

ANEXO 1: CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS DE APORTACIÓN



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA)

ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D-2419

PROYECTO: "EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS UTILIZANDO PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR"

AGREGADO: ARENA

MUESTRA: N°1,2,3

FECHA: NOVIEMBRE DE 2018

N° de Muestra	H1	H2	Equivalente de Arena (%)
	(cm)	(cm)	
1	9,8	10,60	92,45
2	9,9	10,70	92,52
3	10,1	11,10	90,99
		Promedio	91,99

$$E. A. = \frac{H_1}{H_2} * 100$$

Equivalente de Arena (%)	NORMA
91,99	> 50%

Univ. Cesar Paul Huanca Cruz

SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
**JEFE DE LAB. SE SUELOS Y
HORMIGONES**



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO (Arena)

PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA “EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS UTILIZANDO PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR”

ELABORADO POR: Univ. CESAR PAUL HUANCA
CRUZ

FECHA: NOVIEMBRE DEL 2018

MUESTRA N°	PESO DE MUESTRA A (gr)	PESO DE MATRAZ (gr)	MUESTRA A + MATRAZ + AGUA (gr)	PESO DEL AGUA AGREGADO AL MATRAZ "W" (ml) o (gr)	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	VOLUMEN DEL MATRAZ "V" (ml)	P. E. A GRANEL (gr/cm ³)	P. E. SATURADO O CON SUP. SECA (gr/cm ³)	P. E. APARENTE (gr/cm ³)	% DE ABSORCIÓN
1	455,8	185	935,1	294,30	450,10	500,00	2,19	2,43	2,89	1,25
2	462,4	185	941,8	294,40	454,90	500,00	2,21	2,43	2,83	1,62
3	470,6	185	950,2	294,60	462,50	500,00	2,25	2,43	2,75	1,72
PROMEDIO							2,22	2,43	2,83	1,53

Univ. Cesar Paul Huanca Cruz

SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. SE SUELOS Y
HORMIGONES



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA "EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS UTILIZANDO PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR"

ELABORADO POR: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

FECHA: NOVIEMBRE DE 2018

MUESTRA N°	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA "C" (gr)	PESO ESPECÍFICO A GRANDEL (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)	% DE ABSORCIÓN
1	4878,10	5000,00	3078,00	2,54	2,60	2,71	2,50
2	4882,20	5000,00	3082,00	2,55	2,61	2,71	2,41
3	4889,50	5000,00	3088,00	2,56	2,62	2,71	2,26
PROMEDIO				2,55	2,61	2,71	2,39

(B-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volumen de agua desplazado o sea el volumen de la muestra.

Univ. Cesar Paul Huanca Cruz
SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. SE SUELOS Y HORMIGONES



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Grava)

PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA “EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS UTILIZANDO PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR”

ELABORADO POR: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

FECHA: NOVIEMBRE DE 2018

MUESTRA N°	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA "C" (gr)	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)	% DE ABSORCIÓN
1	4920,00	5000,00	3111,00	2,60	2,65	2,72	1,63
2	4925,00	5000,00	3112,00	2,61	2,65	2,72	1,52
3	4917,00	5000,00	3113,00	2,61	2,65	2,73	1,69
PROMEDIO				2,61	2,65	2,72	1,61

(B-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volúmen de agua desplazado o sea el volúmen de la muestra.

Univ. Cesar Paul Huanca Cruz
SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. SE SUELOS Y HORMIGONES

	UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM C-131		
	PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA "EVALUACION DE UNA MEZCLA ASFALTICA CON PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR"		
AGREGADO: GRAVA	MUESTRA: N°1	FECHA: NOVIEMBRE DE 2018	

TABLA ASTM C-131 DE REQUERIMIENTO SEGÚN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

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

DATOS DE LABORATORIO		
GRADACIÓN A		
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	PESO RETENIDO
1 1/2 "	1"	-
3/4"	1/2"	2500
1/2"	3/8"	2500

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

GRADACIÓN	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE DESGASTE	ESPECIFICACION ASTM
A	5000	3596,5	28,07	35% MAX

Univ. Cesar Paul Huanca Cruz
SOLICITANTE

Ing. Moises Diaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE SUELOS Y HORMIGONES



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA)
ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM C-131

PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA "EVALUACION DE UNA MEZCLA ASFALTICA CON PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR"

AGREGADO: **GRAVILLA**

MUESTRA: N°1

FECHA: **NOVIEMBRE DE 2018**

TABLA ASTM C-131 DE REQUERIMIENTO SEGÚN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

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

DATOS DE LABORATORIO		
GRADACIÓN C		
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	PESO RETENIDO
3/8"	1/4"	2500
1/4"	N°4	2500

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

GRADACIÓN	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE DESGASTE	ESPECIFICACION ASTM
C	5000	3511,1	29,78	35% MAX

Univ. Cesar Paul Huanca Cruz
SOLICITANTE

Ing. Moises Diaz Ayarde
JEFE DE LAB. DE SUELOS Y HORMIGONES



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

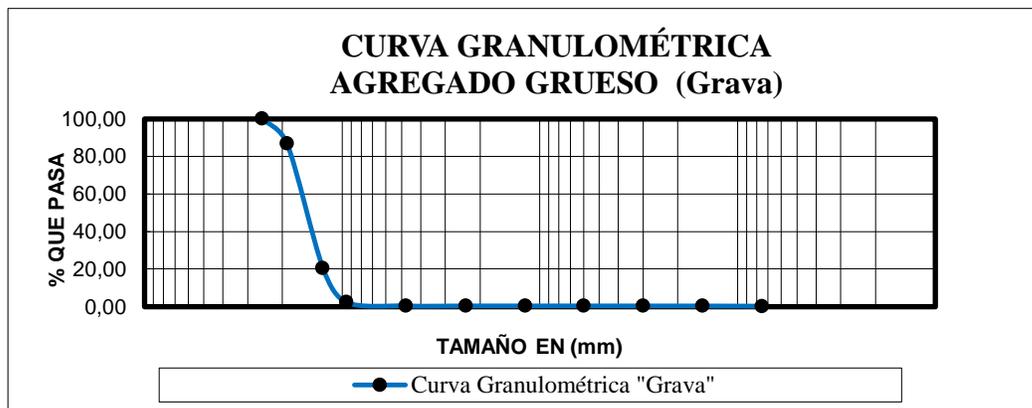
GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Grava)

PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA “EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS CON PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR”

ELABORADO POR: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

FECHA: NOVIEMBRE
DE 2018

Peso Total (gr.)			5000		
Nº de Tamices	Tamaño (mm)	Peso Retenido.	Retenido Acum.	% Retenido	% que pasa del total
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,0	662,20	662,20	13,24	86,76
1/2"	12,5	3318,10	3980,30	79,61	20,39
3/8"	9,50	911,30	4891,60	97,83	2,17
Nº4	4,75	95,80	4987,40	99,75	0,25
Nº8	2,36	0,60	4988,00	99,76	0,24
Nº16	1,18	0,20	4988,20	99,76	0,24
Nº30	0,60	0,10	4988,30	99,77	0,23
Nº50	0,30	0,20	4988,50	99,77	0,23
Nº100	0,15	1,10	4989,60	99,79	0,21
Nº200	0,075	3,80	4993,40	99,87	0,13
BASE	-	6,40	4999,80	100,00	0,00
SUMA		4999,8			
PÉRDIDAS		0,2			
MF =		7,96			



Univ. Cesar Paul Huanca Cruz

SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
**JEFE DE LAB. SE SUELOS Y
HORMIGONES**



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

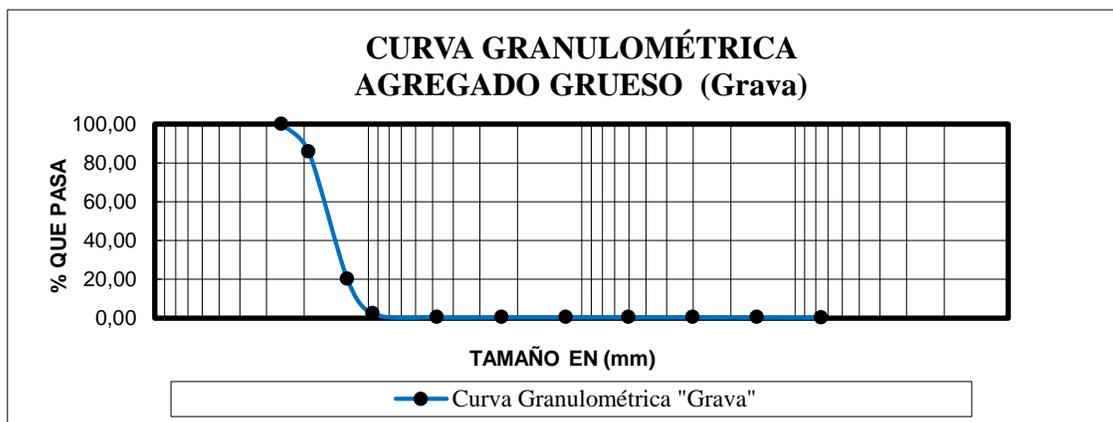
GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Grava)

PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA “EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS CON PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR”

FECHA: NOVIEMBRE
DE 2018

ELABORADO POR: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

Peso Total (gr.)			5000		
Nº de Tamices	Tamaño (mm)	Peso Retenido.	Retenido Acum.	% Retenido	% que pasa del total
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,0	716,40	716,40	14,33	85,67
1/2"	12,5	3288,30	4004,70	80,09	19,91
3/8"	9,50	889,80	4894,50	97,89	2,11
Nº4	4,75	91,20	4985,70	99,71	0,29
Nº8	2,36	0,30	4986,00	99,72	0,28
Nº16	1,18	0,40	4986,40	99,73	0,27
Nº30	0,60	0,20	4986,60	99,73	0,27
Nº50	0,30	0,10	4986,70	99,73	0,27
Nº100	0,15	2,20	4988,90	99,78	0,22
Nº200	0,075	4,60	4993,50	99,87	0,13
BASE	-	5,80	4999,30	99,99	0,01
SUMA		4999,3			
PÉRDIDAS		0,7			
MF =		7,96			



Univ. Cesar Paul Huanca Cruz

SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. SE SUELOS Y
HORMIGONES



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

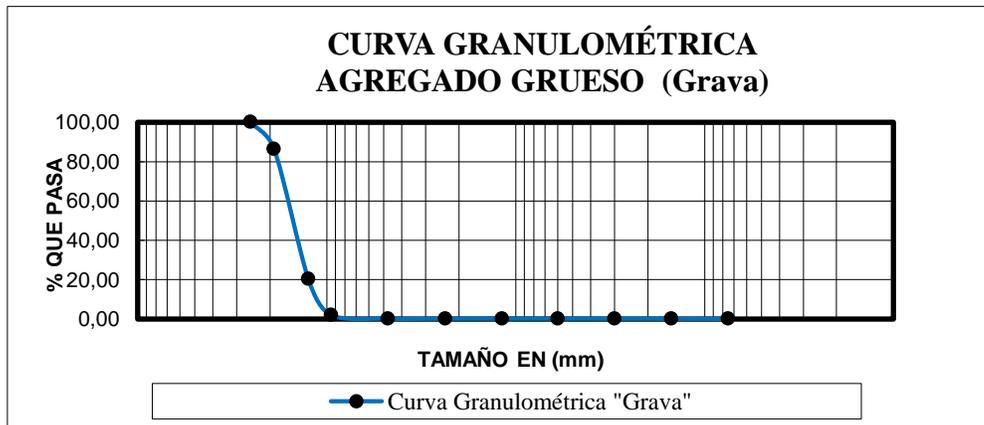
GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Grava)

PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA “EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS CON PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR”

ELABORADO POR: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

FECHA: NOVIEMBRE DE 2018

Peso Total (gr.)			5000		
Nº de Tamices	Tamaño (mm)	Peso Retenido.	Retenido Acum.	% Retenido	% que pasa del total
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,0	675,75	675,75	13,52	86,49
1/2"	12,5	3310,65	3986,40	79,73	20,27
3/8"	9,50	905,93	4892,33	97,85	2,15
Nº4	4,75	94,65	4986,98	99,74	0,26
Nº8	2,36	0,53	4987,50	99,75	0,25
Nº16	1,18	0,25	4987,75	99,76	0,25
Nº30	0,60	0,13	4987,88	99,76	0,24
Nº50	0,30	0,17	4988,05	99,76	0,24
Nº100	0,15	1,37	4989,43	99,79	0,21
Nº200	0,075	4,00	4993,43	99,87	0,13
BASE	-	6,25	4999,68	99,99	0,01
SUMA		4999,7			
PÉRDIDAS		0,3			
MF =		7,96			



Univ. Cesar Paul Huanca Cruz

SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
**JEFE DE LAB. SE SUELOS Y
HORMIGONES**



**UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL
SARACHO"**
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

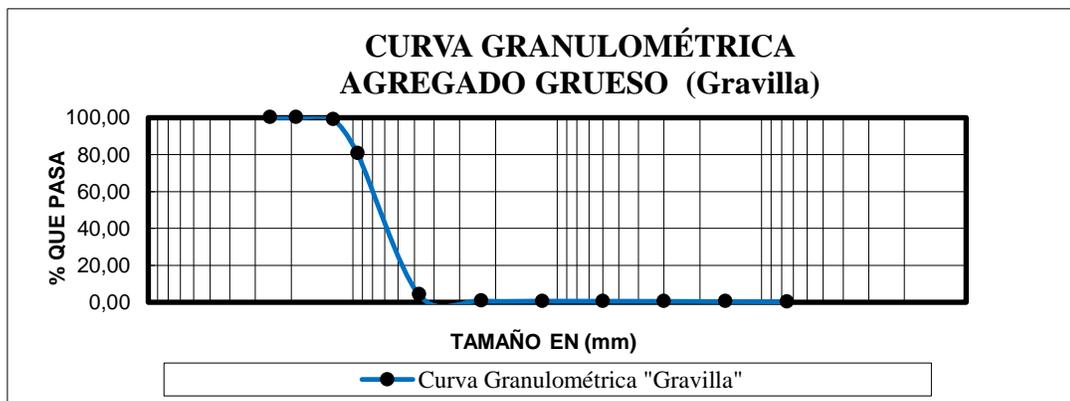
GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA “EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS CON PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR”

ELABORADO POR: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

FECHA: NOVIEMBRE DE 2018

Peso Total (gr.)			5000		
Nº de Tamices	Tamaño (mm)	Peso Retenido.	Retenido Acum.	% Retenido	% que pasa del total
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,5	54,90	54,90	1,10	98,90
3/8"	9,50	919,20	974,10	19,48	80,52
Nº4	4,75	3819,50	4793,60	95,87	4,13
Nº8	2,36	168,90	4962,50	99,25	0,75
Nº16	1,18	7,90	4970,40	99,41	0,59
Nº30	0,60	2,10	4972,50	99,45	0,55
Nº50	0,30	3,90	4976,40	99,53	0,47
Nº100	0,15	6,50	4982,90	99,66	0,34
Nº200	0,075	8,00	4990,90	99,82	0,18
BASE	-	7,90	4998,80	99,98	0,02
SUMA		4998,8			
PÉRDIDAS		1,2			
MF =		7,12			



Univ. Cesar Paul Huanca Cruz

SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. SE SUELOS Y
HORMIGONES



**UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL
SARACHO"**
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

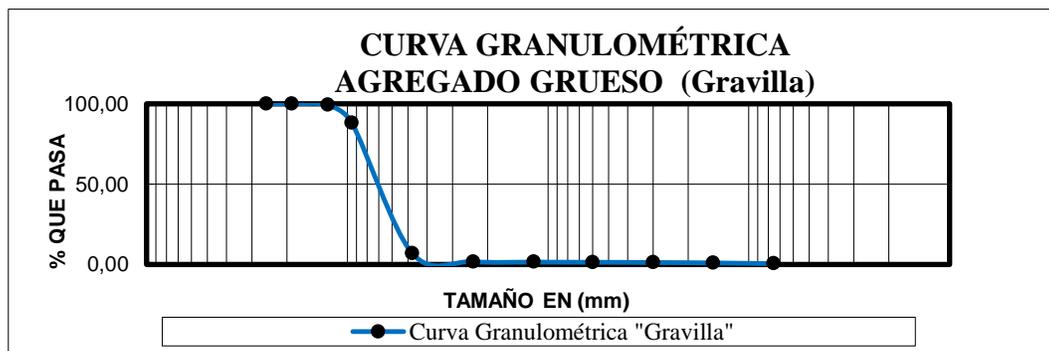
GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

PROYECTO : INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA “EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS CON PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR”

ELABORADO POR: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

FECHA: NOVIEMBRE DE 2018

Peso Total (gr.)			5000		
Nº de Tamices	Tamaño (mm)	Peso Retenido.	Retenido Acum.	% Retenido	% que pasa del total
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,5	39,67	39,67	0,79	99,21
3/8"	9,50	560,33	600,00	12,00	88,00
Nº4	4,75	4060,17	4660,17	93,20	6,80
Nº8	2,36	259,33	4919,50	98,39	1,61
Nº16	1,18	14,67	4934,17	98,68	1,32
Nº30	0,60	4,67	4938,83	98,78	1,22
Nº50	0,30	7,17	4946,00	98,92	1,08
Nº100	0,15	13,00	4959,00	99,18	0,82
Nº200	0,075	23,33	4982,33	99,65	0,35
BASE	-	16,67	4999,00	99,98	0,02
SUMA		4999,0			
PÉRDIDA					
S		1,0			
MF =		6,99			



Univ. Cesar Paul Huanca Cruz

SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. SE SUELOS Y
HORMIGONES



**UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL
SARACHO"**
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

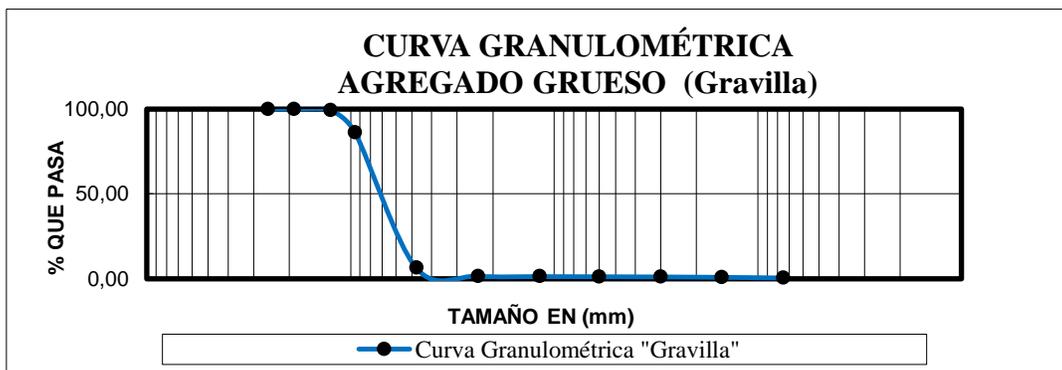
GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

PROYECTO : INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA “EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS CON PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR”

ELABORADO POR: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

FECHA: NOVIEMBRE DE 2018

Peso Total (gr.)			5000		
Nº de Tamices	Tamaño (mm)	Peso Retenido.	Retenido Acum.	% Retenido	% que pasa del total
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,5	43,48	43,48	0,87	99,13
3/8"	9,50	650,05	693,53	13,87	86,13
Nº4	4,75	4000,00	4693,53	93,87	6,13
Nº8	2,36	236,73	4930,25	98,61	1,39
Nº16	1,18	12,98	4943,23	98,86	1,14
Nº30	0,60	4,03	4947,25	98,95	1,05
Nº50	0,30	6,35	4953,60	99,07	0,93
Nº100	0,15	11,38	4964,98	99,30	0,70
Nº200	0,075	19,50	4984,48	99,69	0,31
BASE	-	14,48	4998,95	99,98	0,02
SUMA		4999,0			
PÉRDIDA					
S		1,0			
MF =		7,02			



Univ. Cesar Paul Huanca Cruz

SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. SE SUELOS Y
HORMIGONES



**UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL
SARACHO"**
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

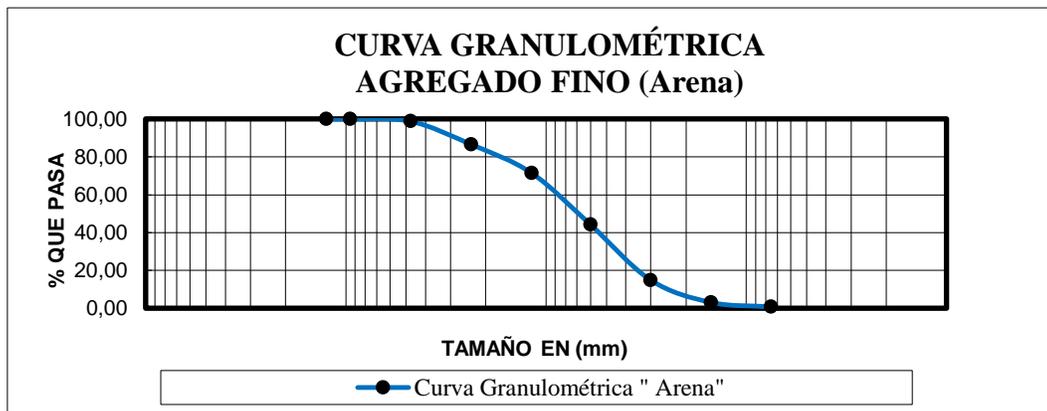
GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO (Arena)

PROYECTO : INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA “EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS CON PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR”

ELABORADO POR: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

FECHA: NOVIEMBRE
DE 2018

Peso Total (gr.)			3000		
Nº de Tamices	Tamaño (mm)	Peso Retenido.	Retenido Acum.	% Retenido	% 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	36,00	36,00	1,20	98,80
Nº8	2,36	367,80	403,80	13,46	86,54
Nº16	1,18	452,40	856,20	28,54	71,46
Nº30	0,60	816,54	1672,74	55,76	44,24
Nº50	0,30	880,50	2553,24	85,11	14,89
Nº100	0,15	354,30	2907,54	96,92	3,08
Nº200	0,075	71,40	2978,94	99,30	0,70
BASE	-	20,10	2999,04	99,97	0,03
SUMA		2999,04			
PÉRDIDA					
S		0,96			
MF =		3,80			



Univ. Cesar Paul Huanca Cruz

SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. SE SUELOS Y
HORMIGONES



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

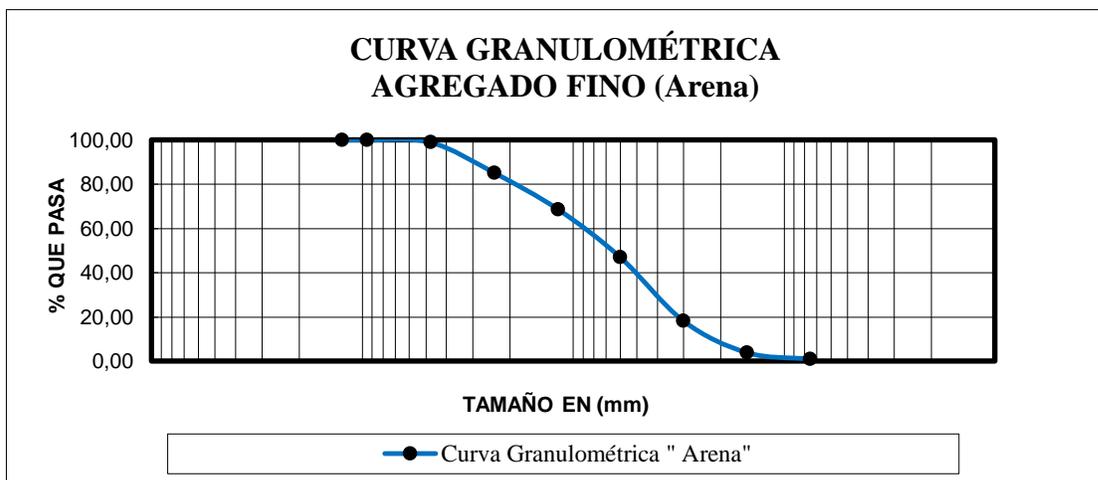
GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO (Arena)

PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA “EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS CON PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR”

ELABORADO POR: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

FECHA: NOVIEMBRE DE 2018

Peso Total (gr.)			3000		
Nº de Tamices	Tamaño (mm)	Peso Retenido.	Retenido Acum.	% Retenido	% 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	31,80	31,80	1,06	98,94
Nº8	2,36	416,40	448,20	14,94	85,06
Nº16	1,18	493,20	941,40	31,38	68,62
Nº30	0,60	646,20	1587,60	52,92	47,08
Nº50	0,30	866,40	2454,00	81,80	18,20
Nº100	0,15	428,40	2882,40	96,08	3,92
Nº200	0,075	88,65	2971,05	99,04	0,97
BASE	-	28,20	2999,25	99,98	0,03
SUMA		2999,25			
PÉRDIDAS		0,75			
MF =		3,77			



Univ. Cesar Paul Huanca Cruz

SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
**JEFE DE LAB. SE SUELOS Y
HORMIGONES**



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

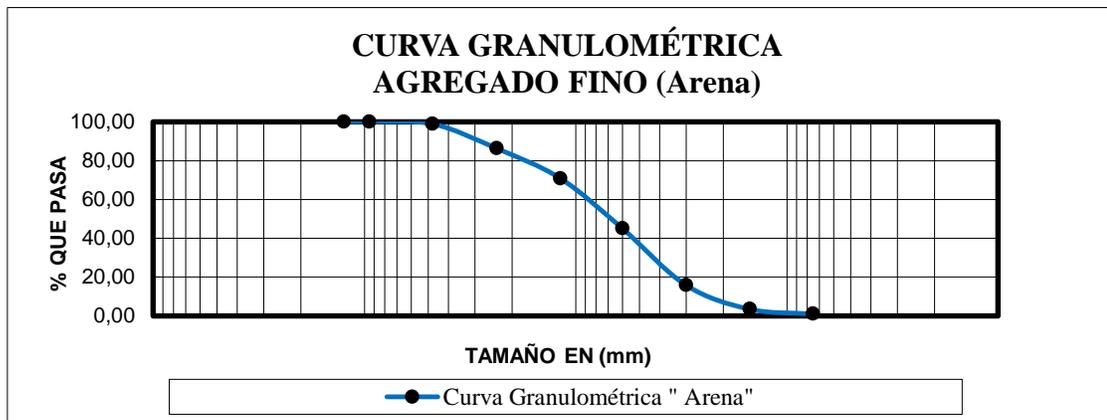
GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO (Arena)

PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA “EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS CON PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR”

FECHA: NOVIEMBRE
DE 2018

ELABORADO POR: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

Peso Total (gr.)			3000		
N° de Tamices	Tamaño (mm)	Peso Retenido.	Retenido Acum.	% Retenido	% 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
N°4	4,75	34,95	34,95	1,17	98,84
N°8	2,36	379,95	414,90	13,83	86,17
N°16	1,18	462,60	877,50	29,25	70,75
N°30	0,60	773,96	1651,46	55,05	44,95
N°50	0,30	876,98	2528,43	84,28	15,72
N°100	0,15	372,83	2901,26	96,71	3,29
N°200	0,075	75,71	2976,97	99,23	0,77
BASE	-	22,13	2999,09	99,97	0,03
SUMA		2999,09			
PÉRDIDAS		0,91			
MF =		3,80			



Univ. Cesar Paul Huanca Cruz

SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
**JEFE DE LAB. SE SUELOS Y
HORMIGONES**

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN DEL CEMENTO ASFÁLTICO

	UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO	
	ASFALTO: 85/100	MUESTRA N°: 1
		FECHA: NOVIEMBRE DE 2018 LABORATORISTA: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO

TIPO: CEMENTO ASFALTO BETUNEL 85-100

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO

ENSAYO	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO	ESPECIFICACIONES	
						Mínimo	Máximo
Peso Picnómetro	grs.	32,9	33,9	33,8			
Peso Picnómetro + Agua (25°C)	grs.	78,73	81,0	81,4			
Peso Picnómetro + Muestra	grs.	69,67	70,5	70,4			
Peso Picnómetro + Agua + Muestra	grs.	79,27	81,4	81,9			
Peso Específico	grs./cm ³	1,012	1,009	1,010	1,01030	1	1,05

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

Univ. Cesar Paul Huanca Cruz
SOLICITANTE

Tec. Carlos Marcelo Subia
TEC. DE LAB. DE ASFALTOS - UAJMS

Observaciones: El certifica la realizacion de los ensayos, sin embargo nose responsabiliza los resultados obtenidos.
El informe no puede ser utilizado en ningun tipo de camapaña de informacion, tecnica o comercial. Prohibida su reproduccion

	UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO	
	ASFALTO: 85/100	MUESTRA N°: 1
	FECHA: NOVIEMBRE DE 2018 LABORATORISTA: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ	

CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO

TIPO: CEMENTO ASFALTO 85-100

ENSAYO	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO	ESPECIFICACIONES	
						Mínimo	Máximo
Ductilidad a 25°C AASHTO T-51	cm.	115	105	107	109	>100	-
Punto de ablandamiento	°C	44,0	47,0	46,0	46	42	53
Punto de Inflamación AASHTO T-48	°C	>272	>274	>270	>272	>232	-

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

Univ. Cesar Paul Huanca Cruz
SOLICITANTE

Tec. Carlos Marcelo Subia
TEC. DE LAB. DE ASFALTOS - UAJMS

Observaciones: El certifica la realización de los ensayos, sin embargo no se responsabiliza los resultados obtenidos.
 El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información, técnica o comercial. Prohibida su reproducción

	UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO	
	ASFALTO: 85/100	MUESTRA N°: 1
		FECHA: NOVIEMBRE DE 2018 LABORATORISTA: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO

TIPO: CEMENTO ASFALTO 85-100

ENSAYO DE PENETRACION DEL CEMENTO ASFALTICO

ENSAYO	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO	ESPECIFICACIONES	
						Mínimo	Máximo
Penetración a 25°C, 100s. 5seg.(0.1mm) AASHTO T-49	Lectura N°1	96	95	92			
	Lectura N°2	87	92	97			
	Lectura N°3	97	87	81			
	Promedio	mm.	93	91	90	92	85

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

Univ. Cesar Paul Huanca Cruz
SOLICITANTE

Tec. Carlos Marcelo Subia
TEC. DE LAB. DE ASFALTOS - UAJMS

Observaciones: El certifica la realización de los ensayos, sin embargo no se responsabiliza los resultados obtenidos.
 El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información, técnica o comercial. Prohibida su reproducción

ANEXO 3: CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES RECICLABLES

	UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO	
	ASFALTO: 85/100	MUESTRA N°: 1

CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO

TIPO: CEMENTO ASFALTO BETUNEL 85-100

ORIGEN: BRASIL

ENSAYO DE PORCENTAJE DE CEMENTO ASFALTICO DEL PAVIMENTO RECICLADO

PRIMER MUESTRA DE RAP	PESO (gr)		
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO DE MUESTRA	1200	1200	1200
PESO DE PLATO	126,6	126,6	126,6
PESO DE MUESTRA+ PLATO	1264,4	1257,2	1264,4
PESO DE MUESTRA SIN C. ASFALTO	1137,8	1131,1	1132,77

1200		100%
1137,8		x

$$X = 94,816667 \%$$

PORCENTAJE DE ASFALTO=	5,18	%
	5,74	%
	5,60	%
PROMEDIO	5,51	%

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

Univ. Cesar Paul Huanca Cruz
SOLICITANTE

Tec. Carlos Marcelo Subia
TEC. DE LAB. DE ASFALTOS - UAJMS

Observaciones: El certifica la realización de los ensayos, sin embargo no se responsabiliza los resultados obtenidos. El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información, técnica o comercial. Prohibida su reproducción



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

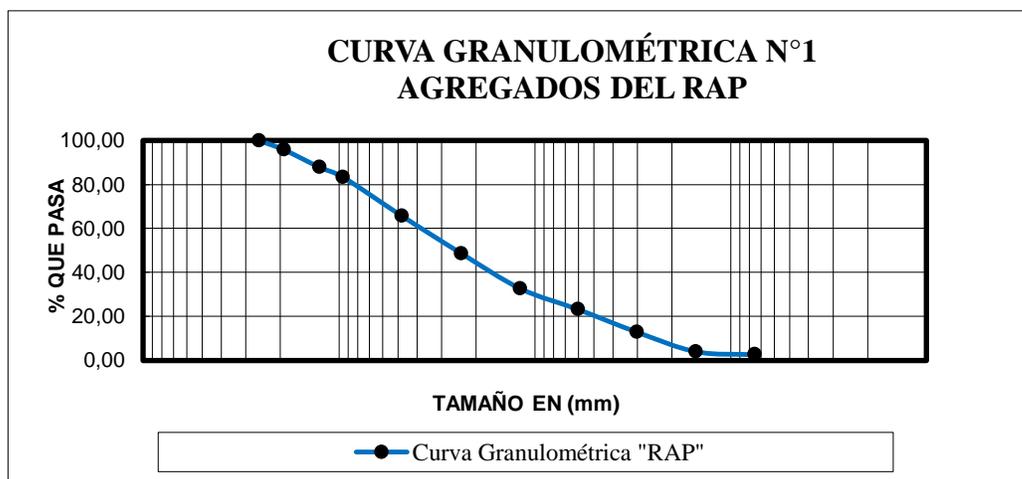
GRANULOMETRÍA - AGREGADO RECUPERADOS DEL RAP

PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA "EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS CON PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR"

ELABORADO POR: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

FECHA: NOVIEMBRE DE 2018

Peso Total (gr.)			1131,1		
Nº de Tamices	Tamaño (mm)	Peso Retenido.	Retenido Acum.	% Retenido	% que pasa del total
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,0	47,70	47,70	4,22	95,78
1/2"	12,5	89,90	137,60	12,17	87,83
3/8"	9,50	50,80	188,40	16,66	83,34
Nº4	4,75	200,20	388,60	34,36	65,64
Nº8	2,36	193,20	581,80	51,44	48,56
Nº16	1,18	180,60	762,40	67,40	32,60
Nº30	0,60	106,70	869,10	76,84	23,16
Nº50	0,30	117,10	986,20	87,19	12,81
Nº100	0,15	100,30	1086,50	96,06	3,94
Nº200	0,075	15,40	1101,90	97,42	2,58
BASE	-	29,20	1131,10	100,00	0,00
SUMA		1131,1			



Univ. Cesar Paul Huanca Cruz

SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
**JEFE DE LAB. SE SUELOS Y
 HORMIGONES**



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

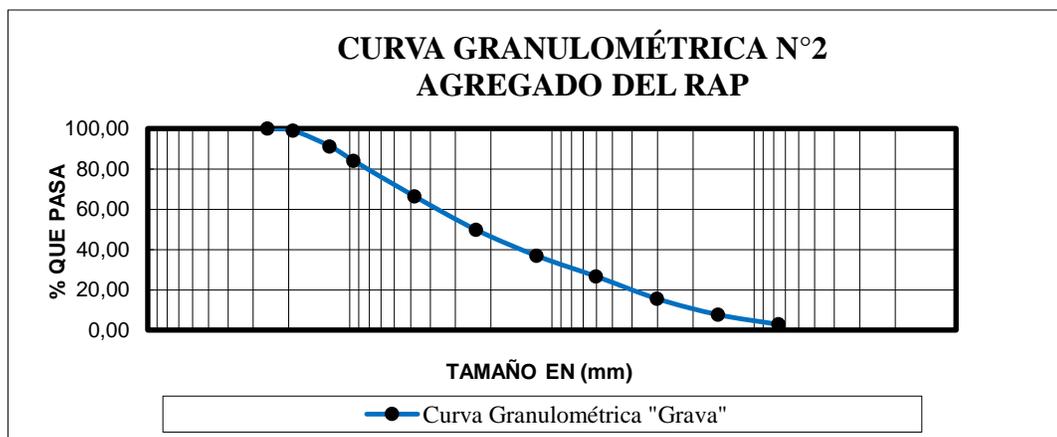
GRANULOMETRÍA - AGREGADO RECUPERADOS DEL RAP

PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA “EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS CON PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR”

ELABORADO POR: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

FECHA: NOVIEMBRE DE 2018

Peso Total (gr.)			1137,8		
Nº de Tamices	Tamaño (mm)	Peso Retenido.	Retenido Acum.	% Retenido	% que pasa del total
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,0	12,60	12,60	1,11	98,89
1/2"	12,5	88,30	100,90	8,87	91,13
3/8"	9,50	83,30	184,20	16,19	83,81
Nº4	4,75	200,50	384,70	33,81	66,19
Nº8	2,36	188,10	572,80	50,34	49,66
Nº16	1,18	146,90	719,70	63,25	36,75
Nº30	0,60	116,40	836,10	73,48	26,52
Nº50	0,30	125,60	961,70	84,52	15,48
Nº100	0,15	89,70	1051,40	92,41	7,59
Nº200	0,075	55,20	1106,60	97,26	2,74
BASE	-	31,20	1137,80	100,00	0,00
SUMA		1137,8			



Univ. Cesar Paul Huanca Cruz

SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
**JEFE DE LAB. SE SUELOS Y
 HORMIGONES**



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

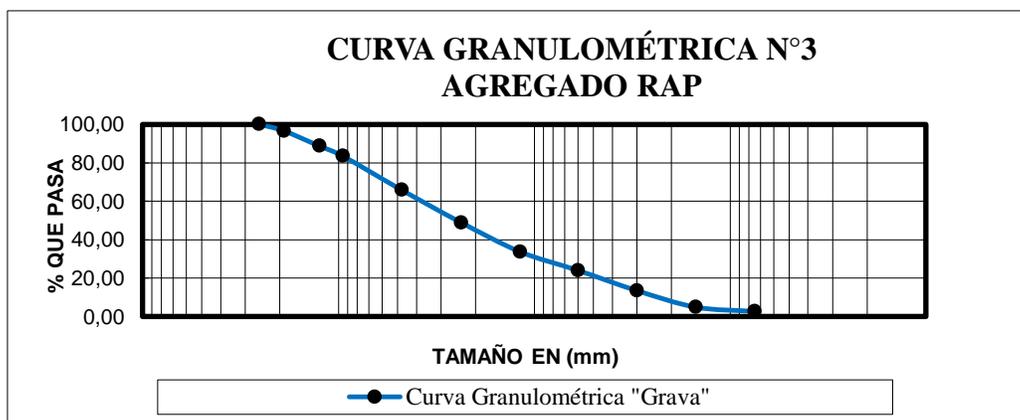
GRANULOMETRÍA - AGREGADO RECUPERADOS DEL RAP

PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA "EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS CON PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR"

ELABORADO POR: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

FECHA: NOVIEMBRE DE 2018

Peso Total (gr.)			1132,8		
N° de Tamices	Tamaño (mm)	Peso Retenido.	Retenido Acum.	% Retenido	% que pasa del total
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,0	38,92	38,92	3,44	96,56
1/2"	12,5	89,50	128,43	11,34	88,66
3/8"	9,50	58,93	187,35	16,54	83,46
N°4	4,75	200,28	387,63	34,22	65,78
N°8	2,36	191,93	579,55	51,16	48,84
N°16	1,18	172,18	751,73	66,36	33,64
N°30	0,60	109,13	860,85	75,99	24,01
N°50	0,30	119,23	980,08	86,52	13,48
N°100	0,15	97,65	1077,73	95,14	4,86
N°200	0,075	25,35	1103,08	97,38	2,62
BASE	-	29,70	1132,78	100,00	0,00
SUMA		1132,8			



Univ. Cesar Paul Huanca Cruz

SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. SE SUELOS Y
HORMIGONES



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAE SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO DEL PAVIMENTO RECICLADO (Arena)

PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA “EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS UTILIZANDO PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR”

ELABORADO POR: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

FECHA: NOVIEMBRE DEL 2018

MUESTRA N°	PESO MUESTRA (gr)	PESO DE MATRÁZ (gr)	MUESTRA + MATRAZ + AGUA (gr)	PESO DEL AGUA AGREGADO AL MATRÁZ "W" (ml) ó (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	490	181,3	983,63	312,33	482,30	500,00	2,57	2,66	2,84	1,57
2	500	181,3	993,1	311,80	491,70	500,00	2,61	2,66	2,73	1,66
3	495	181,3	989,36	313,06	487,90	500,00	2,61	2,67	2,79	1,43
PROMEDIO							2,60	2,67	2,79	1,56

Univ. Cesar Paul Huanca Cruz
SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. SE SUELOS Y HORMIGONES



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGÓN

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO DEL PAVIMENTO RECICLADO

PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE GRADO PARA LA "EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS UTILIZANDO PAVIMENTO RECICLADO Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR"

ELABORADO POR: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

FECHA: NOVIEMBRE DEL
2018

MUESTRA N°	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA "C" (gr)	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)	% DE ABSORCIÓN
1	1547,90	1573,91	985,00	2,63	2,67	2,75	1,68
2	1551,30	1580,23	990,00	2,63	2,68	2,76	1,86
3	1546,10	1569,37	984,00	2,64	2,68	2,75	1,51
PROMEDIO				2,63	2,68	2,75	1,68

(B-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volumen de agua desplazado o sea el volumen de la muestra.

Univ. Cesar Paul Huanca Cruz
SOLICITANTE

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE DE LAB. SE SUELOS Y HORMIGONES

	UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO	
	ASFALTO: 85/100	MUESTRA N°: 1
	FECHA: NOVIEMBRE DE 2018 LABORATORISTA: Univ. CESAR PAUL HUANCA CRUZ	

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO DEL ACEITE QUEMADO DE MOTOR

ENSAYO	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO	ESPECIFICACIONES	
						Mínimo	Máximo
Peso Picnómetro	grs.	35,1	33,9	36,9			
Peso Picnómetro + Agua (25°C)	grs.	85,15	84,2	87,2			
Peso Picnómetro + Muestra	grs.	70,2	60,1	63,6			
Peso Picnómetro + Agua + Muestra	grs.	80,2	80,6	83,2			
Peso Específico	grs./cm ³	0,874	0,877	0,868	0,87301		

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval

RESP. DE LAB. DE ASFALTOS - UAJMS

Univ. Cesar Paul Huanca Cruz

SOLICITANTE

Tec. Carlos Marcelo Subia

TEC. DE LAB. DE ASFALTOS - UAJMS

Observaciones: El certifica la realización de los ensayos, sin embargo no se responsabiliza los resultados obtenidos.
 El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información, técnica o comercial. Prohibida su reproducción

ANEXO 4: DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL

	UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEEL SARACHO FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA) DISEÑO DE MEZCLAS AFALTICAS METODO MARSHALL MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100	
	TEMPERATURA DE MEZCLADO 160 ° C	FECHA: NOVIEMBRE DEL 2018
	PROCEDENCIA DEL AGREGADO: ALCALDÍA MUNICIPAL TARIJA	LABORATORISTA: UNIV. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

RESULTADOS DEL PORCENTAJE OPTIMO DE CEMENTO ASFALTICO

	Ensayo	Valor de Diseño	% de C.A.
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO	Densidad máxima (gr/cm ³)	2,404	5,88
	Estabilidad Marshall (Lb)	2888,30	5,54
	Fluencia (pulg)	11,00	6,20
	% de Vacíos de Mezcla Total (%)	4,00	6,01
	R.B.V. (Relación Betún Vacíos) (%)	70,00	5,26
	V.A.M. (Vacíos de Agregado Mineral) (%)	17,83	5,07
	% Porcentaje óptimo de C.A.	Promedio =	5,66

Univ. Cesar Paul Huanca Cruz

SOLICITANTE

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval

**RESP. DE LAB. DE ASFALTOS -
UAJMS**

Tec. Carlos Marcelo Subía

TEC. DE LAB. DE ASFALTOS - UAJMS

Observaciones: El certifica la realización de los ensayos, sin embargo no se responsabiliza los resultados obtenidos.
El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información, técnica o comercial. Prohibida su reproducción



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)
DISEÑO DE MEZCLAS AFALTICAS METODO MARSHALL

MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100

TEMPERATURA DE MEZCLADO 160 ° C

FECHA: NOVIEMBRE DEL 2018

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: ALCALDÍA MUNICIPAL TARIJA

LABORATORISTA: UNIV. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

PESOS ESPECÍFICOS		% de agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2,73	46,6
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,81	53,4
Peso Específico Total	2,770	100

NUMERO DE GOLPES 75	
CEMENTO ASFALTICO BETUNEL 85-100	
PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHTO T-228	1,0103

Agregado	P.E.	%
Grava	2,72	18
Gravilla	2,71	15
Arena	2,83	27
Grueso Rap	2,75	13,6
Fino Rap	2,79	26,4

N° de probeta	altura de probeta	% de Asfalto		Peso Briqueta			Volumen probeta cc	Densidad Briqueta			% de Vacíos			Estabilidad Marshall					Fluencia					
		base Mezcla	base Agregados	seco	sat. Sup. Seca	sumergida en agua		densidad real	Densidad promedio	densidad máxima teórica	% de vacíos mezcla total	V.A.M. (vacíos agregado mineral)	R.B.V. (relación betumen vacíos)	lectura del dial	carga	factor de corrección de	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	lectura dial del flujo	fluencia real	Fluencia promedio			
		%	%	grs.	grs.	grs.		grs/cm3	grs/cm3	grs/cm3	%	%	%	mm	libras	-	libras	libras	-	-	0,01 pulg			
4	6,47	4,91	5,16	1195,1	1196,1	689	507,1	2,36	2,35	2,55	7,72	19,16	59,69	1239	3318,2	0,970	3218,61	4001	130	0,0512	5,51			
5	5,90			1101,3	1103,8	638	465,8	2,36						1635	4384,5	1,134	4972,03		140	0,0551				
6	6,51			1194,2	1196,6	687	509,6	2,34						1481	3969,8	0,960	3811,02		150	0,0591				
7	6,39	5,21	5,49	1195,9	1197,3	696	501,3	2,39	2,38	2,54	6,17	18,46	66,56	1920	5152	0,990	5100,44	5454	130	0,0512	5,77			
8	6,38			1191,8	1193,2	691	502,2	2,37						2133	5725,5	0,993	5682,58		150	0,0591				
9	6,41			1200,8	1202,4	700	502,4	2,39						2110	5663,6	0,985	5578,63		160	0,0630				
10	6,34	5,51	5,83	1200,2	1201,1	702	499,1	2,40	2,40	2,53	5,08	18,16	72,03	2328	6250,6	1,003	6269,37	6100	160	0,0630	6,56			
11	6,35			1194,7	1196,0	698	498,0	2,40						2181	5854,8	1,000	5854,78		170	0,0669				
12	6,31			1193,4	1194,5	696	498,5	2,39						2275	6107,9	1,011	6175,09		170	0,0669				
13	6,47	5,81	6,17	1193,1	1194,8	691	503,8	2,37	2,38	2,52	5,39	19,07	71,75	1960	5259,7	0,970	5101,88	4636	200	0,0787	7,87			
14	6,41			1195,8	1196,6	694	502,6	2,38						1659	4449,1	0,985	4382,4		190	0,0748				
15	6,45			1198,1	1198,7	698	500,7	2,39						1692	4538	0,975	4424,55		210	0,0827				
16	6,32	6,11	6,51	1192,1	1193,2	689	504,2	2,36	2,36	2,50	5,64	19,93	71,68	1257	3366,6	1,008	3393,56	3494	210	0,0827	9,055			
17	6,38			1188,4	1189,5	686	503,5	2,36						1593	4271,4	0,993	4239,37		230	0,0906				
18	6,49			1184,7	1185,4	684	501,4	2,36						1103	2951,9	0,965	2848,62		250	0,0984				
ESPECIFICACIONES				mínimo						3			13			65			1800			8		
				máximo						5			-			75			-			16		

**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)
DISEÑO DE MEZCLAS AFALTICAS METODO MARSHALL

MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100**TEMPERATURA DE MEZCLADO 160 ° C**

FECHA: NOVIEMBRE DEL 2018

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: ALCALDÍA MUNICIPAL TARIJA

LABORATORISTA: UNIV. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

RESULTADOS DEL PORCENTAJE OPTIMO DE CEMENTO ASFALTICO DE LA MEZCLA CON PAVIMENTO RECICLADO

	Ensayo	Valor de Diseño	% de C.A.
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO	Densidad máxima (gr/cm3)	2,393	5,53
	Estabilidad Marshall (Lb)	5796,97	5,46
	Fluencia (pulg)	9,05	6,09
	% de Vacíos de Mezcla Total (%)	5,11	5,72
	R.B.V. (Relación Betun Vacíos) (%)	70,00	6,24
	V.A.M. (Vacíos de Agregado Mineral) (%)	18,30	5,40
	% Porcentaje óptimo de C.A.	Promedio =	5,74

Univ. Cesar Paul Huanca Cruz
SOLICITANTE

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LAB. DE ASFALTOS - UAJMS

Tec. Carlos Marcelo Subía
TEC. DE LAB. DE ASFALTOS - UAJMS

Observaciones: El certifica la realización de los ensayos, sin embargo no se responsabiliza los resultados obtenidos.
El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información, técnica o comercial. Prohibida su reproducción.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)
DISEÑO DE MEZCLAS AFALTICAS METODO MARSHALL

MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100 Y PAVIMENTO RECICLADO (RAP)

TEMPERATURA DE MEZCLADO 160 ° C

FECHA: NOVIEMBRE DEL 2018

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: ALCALDÍA MUNICIPAL TARIJA

LABORATORISTA: UNIV. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

PESOS ESPECÍFICOS		% de agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2,73	46,6
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,81	53,4
Peso Especifico Total	2,770	100

NUMERO DE GOLPES 75

CEMENTO ASFALTICO BETUNEL 85-100

PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHTO T-228

1,0103

Agregado	P.E.	%
Grava	2,72	18
Gravilla	2,71	15
Arena	2,83	27
Grueso Rap	2,75	13,6
Fino Rap	2,79	26,4

N° de probeta	altura de probeta	% de Asfalto		Peso Briqueta			Volumen probeta cc	Densidad Briqueta			% de vacíos			Estabilidad Marshall					Fluencia						
		base Mezcla	base Agregados	seco	sat. Sup. Seca	sumergida en agua		densidad real	Densidad promedio	densidad máxima teórica	% de vacíos mezcla total	V.A.M.(vacíos agregado mineral)	R.B.V. (relación betumen vacíos)	lectura del dial	carga	factor de correccion de	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	lectura dial del finis	fluencia real	Fluencia promedio				
		%	%	grs.	grs.	grs.		grs/cm3	grs/cm3	grs/cm3	%	%	%	mm	libras	-	libras	libras	-	-	0,01 pulg				
1	6,59			1195,7	1196,9	696	500,9	2,39																	
2	6,56	5,75	6,10	1190,8	1192,1	691	501,1	2,38	2,383	2,52	5,37	18,93	71,63	1955	5246,2	0,945	4957,662	5118	180	0,071					
3	6,58			1202,6	1203,3	699	504,3	2,38						1994	5351,2	0,951	5087,407	5118	190	0,075			7,218		
4	6,48			1179,4	1180,2	683	497,2	2,37						2089	5607	0,947	5309,304		180	0,071					
5	6,49	5,75	6,10	1193,9	1195,1	696	499,1	2,39	2,381	2,52	5,46	19,00	71,29	2025	5434,7	0,968	5258,071	5004	200	0,0787				7,35	
6	6,45			1192,6	1193,6	692	501,6	2,38						1844	4947,3	0,965	4774,146		170	0,0669					
7	6,61			1192,3	1193,9	691	502,9	2,37						1903	5106,2	0,975	4978,523		190	0,0748					
8	6,55	5,75	6,10	1185,0	1185,7	687	498,7	2,38	2,378	2,52	5,57	19,10	70,83	1928	5173,5	0,941	4869,813	5195	190	0,0748				7,74	
9	6,59			1197,3	1197,8	696	501,8	2,39						2195	5892,5	0,953	5612,582		190	0,0748					
10	6,54			1196,7	1197,6	697	500,6	2,39						2012	5399,7	0,945	5102,709		210	0,0827					
11	6,51	5,75	6,10	1191,2	1192,5	692	500,5	2,38						1954	5243,5	0,954	5004,406	5429	180	0,0709					
12	6,47			1167,9	1168,1	680	488,1	2,39	2,388	2,52	5,17	18,76	72,43	2118	5685,1	0,960	5457,724		190	0,0748				7,22	
13	6,54			1189,6	1191,3	692	499,3	2,38						2237	6005,6	0,970	5825,405		180	0,0709					
14	6,51	5,75	6,10	1192,3	1193,1	694	499,1	2,39						1865	5003,9	0,954	4775,675	5215	210	0,0827					
15	6,45			1174,6	1175,2	683	492,2	2,39	2,386	2,52	5,24	18,82	72,14	2198	5900,6	0,960	5664,531		205	0,0807				7,94	
ESPECIFICACIONES				mínimo							3	13	65						1800						8
				máximo							5	-	75						-						16



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)
DISEÑO DE MEZCLAS AFALTICAS METODO MARSHALL

MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100, RAP Y ACEITE QUEMADO DE MOTOR (10%)

TEMPERATURA DE MEZCLADO 160 ° C

FECHA: NOVIEMBRE DEL 2018

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: ALCALDÍA MUNICIPAL TARIJA

LABORATORISTA: UNIV. CESAR PAUL HUANCA CRUZ

PESOS ESPECÍFICOS		% de agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2,73	46,6
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,81	53,4
Peso Específico Total	2,77	100

NUMERO DE GOLPES 75	
CEMENTO ASFALTICO BETUNEL 85-100	
PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHTO T-228	1,0001

Agregado	P.E.	%
Grava	2,72	18
Gravilla	2,71	15
Arena	2,83	27
Grueso Rap	2,75	13,6
Fino Rap	2,79	26,4

N° de probeta	altura de probeta	% de Asfalto		Peso Briqueta			Volumen probeta	Densidad Briqueta			% de vacíos			Estabilidad Marshall					Fluencia		
		base Mezcla	base Agregados	seco	sat. Sup. Seca	sumergida en agua		densidad real	Densidad promedio	densidad máxima teórica	% de vacíos mezcla total	V.A.M.(vacíos agregado mineral)	R.B.V. (relación betumen vacíos)	lectura del dial	carga	factor de corrección de altura de probeta	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	lectura dial del flujo	fluencia real	Fluencia promedio
		%	%	grs.	grs.	grs.	cc	grs/cm3	grs/cm3	grs/cm3	%	%	%	mm	libras	-	libras	libras	-	-	0,01 pulg
1	6,47			1190,8	1192,1	692	500,1	2,38					1008	2696,1	0,970	2615,2375			120	0,047	
2	6,60	5,75	6,10	1200,5	1202,6	699	503,6	2,38	2,382	2,51	5,26	18,95	72,25	959	2564,2	0,943	2418,5288	2601	150	0,059	5,118
3	6,53			1199,2	1201,6	698	503,6	2,38						1082	2895,4	0,956	2768,8599		120	0,047	
4	6,52			1192,3	1195,0	693	502,0	2,38						1036	2771,5	0,958	2655,3929		140	0,0551	
5	6,57	5,75	6,10	1195,6	1196,6	697	499,6	2,39	2,385	2,51	5,13	18,85	72,76	1117	2989,6	0,949	2836,5669	2694	130	0,0512	5,25
6	6,53			1189,4	1191,2	693	498,2	2,39						1013	2709,6	0,956	2591,1763		130	0,0512	
7	6,49			1179,6	1181,4	688	493,4	2,39						1028	2750	0,965	2653,7279		140	0,0551	
8	6,52	5,75	6,10	1185,4	1186,8	691	495,8	2,39	2,389	2,51	4,97	18,70	73,45	995	2661,1	0,958	2549,614	2685	150	0,0591	5,38
9	6,47			1187,6	1190,6	693	497,6	2,39						1099	2941,2	0,970	2852,9309		120	0,0472	
10	6,48			1183,2	1184,1	689	495,1	2,39						954	2550,7	0,968	2467,8118		130	0,0512	
11	6,47	5,75	6,10	1188,9	1191,6	693	498,6	2,38	2,384	2,51	5,19	18,89	72,53	1047	2801,1	0,970	2717,1061	2667	140	0,0551	5,12
12	6,46			1198,5	1200,2	696	504,2	2,38						1082	2895,4	0,973	2815,7651		120	0,0472	
13	6,41			1168,5	1171,9	681	490,9	2,38						1102	2949,2	0,985	2905,0057		140	0,0551	
14	6,43	5,75	6,10	1179,9	1182,4	687	495,4	2,38	2,381	2,51	5,29	18,98	72,14	1098	2938,5	0,980	2879,7037	2777	140	0,0551	5,51
15	6,49			1164,6	1166,9	678	488,9	2,38						987	2639,6	0,965	2547,1873		140	0,0551	
ESPECIFICACIONES		mínimo								3	13	65						1800			8
		máximo								5	-	75						-			16

ANEXO 5: PRECIOS UNITARIOS Y GUÍA DE APLICACIÓN

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DATOS GENERALES					
Actividad :	Ítem: Mezcla asfáltica convencional en caliente			Cantidad :	1,00
Unidad :	m ³			Moneda :	Bs.
1. MATERIALES					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1,00	Cemento asfáltico	kg	57,18	10,70	611,86
2,00	Grava triturada y clasificada de 3/4"	m ³	0,28	160,00	45,28
3,00	Gravilla triturada y clasificada 3/8"	m ³	0,24	160,00	37,74
4,00	Arena clasificada	m ³	0,42	160,00	67,92
5,00	Diésel	lts	18,00	3,72	66,96
TOTAL MATERIALES					829,76
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1,00	Chofer	Hora	0,001	20,000	0,02
2,00	Operador de equipo pesado	Hora	0,820	22,000	18,04
3,00	Operador de equipo liviano	Hora	0,082	20,000	1,64
4,00	Operador en planta	Hora	0,090	24,000	2,16
5,00	Ayudante de maquinaria y equipo	Hora	0,028	16,000	0,45
6,00	Capataz	Hora	1,800	25,000	45,00
7,00	Peon	Hora	0,072	15,000	1,08
SUBTOTAL MANO DE OBRA					68,39
CARGAS SOCIALES = (55,00 % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)				55%	37,61
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94 % DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14,94%	15,84
TOTAL MANO DE OBRA					121,84
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Cargador frontal de ruedas	Hora	0,0001	421,2900	0,0421
2	Compactador de rodillo liso autotrop	Hora	0,04	303,85	10,6348
3	Distribuidor de mezcla autopropulsado	Hora	0,03	455,03	12,7408
4	Escoba mecánica autopropulsada	Hora	0,03	71,55	2,0034
5	Planta de calentamiento de asfalto	Hora	0,09	965,23	86,8707
6	Rodillo neumático TSP ≥ 1000	Hora	0,08	332,81	27,9560
7	Terminadora de asfalto	Hora	0,08	669,06	50,1795
8	Volqueta de 8 m3	Hora	0,08	227,87	18,2296
*	HERRAMIENTAS = (5,00 % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			0,05	6,09
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					214,75
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO TOTAL
*	GASTOS GENERALES = 10 % DE 1 + 2 + 3			10,00%	1166,3488
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					116,63
5. UTILIDAD					
					COSTO TOTAL
*	UTILIDAD = 10,00 % DE 1 + 2 + 3 + 4			10,00%	1282,98
TOTAL UTILIDAD					128,30
6. IMPUESTOS					
					COSTO TOTAL
*	IMPUESTOS IT = 3,09 % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3,09%	1411,28
TOTAL IMPUESTOS					43,61
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					1454,89
TOTAL PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)					1454,89

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES

Actividad :	Ítem: Mezcla asfáltica combinada con RAP en caliente	Cantidad :	1,00
Unidad :	m ³	Moneda :	Bs.

1. MATERIALES

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1,00	Cemento asfáltico	kg	35,72	10,70	382,23
2,00	Grava triturada y clasificada de 3/4"	m ³	0,17	150,00	25,45
3,00	Gravilla triturada y clasificada 3/8"	m ³	0,14	150,00	21,21
4,00	Arena clasificada	m ³	0,25	150,00	38,18
5,00	Diésel	lts	18,00	3,72	66,96
TOTAL MATERIALES					534,02

2. MANO DE OBRA

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1,00	Chofer	Hora	0,087	20,000	1,74
2,00	Operador de equipo pesado	Hora	0,820	22,000	18,04
3,00	Operador de equipo liviano	Hora	0,082	20,000	1,64
4,00	Operador en planta	Hora	0,100	24,000	2,40
5,00	Ayudante de maquinaria y equipo	Hora	0,028	16,000	0,45
6,00	Capataz	Hora	1,800	25,000	45,00
7,00	Peón	Hora	0,180	15,000	2,70
SUBTOTAL MANO DE OBRA					71,97
CARGAS SOCIALES = (55,00 % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)				55%	39,58
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94 % DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)				14,94%	16,67
TOTAL MANO DE OBRA					128,22

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Cargador frontal de ruedas	Hora	0,0020	421,2900	0,8426
2	Compactador de rodillo liso autotrop	Hora	0,04	303,85	10,6348
3	Distribuidor de mezcla autopropulsado	Hora	0,03	455,03	12,7408
4	Chancadora de piedra	Hora	0,07	350,50	24,5350
5	Escoba mecánica autopropulsada	Hora	0,03	71,55	2,0034
6	Planta de calentamiento de asfalto	Hora	0,15	965,23	144,7845
7	Rodillo neumático TSP ≥ 1000	Hora	0,09	332,81	30,6185
8	Terminadora de asfalto	Hora	0,10	669,06	63,5607
9	Volqueta de 8 m ³	Hora	0,23	227,87	52,4101
*	HERRAMIENTAS = (5,00 % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			0,05	6,41
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					348,54

4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS

			COSTO TOTAL
*	GASTOS GENERALES = 10 % DE 1 + 2 + 3	10,00%	1010,7786
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS			101,08

5. UTILIDAD

			COSTO TOTAL
*	UTILIDAD = 10,00 % DE 1 + 2 + 3 + 4	10,00%	1111,86
TOTAL UTILIDAD			111,19

6. IMPUESTOS

			COSTO TOTAL
*	IMPUESTOS IT = 3,09 % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5	3,09%	1223,04
TOTAL IMPUESTOS			37,79
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)			1260,83
TOTAL PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)			1260,83

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
Actividad :	Ítem: Mezcla asfáltica combinada con RAP y aceite			Cantidad :	1,00
Unidad :	m ³			Moneda :	Bs.
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL	
1,00	Cemento asfáltico	kg	33,94	10,70	363,13
2,00	Aceite quemado de motor	lts	1,54	0,00	0,00
3,00	Grava triturada y clasificada de 3/4"	m ³	0,17	150,00	25,45
4,00	Gravilla triturada y clasificada 3/8"	m ³	0,14	150,00	21,21
5,00	Arena clasificada	m ³	0,25	150,00	38,18
6,00	Diésel	lts	18,00	3,72	66,96
TOTAL MATERIALES					514,93
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL	
1,00	Chofer	Hora	0,087	20,000	1,74
2,00	Operador de equipo pesado	Hora	0,820	22,000	18,04
3,00	Operador de equipo liviano	Hora	0,082	20,000	1,64
4,00	Operador en planta	Hora	0,100	24,000	2,40
5,00	Ayudante de maquinaria y equipo	Hora	0,028	16,000	0,45
6,00	Capataz	Hora	1,800	25,000	45,00
7,00	Peon	Hora	0,180	15,000	2,70
SUBTOTAL MANO DE OBRA					71,97
CARGAS SOCIALES = (55,00 % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)			55%	39,58	
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94 % DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)			14,94%	16,67	
TOTAL MANO DE OBRA					128,22
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL	
1	Cargador frontal de ruedas	Hora	0,0020	421,2900	0,8426
2	Compactador de rodillo liso autotrop	Hora	0,04	303,85	10,6348
3	Distribuidor de mezcla autopropulsado	Hora	0,03	455,03	12,7408
	Chancadora de piedra	Hora	0,07	350,50	24,5350
4	Escoba mecanica autopropulsada	Hora	0,03	71,55	2,0034
5	Planta de calentamiento de asfalto	Hora	0,15	965,23	144,7845
6	Rodillo neumatico TSP ≥ 1000	Hora	0,09	332,81	30,6185
7	Terminadora de asfalto	Hora	0,10	669,06	63,5607
8	Volqueta de 8 m3	Hora	0,23	227,87	52,4101
*	HERRAMIENTAS = (5,00 % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		0,05	6,41	
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					348,54
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO TOTAL
*	GASTOS GENERALES = 10 % DE 1 + 2 + 3			10,00%	991,6842
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					99,17
5. UTILIDAD					
					COSTO TOTAL
*	UTILIDAD = 10,00 % DE 1 + 2 + 3 + 4			10,00%	1090,85
TOTAL UTILIDAD					109,09
6. IMPUESTOS					
					COSTO TOTAL
*	IMPUESTOS IT = 3,09 % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3,09%	1199,94
TOTAL IMPUESTOS					37,08
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					1237,02
TOTAL PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)					1237,02

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO RECICLADO

Por ningún motivo se permitirá el empleo de materiales recuperados de pavimentos donde la capa asfáltica hubiera presentado deterioros de los tipos afloramientos de asfalto (exudación) o deformaciones plásticas, fallas por agrietamientos entre otros.

- **Granulometría**

Debe cumplir o añadir un material de aporte que mejore para tener una granulometría deseada donde como tamaño máximo de agregado será de una pulgada

Tamices	tamaño (mm)	Especificaciones %	
		Mínimo	Máximo
1"	25,4	100	100
3/4"	19,0	90	100
1/2"	12,5	-	-
3/8"	9,50	56	80,00
Nº4	4,75	35	65,00
Nº8	2,36	23,00	49,00
Nº16	1,18	-	-
Nº30	0,60	-	-
Nº50	0,30	5,00	19,00
Nº100	0,15	-	-
Nº200	0,075	2,00	8,00
BASE	-	-	-

- **Peso específico de los agregados grueso del RAP**
- **Peso específico de los agregados fino del RAP**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ADITIVO REJUVENECEDOR

Agentes Rejuvenecedores para Mezclas en Caliente Norma ASTM D4552

Ensayo	Unidad	RA1	RA5	RA25
		Valor		
Viscosidad a 60 °C	cSt	50-150	200-800	5000-10000
Punto de llama	°C	218	218	218

- Punto de inflamación debe ser mayor a 218 °C
- Peso específico
- Viscosidad

TABLA DE ESPECIFICACIONES DEL ACEITE EN ESTADO NUEVO

Mobil Delvac MX 15W-40	
SAE Grade	15W-40
Viscosidad, ASTM D 445	
cSt @ 40°C	106
cSt @ 100°C	14.4
Índice de viscosidad, ASTM D 2270	140
Cenizas sulfatadas,% peso, ASTM D 874	1.3
TBN, mg KOH/g, ASTM D 2896	10
Punto de congelación, °C, ASTM D 97	-30
Punto de inflamación, °C, ASTM D 92	228
Densidad @ 15°C kg/l, ASTM D 4052	0.88

Es importante hacer notar que las especificaciones en la tabla del aceite nuevo no se mantendrán las mismas después de haber cumplido su vida útil en el motor y ser un aceite quemado de motor, pero en caso que se quiera usar el mismo aceite para una aplicación se recomienda hacer seguimiento del tipo de aceite que se usara para mantener un solo tipo de aceite con las mismas características y que no esté sobre pasado en el uso o tiempo que debe cumplir en el motor.

GUÍA DE PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN DE UNA MEZCLA CON PAVIMENTO RECICLADO Y ADITIVO

Introducción

Un pavimento asfáltico reciclado (RAP: Reclaimed Asphalt Pavement) es el término dado a materiales de pavimento extraídos y/o procesados de nuevo, los que se conforman de cemento asfáltico y agregados pétreos

La forma común de su utilización es incorporarlo al diseño de una nueva mezcla asfáltica.

La procedencia del material recuperado puede ser:

- Fresado de pavimento asfáltico
- Trozos de demolición de pavimentos asfálticos
- Excesos de producción



Los agregados obtenidos mediante la disgregación de una mezcla asfáltica de un pavimento existente no deberán mostrar signos de meteorización, y su calidad deberá ser similar a la exigida para los agregados de adición.

Por ningún motivo se permitirá el empleo de materiales recuperados de pavimentos donde la capa asfáltica hubiera presentado deterioros de los tipos afloramientos de asfalto (exudación) o deformaciones plásticas.

Acopio del material por reciclar

Los acopios del material para reciclar deberán estar cubiertos y el tiempo de almacenamiento se deberá reducir al mínimo posible para evitar que absorban una cantidad de agua excesiva de la atmósfera.

En el instante de ser descargados en el acopio los materiales por reciclar, se deberán descartar todos aquellos que, a simple vista, presenten contaminaciones.

En las regiones donde la temperatura ambiente exceda de treinta grados Celsius (30 °C), los acopios del material por reciclar no podrán tener una altura mayor de tres metros (3 m) para evitar que el material se aglomere.

Los acopios del material por reciclar, después de tratado, se deberán situar en una zona bien drenada y, en caso de que la superficie no sea pavimentada, no se podrán emplear los quince centímetros (15 cm) inferiores de ellos. En las regiones donde la temperatura ambiente exceda de treinta grados Celsius (30 °C), los acopios del material por reciclar, después de tratado, no podrán tener una altura mayor de tres metros (3 m) para evitar su aglomeración.

Tratamiento del material por reciclar

El material disgregado por reciclar se deberá tratar y mezclar para su homogeneización y descontaminación. Para ello, será necesario triturar todos los bloques, de manera que todo el material pase por el tamiz de 25 mm (1") de abertura.



Posteriormente, el material deberá ser mezclado hasta obtener un producto homogéneo y sin segregaciones.

Generalmente, los procesos de triturado en planta presentan una mejor consistencia y separación del RAP que las operaciones realizadas in situ. El RAP que ha sido bien separado y gradado presenta la máxima superficie específica que permitirá una dispersión uniforme del agente rejuvenecedor además de una fácil extensión y la consecución de la densidad de compactación requerida.

CARACTERIZACIÓN DEL PAVIMENTO RECICLADO.

Extracción con centrifuga (ASTM D2172, método A)

Este método contempla la extracción del asfalto de la mezcla y de núcleos de pavimento, con la ayuda de los solventes: tricloroetileno, bromuro de propilo normal, o cloruro de metileno, diésel, gasolina, etc.... El contenido de asfalto se determina por diferencia de las masas del agregado extraído; el contenido de humedad y, materia mineral. Comúnmente es usado para determinar cuantitativamente el contenido de asfalto en la mezcla o el pavimento para la determinación de especificaciones, para la evaluación; control e investigación. Para este ensayo se utilizó gasolina como fluidificante.



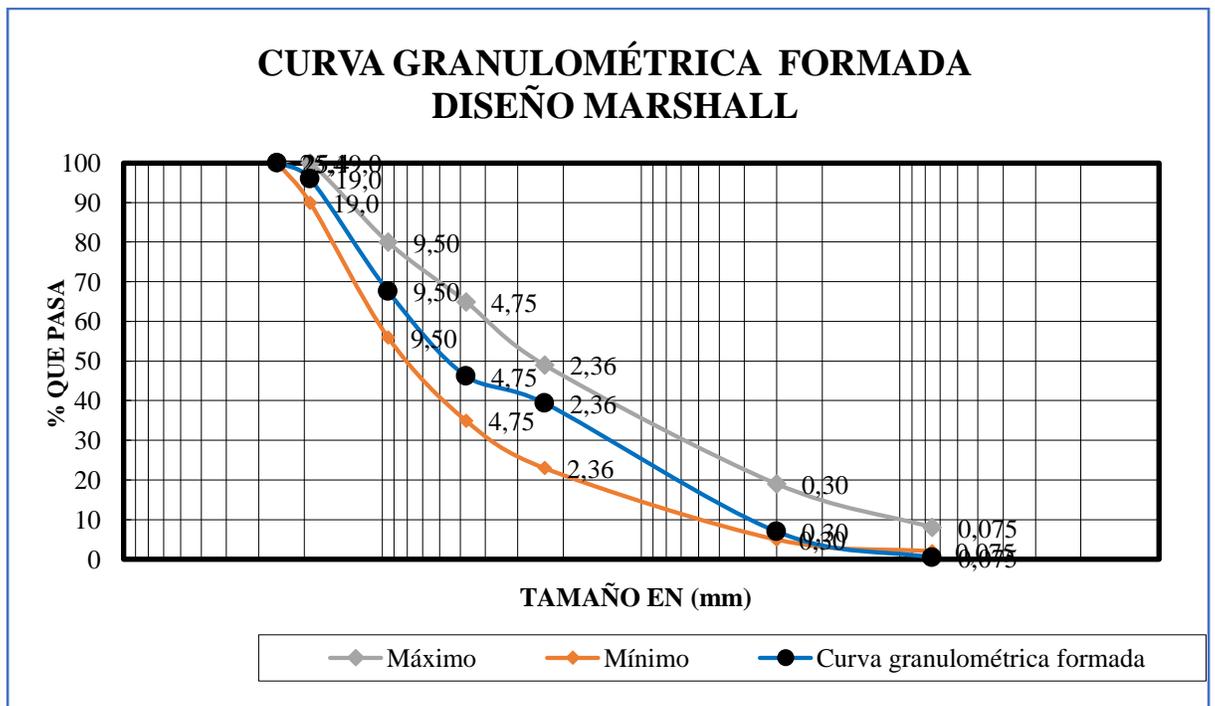
Fuente: Elaboración propia

Granulometría Norma AASHTO T27; ASTM C 136

Se debe cumplir una granulometría según la norma:

Tamices	Tamaño (mm)	Especificaciones	
		Mínimo	Máximo
1"	25,4	100	100
3/4"	19	90	100
1/2"	12,5	-	-
3/8"	9,5	56	80
Nº4	4,75	35	65
Nº8	2,36	23	49
Nº16	1,18	-	-
Nº30	0,6	-	-
Nº50	0,3	5	19
Nº100	0,15	-	-
Nº200	0,075	2	8
BASE	-	-	-

Donde lo que se busca que la granulometría formada del pavimento reciclado este dentro la faja según la gráfica de mínimo y máximo como se muestra en la figura o se pueda modificar la curva granulométrica con los materiales nuevos de aporte.



Gravedad específica y absorción del agregado gruesos y finos Norma ASTM C 127; ASTM C 128.

- Describir en forma general el procedimiento para realizar la Gravedad Especifica
- Determinará la Gravedad Especifica Bulk, Gravedad Especifica Bulk (SSS) y la Gravedad específica aparente.
- Determinar el porcentaje de absorción.

Aditivo rejuvenecedor

Los agentes de reciclado tienen como objetivo restituir la consistencia y composición química del asfalto para satisfacer el contenido óptimo para la mezcla asfáltica reciclada. Los agentes rejuvenecedores se utilizan en las mezclas cuando el porcentaje de RAP es considerablemente alto o cuando el ligante ha experimentado un alto grado de envejecimiento. Según la ASTM los agentes rejuvenecedores para mezclas calientes se clasifican en los siguientes grupos que se muestran en la tabla. Junto con las características principales que debe tener los rejuvenecedores para procesos de reciclado

Agentes Rejuvenecedores para Mezclas en Caliente Norma ASTM D4552

Ensayo	Unidad	RA1	RA5	RA25
		Valor		
Viscosidad a 60 °C	cSt	50-150	200-800	5000-10000
Punto de llama	°C	218	218	218

Aceite quemado de motor

La recolección del aceite quemado de motor debe ser minuciosa y se la debe de hacer de lugares o centros que garanticen, que no mezclan los aceites desechados con otros aceites de distintos tipos para tener y garantizar una uniformidad del aceite. Como parámetro para su uso o aplicación se debe trabajar con un solo tipo de aceite quemado, ya sea de un motor diesel o un motor a gasolina y de un solo tipo, ya sea 15w40, 5w40, 20w50, 10w30, etc... Esto para evitar tener un aceite desconocido y contaminado de impurezas, tierra, del agua, entre otros.

Para la obtención del aceite tener un previo conocimiento que sea de un tipo o clase conocida, que no haya sido mezclada con otra viscosidad y que se un aceite que ha sido usado dentro su límite de kilometraje de funcionamiento del motor según especifica su fabricante, esto para evitar un aceite muy quemado y dañado.

Si el aceite presenta solidos se recomienda colarlo lo más que se pueda para evitar contaminantes o uniformidades a la hora de su uso o dosificación.

Recibir el aceite en un recipiente adecuado para luego colarlo y evitar solidos



Fuente: Elaboración propia

Se debe envasar en un recipiente adecuado para evitar su contaminación y oxidación



Fuente: Elaboración propia

No se debe recolectar aceite en estos estados como las imágenes, para evitar tener diferentes tipos de aceites quemados y con tipos diferentes.



Fuente: Elaboración propia

Manejo ambiental

Todas las labores referentes a las actividades de estas Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras se deberán realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

Estas actividades implican el manejo de ligantes asfálticos, agregados pétreos y los tratamientos o mezclas elaboradas con ellos. Algunos de los cuidados relevantes en relación con la protección ambiental se describen a continuación, sin perjuicio de los que exijan los documentos de cada proyecto particular o la legislación ambiental vigente.

Principios generales para su aplicación

Los principios generales aplicables a la técnica de reciclado en caliente en planta son los siguientes:

Las mezclas obtenidas por reciclado deben cumplir los mismos requisitos que las mezclas convencionales equivalentes. Esto es un parámetro limitativo en el contenido de RAP a adicionar debido a la falta de regularidad de éste.

Las características del ligante final de la mezcla deben estar en el rango o próximas al de los ligantes que serían aplicables en mezclas equivalentes con áridos nuevos. Ello puede

suponer la utilización de betunes nuevos con una mayor penetración o con características regenerantes a medida que aumenta la proporción de RAP en la mezcla o con ligante del RAP muy envejecido. Asimismo, al aumentar la proporción de RAP, hay que ir disminuyendo la de ligante nuevo a añadir para mantener un contenido total de ligante adecuado.

Para un mezclado eficaz y reconstitución de la mezcla, el RAP debe alcanzar una temperatura suficientemente elevada para permitir la fluidificación del ligante viejo y su mezcla con el nuevo. En la práctica, esto se traduce en que debe alcanzar unas temperaturas en torno a 160 °C para las mezclas habituales en nuestro país. En el calentamiento del RAP por transferencia de calor a partir de los áridos sobrecalentados, la temperatura de éstos no debe ser tan alta como para provocar un envejecimiento adicional del ligante por choque térmico.

Método de cálculo

Para el cálculo de sus propiedades se realizara por el método Marshall donde el porcentaje óptimo de betún será hallado por el método de tanteos, donde mediante las gráficas de estabilidad, densidad, fluencia, porcentaje de vacíos, relación betún vacíos y vacíos de agregado mineral se hallara una media de los valores y obtener el porcentaje optimo asfalto a adicionar. Y se debe de cumplir los siguientes parámetros o criterios de diseño del instituto de asfalto:

Método Marshall	Tráfico ligero		Tráfico medio		Tráfico pesado	
	Carpeta y base		Carpeta y base		Carpeta y base	
Criterio de mezcla	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Compactación, número de golpes en cada uno de los especímenes	35		50		75	
Estabilidad, (N) y (lb)	3336		5338		8006	
	750	-	1200	-	1800	-
Flujo, (0,25 mm) (0,01 in)	8	18	8	16	8	14
Porcentaje de vacíos	3	5	3	5	3	5
Porcentaje de vacíos rellenos de asfalto	70	80	65	78	65	75

Fuente: Elaboración propia

Tabla de vacíos de aire

Máximo tamaño de partícula nominal		Porcentaje mínimo VMA		
		Porcentaje de diseño vacíos de aire		
mm	in	3	4	5
1,18	N° 16	21,5	22,5	23,5
2,36	N° 8	19	20	21
4,75	N° 6	16	17	18
9,5	3/8"	14	15	16
12,5	1/2"	13	14	15
19	3/4"	12	13	14
25	1,0"	11	12	13
37,5	1,5"	10	11	12

Fuente: Elaboración propia

Tomando como parámetro el artículo 462.4.5 de la norma colombiana de Invias que menciona que el material por reciclar no deberá constituir más del cuarenta por ciento (40 %) de la masa total de la mezcla.

Fabricación de la mezcla

La carga de las tolvas en frío con los agregados nuevos se realizará de forma que éstas contengan más del cincuenta por ciento (50 %) de su capacidad, pero sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones. La alimentación del agregado fino se realizará en dos (2) tolvas, así éste sea de un tipo único.

Los dosificadores de los agregados en frío y de la mezcla bituminosa por reciclar se regularán en forma tal, que la mezcla de todos los agregados se ajuste a la fórmula de obra de la alimentación en frío. El caudal total de esta mezcla en frío se regulará de acuerdo con la producción prevista, debiéndose mantener constante la alimentación del secador de agregados nuevos y del calentador de la mezcla bituminosa por reciclar.

Los agregados nuevos se calentarán antes de su mezcla con el asfalto. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea. Los gases desprendidos al calentar la mezcla bituminosa por

reciclar deberán ser recogidos y quemados durante el proceso, evitando su expulsión a la atmósfera. Siempre que se presenten signos de avería en el sistema de combustión; si ocurre combustión incompleta o si se advierte alguna contaminación por combustible en los agregados o en la mezcla, se detendrá la producción hasta que se identifiquen y corrijan las causas del problema.

En las plantas de mezcla de tipo discontinuo, después de introducir los agregados calientes al mezclador, se pesará e introducirá el material por reciclar junto con el llenante mineral de aporte y, después de un tiempo de disgregación y mezcla, se agregará el ligante asfáltico nuevo y, en su caso, los agentes rejuvenecedores para reciclado y los aditivos para cada bachada y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo establecido al definir la fórmula de trabajo. En las plantas de mezcla del tipo tambor secador-mezclador el material por reciclar se aportará tras la llama, de forma que no exista riesgo de contacto con ella.

A la salida de la mezcla elaborada, su descarga deberá garantizar que todos los tamaños del agregado estén uniformemente distribuidos en la mezcla y sus partículas total y homogéneamente cubiertas. Su temperatura, en el momento de la descarga al silo de almacenamiento o a los elementos de transporte, no excederá de la fijada durante la definición de la fórmula de trabajo.

Se rechazarán todas las mezclas heterogéneas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma o las que presenten indicios de humedad o contaminación por combustible. En este último caso, se retirarán los agregados de las tolvas en caliente, si se está empleando una planta de tipo discontinuo. También se rechazarán aquellas mezclas en las cuales la envuelta no sea perfecta.

Transporte de la mezcla

La mezcla se transportará a la obra en volquetas cubiertas con carpas, hasta una hora del día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si, a juicio del Interventor, existe una iluminación artificial que permita la extensión y la compactación de manera adecuada.

Durante el transporte de la mezcla se deberán tomar las precauciones necesarias para que al descargarla en el equipo de transferencia o en la máquina pavimentadora, su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase de experimentación.

Traslado de material listo para su aplicación



Fuente: Elaboración propia

Antes de abordar cualquier vía pavimentada, se deberán limpiar perfectamente las llantas de los vehículos destinados al transporte de la mezcla. Los vehículos de transporte de mezcla deberán mantener al día los permisos de tránsito y ambientales requeridos y sus cargas por eje y totales se deberán encontrar dentro de los límites fijados por la resolución vigente del Ministerio de Transporte.

Extensión de la mezcla

La mezcla recibida de la volqueta o de la máquina de transferencia será extendida por la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos o determinados por el Interventor.

A menos que el Interventor expida una instrucción en contrario, la extensión se realizará en franjas longitudinales y comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales y para conseguir la mayor continuidad en las operaciones de extendido,

teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta.

Siempre que resulte posible, después de haber extendido y compactado una franja, la adyacente deberá ser extendida mientras el borde de la anterior aún se encuentre caliente y en condiciones de ser compactado, con el fin de evitar la ejecución de una junta longitudinal.

Maquina asfaltadora



Fuente: Elaboración propia

Compactación de la mezcla

La compactación se realizará según el plan aprobado por el Interventor como resultado de la fase de experimentación. Deberá comenzar, una vez extendida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete, sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos.

La compactación se realizará longitudinalmente de manera continua y sistemática. Deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Interventor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Si la extensión de la mezcla se ha realizado por

franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Compactadora de neumáticos



Fuente: Elaboración propia

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS (ARTICULO 400.5 DE INVIAS)

Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos en esta guía y en la especificación correspondiente a la partida de trabajo respectiva.
- Evaluar las fórmulas de trabajo presentadas por el Constructor y aprobarlas cuando corresponda.

- Verificar el acatamiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad y medio ambiente.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado de la fase de experimentación, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de los tratamientos y mezclas asfálticas.
- Ejecutar ensayos de control de mezcla, de densidad de las probetas y de las mezclas de referencia, de densidad de la mezcla asfáltica compactada in situ, de extracción de asfalto y granulometría; así como controlar las temperaturas de mezclado, descarga, extendido y compactación de las mezclas (los requisitos de temperatura son aplicables sólo a las mezclas elaboradas en caliente). Efectuar pruebas para verificar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen. Realizar las medidas necesarias para determinar espesores, levantar perfiles, medir la textura superficial y la resistencia al deslizamiento y comprobar la uniformidad de la superficie, siempre que ello corresponda.