



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DE LA CARPETA ASFALTICA EN SU FORMA GRANULAR POR EL MÉTODO MARSHALL"

AGREGADO: GRAVA Y GRAVILLA

MUESTRA: N°1

FECHA: 12 Abril 2023

ENSAYO	Lecturas	Lecturas	Lecturas	Lecturas
ENSAYO N°	1	2	3	PROMEDIO
PESO TOTAL (grs.) (a)	10000	10000	10000	10000
PESO RETENIDO TAMIZ N° 8 (grs.) (b)	9444,30	9324,20	9239,90	9336,13
CARAS NO FRACTURADAS (grs.) (a-b)	555,70	675,80	760,10	663,87
% Caras Fracturadas = (b/a)*100	94,44	93,24	92,40	93,36

RESULTADO	93,4	>	75
-----------	------	---	----

ENSAYO	Lecturas	Lecturas	Lecturas	Lecturas
ENSAYO N°	1	2	3	PROMEDIO
PESO TOTAL (grs.) (a)	5000	5000	5000	5000
PESO RETENIDO TAMIZ N° 8 (grs.) (b)	4612,60	4468,70	4587,60	4556,30
CARAS NO FRACTURADAS (grs.) (a-b)	387,40	531,30	412,40	443,70
% Caras Fracturadas = (b/a)*100	92,25	89,37	91,75	91,13

RESULTADO	91,1	>	75
-----------	------	---	----

Univ. Marco Antonio Bravo Blas
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.

GRADACIÓN	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE DESGASTE	ESPECIFICACION ASTM
C	5000	3893,9	22,12	35% MAX
C	5000	3818,1	23,64	35% MAX
C	5000	3810,64	23,79	35% MAX
Promedio			23,18	35% MAX



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN SU FORMA GRANULAR POR EL METODO MARSHALL "

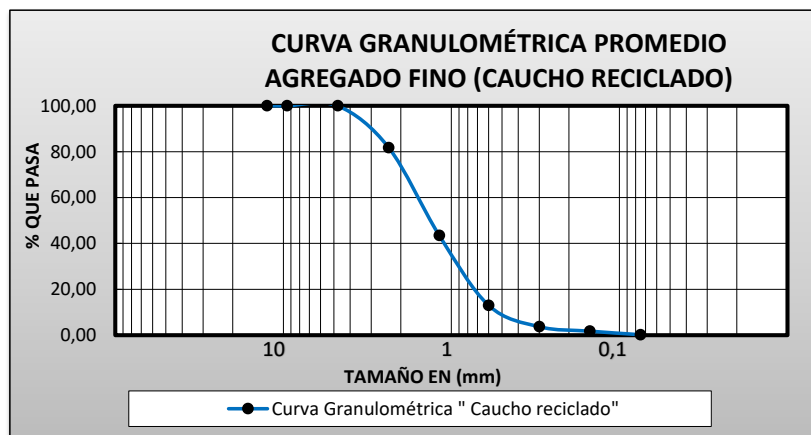
LABORATORISTA: Univ. Bravo Blas Marco Antonio

FECHA: 05 Abril 2023

AGREGADO FINO (CAUCHO RECICLADO)

GRANULOMETRÍA PROMEDIO

Peso Total (gr.)			800		
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total
1/2	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº8	2,36	145,90	145,90	18,24	81,76
Nº16	1,18	306,50	452,40	56,55	43,45
Nº30	0,60	243,70	696,10	87,01	12,99
Nº50	0,30	74,40	770,50	96,31	3,69
Nº100	0,15	15,50	786,00	98,25	1,75
Nº200	0,075	12,30	798,30	99,79	0,21
BASE	-	1,50	799,80	99,98	0,02
SUMA		799,8			
PÉRDIDAS		0,2			
MF =		4,60			



Univ. Bravo Blas Marco Antonio
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
ENC. LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.

GRAVA

MUESTRA N°	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)
1	2,59	2,62	2,67
2	2,59	2,62	2,67
3	2,58	2,62	2,67
PROMEDIO	2,59	2,62	2,67

GRAVILLA

MUESTRA N°	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)
1	2,57	2,62	2,70
2	2,57	2,62	2,70
3	2,56	2,60	2,66
PROMEDIO	2,56	2,61	2,69

ARENA

MUESTRA N°	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)
1	2,38	2,42	2,48
2	2,69	2,73	2,80
3	2,98	3,02	3,11
PROMEDIO	2,68	2,72	2,79

CEMENTO ASFALTICO

MUESTRA N°	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)
1	2,62	2,66	2,73
2	2,62	2,66	2,73
3	2,61	2,65	2,73
PROMEDIO	2,61	2,66	2,73

CAUCHO

MUESTRA N°	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)
1	1,09	1,14	1,15
2	1,11	1,17	1,18
3	1,09	1,15	1,16
PROMEDIO	1,09	1,15	1,16

FILLER

MUESTRA N°	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)
1	2,59	2,63	2,68
2	2,58	2,62	2,67
3	2,59	2,62	2,68
PROMEDIO	2,59	2,62	2,68

% DE ABSORCIÓN
1,23
1,25
1,27
1,25

% DE ABSORCIÓN
1,95
1,96
1,44
1,78

% DE ABSORCIÓN
1,68
1,38
1,38
1,48

% DE ABSORCIÓN
1,60
1,62
1,65
1,62

GRANULOMETRIA DE ENSAYO	NUMERO DE ESFERAS
A	12
B	11
C	8
D	6

Pasa tamiz		Retenido en tamiz		Pesos y granulos	
mm	(alt.)	mm	(alt.)	A	
37,5	(1 1/2")	-25,0	(1")	1250 ± 25	
25,0	(1")	-19,0	(3/4")	1250 ± 25	
19,0	(3/4")	-12,5	(1/2")	1250 ± 10	2
12,5	(1/2")	-9,5	(3/8")	1250 ± 10	2
9,5	(3/8")	-6,3	(1/4")		
6,3	(1 1/4")	-4,75	(N° 4)		
4,75	(N° 4)	-2,36	(N° 8)		
TOTALES				5000 ± 10	2

% DE ABSORCIÓN
5,02
5,42
5,34
5,26

% DE ABSORCIÓN
1,28
1,30
1,26
1,28

PESO TOTAL (gr)
5000 ± 25
4584 ± 25
3330 ± 20
2500 ± 15

metrías de la muestra para ensayo (g)		
B	C	D
1500 ± 10		
1500 ± 10		
	2500 ± 10	
	2500 ± 10	
		5000 ± 10
1500 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DE LA CARPETA ASFALTICA EN SU FOEMA GRANULAR POR EL METODO MARSHALL "

LABORATORISTA: Bravo Blas Marco Antonio

FECHA: 27 Marzo 2023

PESO UNITARIO AGREGADO FINO - CAUCHO

PESO UNITARIO SUELTO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	PESO RECIP. + MUESTRA SUELTA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm3)
1	2605,00	3050,00	4165,00	1560,00	0,511
2	2605,00	3050,00	4130,00	1525,00	0,500
3	2605,00	3050,00	4160,00	1555,00	0,510
PROMEDIO					0,507

PESO UNITARIO COMPACTADO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	PESO RECIP. + MUESTRA COMPACTADA (gr)	PESO MUESTRA COMPACTADA (gr)	PESO UNITARIO COMPACTADO (gr/cm3)
1	2605,00	3050,00	4290,00	1685,00	0,552
2	2605,00	3050,00	4300,00	1695,00	0,556
3	2605,00	3050,00	4305,00	1700,00	0,557
PROMEDIO					0,555

Univ. Bravo Blas Marco Antonio
LABORATORISTA

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

ANEXO B
CARACTERIZACION DEL
CEMENTO ASFALTICO (85-100)



Universidad Autónoma Juan Misael Saracho	Fecha de ensayo: 23 de marzo 2023
Facultad: Ciencias y Tecnología	Laboratorio: Asfaltos
Proyecto: “ANALISIS DE LOS EFECTOS DEL CACHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DE LA CARPETA ASFATICA EN SU FORMA GRANULAR POR EL METODO MARSHALL”	
Procedencia del C.A.: Cemento Asfáltico Multinsa CA 85-100	

**ENSAYO DE PENETRACION
NORMA AASHTO T 49-97 / ASTM D 5**

CONDICIONES DE ENSAYO

TEMPERATURA = 25 °C

CARGA TOTAL DEL EQUIPO+AGUJA = 100 g

DURACION DEL ENSAYO = 5 seg.

ENSAYO N°:	1	2	3
Lectura N° 1	90	90	86
Lectura N° 2	91	89	87
Lectura N° 3	89	88	88
Promedio [0.1mm]	90	89	87

RESULTADO

PENETRACION [0.1 mm] = 88.67

ESPECIFICACION TECNICA= 85-100

Univ. Marco Antonio Bravo Blas
TESISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RES. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



Universidad Autónoma Juan Misael Saracho	Fecha de ensayo: 22 de marzo 2023
Facultad: Ciencias y Tecnología	Laboratorio: Asfaltos
Proyecto: “ANALISIS DE LOS EFECTOS DEL CACHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DE LA CARPETA ASFATICA EN SU FORMA GRANULAR POR EL METODO MARSHALL”	
Procedencia del C.A.: Cemento Asfaltico Multinsa CA 85-100	

**ENSAYO DE PUNTO DE INFLAMACION
NORMA AASHTO T 79-96 / ASTM D 1310-01**

CONDICIONES DE ENSAYO

TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO C.A = 110 °C

ENSAYO N°:	1	2	3
Lectura N° 1 [°C]	265	267	266

	RESULTADO
PUNTO DE INFLAMACION [°C] =	266.0
ESPECIFICACION TECNICA=	Min. 232°C

Univ. Marco Antonio Bravo Blas
TESISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RES. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



Universidad Autónoma Juan Misael Saracho	Fecha de ensayo: 27 de marzo 2023
Facultad: Ciencias y Tecnología	Laboratorio: Asfaltos
Proyecto: "ANALISIS DE LOS EFECTOS DEL CACHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DE LA CARPETA ASFATICA EN SU FORMA GRANULAR POR EL METODO MARSHALL"	
Procedencia del C.A.: Cemento Asfáltico Multinsa CA 85-100	

ENSAYO DE DUCTILIDAD

NORMA AASHTO T 51-00 / ASTM D 113

CONDICIONES DE ENSAYO

TEMPERATURA = 25 °C

VELOCIDAD = 5 cm/min

ENSAYO N°:	1	2	3
Lectura Inicial [cm]	0	0	0
Lectura Final [cm]	105.0	104.5	104.0
Promedio [cm]	105.0	104.5	104.0

RESULTADO	
LECTURA FINAL DE ENSAYO [cm] =	104.5
ESPECIFICACION TECNICA=	Min. 100 cm

Univ. Marco Antonio Bravo Blas
TESISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RES. DE LABORATORIO DE ASFALTO



Universidad Autónoma Juan Misael Saracho	Fecha de ensayo: 27 de marzo 2023
Facultad: Ciencias y Tecnología	Laboratorio: Asfaltos
Proyecto: "ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL CACHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DE LA CARPETA ASFÁTICA EN SU FORMA GRANULAR POR EL MÉTODO MARSHALL"	
Procedencia del C.A. : Cemento Asfáltico Multinsa CA 85-100	

ENSAYO DE VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL

NORMA AASHTO T 72 / ASTM D 88

CONDICIONES DE ENSAYO

TEMPERATURA = 135 °C

VASO DE LLENADO = 60 ml

ENSAYO N°:	1	2	3
Lectura N° 1 [seg] =	90	105	96

RESULTADO

RESULTADO [seg] = 97

ESPECIFICACION TECNICA = Mín. 85 seg

Univ. Marco Antonio Bravo Blas
TESISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RES. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



Universidad Autónoma Juan Misael Saracho	Fecha de ensayo: 22 de marzo 2023
Facultad: Ciencias y Tecnología	Laboratorio: Asfaltos
Proyecto: "ANALISIS DE LOS EFECTOS DEL CACHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DE LA CARPETA ASFATICA EN SU FORMA GRANULAR POR EL METODO MARSHALL"	
Procedencia del C.A. : Cemento Asfaltico Multinsa CA 85-100	

ENSAYO DE PUNTO DE ABLANDAMIENTO

NORMA AASHTO T 53-96 / ASTM D 36

CONDICIONES DE ENSAYO

TEMPERATURA INICIAL= 5 °C

INCREMENTO DE TEMPERATURA= 5 °C/min

ENSAYO N°:	1	2	3
Lectura N° 1 [°C] =	46	45.1	47

	RESULTADO
TEMPERATURA [°C] =	46.03
ESPECIFICACION TECNICA [°C] =	43-53

Univ. Marco Antonio Bravo Blas
TESISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RES. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



Universidad Autónoma Juan Misael Saracho	Fecha de ensayo: 23 de marzo 2023
Facultad: Ciencias y Tecnología	Laboratorio: Asfaltos
Proyecto: “ANALISIS DE LOS EFECTOS DEL CACHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DE LA CARPETA ASFATICA EN SU FORMA GRANULAR POR EL METODO MARSHALL”	
Procedencia del C.A. : Cemento Asfaltico Multinsa CA 85-100	

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO

NORMA AASHTO T 229-97 / ASTM D 71

CONDICIONES DE ENSAYO

TEMPERATURA = 25 °C

ENSAYO N°:		1	2	3
Peso Picnómetro	[g] =	33.9	33.6	35.60
Peso Picnómetro + Agua (25°C)	[g] =	87.2	85.9	89.50
Peso Picnómetro + Muestra	[g] =	67.0	64.6	69.20
Peso Picnómetro + Agua + Muestra	[g] =	88.7	85.4	90.60
Peso específico del agua	[g/cm ³] =	0.997	0.997	0.997
Promedio Peso Específico	[g/cm ³] =	1.054	0.984	1.034

	RESULTADO
PESO ESPECIFICO C.A. [g/cm ³] =	1.024
ESPECIFICACION TECNICA =	1.00-1.05

Univ. Marco Antonio Bravo Blas
TESISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RES, DE LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL CAUCHO RECICLADO EN LA PROPIEDADES DE LA CARPETA ASFALTICA EN SU FORMA GRANULAR POR EN MÉTODO MARSHALL "

LABORATORISTA: Univ. Bravo Blas Marco Antonio

FECHA: 15 de Mayo 2023

PESO ESPECÍFICO - CAUCHO

CAUCHO

MUESTRA N°	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA (gr)	PESO DE MATRÁZ (gr)	PESO MUESTRA +MATRAZ +AGUA (gr)	PESO DEL AGUA AGREGADA AL MATRAZ "W" (gr)	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	VOLUMEN DEL MATRÁZ "V" (ml)	P.E. A GRANEL (gr/cm3)	P. E. SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm3)	P. E. APARENTE (gr/cm3)	% DE ABSORCIÓN
1	500	196,0	759,0	63,00	474,90	500,00	1,09	1,14	1,15	5,02
2	500	177,7	750,6	72,90	472,90	500,00	1,11	1,17	1,18	5,42
3	500	193,5	757,6	64,10	473,30	500,00	1,09	1,15	1,16	5,34
PROMEDIO							1,09	1,15	1,16	5,26

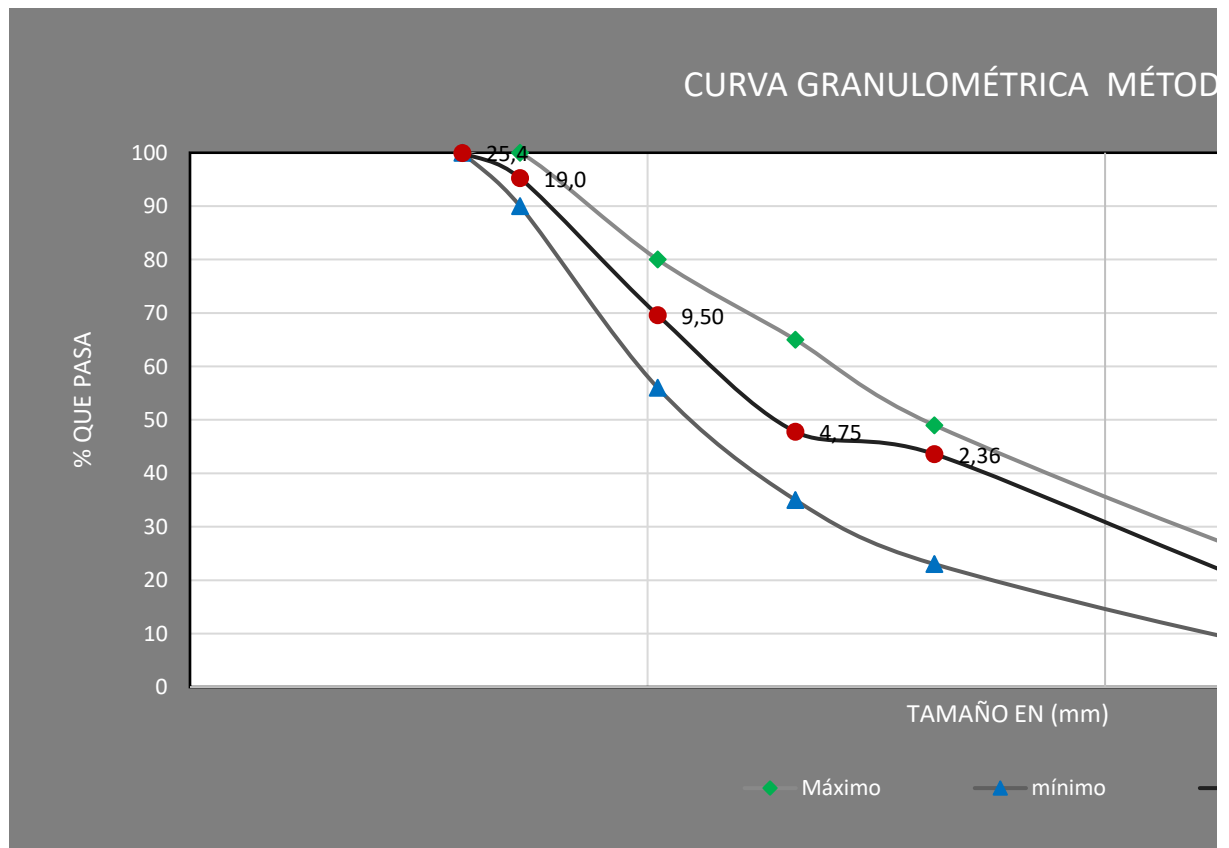
Univ. Bravo Blas Marco Antonio
LABORATORISTA

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

DISEÑO GRANULOMÉTRICO - MI (ASTM D 3515)

Tamices	tamaño (mm)	Grava * Peso Ret. (gr)	Gravilla * Peso Ret. (gr)	Arena * Peso Ret. (gr)	Filler * Peso Ret. (gr)	DOSIFIC	
						Grava (%) 25,00	Gravilla (%) 28,00
1"	25,4	12,32	0,00	0,00	0,00	3,08	0,00
3/4"	19,0	941,43	0,00	0,00	0,00	235,36	0,00
1/2"	12,5	2529,99	70,13	0,00	0,00	632,50	19,64
3/8"	9,50	718,04	1605,59	0,00	0,00	179,51	449,57
Nº4	4,75	755,33	3028,36	138,13	0,00	188,83	847,94
Nº8	2,36	42,89	295,92	287,50	0,00	10,72	82,86
Nº16	1,18	0,00	0,00	1347,50	340,67	0,00	0,00
Nº30	0,60	0,00	0,00	1238,13	453,67	0,00	0,00
Nº50	0,30	0,00	0,00	985,63	312,33	0,00	0,00
Nº100	0,15	0,00	0,00	667,50	476,00	0,00	0,00
Nº200	0,075	0,00	0,00	161,25	1321,67	0,00	0,00
BASE	-	0,00	0,00	174,38	2095,67	0,00	0,00
PESO TOTAL		5000,0	5000,0	5000,0	5000,0	1250,00	1400,00

(*) = Pesos retenidos que se obtienen de las curvas granulométricas de cada tipo de agregado, referidas a un peso total de 5.000 gramos



Contenido mínimo de CA
Procedimiento del área superficial

Tamices	% Ret	% que pasa del total
1"	0,06	99,94
3/4"	4,77	95,23
1/2"	17,81	82,19
3/8"	30,39	69,61
Nº4	52,23	47,77
Nº8	56,40	43,60
Nº16	67,66	32,34
Nº30	78,20	21,80
Nº50	86,52	13,48
Nº100	92,53	7,47
Nº200	95,67	4,33
BASE	100	0

Pasa 1 1/2" y retiene en 3/4"
Pasa 3/4" y retiene en Nº4
Pasa Nº4 y retiene en Nº40
Pasa Nº40 y retiene en Nº200
Pasa Nº200

		mm	%pasa
Nº8	2,360	mm	43,60
Nº 10	2,000	mm	34,20
Nº16	1,180	mm	32,34
Nº30	0,600	mm	21,80
Nº40	0,425	mm	19,97
Nº50	0,300	mm	13,48

METODO POR PROCEDIMIENTO DEL AREA S
SE SUMAN TODAS LAS SUPERFICIES CALCULA
MULTIPLICA POR EL INDICE ASFALTICO QUE SE D
TABLA:

MATERIAL PETREO	
Gravas y arenas redondeadas de baja absorción	
Gravas angulosas trituradas de baja absorción	
Gravas angulosas o redondeadas de mediana absorción	
Gravas trituradas de alta absorción	

RESULTADO SE DIVIDE POR 100 PARA REPRESENTAR EL PORCENT

DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CONVENCIONALES

Peso Total de Briqueta (gr)	1200
Ponderación de Grava (%)	25,00
Ponderación de Gravilla (%)	28,00
Ponderación de Arena (%)	40,00
Ponderación de Filler (%)	7,00

Porcentaje de Briqueta	100%
Porcentaje de Cemento Asfáltico	Xi (%)
Porcentaje de Agregado	Y=100 - Xi (%)

C.A. min 4,39

4 se adopta como minimo

Porcentaje de Cemento asfáltico (%)	4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%
Porcentaje de Agregado (%)	95,50%	95,00%	94,50%	94,00%	93,50%
Peso del Cemento Asfáltico (gr) *	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00
Peso de Grava (gr) *	286,50	285,00	283,50	282,00	280,50
Peso de Gravilla (gr) *	320,88	319,20	317,52	315,84	314,16
Peso de Arena (gr) *	458,40	456,00	453,60	451,20	448,80

Peso de Filler (gr) *	80,22	79,80	79,38	78,96	78,54
Peso total de la briqueta (gr) *	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00

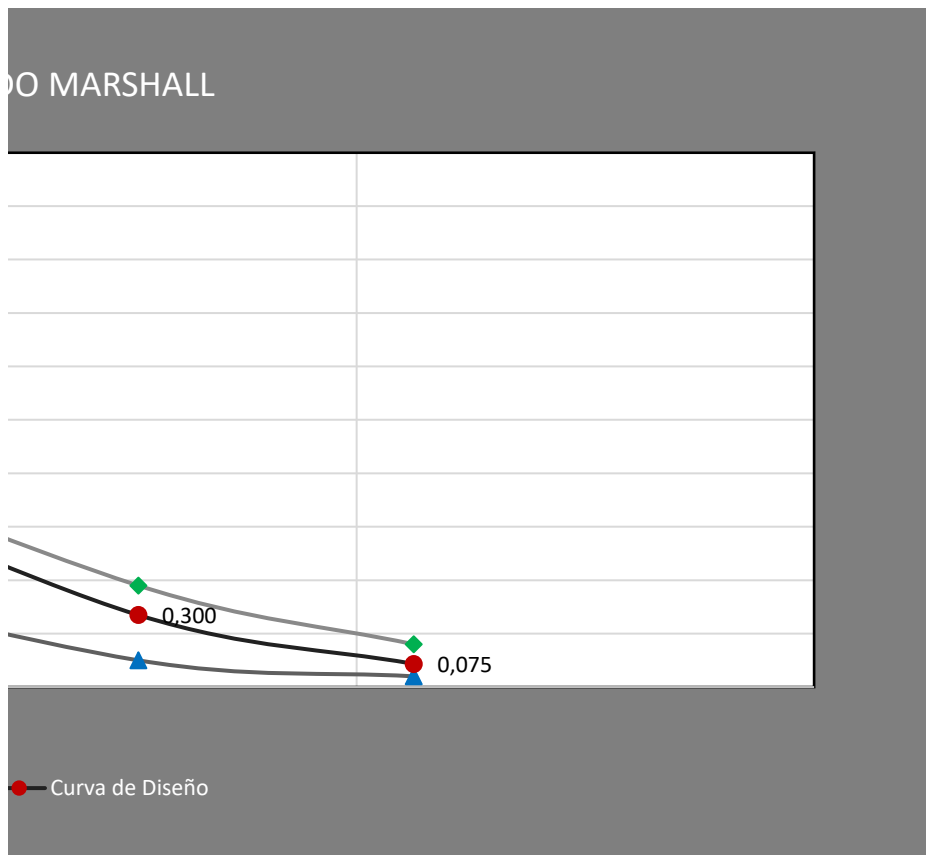
(*) Valores para una briqueta, que varían según los porcentajes de ligante asfáltico y agregado.

MÉTODO MARSHALL

ACCIÓN		CURVA DE DOSIFICACIÓN				Especificaciones	
Arena (%)	Filler (%)	Peso Ret. 100,00	Ret. Acum	% Ret	% que pas del total	ASTM D3515	
40,00	7,00					Mínimo	Máximo
0,00	0,00	3,08	3,08	0,06	99,94	100	100
0,00	0,00	235,36	238,44	4,77	95,23	90	100
0,00	0,00	652,13	890,57	17,81	82,19	-	-
0,00	0,00	629,08	1519,65	30,39	69,61	56	80
55,25	0,00	1092,03	2611,67	52,23	47,77	35	65
115,00	0,00	208,58	2820,25	56,40	43,60	23	49
539,00	23,85	562,85	3383,10	67,66	32,34	-	-
495,25	31,76	527,01	3910,11	78,20	21,80	-	-
394,25	21,86	416,12	4326,22	86,52	13,48	5	19
267,00	33,32	300,32	4626,54	92,53	7,47	-	-
64,50	92,52	157,02	4783,56	95,67	4,33	2	8
69,75	146,70	216,45	5000,01	100,00	0,00	-	-
2000,01	350,00	5000,0					



os.



4,769	0,27 m2/kg	1,29
47,465	0,41 m2/kg	19,46
27,797	2,05 m2/kg	56,98
15,641	15,38 m2/kg	240,56
4,329	53,3 m2/kg	230,73

549,02

Indice asfáltico

0,008

C.Min 4,39

Método basado en la distribución

$$P = 0,020*a + 0,045*b + c*d$$

a	65,80	Porcentaje de
b	29,87	Porcentaje que
c	4,33	Porcentaje que
d	0,35	Coefficiente as

P 4,44

METODO BASADO EN PARTICULAS.-

MATERIAL E

Gravas y arenas redondeadas absorción

Gravas angulosas trituradas absorción

Gravas angulosas o redondeadas mediana absorción

Gravas trituradas de alta absorción

SUPERFICIAL.-
CLASIFICACION Y EL RESULTADO SE DETERMINA DE LA SIGUIENTE MODO:

INDICE ASFALTICO
0,0055
0,0060
0,0070
0,0080

LAJES DE C.A. POR CADA 100 gr.

en intervalos de 0,5 el inferior

7,0%
93,00%
84,00
279,00
312,48
446,40

78,12
1200,00

ENIDO DE AGREGADO.-

Designación de la Mezcla usando el tamaño máximo nominal de agregados					
Tamaño de Tamiz	37.5 mm (1 ½ in.)	25.0 mm (1 in.)	19.0 mm (¾ in.)	12.5 mm (½ in.)	9.5 mm (⅜ in.)
50 mm (2 in.)	100				
37.5 mm (1 ½ in.)	90 to 100	100	-	-	-
25.0 mm (1 in.)	-	90 to 100	100	-	-
19.0 mm (¾ in.)	56 to 80	-	90 to 100	100	-
12.5 mm (½ in.)	-	56 to 80	-	90 to 100	100
9.5 mm (⅜ in.)	-	-	56 to 80	-	90 to 100
4.75 mm (Nº 4)	23 to 53	29 to 59	35 to 65	44 to 54	55 to 85
2.36 mm (Nº 8)*	15 to 41	19 to 45	23 to 49	28 to 58	32 to 67
1.18 mm (Nº 16)	-	-	-	-	-
0.60 mm (Nº 30)	-	-	-	-	-
0.30mm (Nº 50)	4 to 16	5 to 17	5 to 19	5 to 21	7 to 23
0.15 mm (Nº 100)	-	-	-	-	-
0.075 mm (Nº 200)**	0 to 5	1 to 7	2 to 8	2 to 10	2 to 10
Cemento asfáltico					
Porcentaje en peso	3 to 8	3 to 9	4 to 10	4 to 11	5 to 12
Total de la mezcla***					

nte: Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en caliente del Asphalt Institute. Serie de Manuales N° 22 (MS-22).

ASTM D 3515

Tamiz	Tamaño Tamiz	% pasa de la muestra	minimo	maximo
1	25,4	99,94	100	100
3/4"	19,0	95,23	90	100
3/8"	9,50	69,61	56	80
4	4,75	47,77	35	65
8	2,36	43,60	23	49
50	0,300	13,48	5	19
200	0,075	4,33	2	8

LA DISTRIBUCION DE TAMAÑO

PETREO	INDICE ASFALTICO
eadas de baja	0,15
idas de baja	0,20
ondeadas de	0,30
a absorción	0,35



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE ASFALTOS

PROYECTO: "ANALISIS DE LOS EFECTOS DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DE LA CARPETA ASFALTICA EN SU FORMA GRANULAR POR EL METDODO MARSHAL"

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: SAN MATEO

FECHA: ABRIL de 2023

LABORATORISTA: Univ.Marco Antonio Bravo Blas

DISEÑO GRANULOMÉTRICO - MÉTODO MARSHALL (ASTM D 3515) CON EL 3% DE CAUCHO RECICLADO

Tamices	tamaño (mm)	Grava * Peso Ret. (gr)	Gravilla * Peso Ret. (gr)	Arena * Peso Ret. (gr)	Filler * Peso Ret. (gr)	Caucho * Peso Ret. (gr)	DOSIFICACIÓN					CURVA DE DOSIFICACIÓN				Especificaciones ASTM D3515	
							Grava (%)	Gravilla (%)	Arena (%)	Filler (%)	Caucho (%)	Peso Ret. 100,00	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total	Mínimo	Máximo
							25,00	28,00	37,00	7,00	3,00						
1"	25,4	12,32	0,00	0,00	0,00	0,00	3,08	0,00	0,00	0,00	0,00	3,08	3,08	0,06	99,94	100	100
3/4"	19,0	941,43	0,00	0,00	0,00	0,00	235,36	0,00	0,00	0,00	0,00	235,36	238,44	4,77	95,23	90	100
1/2"	12,5	2529,99	70,13	0,00	0,00	0,00	632,50	19,64	0,00	0,00	0,00	652,13	890,57	17,81	82,19	-	-
3/8"	9,50	718,04	1605,59	0,00	0,00	0,00	179,51	449,57	0,00	0,00	0,00	629,08	1519,65	30,39	69,61	56	80
Nº4	4,75	755,33	3028,36	138,13	0,00	0,00	188,83	847,94	51,11	0,00	0,00	1087,88	2607,53	52,15	47,85	35	65
Nº8	2,36	42,89	295,92	287,50	0,00	912,10	10,72	82,86	106,38	0,00	27,36	227,32	2834,84	56,70	43,30	23	49
Nº16	1,18	0,00	0,00	1347,50	340,67	1916,10	0,00	0,00	498,58	23,85	57,48	579,90	3414,75	68,29	31,71	-	-
Nº30	0,60	0,00	0,00	1238,13	453,67	1523,51	0,00	0,00	458,11	31,76	45,71	535,57	3950,32	79,01	20,99	-	-
Nº50	0,30	0,00	0,00	985,63	312,33	465,12	0,00	0,00	364,68	21,86	13,95	400,50	4350,82	87,02	12,98	5	19
Nº100	0,15	0,00	0,00	667,50	476,00	96,90	0,00	0,00	246,98	33,32	2,91	283,20	4634,02	92,68	7,32	-	-
Nº200	0,075	0,00	0,00	161,25	1321,67	76,89	0,00	0,00	59,66	92,52	2,31	154,49	4788,50	95,77	4,23	2	8
BASE	-	0,00	0,00	174,38	2095,67	9,38	0,00	0,00	64,52	146,70	0,28	211,50	5000,00	100,00	0,00	-	-
PESO TOTAL		5000,0	5000,0	5000,0	5000,0	5000,0	1250,00	1400,00	1850,00	350,00	150,00	5000,0					

(*) = Pesos retenidos que se obtienen de las curvas granulométricas de cada tipo de agregado, referidas a un peso total de 5.000 gramos.

Univ. Marco Antonio Bravo Blas
 LABORATORISTA

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



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE ASFALTOS

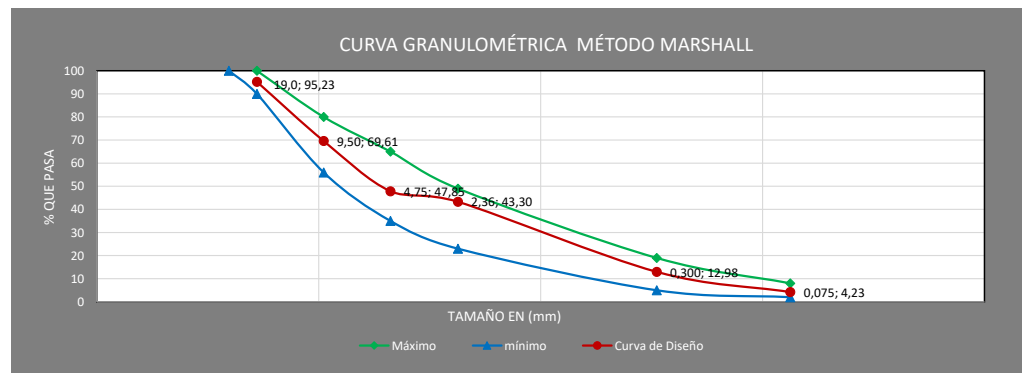
PROYECTO: "ANALISIS DE LOS EFECTOS DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DE LA CARPETA ASFALTICA EN SU FORMA GRANULAR POR EL METDODO MARSHAL"

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: SAN MATEO

FECHA: ABRIL de 2023

LABORATORISTA: Univ.Marco Antonio Bravo Blas

CURVA DE DISEÑO GRANULOMÉTRICO - MÉTODO MARSHALL (ASTM D 3515) CON EL 3% DE CAUCHO RECICLADO



Univ. Marco Antonio Bravo Blas
LABORATORISTA

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



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
LABORATORIO DE ASFALTOS

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL CAUCHO RECICLADO EN A PROPIEDADES DE LA CARPETA ASFALTICA EN SU FORMA GRANULAR POR EL METODO MARSHALL"	
PROCEDENCIA DEL AGREGADO: SAN MATEO	LABORATORISTA: Univ. Marco Antonio Bravo Blas
TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: 85/100	FECHA: ABRIL 2023

**DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CONVENCIONALES
ESTÁNDAR**

Peso Total de Briqueta (gr)	1200
Ponderación de Grava (%)	25
Ponderación de Gravilla (%)	28
Ponderación de Arena (%)	40
Ponderación de Filler (%)	7

Porcentaje de Briqueta	100%
Porcentaje de Cemento Asfáltico	X%
Porcentaje de Agregado	Y=100 - X

Porcentaje de Cemento asfáltico (%)	4,4%	4,9%	5,4%	5,9%	6,4%	6,9%
Porcentaje de Agregado (%)	95,60%	95,10%	94,60%	94,10%	93,60%	93,10%
Peso del Cemento Asfáltico (gr) *	52,80	58,80	64,80	70,80	76,80	82,80
Peso de Grava (gr) *	286,80	285,30	283,80	282,30	280,80	279,30
Peso de Gravilla (gr) *	321,22	319,54	317,86	316,18	314,50	312,82
Peso de Arena (gr) *	458,88	456,48	454,08	451,68	449,28	446,88
Peso de Filler (gr) *	80,30	79,88	79,46	79,04	78,62	78,20
Peso total de la briqueta (gr) *	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00

(*) Valores para una briqueta, que varían según los porcentajes de ligante asfáltico y agregado.

Univ. Marco Antonio Bravo Blas
LABORATORISTA

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



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
LABORATORIO DE ASFALTOS

TIPO DE LIGANTE: CEMENTO ASFÁLTICO 85/100
 PROCEDENCIA DEL AGREGADO: SAN MATEO

PROCEDENCIA : BRASIL
 FECHA: ABRIL 2023

PLANILLA MÉTODO MARSHALL
PARA EL CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO

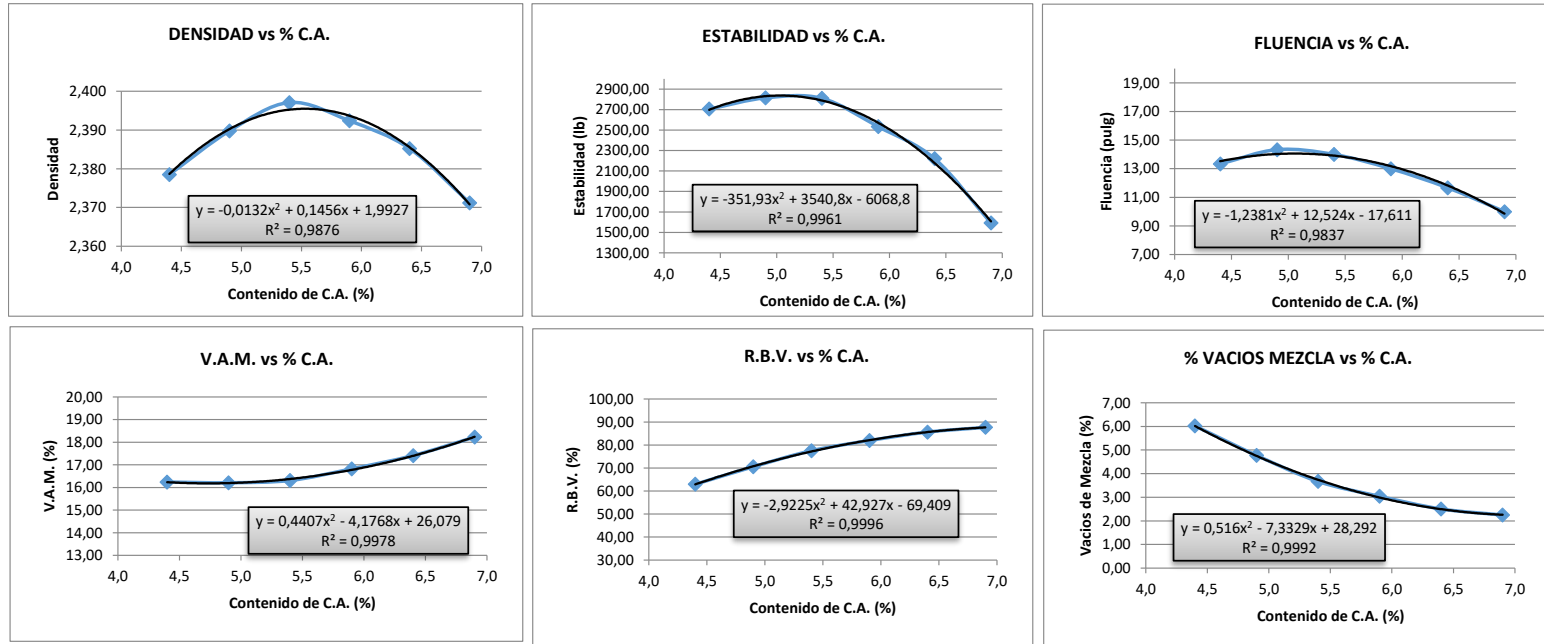
Granulometría Formada	P. Especifico	% agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2,68	52,23
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,77	47,77
Peso Especifico Total	2,72	100

TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: CONVENCIONAL	85/100
NÚMERO DE GOLPES POR CARA	75
TEMPERATURA DE MEZCLADO (°C)	160
PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHTO T-229 (gr/cm3)	1,0240

Agregado	P.E.	%
Grava	2,67	25
Gravilla	2,69	28
Arena	2,79	40
Filler	2,68	7

N° de probeta	% de Asfalto		altura promedio de probeta	Peso Briqueta			Volumen probeta	Densidad Briqueta			% de Vacios			Estabilidad Marshall					Fluencia	
	base Mezcla	base Agregados		seco	sat. Sup. Seca	sumergida en agua		densidad real	Densidad promedio	densidad maxima teorica	% de vacios mezcla total	V.A.M.(vacios agregado mineral)	R.B.V. (relacion betumen vacios)	lectura del dial	carga	factor de correccion de altura de probeta	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	lectura dial del flujo	Fluencia promedio
	%	%		grs.	grs.	grs.		cm3	grs/cm3	grs/cm3	grs/cm3	%	%	%	mm	libras	-	libras	libras	0,01 pulg
1	4,40	4,60	6,360	1181,1	1182,1	685	497,1	2,38	2,38	2,53	6,02	16,24	62,94	950	2539,9387	1,00	2533,59	2704,76	13	13,33
2			6,270	1180,8	1182,6	693	489,6	2,41						1074	2873,8459	1,02	2934,20	15		
3			6,380	1169,3	1175,0	677	498,0	2,35						997	2666,5003	0,99	2646,50	12		
4	4,90	5,15	6,320	1178,0	1178,1	679	499,1	2,36	2,39	2,51	4,77	16,21	70,55	1050	2809,2187	1,01	2831,69	2814,53	14	14,33
5			6,360	1173,6	1173,3	680	493,3	2,38						1013	2709,5851	1,00	2702,81	16		
6			6,390	1157,0	1157,1	681	476,1	2,43						1098	2938,4731	0,99	2909,09	13		
7	5,40	5,71	6,110	1144,0	1145,7	663	482,7	2,37	2,40	2,49	3,67	16,31	77,51	1023	2736,5131	1,07	2922,60	2810,03	15	14,00
8			6,120	1139,3	1140,6	668	472,6	2,41						1013	2709,5851	1,07	2885,71	14		
9			6,040	1139,6	1141,7	669	472,7	2,41						900	2405,2987	1,09	2621,78	13		
10	5,90	6,27	6,120	1143,9	1148,0	668	480,0	2,38	2,39	2,47	3,04	16,82	81,94	876	2340,6715	1,07	2492,82	2532,67	12	13,00
11			6,110	1146,1	1149,4	669	480,4	2,39						960	2566,8667	1,07	2741,41	13		
12			6,630	1149,6	1152,3	675	477,3	2,41						943	2521,0891	0,94	2363,77	14		
13	6,40	6,84	6,250	1165,2	1136,0	665	471,0	2,47	2,39	2,45	2,50	17,41	85,62	874	2335,2859	1,03	2398,34	2220,02	12	11,67
14			6,240	1167,2	1167,4	668	499,4	2,34						758	2022,9211	1,03	2081,59	13		
15			6,220	1179,9	1180,2	677	503,2	2,34						789	2106,3979	1,04	2180,12	10		
16	6,90	7,41	6,150	1155,1	1155,4	666	489,4	2,36	2,37	2,43	2,25	18,23	87,67	750	2001,3787	1,06	2113,46	1590,91	12	10,00
17			6,360	1190,7	1171,1	669	502,1	2,37						520	1382,0347	1,00	1378,58	10		
18			6,330	1184,9	1165,4	668	497,4	2,38						480	1274,3227	1,01	1280,69	8		
ESPECIFICACIONES			mínimo			3			13			65			1500			8		
			maximo			5			-			75			-			16		

**CURVAS MÉTODO MARSHALL
PARA EL CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO**



	Ensayo	Valor de Diseño	% de C.A.
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO	Estabilidad Marshall (Lb)	2837,28	5,03
	Densidad máxima (gr/cm3)	2,39	5,52
	Vacios de la mezcla (%)	4,00	5,27
	% Porcentaje óptimo de C.A.	Promedio (%) =	5,27

MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE UN VÉRTICE

$$f(x) = ax^2 + bx + c$$

Condición para determinar un vértice:

$a < 0$	ocurre un máximo
$a > 0$	ocurre un mínimo

Determinación de las coordenadas de un vértice:

$$x_{\text{vértice}} = -\frac{b}{2a}$$

$$y_{\text{vértice}} = f(x_{\text{vértice}})$$

Ecuaciones en estudio:

ESTABILIDAD MÁXIMA

$$y = -326,39x^2 + 3259,6x - 5998,9$$

$a =$	$-326,39$	< 0	máximo
$b =$	$3259,6$		
$c =$	$-5998,9$		

$$X \text{ máx} = 4,99$$

$$Y \text{ máx} = 2139,36$$

Contenido de ligante para la Estabilidad máxima

Estabilidad máxima.

DENSIDAD MÁXIMA

$$y = -0,0133x^2 + 0,1471x + 1,9933$$

a =	-0,0133	< 0	máximo
b =	0,1471		
c =	1,9933		

X máx =	5,53	Contenido de ligante para la Densidad máxima
Y máx =	2,40	Densidad máxima.

VACÍOS EN LA MEZCLA

Método A:

Vacíos de la mezcla debe ser igual a 3, 4 ó 5 % según diseño, se reemplaza dicho valor en "y" para obtener el valor de la incógnita "x" (contenido de ligante a ese % de vacíos).

Ecuación original:

$$y = 0,5241x^2 - 7,4206x + 27,843$$

a =	0,5241	> 0	mínimo
b =	-7,4206		
c =	27,843		

X máx =	4,93	Contenido de ligante para los vacíos de la mezcla
Y máx =	4,00	Vacíos de la mezcla mínimo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
LABORATORIO DE ASFALTOS

TIPO DE LIGANTE: CEMENTO ASFÁLTICO 85/100
 PROCEDENCIA DEL AGREGADO: SAN MATEO

PROCEDENCIA : BRASIL
 FECHA: MAYO 2023

PLANILLA MÉTODO MARSHALL
PARA EL CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO CON EL 2% DE CAUCHO

Granulometría Formada	P. Especifico	% agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2,68	52,23
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,70	47,77
Peso Especifico Total	2,69	100

TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: CONVENCIONAL	85/100
NÚMERO DE GOLPES POR CARA	75
TEMPERATURA DE MEZCLADO (°C)	160
PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHTO T-229 (gr/cm ³)	1,0240

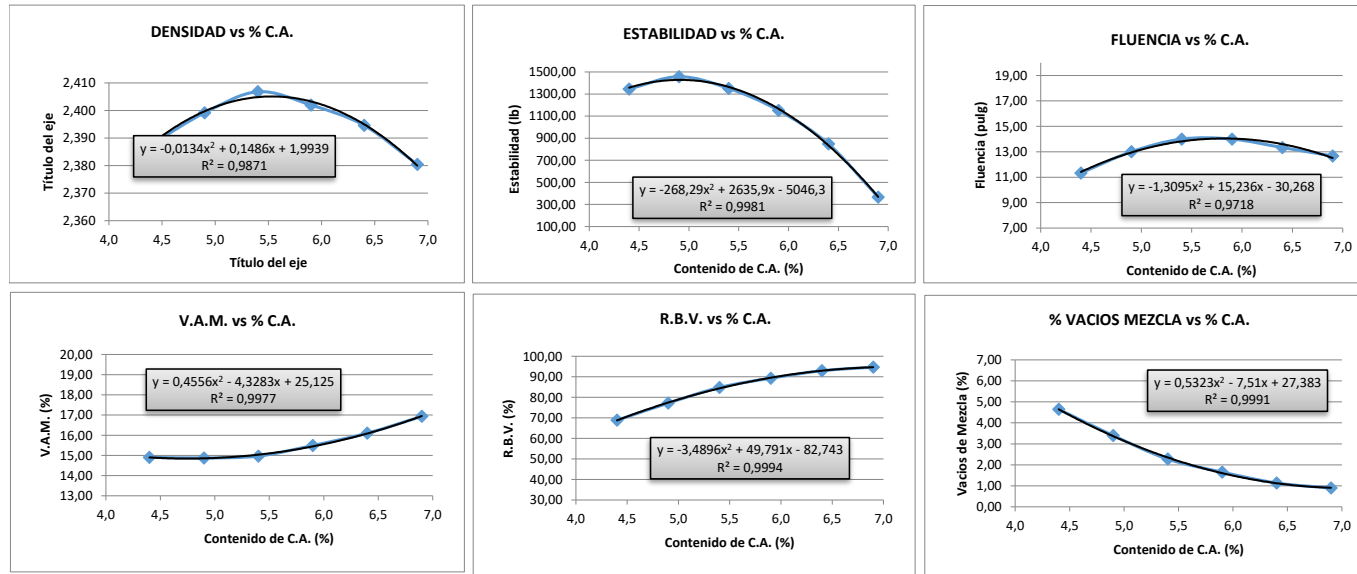
Agregado	P.E.	%
Grava	2,67	25
Gravilla	2,69	28
Arena	2,79	38
Filler	2,68	7
caucho	1,16	2

N° de probeta	% de Asfalto		altura promedio de probeta	Peso Briqueta			Volumen probeta	Densidad Briqueta			% de Vacíos			Estabilidad Marshall					Fluencia				
	base Mezcla %	base Agregados %		seco grs.	sat. Sup. Seca grs.	sumergida en agua grs.		densidad real grs/cm ³	Densidad promedio grs/cm ³	densidad maxima teorica grs/cm ³	% de vacíos mezcla total %	V.A.M.(vacíos agregado mineral) %	R.R.V. (relacion betumen vacíos) %	lectura del dial mm	carga libras	factor de correccion de altura de probeta -	Estabilidad real corregida libras	Estabilidad promedio libras	lectura dial del flujo 0,01 pulg	Fluencia promedio 0,01 pulg			
																					grs.	cm ³	grs/cm ³
1			6,550	1181,3	1182,3	687	495,3	2,39															
2	4,40	4,60	6,460	1181,0	1182,8	695	487,8	2,42	2,39	2,50	4,65	14,91	68,83	471	1250,0875	0,95	1190,71	1345,77	11				
3			6,570	1169,5	1175,2	679	496,2	2,36						595	1583,9947	0,97	1540,43	1345,77	13	11,33			
4			6,510	1178,2	1178,3	681	497,3	2,37						518	1376,6491	0,95	1306,16		10				
5	4,90	5,15	6,550	1173,8	1173,5	682	491,5	2,39	2,40	2,48	3,39	14,87	77,19	571	1519,3675	0,96	1458,59	1457,32	12	13,00			
6			6,580	1157,2	1157,3	683	474,3	2,44						534	1419,7339	0,95	1352,30		13				
7			6,300	1144,2	1145,9	665	480,9	2,38						619	1648,6219	0,95	1561,08		14				
8	5,40	5,71	6,310	1139,5	1140,8	670	470,8	2,42	2,41	2,46	2,28	14,97	84,79	544	1446,6619	1,01	1465,47		15				
9			6,230	1139,8	1141,9	671	470,9	2,42						534	1419,7339	1,01	1435,35	1350,65	13	14,00			
10			6,310	1144,1	1148,2	670	478,2	2,39						421	1115,4475	1,03	1151,14		14				
11	5,90	6,27	6,300	1146,3	1149,6	671	478,6	2,40	2,40	2,44	1,65	15,49	89,32	397	1050,8203	1,01	1062,38		14				
12			6,820	1149,8	1152,5	677	475,5	2,42						481	1277,0155	1,01	1293,62	1151,63	13	14,00			
13			6,440	1165,4	1136,2	667	469,2	2,48						464	1231,2379	0,89	1098,88		15				
14	6,40	6,84	6,430	1167,4	1167,6	670	497,6	2,35	2,39	2,42	1,14	16,10	92,95	395	1045,4347	0,98	1021,91		15				
15			6,410	1180,1	1180,4	679	501,4	2,35						279	733,06992	0,98	718,41	848,21	14	13,33			
16			6,340	1155,3	1155,6	668	487,6	2,37						310	816,54672	0,99	804,30		11				
17	6,90	7,41	6,550	1190,9	1171,3	671	500,3	2,38	2,38	2,40	0,89	16,93	94,72	148	380,31312	1,00	381,45		11				
18			6,520	1185,1	1165,6	670	495,6	2,39						141	361,46352	0,95	344,29	365,96	10	12,67			
														151	388,39152	0,96	372,12		17				
ESPECIFICACIONES				minimo										3		13		65			1500		8
				maximo										5		-		75			-		16

Univ. Marco Antonio Bravo
 LABORATORISTA

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

**CURVAS MÉTODO MARSHALL
PARA EL CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO CON EL 2% DE CAUCHO RECICLADO**



	Ensayo	Valor de Diseño	% de C.A.
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO	Estabilidad Marshall (Lb)	1428,01	4,91
	Densidad máxima (gr/cm3)	2,41	5,54
	Vaciados de la mezcla (%)	4,00	4,64
	% Porcentaje óptimo de C.A.	Promedio (%) =	5,03

Univ. Marco Antonio Bravo Blas
LABORATORISTA

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



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

TIPO DE LIGANTE: CEMENTO ASFÁLTICO 85/100
 PROCEDENCIA DEL AGREGADO: SAN MATEO

PROCEDENCIA : BRASIL
 FECHA: NOVIEMBRE 2022

PLANILLA MÉTODO MARSHALL
PARA EL CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO CON EL 3% DE CAUCHO

Granulometría Formada	P. Especifico	% agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2,68	52,23
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,67	47,77
Peso Especifico Total	2,68	100

TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: CONVENCIONAL	85/100
NÚMERO DE GOLPES POR CARA	75
TEMPERATURA DE MEZCLADO (°C)	160
PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHTO T-229 (gr/cm3)	1,0240

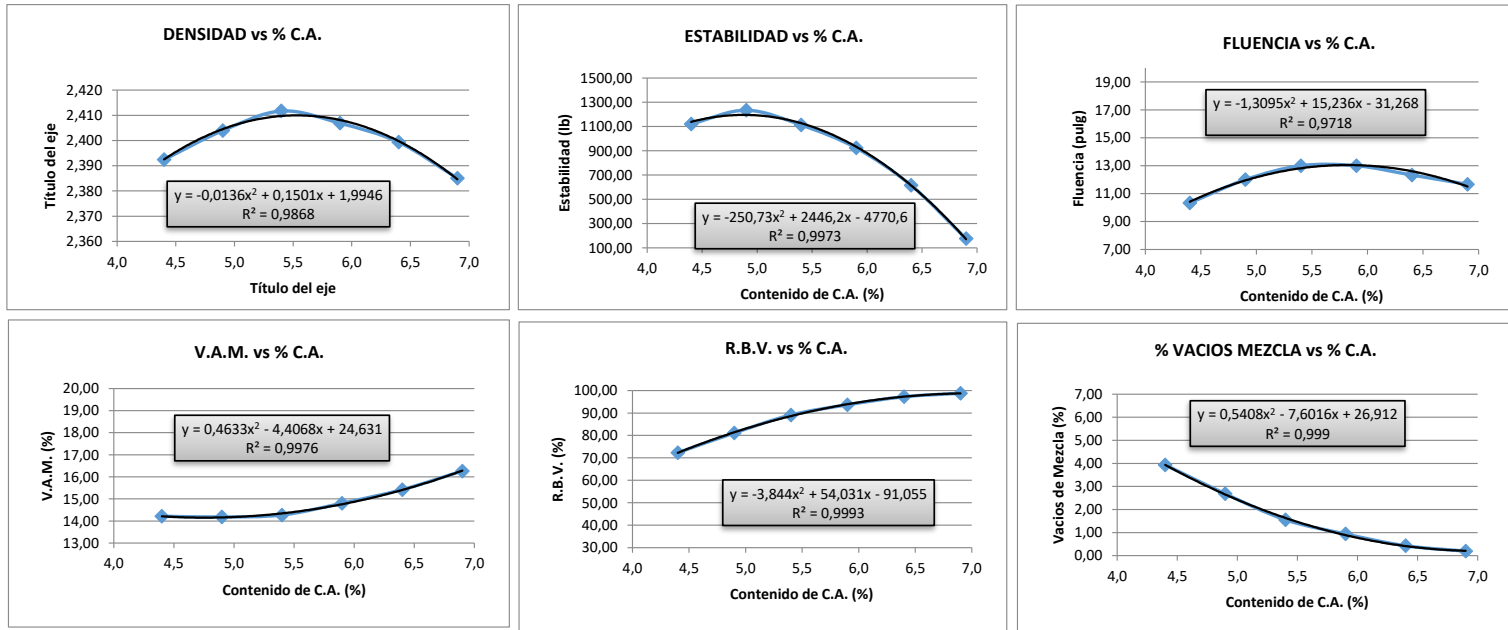
Agregado	P.E.	%
Grava	2,67	25
Gravilla	2,69	28
Arena	2,79	37
Filler	2,68	7
caucho	1,16	3

N° de probeta	% de Asfalto		altura promedio de probeta	Peso Briqueta			Volumen probeta	Densidad Briqueta			% de Vacios			Estabilidad Marshall					Fluencia		
	base Mezcla	base Agregados		seco	sat. Sup. Seca	sumergida en agua		densidad real	Densidad promedio	densidad maxima teorica	% de vacios mezcla total	V.A.M.(vacios agregado mineral)	R.B.V. (relacion betumen vacios)	lectura del dital	carga	factor de correccion de altura de probeta	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	lectura dial del flujo	Fluencia promedio	
																					%
1	4,40	4,60	6,520	1181,3	1182,3	688	494,3	2,39	2,39	2,49	3,94	14,22	72,31	381	1007,7355	0,96	965,51	1120,96	10	10,33	
2			6,430	1181,0	1182,8	696	486,8	2,43						505	1341,6427	0,98	1314,81		12		
3			6,540	1169,5	1175,2	680	495,2	2,36						428	1134,2971	0,95	1082,57		9		
4	4,90	5,15	6,480	1178,2	1178,3	682	496,3	2,37	2,40	2,47	2,68	14,18	81,11	481	1277,0155	0,97	1235,51	1234,34	11	12,00	
5			6,520	1173,8	1173,5	683	490,5	2,39						444	1177,3819	0,96	1128,05		12		
6			6,550	1157,2	1157,3	684	473,3	2,44						529	1406,2699	0,95	1339,47		13		
7	5,40	5,71	6,270	1144,2	1145,9	666	479,9	2,38	2,41	2,45	1,56	14,27	89,10	454	1204,3099	1,02	1229,60	1112,46	14	13,00	
8			6,280	1139,5	1140,8	671	469,8	2,43						444	1177,3819	1,02	1199,75		12		
9			6,200	1139,8	1141,9	672	469,9	2,43						331	873,09552	1,04	908,02		13		
10	5,90	6,27	6,280	1144,1	1148,2	671	477,2	2,40	2,41	2,43	0,94	14,81	93,66	307	808,46832	1,02	823,83	923,41	13	13,00	
11			6,270	1146,3	1149,6	672	477,6	2,40						391	1034,6635	1,02	1056,39		12		
12			6,790	1149,8	1152,5	678	474,5	2,42						374	988,88592	0,90	890,00		14		
13	6,40	6,84	6,410	1165,4	1136,2	668	468,2	2,49	2,40	2,41	0,43	15,42	97,23	305	803,08272	0,99	791,04	615,17	14	12,33	
14			6,400	1167,4	1167,6	671	496,6	2,35						189	490,71792	0,99	484,58		13		
15			6,380	1180,1	1180,4	680	500,4	2,36						220	574,19472	0,99	569,89		10		
16	6,90	7,41	6,310	1155,3	1155,6	669	486,6	2,37	2,39	2,39	0,19	16,27	98,81	80	197,20272	1,01	199,37	175,58	10	11,67	
17			6,520	1190,9	1171,3	672	499,3	2,39						75	183,73872	0,96	176,04		9		
18			6,490	1185,1	1165,6	671	494,6	2,40						65	156,81072	0,97	151,32		16		
ESPECIFICACIONES			minimo									3	13	65						1500	8
			maximo									5	-	75						-	16

Univ. Marco Antonio Bravo Blas
 LABORATORISTA

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

CURVAS MÉTODO MARSHALL
PARA EL CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO CON EL 3 % DE CAUCHO RECICLADO



	Ensayo	Valor de Diseño	% de C.A.
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO	Estabilidad Marshall (Lb)	1195,87	4,88
	Densidad máxima (gr/cm3)	2,41	5,52
	Vacios de la mezcla (%)	4,00	4,38
	% Porcentaje óptimo de C.A.	Promedio (%) =	4,92

Univ. Marco Antonio Bravo Blas
LABORATORISTA

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



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
LABORATORIO DE ASFALTOS

TIPO DE LIGANTE: CEMENTO ASFÁLTICO 85/100
 PROCEDENCIA DEL AGREGADO: LA PINTADA

PROCEDENCIA : BRASIL
 FECHA: DICIEMBRE 2023

PLANILLA MÉTODO MARSHALL
CEMENTO ASFÁLTICO + 1% C.A. DE CAUCHO RECICLADO

Granulometría Formada	P. Especifico	% agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2,68	52,23
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,74	47,77
Peso Especifico Total	2,71	100

TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: CONVENCIONAL	85/100
NÚMERO DE GOLPES POR CARA	75
TEMPERATURA DE MEZCLADO (°C)	160
PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHTO T-229 (gr/cm3)	1,0240

Agregado	P.E.	%
Grava	2,67	25
Gravilla	2,69	28
Arena	2,79	39
Caucho	1,16	7
Filler	2,68	1

N° de probeta	% de Asfalto		altura promedio de probeta	Peso Briqueta			Volumen	Densidad Briqueta			% de Vacios			Estabilidad Marshall					Fluencia		
	base Mezcla	base Agregados		seco	sat. Sup. Seca	sumergida en agua		probeta	densidad real	Densidad promedio	densidad maxima teorica	% de vacios mezcla total	V.A.M.(vacios agregado mineral)	R.B.V. (relación betumen vacios)	lectura del dial	carga	factor de correccion de altura de probeta	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	lectura dial del flujo	Fluencia promedio
	%	%		grs.	grs.	grs.		cm3	grs/cm3	grs/cm3	grs/cm3	%	%	%	mm	libras	-	libras	libras	0,01 pulg	0,01 pulg
1	5,15	5,43	6,64	1162,4	1165,4	680	485,4	2,3947	2,40	2,49	3,53	15,59	77,35	845	2257,1947	0,94	2112,06	2167,96	13,6	13,37	
2			6,48	1176,6	1179,3	687	492,3	2,3900						878	2346,0571	0,97	2269,81		12		
3			6,73	1178,6	1188,9	700	488,9	2,4107						868	2319,1291	0,92	2122,00		14,5		
4	5,15	5,43	6,44	1164,2	1174,6	689	485,6	2,3974	2,40	2,49	3,57	15,63	77,16	854	2281,4299	0,98	2230,10	2201,66	14,5	13,50	
5			6,78	1163,1	1163,1	678	485,1	2,3976						901	2407,9915	0,90	2173,21		12,5		
ESPECIFICACIONES			minimo							3	13	65					1800			8	
			maximo							5	-	75					-			16	

Univ. Marco Antonio Bravo Blas
 LABORATORISTA

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

Densidad Real	% de vacios mezcla total	V.A.M.(vacios agregado mineral)	R.B.V. (relacion betumen vacios)	Estabilidad real corregida	lectura dial del flujo
grs/cm3	%	%	%	libras	0,01 pulg
2,39	3,68	15,73	76,58	2112,06	13,60
2,39	3,87	15,89	75,63	2269,81	12,00
2,41	3,04	15,16	79,96	2122,00	14,50
2,40	3,57	15,63	77,14	2230,10	14,50
2,40	3,56	15,62	77,18	2173,21	12,50

Media	2,3981	3,5231	15,6034	77,2732	2179,7420	13,3407
Desviacion	0,0077	0,3094	0,2707	1,6113	68,1750	1,1432
Mediana	2,3974	3,5730	15,6305	77,1406	2173,2123	13,600

Univ. Marco Antonio Bravo Blas
LABORATORISTA

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

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DATOS GENERALES				
Actividad:	CARPETA DE CONCRETO-ASFALTO CONVENCIONAL			
Cantidad:	1			
Unidad:	M3			
Moneda:	Bolivianos			
1.- MATERIALES				
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO
1	GRABA 3/4 TRITURADA CLASIFICADA DE PLANTA	M3	0,35	152,00
2	GRAVILLA 3/8 TRITURADA CLASIFICADA DE PLANTA	M3	0,39	152,00
3	ARENA CLASIFICADA	M3	0,63	145,00
4	CEMENTO ASFALTICO	LT	0,13	10,58
5	DIESEL	LT	18,00	3,74
TOTAL DE MATERIALES :				
2.- MANO DE OBRA				
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO
1	Ayudante	hr	0,028	16
2	Capataz	hr	1,8	25
3	Operador	hr	0,82	20
4	Operador equipo liviano	hr	0,082	18
5	Operador de planta	hr	0,09	23,19
6	Obrero	hr	0,072	12,07
7	Chofer	hr	0,0012	18
Subtotal Mano de Obra :				
Cargas Sociales (% del Subtotal de Mano de Obra)			60%	66,30
Impuestos I.V.A. Mano de Ora (% de Mano de Obra + Carga Sociales)			14,94%	106,08
Subtotal Cargas Sociales e Impuestos :				
TOTAL DE MANO DE OBRA :				
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO
1	COMPAC. ROD. LISO Y PATA DE CABRA AUTOP.	hr	0,035	303,85
	DISTRIBUIDOR DE AGREGADOS AUTOP.	hr	0,028	455,03
	ESCOBA MECANICA AUTOP.	hr	0,028	71,55
	PLANTA CALENTAMIENTO DE ASFALTO	hr	0,09	965,23
	RODILLO NEUMATICO TSP 10000	hr	0,084	332,81
	TERMINADORA DE ASFALTO	hr	0,075	669,06
	CARGADOR FRONTAL DE RUEDAS 950 M3	hr	0,0001	421,29
	VOLQUETE >= 12 M3	hr	0,0012	227,87
Herramientas (% de Total de Mano de Obra)			8%	121,93
TOTAL DE EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3			10,00%	595,45
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD=% DE 1+2+3+4			0,00%	654,99
TOTAL UTILIDAD				
6.- IMPUESTOS				
IMPUESTOS IT-% DE 1+2+3+4+5			3,09%	654,99
TOTAL IMPUESTOS				
TOTAL PRECIO UNITARIO 1+2+3+4+5+6				

COSTO TOTAL
52,98
59,48
91,95
1,33
67,32
273,06
COSTO TOTAL
0,448
45
16,4
1,476
2,0871
0,86904
0,0216
66,30
39,78
15,85
55,63
121,93
COSTO TOTAL
10,63475
12,74084
2,0034
86,8707
27,95604
50,1795
0,042129
0,273444
9,75
200,46
59,54
0,00
20,24
675,23

optimo	
densidad max	2,39
	2390
	gr/cm3
	kg/m3

%optimo		100	2390	
	cemento	5,27	125,953	kg/m3
	agregado	94,73	2264,047	

0,125953 kg/Lt

%	
grava	25
gravilla	28
arena con file	47
	100
	2390
	566,01175
	633,93316
	1064,10209
	2264,047

Peso Unitario Saturado
(gr/cm3) (gr/m3)

	1,624	1624
	1,62	1620
	1,678	1678

4.5.1. PRECIOS UNITARIOS MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Actividad: SUMINISTRO DE CEMENTO ASFALTICO						
Unitario: TON						
Cantidad:						
Moneda: Bolivianos						
	Descripción	Und.	Cantidad	% Productiv.	Precio Improductivo	Precio Productivo
1.-	MATERIALES					
	CEMENTO ASFALTICO	TON	1,00000			8,700
TOTAL MATERIAL						
2.-	MANO DE OBRA					
			0,00000			0
SUBTOTAL MANO DE OBRA						
	BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA					71,1
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES					14,5
TOTAL MANO DE OBRA						
3.-	EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
			0,00000	0,00%	0,00	0
	HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA					5,0
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
4.-	GASTOS GENERALES					
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					18,0
TOTAL GASTOS GENERALES						
5.-	UTILIDAD					
	UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4					0,0
TOTAL UTILIDAD						
6.-	IMPUESTOS					
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					3,0
TOTAL IMPUESTOS						
TOTAL PRECIO UNITARIO						

m3
0,3485294
0,39131677
0,63414904

IONAL

Costo	
v.	Total
0,00	8.700,00
LES	8.700,00
0,00	0,00
IRA	0,00
18%	0,00
24%	0,00
IRA	0,00
0,00	0,00
00%	0,00
EAS	0,00
00%	1.566,00
LES	1.566,00
00%	0,00
AD	0,00
09%	317,22
OS	317,22
RIO	10.583,22

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

GRANULOMETRÍAS



Cuarteo de material

Granulometría de arena



Juego de tamices



Pesado de muestra



vaciado de muestra



Rotor

Granulometría de la grava y gravilla



Juego de tamices



Material



rotor electrico



Mat. retenido en tamices

PESO UNITARIO

Peso unitario de la grava



Peso unitario de la gavilla



Peso unitario de la arena



PESO ESPECIFICO

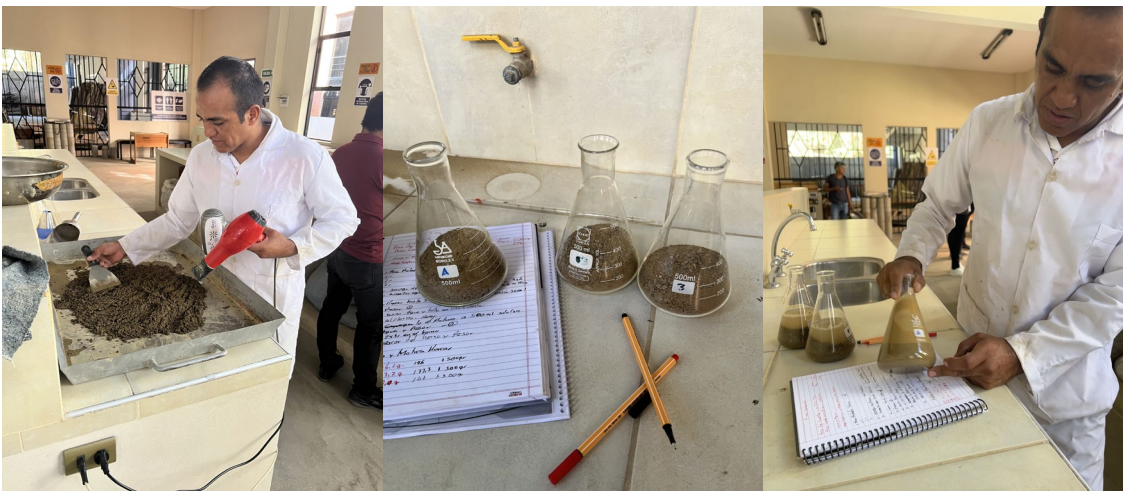
Peso específico de la grava



Peso específico de la gravilla



Peso específico de la arena



Dirección Sucursal
 Av. Dorvining Esq. C/ A. Gutierrez
 Dirección Planta
 Av. 4 Esquinas y C/ Cabrera S/N
 Zona Sirpita - Tiquipaya
 Telf.: 60780778 - 70390604



TERRACYCLE

Industria Recicladora de Caucho

LISTA DE PRECIOS CAUCHO

DESCRIPCION	PRECIO UNIT. MENORES A 1 TONELADA	PRECIO UNIT. DE 1 A 5 TONELADAS	PRECIO UNIT. DE 5 A 8 TONELADAS	PRECIO UNIT. DE 8 A 15 TONELADAS	PRECIO UNIT. DE 15 A 25 TONELADAS	PRECIO UNIT. MAYORES A 25
POLVO DE CAUCHO 0.1 a 0.68 mm Caucho Reciclado DIMENSIONES <i>forma Fisica: Polvo</i> MALLA (0.68 mm) = 10 % MALLA (0.2 mm) = 90 % FORMA Material en polvo excenta de metal OBSERVACIONES Material con doble Zarandeo	3.9 BS/KG C/F	3.7 Bs/KG C/F	3.5 bs/KG C/F			
	3.3 BS/KG S/F	3 BS/KG S/F	2.8 BS/KG S/F			
CAUCHO GRANULADO FINO 0.68 a 1.5 mm Caucho Reciclado DIMENSIONES <i>forma Fisica: GRANO FINO</i> MALLA (1.5 mm) = 50 % MALLA (0.68 mm) = 50 % FORMA Material en grano fino excenta de metal OBSERVACIONES fibra 0.5%	3.5 BS/KG C/F	3.3 BS/KG C/F	3.1 BS /KG C/F			
	3 BS/KG S/F	2.8 BS/KG S/F	2.6 BS/KG S/F			
CAUCHO GRANULADO GRUESO 1.5 a 3.5 mm Caucho Reciclado DIMENSIONES <i>forma Fisica: GRANO</i> MALLA (1.5 mm) = 50 % MALLA (3.5 mm) = 50 % FORMA Material en grano grueso excenta de metal OBSERVACIONES fibra 0.5%	3.5 BS/KG C/F			3.3 BS/KG C/F	3.1 BS/KG C/F	2.9 BS/KG C/F
	2.8 BS/KG S/F			2.6 BS/KG S/F	2.4 BS/KG S/F	2.2 BS/KG S/F

LISTA DE PRECIOS BALDOSAS AMORTIGUANES (C/F)

DESCRIPCION PRODUCTO	DIMENSIONES	ESPEJOR (Cm)	PRODUCTO UNITARIO MENOS A 100 Mts2	PRODUCTO UNITARIO MAYOR A 100 Mts 2
BALDOSAS AMORTIGUANES DE CAUCHO color NEGRO	50x50x2	2	52.5 bs unidad de baldosa	50 bs unidad de baldosa
			210 bs/mts ² (4 baldosas=1 mts ²)	200 bs/mts ² (4 baldosas=1 mts ²)
BALDOSAS AMORTIGUANES DE CAUCHO Color NEGRO	50x50x2.5	2.5	55 bs unidad de baldosa	52.5 bs unidad de baldosa
			220 bs/mts ² (4 baldosas=1 mts ²)	210 bs/mts ² (4 baldosas=1 mts ²)
BALDOSAS AMORTIGUANES DE CAUCHO GRANIZADO previa confirmacion de pedido	50x50x2	2	57.5 bs unidad de baldosa	55 bs unidad de baldosa
			230 bs/mts ² (4 baldosas=1 mts ²)	220 bs/mts ² (4 baldosas=1 mts ²)
BALDOSAS AMORTIGUANES DE CAUCHO GRANIZADO previa confirmacion de pedido	50x50x2.5	2.5	60 bs unidad de baldosa	57.5 bs unidad de baldosa
			240 bs/mts ² (4 baldosas=1 mts ²)	220 bs/mts ² (4 baldosas=1 mts ²)

LISTA DE PRECIOS BALDOSAS AMORTIGUANES (S/F)

DESCRIPCION PRODUCTO	DIMENSIONES	ESPEJOR (Cm)	PRODUCTO UNITARIO MENOS A 100 Mts2	PRODUCTO UNITARIO MAYOR A 100 Mts 2
BALDOSAS AMORTIGUANES DE CAUCHO NEGRO	50x50x2	2	42.5 bs unidad de baldosa	40 bs unidad de baldosa
			170 bs/mts ² (4 baldosas=1 mts ²)	160 bs/mts ² (4 baldosas=1 mts ²)
BALDOSAS AMORTIGUANES DE CAUCHO NEGRO	50x50x2.5	2.5	47.5 bs unidad de baldosa	45 bs unidad de baldosa
			190 bs/mts ² (4 baldosas=1 mts ²)	180 bs/mts ² (4 baldosas=1 mts ²)
BALDOSAS AMORTIGUANES DE CAUCHO GRANIZADO previa confirmacion de pedido	50x50x2	2	47.5 bs unidad de baldosa	45 bs unidad de baldosa
			190 bs/mts ² (4 baldosas=1 mts ²)	180 bs/mts ² (4 baldosas=1 mts ²)
BALDOSAS AMORTIGUANES DE CAUCHO GRANIZADO previa confirmacion de pedido	50x50x2.5	2.5	50 bs unidad de baldosa	47.5 bs unidad de baldosa
			200 bs/mts ² (4 baldosas=1 mts ²)	190 bs/mts ² (4 baldosas=1 mts ²)