.0	-1.0	-1.0	-0.4	1.0	4.2	2.0	6.6	4.6
27	6.2	4.2	5.4	0.4	-1.4	-1.4	-2.0	3.4	2.0	3.4	4.0	5.6
28	7.0	7.4	4.2	0.0	0.2	1.2	-2.4	1.2	3.6	3.0	4.0	6.4
29	6.0	S/D	4.6	0.0	1.0	0.6	-1.4	1.2	1.0	4.8	5.6	6.4
30	7.4	S/D	4.8	0.8	-2.4	0.8	-1.2	1.6	0.4	3.8	5.4	4.4
31	5.4	S/D	5.4	-999	-1.4	-999	-0.2	2.0	-999	4.0	-999	6.8

S/D: SIN DATOS

-999: SIN DATO

INFORMACIÓN PROCESADA PARA : JORGE LUIS ROMERO VALERO
 COMPROBANTE DE PAGO : FACTURA ELECTRÓNICA EB01-759
 FECHA DE EMISIÓN : 17 DE NOVIEMBRE DE 2023

Ricardo Hinostroza Paredes
 ASISTENTE HIDROMETEOROLÓGICO
 Dirección Zonal 13 - SENAMHI

ELABORADO POR

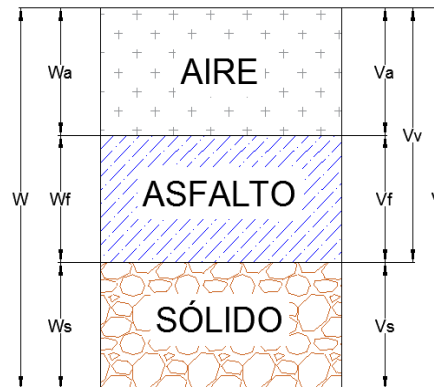
Ing. Sixto Flores Sancho
 DIRECTOR ZONAL 13
 SENAMHI - PUNO

V°B°

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

ANEXO 19: Ecuaciones y procedimientos de cálculos del diseño Marshall

Partiremos de la gráfica siguiente entendiendo la mezcla como un cuerpo que contiene aire, asfalto y sólidos (conformado por los agregados pétreos).



Peso de la muestra: $W = W_s + W_f$

Volumen total de los vacíos de la mezcla $V = V_s + V_f + V_a$

Peso específico del concreto asfáltico: $\gamma_f = W_f / V_f$

Peso específico de los sólidos: $\gamma_s = W_s / V_s$

Gravedad específica del asfalto: $G_f = \gamma_f / \gamma_f$

Gravedad específica de los sólidos: $G_s = \gamma_s / \gamma_s$

$G =$ Gravedad específica de la muestra $= \frac{\gamma_{muestra}}{\gamma_w}$

$$\gamma_{muestra} = \frac{W_s + W_f}{V} = \frac{W_s + W_f}{V_s + V_f + V_a}$$

FORMULA GRAVEDAD ESPECIFICA BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA

$$G = \frac{\gamma_{muestra}}{\gamma_w}$$

$$\gamma_{muestra} = \frac{W_s + W_f}{V_s + V_f + V_a} = \frac{W_s + W_f}{V}$$

Reemplazamos en la siguiente ecuación

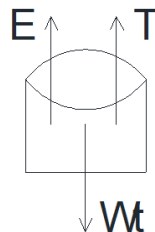
$$G = \frac{\gamma_{muestra}}{\gamma_w} = \frac{\frac{W_s + W_f}{V}}{\gamma_w} = \frac{W_s + W_f}{V * \gamma_w}$$

En la siguiente ecuación aumentamos $W_s + W_f + W_w$ y disminuimos $-(W_s + W_f + W_w)$, no varía en nada.

$$G = \frac{W_s + W_f}{W_s + W_f + W_w - W_s - W_f - W_w + V * \gamma_w}$$

Le damos forma factorizamos la siguiente ecuación:

$$G = \frac{W_s + W_f}{W_s + W_f + W_w - (W_s + W_f + W_w - V * \gamma_w)}$$



Equilibrio de fuerzas de una masa sumergida en agua

E: Empeje del agua

T: tensión = peso de la muestra sumergida en agua

W_t = Peso total de la muestra, pesado al aire

$$W_t = E + T$$

$$T = W_t - E$$

T = Peso de la muestra sumergida

$$E = \gamma_w * V_{Total} = \gamma_w * (V_s + V_f + V_w) = \gamma_w * (V)$$

Reemplazamos en la formula:

Peso de la muestra seca pesada al aire = $W_s + W_f$

Peso de la muestra saturada superficialmente seca = $W_s + W_f + W_w$

Peso de la muestra sumergida en agua = $W_s + W_f + W_w - \gamma_w * (V)$

$$G = \frac{W_s + W_f}{W_s + W_f + W_w - (W_s + W_f + W_w - \gamma_w * (V))}$$

Reemplazamos:

Gravedad especifica Bulk de la muestra

$$G_{mb} = \frac{W_D}{W_{SSD} - W_{sumergida}}$$

FORMULA GRAVEDAD ESPECIFICA TEÓRICA MÁXIMA (Rice)

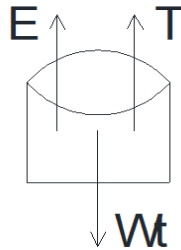
$$G = \frac{\gamma_{muestra}}{\gamma_w}$$

$\gamma_{muestra} = W_s + W_f$; reemplazamos en la siguiente formula:

$$G = \frac{\gamma_{muestra}}{\gamma_w} = \frac{W_s + W_f}{V_s + V_f} = \frac{W_s + W_f}{(V_s + V_f) * \gamma_w}$$

$$G = \frac{W_s + W_f}{\frac{W_s}{V_w} * (V_s + V_f) + \frac{W_s}{V_w} * V_w - W_w}$$

$$G = \frac{W_s + W_f}{\gamma_w * (V_s + V_v) - W_w}$$



Equilibrio de fuerzas de una masa sumergida en agua

E: Empeje del agua

T: tensión = peso de la muestra sumergida en agua

W_t = Peso total de la muestra, pesado al aire

$$W_t = E + T$$

$$T = W_t - E$$

T = Peso de la muestra sumergida

$$E = \gamma_w * V_{Total} = \gamma_w * (V_s + V_f + V_w) = \gamma_w * (V)$$

$$G = \frac{W_s + W_f}{W_s + W_f - (W_s + W_f + W_w - \gamma_w * (V))}$$

Reemplazamos en la formula:

$$A = \text{Peso de la muestra seca en el aire, en (gr)} = W_s + W_f$$

$$C = \text{Peso de la muestra sumergida en agua} = W_s + W_f + W_w - \gamma_w * (V)$$

$$G_{mm} = \frac{A}{A-C}$$

FORMULA VACÍOS DE AIRE EN LA MEZCLA COMPACTADA (V_a)

$$\text{Porcentaje de vacios en la mezcla compactada} = \frac{V_a}{V_s + V_f + V_a} * 100$$

Aumentamos $V_s + V_f$ y disminuimos $-(V_s + V_f)$, no varia en nada la ecuación y multiplicamos

$(V_s + V_f)$ y dividimos $(V_s + V_f)$, no varía en nada, quedando así:

$$V_a = 100x \frac{\frac{V_s + V_f + V_a - V_s - V_f}{(V_s + V_f)(V_s + V_f + V_a)}}{\frac{1}{(V_s + V_f)}}$$

En la ecuación multiplicamos γ_w y dividimos γ_w

$$V_a = 100x \frac{\left(\frac{1}{\gamma_w * (V_s + V_f)} - \frac{1}{\gamma_w * (V_s + V_f + V_a)} \right)}{\frac{W_s + W_f}{\gamma_w * (V_s + V_f)}}$$

En la siguiente ecuación reemplazamos $V_s + V_f + V_a = V$

$$V_a = 100x \frac{\left(\frac{W_s + W_f}{\gamma_w * (V_s + V_f)} - \frac{W_s + W_f}{\gamma_w * (V)} \right)}{\frac{W_s + W_f}{\gamma_w * (V_s + V_f)}}$$

Reconocemos las ecuaciones y las reemplazamos:

$$G_{mb} = \text{Gravedad Específica bulk del espécimen compactado: } \frac{W_s + W_f}{\gamma_w (V_s + V_f)}$$

$$G_{mm} = \text{Gravedad Específica teórica máxima de la mezcla: } \left(\frac{W_s + W_f}{\gamma_w (V)} \right)$$

$$V_a = 100x \left(\frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right)$$

GRAVEDAD ESPECIFICA BULK DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS

$$G = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

Reemplazamos γ_s por $\frac{W_s}{V_s}$ las dos ecuaciones son equivalente, no varía en nada

$$G = \left(\frac{W_s}{V_s} \right) \frac{1}{\gamma_w}$$

Sumamos y restamos V_f no variando en nada

$$G = \frac{W_s}{\gamma_w (V_s + V_f - V_f)}$$

Estos dos valores son iguales $\frac{W_f}{\gamma_f} = V_f$, reemplazamos en la ecuación:

$$G = \frac{W_s}{\gamma_w (V_s + V_f - \frac{W_f}{\gamma_f})}$$

Multiplicamos $W_f + W_s$ y dividimos $W_f + W_s$ no variando en nada:

$$G = \frac{\frac{W_s}{W_f + W_s}}{\frac{\gamma_w}{W_f + W_s} \left((V_s + V_f) - \frac{W_f}{\gamma_f} \right)}$$

Sumamos W_f y restamos W_f no varía en nada, y multiplicamos el denominador:

$$G = \frac{\frac{W_s + W_f - W_f}{W_f + W_s}}{\frac{\gamma_w (V_s + V_f)}{W_f + W_s} - \frac{\gamma_w W_f}{\gamma_f * (W_f + W_s)}}$$

Dividimos los factores y le damos forma:

$$G = \frac{1 - \frac{W_f}{W_f + W_s}}{\frac{\frac{1}{\frac{W_s + W_f}{\gamma_w(V_s + V_f)}} - \frac{W_f}{W_f + W_s}}{\frac{\gamma_f}{\gamma_w}}}$$

G_{se} = Gravedad específica bulk de la combinación de agregados

P_b = Contenido de asfalto, en porcentaje del peso total de la mezcla = $\frac{W_f}{W_f + W_s}$

G_b = Gravedad específica del cemento asfáltico = $\frac{\gamma_f}{\gamma_w}$

G_{mm} = Gravedad específica teórica máxima del concreto asfáltico = $W_s + W_f \gamma_w (V_s + V_f)$

Reemplazamos y queda demostrada la ecuación:

$$G_{se} = \frac{1 - P_b}{\frac{1}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}}$$

GRAVEDAD ESPECIFICA BULK DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS

$G_s = \frac{\gamma_{solidos}}{\gamma_w}$ en este caso la muestra solo es agregado mineral o solidos

$$\gamma_{solidos} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}$$

Reemplazamos $\gamma_{solidos}$ en G_s

$$G_s = \frac{(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)}{(V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n) * \gamma_w}$$

Ambas ecuaciones son iguales, solo se debe simplificar

$$(V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n) = \left(\frac{P_1}{\frac{P_1}{V_1}} + \frac{P_2}{\frac{P_2}{V_2}} + \frac{P_3}{\frac{P_3}{V_3}} + \dots + \frac{P_n}{\frac{P_n}{V_n}} \right)$$

$$G_s = \frac{(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)}{\gamma_w \left(\frac{P_1}{\frac{P_1}{V_1}} + \frac{P_2}{\frac{P_2}{V_2}} + \frac{P_3}{\frac{P_3}{V_3}} + \dots + \frac{P_n}{\frac{P_n}{V_n}} \right)}$$

Reemplazamos $\frac{P_1}{V_1}$ por γ_1 para cada uno de lo peso especificos

$$G_s = \frac{1}{\frac{\gamma_w}{(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)} * (\frac{P_1}{\gamma_1} + \frac{P_2}{\gamma_2} + \frac{P_3}{\gamma_3} + \dots + \frac{P_n}{\gamma_n})}$$

En el denominador multiplicamos cada factor

$$G_s = \frac{1}{\frac{\gamma_w * P_1}{\gamma_1(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)} + \frac{\gamma_w * P_2}{\gamma_2(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)} + \frac{\gamma_w * P_3}{\gamma_3(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)} + \dots + \frac{\gamma_w * P_n}{\gamma_n(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)}}$$

Acomodamos la ecuación, quedando así:

$$G_s = \frac{1}{\frac{\frac{P_1}{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}}{\frac{\gamma_1}{\gamma_w}} + \frac{\frac{P_2}{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}}{\frac{\gamma_2}{\gamma_w}} + \frac{\frac{P_3}{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}}{\frac{\gamma_3}{\gamma_w}} + \dots + \frac{\frac{P_n}{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}}{\frac{\gamma_n}{\gamma_w}}}}$$

Promedios para cada uno de los porcentajes:

$$\text{Promedio del agregado 1} = \frac{P_1}{(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)}$$

$$\text{Promedio del agregado 2} = \frac{P_2}{(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)}$$

$$\text{Promedio del agregado 3} = \frac{P_3}{(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)}$$

$$\text{Promedio del agregado n} = \frac{P_n}{(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)}$$

La suma de los promedios es igual a 1

Gravedades específicas para cada agregado:

$$G_1 = \frac{\gamma_1}{\gamma_w}$$

$$G_2 = \frac{\gamma_2}{\gamma_w}$$

$$G_n = \frac{\gamma_n}{\gamma_w}$$

Reemplazamos en la ecuación

$$G_s = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \frac{P_3}{G_3} + \dots + \frac{P_n}{G_n}}$$

FÓRMULA DE VACÍOS EN EL AGREGADO MINERAL

$$\frac{V_s + V_f + V_a}{V_s + V_f + V_a} = 1$$

$$\frac{V_s + V_f + V_a}{V} = 1$$

$$\frac{V_s}{V} + \frac{V_f}{V} + \frac{V_a}{V} = 1$$

Hallamos los vacíos en el agregado mineral despejamos como se ve en la siguiente ecuación:

$$\frac{V_f}{V} + \frac{V_a}{V} = 1 - \frac{V_s}{V}$$

Porcentaje de vacíos en el agregado mineral, se multiplica por 100

$$\text{VMA} = 100 * \left(1 - \frac{V_s}{V}\right)$$

A la ecuación le multiplicamos por W_s y lo dividimos por W_s , no varía en nada

$$\text{VMA} = 100 * \left(1 - \frac{\frac{W_s}{W_s}}{\frac{W_s}{W_s}}\right)$$

Recordemos a que es igual el peso específico $\frac{W_s}{V_s} = \gamma_s$ y lo reemplazamos en la ecuación:

$$\text{VMA} = 100 * \left(1 - \frac{W_s}{\gamma_s V}\right)$$

En la ecuación sumamos W_f y restamos W_f

$$\text{VMA} = 100 * \left(1 - \frac{W_s - W_f + W_f}{\gamma_s V}\right)$$

Factorizamos los negativos y dividimos cada factor según nuestra conveniencia

$$\text{VMA} = 100 * \left(1 - \left(\frac{W_s + W_f}{\gamma_s V}\right) + \frac{W_f}{\gamma_s V}\right)$$

En las ecuaciones multiplicamos γ_w y dividimos γ_w las cuales no varían

$$\text{VMA} = 100 * \left(1 - \left(\frac{\frac{W_s + W_f}{\gamma_s V}}{\frac{\gamma_w}{\gamma_w}}\right) + \frac{\frac{W_f}{\gamma_s V}}{\frac{\gamma_w}{\gamma_w}}\right)$$

Factoricemos $\frac{\gamma_s}{\gamma_w}$ y multipliquemos $W_s + W_f$ y dividimos $W_s + W_f$, no varia en nada la ecuación:

$$\text{VMA} = 100 * \left(1 + \frac{\gamma_w}{\gamma_s} * \left(-\left(\frac{W_s + W_f}{\gamma_w V}\right) + \left(\frac{W_s + W_f}{\gamma_w V}\right) * \left(\frac{W_f}{W_s + W_f}\right)\right)\right)$$

Factorizamos $\left(\frac{W_s + W_f}{\gamma_w V}\right)$ en la ecuación:

$$VMA = 100 * \left(1 - \frac{\left(\frac{W_s + W_f}{\gamma_w V} \right) * \left(1 - \frac{W_f}{W_f + W_s} \right)}{\frac{\gamma_s}{\gamma_w}} \right)$$

En las demostraciones anteriores reconocemos las ecuaciones:

VMA = Vacíos en el agregado mineral

$$Gsb = \text{Gravedad específica bulk del agregado} = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

$$Gmb = \text{Gravedad específica bulk de la mezcla compactada} = \frac{W_s + W_f}{\gamma_w V}$$

$$Pb = \text{Contenido de asfalto, porcentaje del peso total de la mezcla} = \frac{W_f}{W_f + W_s}$$

De esta manera está demostrado la ecuación de Vacíos en el agregado mineral

$$VMA = 100 * \left(1 - \frac{Gmb * (1 - Pb)}{Gsb} \right)$$

CÁLCULOS DEL DISEÑO MARSHALL

PARA: 5.0% DE ASFALTO

1 CÁLCULOS PRELIMINARES PARA EL DISEÑO.

1.1 Cálculo de los volúmenes de los especímenes

Especimen M1:

1.1.1 Diámetro del espécimen M1

$$\begin{array}{l} D1 = 101.3 \\ D2 = 101.5 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} D1 \\ D2 \end{array}} \right\} \text{Dprom (mm)} = 101.4$$

1.1.2 Espesor del espécimen M1

$$\begin{array}{l} E1 = 65.1 \\ E2 = 65.9 \\ E3 = 65.7 \\ E4 = 65.5 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} E1 \\ E2 \\ E3 \\ E4 \end{array}} \right\} \text{Eprom (mm)} = 65.6$$

1.1.3 Volumen del espécimen M1

$$vol. = \pi * r^2 * E$$

$$vol. = (3.1415) * \left(\frac{101.4}{2}\right)^2 * (65.6)$$

$$vol. = 529.3 \text{ cm}^3$$

1.1.4 Factor de corrección según el volumen del espécimen

Para $vol. = 529.3 \text{ cm}^3$ según tabla de "corrección de la estabilidad Marshall" es $F = 0.96$

CORRECCIÓN DE LA ESTABILIDAD MARSHALL		
Volumen de probeta (cm ³)	Espesor aprox. (mm)	Factor de corrección
509 - 522	63.5	1
523 - 535	65.1	0.96
536 - 546	66.7	0.93
547 - 559	68.3	0.89

1.1.5 *Resumen de los volúmenes y factores de corrección para la estabilidad Marshall.*

Espécimen	Volumen (cm ³)	Factor de corrección de estabilidad
M1	529.35	0.96
M2	528.08	0.96
M3	526.00	0.96

1.2 **Estabilidad y Flujo**

Espécimen M1:

1.2.1 *Lectura del micrómetro para Estabilidad = 256*

según tabla de calibración del equipo Marshall: Estabilidad = 850.31 kg.

$$\text{Estabilidad corregida} = (\text{estabilidad}) * (\text{factor de corrección})$$

$$\text{Estabilidad corregida para M1} = (850.31 \text{ kg}) * (0.96)$$

$$\text{Estabilidad corregida para M1} = 816.30 \text{ kg}$$

Resumen:

Espécimen	Estabilidad (Kg)	Factor de corrección	Estabilidad corregida (Kg)	Estabilidad (prom)
M1	850.31	0.96	816.3	
M2	780.10	0.96	748.9	754.2
M3	726.56	0.96	697.5	

1.2.2 *Lectura del micrómetro para Flujo = 2.5 mm*

Lectura del dial de flujo expresado en mm

$$\text{flujo para M1} = (2.5\text{mm}) / (0.25)$$

$$\text{flujo para M1} = 10$$

Según la norma MTC E 504 el resultado se expresa en 0.25mm o 0.01” por esto a la lectura del dial se divide entre 0.25

Resumen:

Espécimen	Lectura del micrómetro de flujo	FLUJO	PROMEDIO
M1	2.5	10.0	
M2	2.7	10.8	10.13
M3	2.4	9.60	

1.3 Gravedad específica compactada

Espécimen M1:

- Masa al aire del espécimen seco: = (Ws) = 1189 gr.
- Masa al aire del espécimen saturado superficialmente seco: = (Wsss) = 1190 gr.
- Masa del espécimen sumergido en agua: = (W sumergido) = 661 gr.

$$Gbm = \frac{Ws}{Wsss - Wsumergido}$$

$$Gbm = \frac{1189}{1190 - 661}$$

$$Gbm = 2.248$$

Resumen:

Espécimen	Gmb	Gmb(prom)
M1	2.248	
M2	2.247	2.251
M3	2.257	

1.4 Gravedad específica teórica máxima (RICE)

Espécimen M1:

- Masa de la muestra seca en aire = **A** = 1592 gr.
- Masa del recipiente + muestra = **B** = 5304 gr.
- Masa de tapa y tazón = **C** = 3712 gr.
- Masa de tapa y tazón con agua = **D** = 8009 gr.
- Masa de tapa y tazón + agua + muestra después del vacío parcial = **E** = 8940 gr.

$$Gmm = \frac{A}{A + D - E}$$

$$Gmm = \frac{1592}{1592 + 8009 - 8940}$$

$$Gmm = 2.408$$

Resumen:

Espécimen	Gmm	Gmm(prom)
M1	2.408	
M2	2.410	2.41

2 CÁLCULOS PARA GRÁFICOS DE DISEÑO MARSHALL

2.1 Gravedad específica de los agregados

Agregados	Gravedad específica Gm	
{ agregado grueso	=	2.454
{ arena chancada	=	2.485
{ arena natural filler	=	2.573
{ filler	=	3.15

Resultados de ensayos de agregados pétreos (G1, G2...).

De las especificaciones técnicas del cemento portland tipo I.
Fuente: ficha técnica de cemento YURA

2.2 Datos generales de los agregados

2.2.1 Dosificación de agregados

Agregado Grueso	P1	=	28.00 %
Arena chancada	P2	=	42.00 %
Arena natural	P3	=	26.00 %
filler	P4	=	4.00 %
	TOTAL		100 %

Dosificación de los agregados combinados que cumplen la granulometría para el MAC-2

2.2.2 Gravedad específica del asfalto

$G_b = 1.0254$	Datos obtenidos de las especificaciones técnicas del asfalto Fuente: Petroperú - 20/08/2022
----------------	--

2.2.3 Gravedad específica del agregado

$$G_{sb} = \frac{P1 + P2 + P3 + P4}{\frac{P1}{G1} + \frac{P2}{G1} + \frac{P3}{G2} + \frac{P4}{G3}}$$
$$G_{sb} = \frac{28 + 42 + 26 + 4}{\frac{28}{2.454} + \frac{42}{2.485} + \frac{26}{2.573} + \frac{4}{3.5}}$$

$$G_{sb} = 2.520$$

2.3 Cálculos para los gráficos Marshall

2.3.1 Composición de en % del espécimen

% de Asfalto	(Pb)	= 5.0 %
% de Agregado	(Ps)	= 95.0 %
% Total	(Pmm)	= 100.0 %

2.3.2 Gravedad específica efectiva del agregado

$$Gse = \frac{Pmm - Pb}{\frac{Pmm}{Gmm} + \frac{Pb}{Gb}}$$
$$Gse = \frac{100 - 5}{\frac{100}{2.409} + \frac{5}{1.0254}}$$

$$Gse = 2.593$$

2.3.3 Absorción del asfalto

$$Pba = 100 * \frac{Gse - Gsb}{Gsb * Gse} * Gb$$
$$Pba = 100 * \frac{2.593 - 2.520}{2.520 * 2.593} * 1.0254$$

$$Pba = 1.16 \%$$

2.3.4 Contenido de asfalto efectivo

$$Pbe = Pb - (Pba * \frac{Ps}{100})$$
$$Pbe = 5 - (1.16 * \frac{95}{100})$$

$$Pbe = 3.90 \%$$

2.3.5 Porcentaje de vacío de aire

$$Va = 100 * \left(\frac{Gmm - Gmb}{Gmm} \right)$$

$$Va = 100 * \left(\frac{2.409 - 2.251}{2.409} \right)$$

$$Va = 6.58 \%$$

2.3.6 Porcentaje de vacíos del agregado

$$VMA = 100 - \left(Gmb * \frac{Ps}{Gsb} \right)$$

$$VMA = 100 - \left(2.251 * \frac{95}{2.520} \right)$$

$$VMA = 15.15 \%$$

2.3.7 Porcentaje de vacíos llenados con asfalto

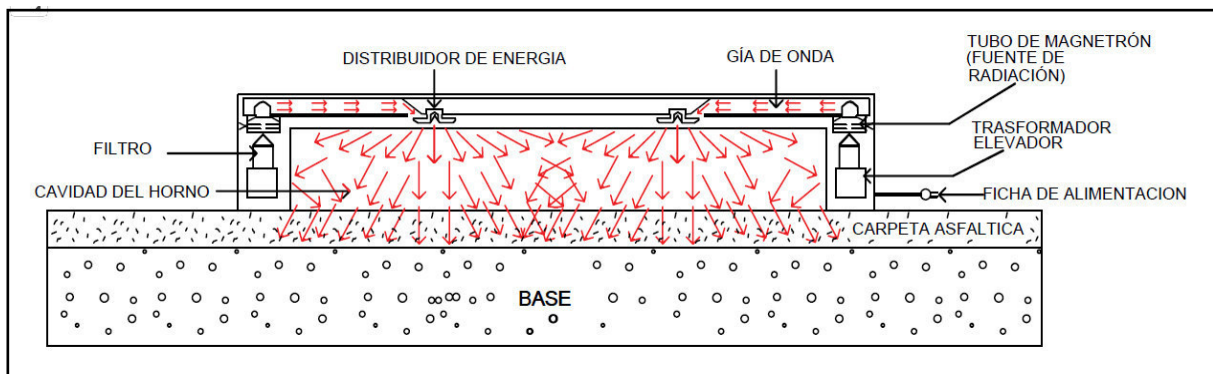
$$VFA = 100 * \left(\frac{VMA - Va}{VMA} \right)$$

$$VMA = 100 - \left(15.15 * \frac{6.58}{15.15} \right)$$

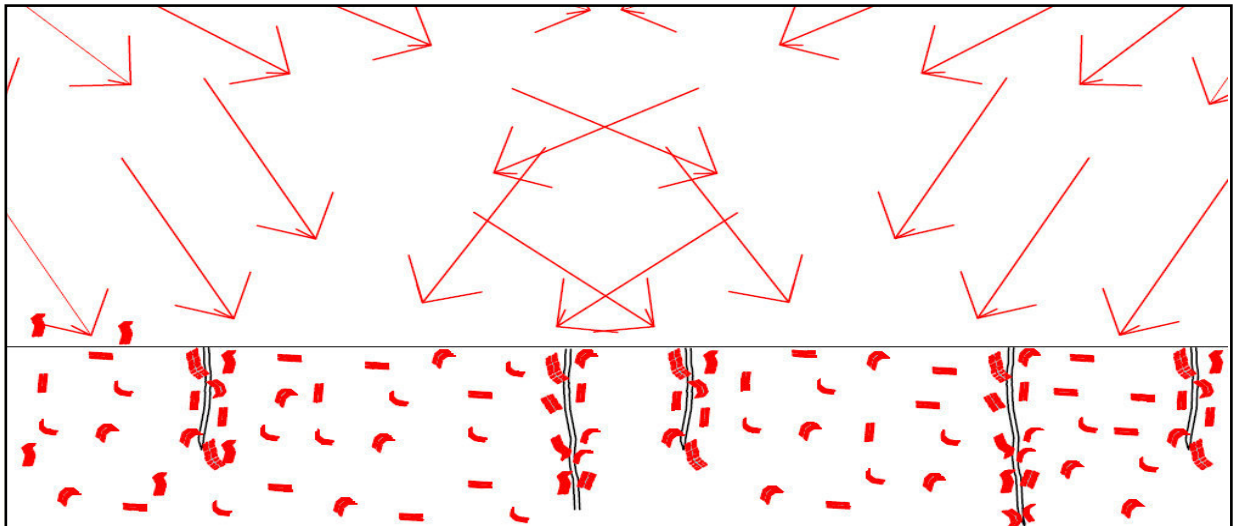
$$VMA = 56.54 \%$$

ANEXO 20: Prototipo de horno microondas auto reparador

Prototipo sugerido para la reparación de fisuras en vías a tamaño real con una capacidad de 12,000 watts, con un área en contacto con la superficie del concreto asfáltico 2.4 m², que será capaz de calentar la carpeta asfáltica en aproximadamente 20 segundos, para lo cual este prototipo deberá ser alimentado por un generador de energía eléctrica con una capacidad de 13,000 watts, el prototipo de horno microonda será remolcado por una camioneta como se puede apreciar en la siguiente figura:



Vista del efecto que causa la inducción de microondas en la carpeta asfáltica, hace que las fibras de acero adquieran calor rápidamente, haciendo que el cemento asfáltico fluya hacia las grietas producidas por el tráfico y sellándolas.



FICHA TÉCNICA SUGERIDO DE PROTOTIPO DEL MICROONDAS AUTO REPARADOR

Especificaciones técnicas de Horno microondas	
Modelo	Proto 1
Color	Croma
Voltaje	220v
Frecuencia	60Hz
Frecuencia Microondas	2450MHz
Potencia de entrada (Microonda):	1200w
Potencia de salida (Microonda)	12000w
Frecuencia de operación	2450MHz
Capacidad del Horno	340 litros
Dimensiones de la cavidad del horno (alto * ancho* profundidad)	620mm*2400mm*1000mm
Dimensiones externas (alto * ancho* profundidad)	662mm*2538mm*370mm
Uniformidad de cocción:	Sistema estático
Peso neto	Aprox. 200.5 Kg

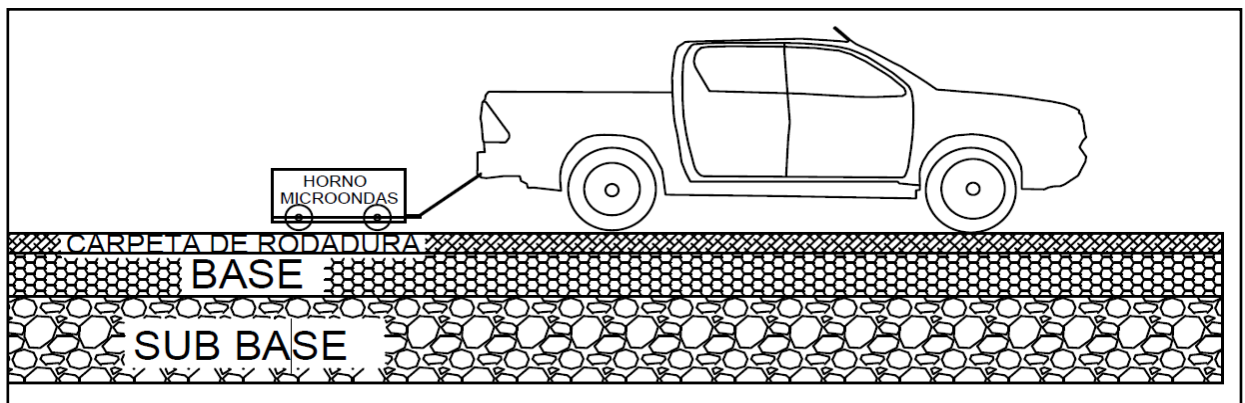
GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA TRANSPORTADO POR UN VEHÍCULO LIGERO



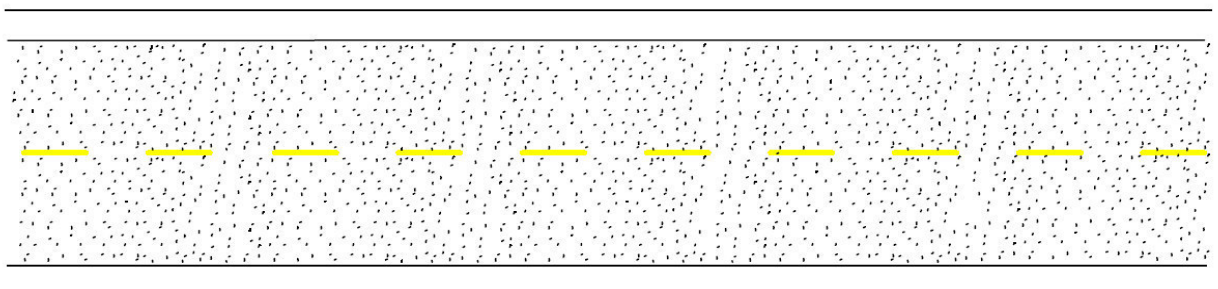
PRIMERA OPCIÓN: PARA REPARACIONES DE FISURAS LEVES

Se debe hacer una supervisión para saber en qué estado se encuentra la vía de concreto asfáltico, para optar por este tipo de reparación mediante la inducción de microondas, se recomienda el uso de este tipo de reparación cuando el pavimento empieza a fallar como son las fallas con fisuras, estas no superan los 3 mm de grosor, esta primera opción consiste en la inducción de microondas por un tiempo de 20s en el lugar de la falla, una vez inducido las microondas estas actúan calentando la carpeta asfáltica y haciendo fluir el cemento asfáltico hacia las grietas llenándolas y reparando las fallas, el proceso de reparación se puede ver en la siguiente figura:

Reparación de carpeta asfáltica mediante la inducción de microondas, cuando las fallas son fisuras.

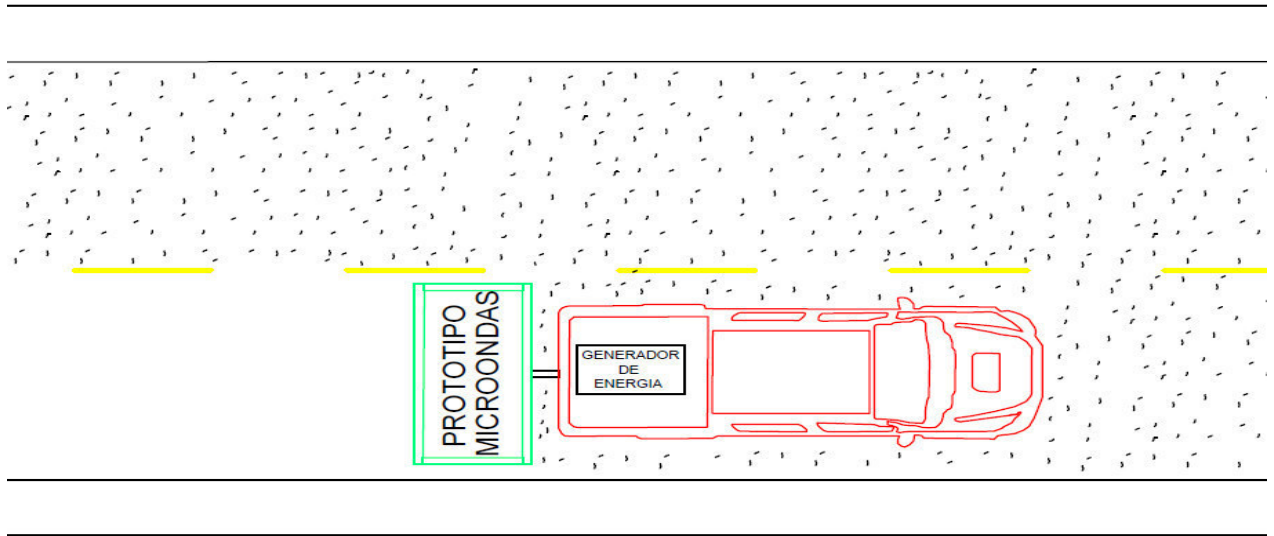


Carpeta asfáltica con múltiples fallas (antes de la inducción de microondas)

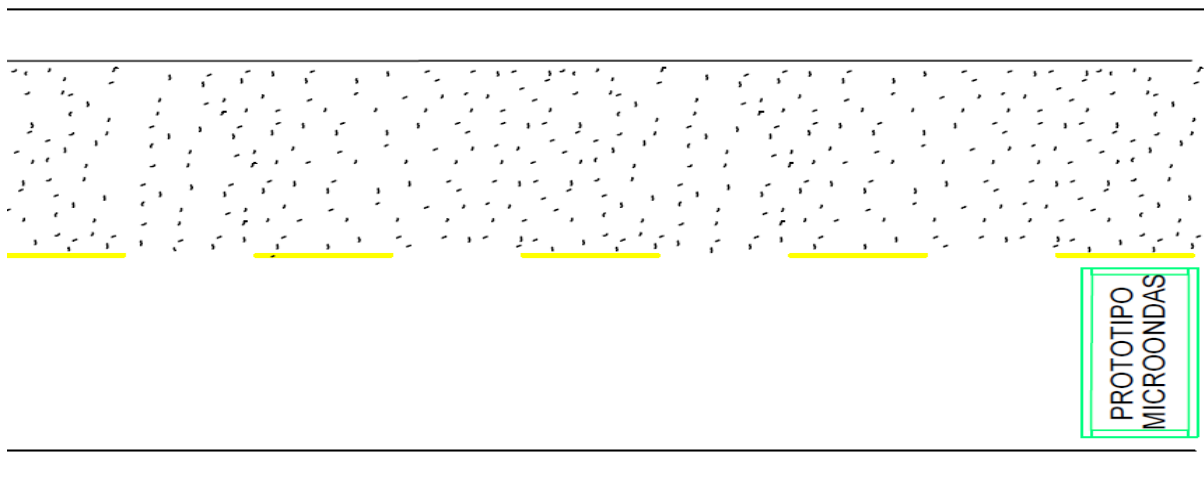


Carpeta asfáltica y su proceso de reparación mediante la inducción de microondas

(Carpeta asfáltica durante su reparación)



Proceso de reparación mediante la inducción de microondas (al finalizar la reparación)

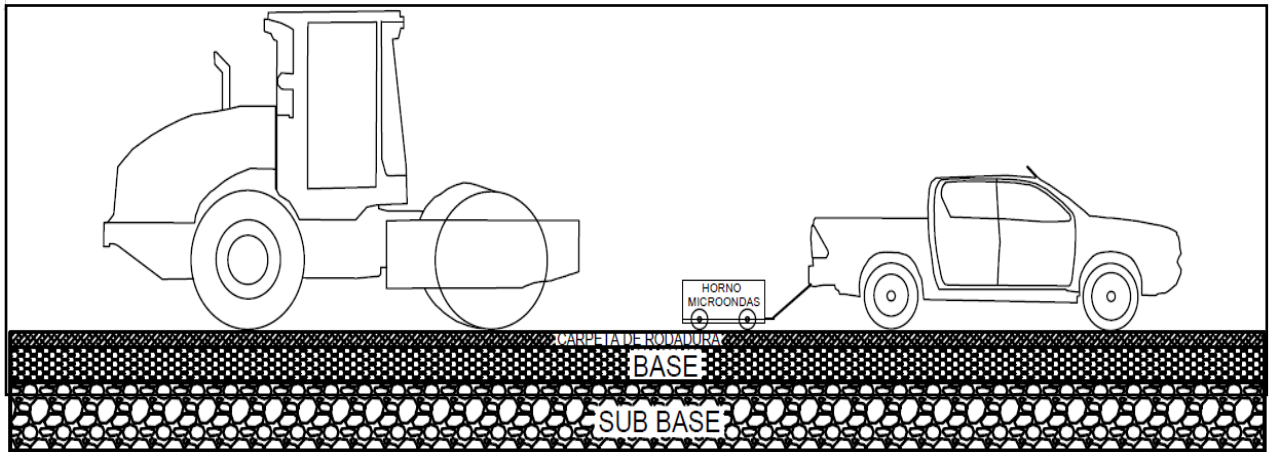


SEGUNDA OPCIÓN: PARA REPARACIONES DE FISURAS SEVERAS

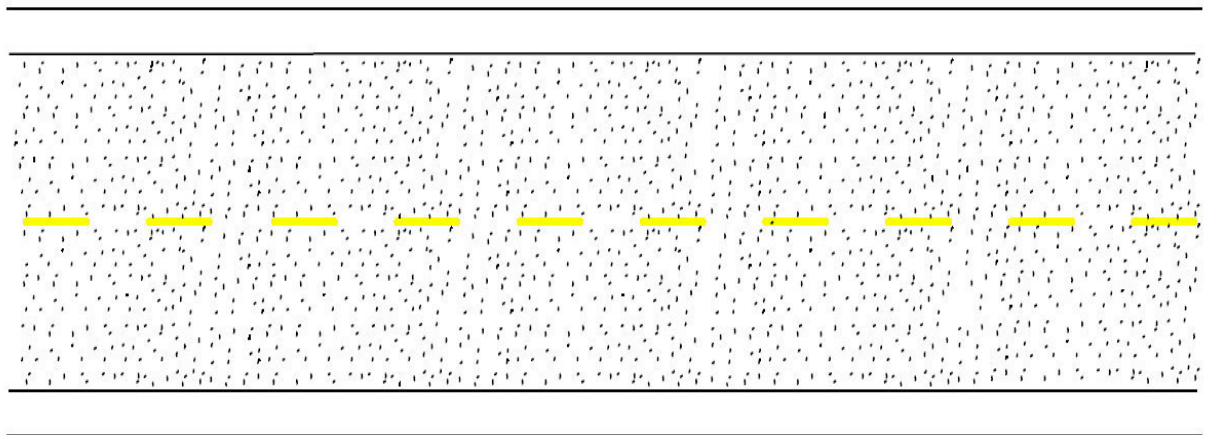
En el caso donde las fallas tengan un espaciamiento mayor a tres mm de distancia, siendo esta considerada una falla llamada grieta se aplica este método inducción de microondas y la fuerza de compactación, esta energía de compactación ayuda al sellado de grietas en la carpeta asfáltica, se utilizará un rodillo compactador para que unir estos espacios y así queden sellados las fallas que existían anteriormente. Este proceso se realiza cuando se

tiene grietas, se induce microondas en la carpeta asfáltica donde existan grietas y fisuras durante 20s, una vez calentado la carpeta asfáltica procedemos a pasar rodillo compactador por la zona donde inducimos microondas uniendo así las superficies y sellando las grietas.

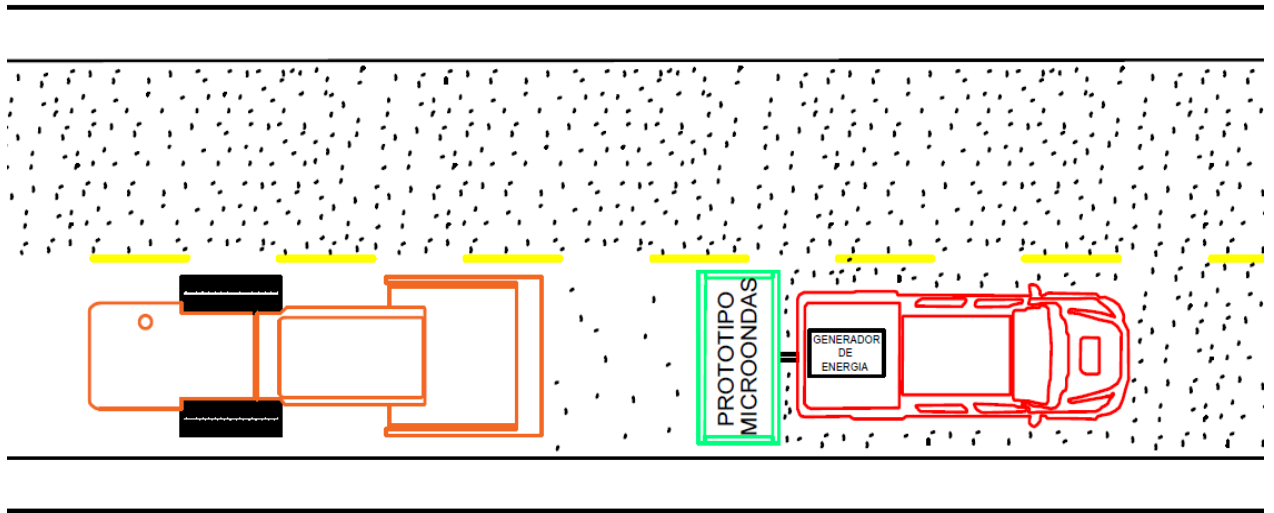
Reparación de grietas mediante la inducción de microondas y energía de compactación.



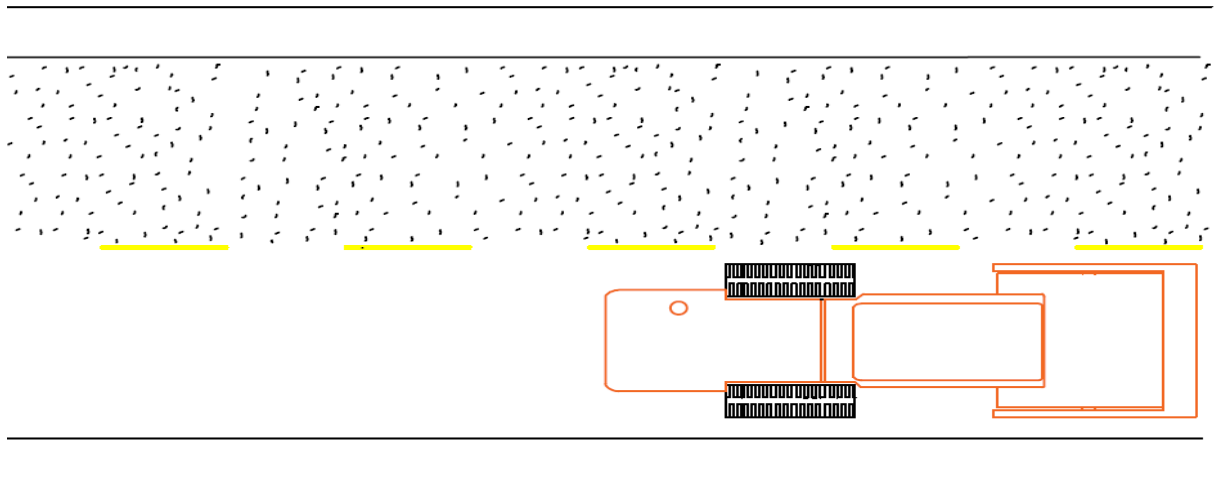
Carpeta asfáltica con múltiples fallas (antes de la inducción de microondas)



Carpeta asfáltica y su proceso de reparación mediante la inducción de microondas
(Carpeta asfáltica durante su reparación)



Proceso de reparación mediante la inducción de microondas (al finalizar la reparación)



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA EN PLANTA.

Para la elaboración del concreto asfáltico modificado con fibras de acero se deberá tener el material pétreo del diámetro adecuado que de preferencia deberá estar triturado y cumplir con las especificaciones que marca el Ministerio de Transportes y comunicaciones y la proporción adecuada de fibras de acero, estos materiales se eleva a

un cilindro de calentamiento y secado hasta llegar a una temperatura de 160 a 175° C, luego se pasa a la unidad de mezclado donde se criba para alimentar 3 o 4 tolvas con material de diferente tamaño, se pesa la cantidad de material pétreo necesaria y se depositan en las cajas mezcladoras donde se le provee de cemento asfáltico PEN 120/150 el cual deberá estar a una temperatura de 130 a 150° C se recomienda no exceder estos valores para evitar que se pierdan propiedades ; las fibras de acero se adicionan conjuntamente con los agregados pétreos en esta parte del proceso de elaboración de la mezcla asfáltica modifica , se mezcla hasta su homogenización y ésta se depositan a los vehículos transportadores a una temperatura de entre 120 y 130° C, de preferencia esta mezcla se cubre con una lona para evitar que se enfríe en el trayecto.

En resumen, el proceso constructivo del concreto asfáltico modificado con fibras de acero tiene el mismo proceso de fabricación del concreto asfáltico convencional solamente incluyendo las fibras de acero con el agregado pétreo y posteriormente seguir con el proceso constructivo ya conocido.

ANEXO 21: certificado de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



**CONSTANCIA DE USO DE EQUIPOS DE LABORATORIO
DE PAVIMENTOS**

EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE PAVIMENTOS FICA

Hace constar:

Que los Tesistas, Bach. **JULIO CARLOS GONZALES QUISPE** y Bach **JORGE LUIS ROMERO VALERO**, hicieron uso de los equipos del Laboratorio de Pavimentos - FICA, para realizar los ensayos requeridos para su proyecto de Tesis: " **DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON LA PROPIEDAD DE AUTO REPARACION MEDIANTE INDUCCION DE MICROONDAS EN LA CIUDAD DE PUNO**". Conducentes a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil.

Los ensayos que realizaron son los siguientes.

ÍTEM	ENSAYOS	CANTIDAD	U.M.
1	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO TEÓRICO RICE.	6	Und.
2	ELABORACION DE BRIQUETA PARA ENSAYO MARSHALL	10	Und.
3	ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ROTURA DE BRIQUETA (NORMA MTC E-504)	10	Und.
5	Elaboración de Briqueta (con fibra de acero)	10	Und.

Los resultados obtenidos, de los ensayos, no son responsabilidad del Laboratorio de Pavimentos.

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita del interesado, para adjuntar en su proyecto de Tesis.

Puno, C. U. 31 de Agosto del 2023.



ING. SILVIA LEONOR INGALUQUE ARA
Jefe del Laboratorio de Pavimentos FICA

C.c.
Arch/LP

ANEXO 22: panel fotográfico



FOTO N° 01: Ensayo de granulometría de los agregados pétreos.



FOTO N° 02: Ensayo de Granulometría de agregado petreo.



FOTO N° 03: Ensayo de Absorción y gravedad específica de los agregados gruesos.



FOTO N° 04: Ensayo de Absorción y gravedad específica de los agregados gruesos.



FOTO N° 05: Ensayo de gravedad específica y absorción para agregados finos

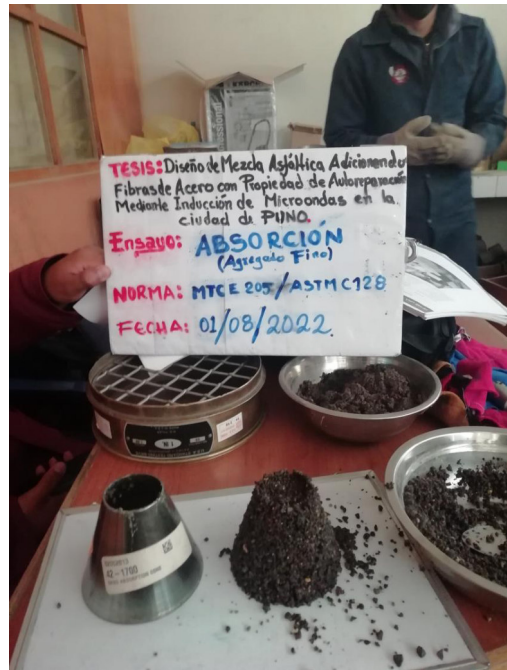


FOTO N° 06: condiciones para tomar como muestra saturada superficialmente seca.



FOTO N° 07: Ensayo de durabilidad.



FOTO N° 08: Ensayo de durabilidad, para los tipos de agregados utilizados.



FOTO N° 09: Ensayo caras fracturadas para los agregados gruesos.



FOTO N° 10: Ensayo de absorción de agregado grueso. En la imagen el proceso de saturación del agregado.



FOTO N° 11: Ensayo de partículas chatas y alargadas.



FOTO N° 12: Medición de las partículas chatas y alargadas.

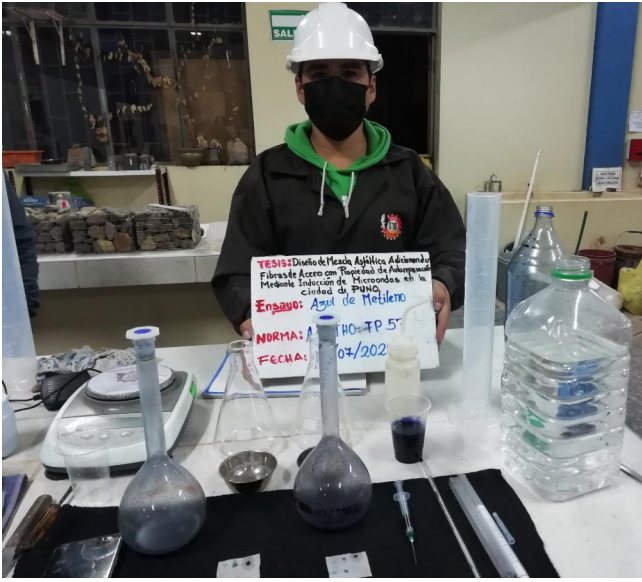


FOTO N° 13: Ensayo de azul metileno .



FOTO N° 14: En la imagen los tesis realizando el ensayo de azul metileno a los agregados finos .



FOTO N° 15: Ensayo de Abrasión los ángeles.



FOTO N° 16: Recoleccion de partículas después del ensayo de abrasion los ángeles.



FOTO N° 17: Ensayo de equivalente de arena.



FOTO N° 18: En la imagen los tesistas aplicando el procedimiento del ensayo equivalente de arena.



FOTO N° 19 Ensayo de sales solubles.



FOTO N° 20: Ensayo para arena natural de sales solubles.



FOTO N° 21: Ensayo de índice de plasticidad.



FOTO N° 22: Mezclado de agregados petreos con cemento asfaltico.



FOTO N° 23: compactación de la mezcla asfáltica en caliente.



FOTO N° 24: desmolde del espécimen después de enfriado temperatura ambiente.



FOTO N° 25: Toma de datos de las medidas de los diámetros y alturas de especímenes.



FOTO N° 26: Baño maria de especímenes antes de hacer la rotura en el equipo Marshall.



FOTO N° 27: Rotura de los especímenes en el equipo Marshall



FOTO N° 28: Dosificación de las fibras de acero para su posterior mezclas con los agregados petreos .



FOTO N° 29: Equipo de Bomba de vacios para su posterior aplicacion en el ensayo RICE



FOTO N° 30: Preparacion de la mezcla para el ensayo RICE



FOTO N° 31: Pesaje del recipiente parte del equipo para el ensayo RICE



FOTO N° 32: Ensayo de peso especifico en mezcla compactada.



FOTO N° 33: rotura de especímenes modificadas con fibras de acero.

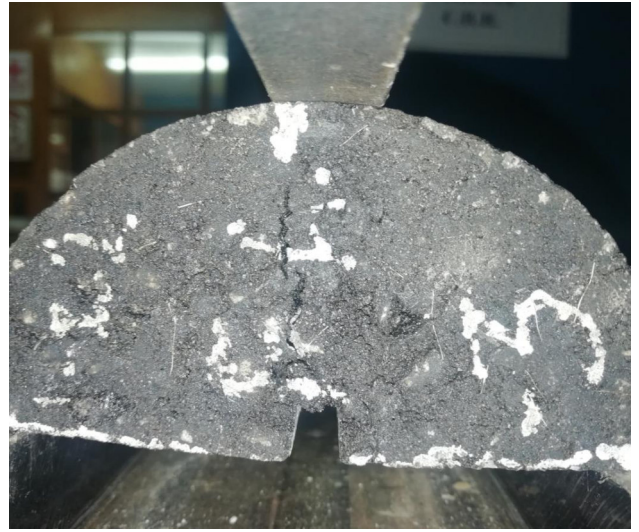


FOTO N° 34: Falla en los especímenes modificados aplicando una carga.



FOTO N° 35: Corte de especímenes por el diametro de la briqueta cilindrica



FOTO N° 36: corte de los especímenes de forma semicirculares y con corte de 3mm en el medio.



FOTO N° 37: Corte de ranura para la induccion de fisuras al aplicar cargas.



FOTO N° 38: Corte de especimenes modificados.



FOTO N° 39: Toma de datos de las teperaturas superficiales de los especimes modificados



FOTO N° 40: aplicacion de microondas a los especimenes modificados