



UNIDAD DE MANTENIMIENTO VIAL

LABORATORIO DE CALIDAD DE SUELOS ASFALTOS Y PAVIMENTOS DE LA UAERMV

FÓRMULAS DE TRABAJO MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE DENSA IDU ET-2011, SECCIÓN: 510-11 TIPO MD12

Marzo 2018

1. RESULTADOS

1.1. CARACTERIZACIÓN DEL ASFALTO 60/70

Los ensayos reportados a continuación son realizados en el laboratorio de la UMV para la caracterización del cemento asfáltico 60/70:

Tabla 1. Caracterización de Cemento Asfáltico 60/70

PROPIEDADES	NORMA ASTM	NORMA INV	Mínimo	Máximo	Resultado
Penetración a 25°C, 100g , 5 s, (1/10mm)	D-5	INV E-706	60	70	62.1
Punto de ablandamiento (°C)	D-36	INV E-712	45	55	49.5
Ductilidad a 25°C, 5cm/min (cm)	D-113	INV E-702	100	-	101
Punto de chispa °C	D-92	INV E-709	-	-	289
Punto de llama °C		INV E-709	232	-	295
Viscosidad a 60° C		INV E-709	150	300	295
Viscosidad a 135° C		INV E -720	0,22	0,45	0.33

Fuente: Laboratorio UAERMV

En el anexo N° 1 se entregan los soportes de resultados reportados por parte del laboratorio contratista.

1.2. CARACTERIZACIÓN MATERIALES PÉTREOS

Los materiales pétreos para ser usados en la mezcla asfáltica son:

- Grava triturada de Río Cocuy de ¾" .
- Grava triturada de Río Cocuy de ½" .
- Arena Triturada de Río del Cocuy.
- Arena triturada de Cantera de Loma Pelada.

En los anexos N° 2, 3, 4 y 5 se adjuntan los resultados correspondientes a cada uno de los materiales generados por parte del laboratorio.

Los ensayos relacionados de acuerdo al material son:

- Dureza, Durabilidad, Geometría de partículas, Gradación, Peso específico y peso unitario, Índice de plasticidad. Equivalente de arena.

A continuación se anexa lo correspondiente a los requisitos de los materiales pétreos:

- **Grava Triturada de Río Cocuy de $\frac{3}{4}$ “**

Tabla 2. Caracterización de grava triturada de río 3/4" del Cocuy

ENSAYO			NORMA INV-E-2013	RESULTADO DE ENSAYO	REQUISITOS Tabla 510,1 (T2-T3)
COMPOSICIÓN					
Granulometría			213	VER GRAFICA	Especificación Particular UMV
PETROGRAFIA					
Análisis Petrográfico **			ASTM-C-295	Descripción Mineralógica	
DUREZA					
Desgaste Los Ángeles, En seco, 500 Revoluciones		% Máximo	218	19	35
Micro Deval		% Máximo	238	7	30
10% Finos	Valor en seco	kN Mínimo	224	121	60
	Relación Húmedo/seco	% Mínimo		78	75
DURABILIDAD					
Pérdida de ensayo de solidez en sulfato de Magnesio		% Máximo	220	4	18
GEOMETRIA DE LAS PARTICULAS					
Partículas fracturadas mecánicamente	1 Cara	% Mínimo	227	100	75
	2 Caras	% Mínimo		100	60
Índice de Aplana- miento		% máximo	230	8	25
Índice de Alargamien- to		% máximo		7	25
RESISTENCIA AL PULIMIENTO					
Coeficiente de Pulimiento acelerado para capas de Rodadura **		% Mínimo	232	NR	0,45
PESOS ESPECIFICOS					
PESOS ESPECIFICOS	Gravedad Especifica Bulk		223	2,58	Reportar
	Absorción		%	223	2,5
OBSERVACIONES ** Ensayos Externos realizados por EIE.					

Fuente: Laboratorio UAERMV

- Grava Triturada de Río Cocuy de ½ “

Tabla 3. Caracterización Grava triturada de Río Cocuy 1/2"

ENSAYO			NORMA INV-E-2013	RESULTADO DE ENSAYO	REQUISITOS Tabla 510,1 (T2-T3)
COMPOSICIÓN					
Granulometría			213	VER GRAFICA	Especificación. Particular UMV
PETROGRAFIA					
Análisis Petrográfico **			ASTM-C-295	Descripción Mineralógica	
DUREZA					
Desgaste Los Ángeles, En seco, 500 Revoluciones			% Máximo 218	17	35
Micro Deval			% Máximo 238	11	30
10% Finos	Valor en seco	kN Mínimo	224	108	60
	Relación Húmedo/seco	% Mínimo		93	75
DURABILIDAD					
Pérdida de ensayo de solidez en sulfato de Magnesio			% Máximo 220	6	18
GEOMETRIA DE LAS PARTICULAS					
Partículas fracturadas mecánicamente	1 Cara	% Mínimo	227	100	75
	2 Caras	% Mínimo		100	60
Índice de Aplanamiento		% máximo	230	16	25
Índice de Alargamiento		% máximo		14	25
RESISTENCIA AL PULIMIENTO					
Coeficiente de Pulimiento acelerado para capas de Rodadura **			% Mínimo 232		0,45
PESOS ESPECIFICOS					
PESOS ESPECIFICOS	Gravedad Especifica Bulk		223	2,51	Reportar
	Absorción		% 223	2,5	Reportar
OBSERVACIONES ** Ensayos Externos EIE.					

Fuente: Laboratorio UAERMV

- **Arena triturada de Río Cocuy**

Tabla 4. Caracterización Arena Triturada Cocuy de Río

ENSAYO		NORMA INV-E-2013	RESULTADO DE ENSAYO	REQUISITOS Tabla 510,1 (T2-T3)
COMPOSICIÓN				
Granulometría		213	VER GRAFICA	Especificación Particular UMV
PETROGRAFIA				
Análisis Petrográfico **		ASTM-C-295	Descripción Mineralógica	
DURABILIDAD				
Pérdida de ensayo de solidez en sulfato de Magnesio	% Máximo	220	6	18
GEOMETRIA DE LAS PARTICULAS				
Angularidad del agregado fino	% Mínimo	239	48	35
PESOS ESPECIFICOS				
Pesos Específicos	Gravedad Especifica Bulk	223	2,61	Reportar
	Absorción	% 223	2	Reportar
OBSERVACIONES ** Ensayos Externos EIE.				

Fuente: Laboratorio UAERMV

- **Arena triturada de Cantera**

Tabla 5. Caracterización Arena Triturada de Cantera

ENSAYO		NORMA INV-E-2013	RESULTADO DE ENSAYO	REQUISITOS Tabla 510,1 (T2-T3)	
COMPOSICIÓN					
Granulometría		213	VER GRAFICA	Especificación Particular UMV	
PETROGRAFIA					
Análisis Petrográfico **		ASTM-C-295	Descripción Mineralógica		
DURABILIDAD					
Pérdida de ensayo de solidez en sulfato de Magnesio		% Máxi-mo	220	7	18
GEOMETRIA DE LAS PARTICULAS					
Angularidad del agregado fino		% Mínimo	239	40	35
PESOS ESPECIFICOS					
Pesos Específicos	Gravedad Especifica Bulk		223	2,50	Reportar
	Absorción %		223	3	Reportar
OBSERVACIONES ** Ensayos Externos EIE.					

Fuente: Laboratorio UAERMV

- **Requisitos de proporción de finos y actividad para el agregado combinado**

Tabla 6. Requisitos de proporción de finos y actividad para el agregado combinado

ENSAYO	NORMA INV-E-2013	RESULTADO DE ENSAYO	REQUISITOS Tabla 510,6 (T2-T3)
ÍNDICE DE PLASTICIDAD ,% MAXIMO	126	NP	No plástico
EQUIVALENTE DE ARENA ,% MINIMO	133	45	40
** VALOR DE AZUL DE METILENO , mg/g % Máximo	235	EIE	8
OBSERVACIONES ** Ensayos Externos EIE.			

Fuente: Laboratorio UAERMV

2. DISEÑO DE MEZCLA DE METODO MARSHALL

INFORME DE ENSAYO																																						
FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)																																						
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA IDU 2011 SECCION 510																																						
CÓDIGO: PROL-PM-034					VERSIÓN: 1.0					PÁGINA: 2 DE 4																												
FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01																																						
CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN					Código: MD-4-2-03-02																																	
Descripción: FÓRMULA DE TRABAJO MD-12					Fecha recepción: 2018-02-15																																	
Procedencia: SEDE DE PRODUCCION - PLANTA LA ESMERALDA					Fecha ejecución: 2018-03-12																																	
DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)																																						
Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente					MD-12					T2-T3																												
Especificación Técnica: IDU-2011 Sección 510-11					Categoría de Tránsito: Rodadura					Gbr: G8 Bulk del Agregado combinado 2.538																												
					Tipo de Capa: Rodadura					Gbr: G8 del cemento asfáltico 1.02																												
FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL) INV E 748-13																																						
Briquet Número	% de Asfalto	Espesor Briquet (mm)	Masas de las Briquetas (g)			Gravedad Especifica			Pba: Asfalto Absorbido %	Análisis Volumétrico INV E-709-13 (% del volumen total)			VFA: % Vacíos Llenos de asfalto	V _{FA} : % Vacíos en agregados Minerales	V _{FA} : Vacíos efectivo	Estabilidad Medida in	Corregida kgf	Flujo mm																				
			A: Masa seco	B: Masa en el aire (SSS)	C: Masa sumergido	Gbr: bulk INV-E-733- 13	Máxima teórica	Gmm: Máx. medida INV-E-735-13		VAM: Vacíos en agregados Minerales	V _{FA} : Vacíos con Aire	V _{FA} : Asfalto efectivo																										
1		63,6	1151,1	1152,3	635,1	2,226										12,1	1234	3,0																				
2	4,5	63,4	1152,2	1153,4	637,1	2,232										12,2	1244	2,9																				
3		63,4	1153,2	1154,6	636,1	2,224										12,3	1254	2,8																				
PROMEDIO						2,227	2,379	2,380	0,02	83,8	6,4	9,8	60,3	16,2	4,49	12,2	1244	2,9																				
4		64,1	1150,2	1151,4	636,9	2,236										13,4	1366	3,0																				
5	5,0	63,5	1152,3	1153,1	638,4	2,239										13,6	1387	3,1																				
6		63,4	1153,6	1154,3	637,1	2,230										13,7	1387	3,2																				
PROMEDIO						2,235	2,363	2,371	0,16	83,7	5,7	10,6	64,9	16,3	4,85	13,6	1383	3,1																				
7		63,5	1154,6	1155,9	641,0	2,242										14,0	1428	3,3																				
8	5,5	63,4	1155,6	1156,4	642,0	2,247										14,1	1438	3,4																				
9		63,6	1154,3	1155,3	641,1	2,245										14,2	1448	3,2																				
PROMEDIO						2,245	2,347	2,355	0,17	83,6	4,7	11,7	71,5	16,4	5,34	14,1	1438	3,3																				
10		63,4	1154,9	1156,2	643,1	2,251										14,5	1479	3,4																				
11	6,0	63,2	1153,4	1154,1	643,5	2,259										14,6	1489	3,4																				
12		63,0	1153,7	1155,3	644,8	2,260										14,8	1509	3,4																				
PROMEDIO						2,257	2,331	2,331	0,01	83,6	3,2	13,2	80,6	16,4	5,99	14,6	1482	3,4																				
13		63,7	1152,1	1153,4	643,4	2,259										15,0	1530	3,5																				
14	6,5	63,6	1157,3	1159,1	644,9	2,251										15,2	1550	3,5																				
15		63,7	1153,6	1154,6	645,3	2,265										15,0	1530	3,6																				
PROMEDIO						2,258	2,315	2,318	0,06	83,2	2,6	14,2	84,7	16,8	6,44	15,1	1536	3,5																				
FORMULA DE TRABAJO																																						
% óptimo del ligante asfáltico			5,8			2,252			0,06			83,6			3,8			12,7			16,4			77,1			5,74			13,5			1450			3,4		



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL
DE BOGOTÁ D.C.

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

CLIENTE: GERENCIA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

DESCRIPCIÓN DELA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)

Tipo de Mezcla: Mezcla Asfáltica densa en caliente

MD-12

Categoría de Tránsito: Rodadura

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: IDU-2011 Sección 510-11

FECHA DE APLICACIÓN: 2018-03-01

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA: 2 DE 4

Fuente: Laboratorio UAERMV

2.1. COMBINACIÓN Y AJUSTE DE AGREGADOS

De acuerdo a las especificaciones técnicas IDU 510-11, y las necesidades de la UAEMV de diseños para producir mezclas asfálticas densas en caliente se obtienen las siguientes proporciones de materiales pétreos la curva maestra; relacionando los materiales así:

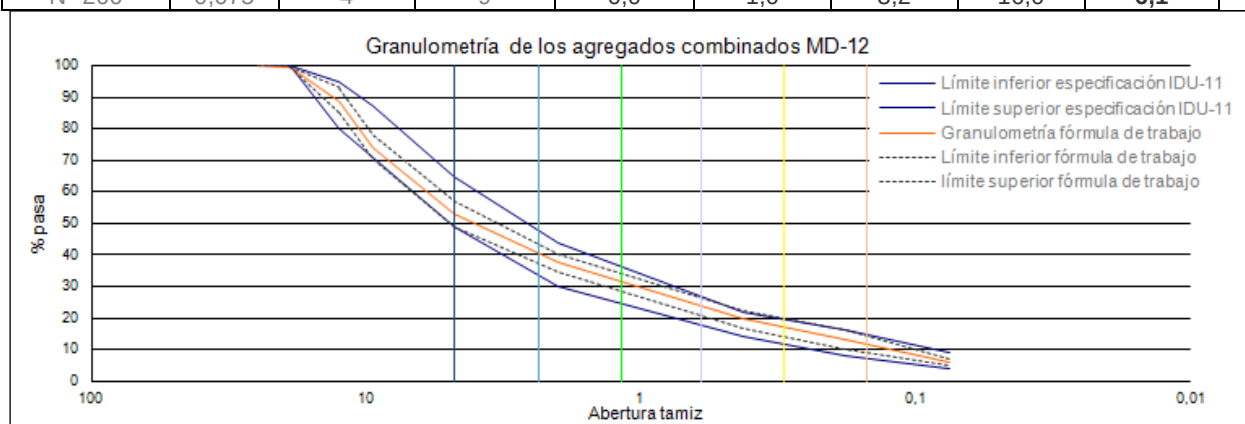
MD - 12

Grava de $\frac{3}{4}$ "	10%
Grava de $\frac{1}{2}$ "	30%
Arena triturada de Río	30%
Arena triturada de Cantera	30%

- **Granulometría de agregados combinados para mezclas asfálticas en caliente Tabla 510.4**

Tabla 7. Granulometría de agregados combinados para mezclas asfálticas en caliente

Porcentaje de la composición de la mezcla (%)				10	30	30	30	100
Tamiz		Tipo de mezcla densa MD12 Especificación-Tabla 510.4		% que pasa				
U.S. Standard	mm	% pasa min	% pasa Max	Grava triturada de Río Cocuy $\frac{3}{4}$ "	Grava triturada de Río Cocuy $\frac{1}{2}$ "	Arena triturada de Río Cocuy	Arena triturada Loma Pelada	Mezcla de Agregados combinados
1	25	100	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100
$\frac{3}{4}$ "	19	100	100	94,0	100,0	100,0	100,0	99
$\frac{1}{2}$ "	12,5	80	95	11,0	93,0	100,0	100,0	89
$\frac{3}{8}$ "	9,5	71	87	4,0	49,0	98,0	99,0	74
N° 4	4,75	49	65	0,0	1,0	91,8	83,8	53
N°10	2,00	30	44	0,0	1,0	63,4	60,3	37
N° 40	0,425	14	22	0,0	1,0	23,5	40,7	20
N° 80	0,180	8	16	0,0	1,0	8,0	34,3	13
N° 200	0,075	4	9	0,0	1,0	3,2	16,0	6,1



Fuente: Laboratorio UAERMV

2.2. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA

Para el diseño de mezcla se procedió a combinar los cuatro agregados disponibles, para ajustarlos a la norma IDU y a la tolerancia; elaborando un juego de tres briquetas por cada porcentaje de asfalto.

Para la mezcla de MD-12 se dosifico la cantidad de asfalto iniciando con 4.5 % y finalizando en 6.5 % en intervalos del 0.5.

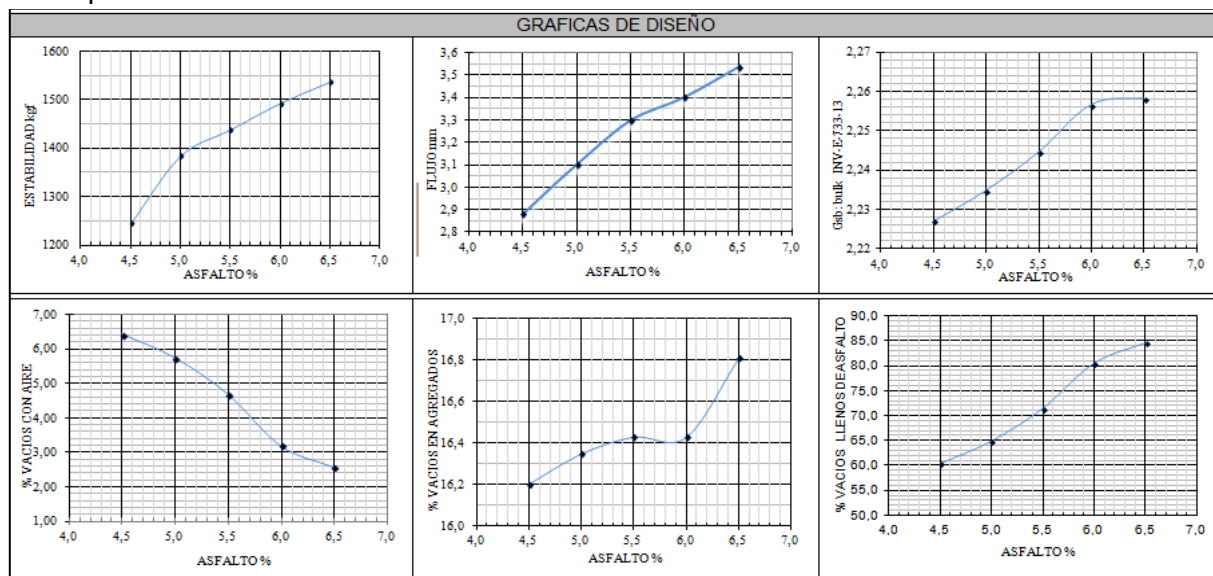
2.3. RESUMEN DE CALCULOS DE ESPECIMENES

Este resumen contiene los valores de densidad, vacíos y estabilidad – flujo de todos los especímenes elaborados, tomando como referencia el promedio de los valores individuales por cada porcentaje de asfalto. Para el cálculo de la relación de vacíos, se trabajó con el peso específico Bulk de los agregados.

2.4. DETERMINACIÓN GRÁFICA DEL DISEÑO

En las gráficas aparecen un grupo de curvas de los valores de la densidad, estabilidad, flujo, vacíos en la mezcla total, vacíos en agregados minerales y vacíos llenos con asfalto.

En el anexo N° 6 se entregaron los resultados obtenidos de acuerdo al método Marshall; y de esta manera se define el contenido óptimo de cemento asfáltico y que dé cumplimiento a las especificaciones físico-mecánicas.



Fuente: Laboratorio UAERMV

3. FÓRMULA DE TRABAJO

En este se caracteriza la mezcla asfáltica con el porcentaje de asfalto óptimo. Se anexan los ensayos de caracterización de la mezcla asfáltica y comprobación del diseño.

- CRITERIOS DE DISEÑO DE MEZCLA - TABLA 510-8

Tabla 8. Criterios de Diseño de Mezcla

Tabla 8: Criterios de Diseño de Mezcla

CRITERIOS DE DISEÑO DE LA MEZCLA - TABLA 510-8							
Característica	Norma de Ensayo	Especificación para Categoría de tránsito T2-T3	FÓRMULA DE TRABAJO (FT)				
			Resultado	Tolerancia			
				Criterio	Min.	Max.	
Compactación	golpes/cara	INV-E-748-13	75	Reportar			
Contenido de Asfalto	%	INV-E-732-13	Reportar	5,8	0,3 (FT)	5,5	6,1
Gravedad específica Bulk		INV-E-733-13	Reportar	2,252			
Estabilidad mínima	Kgf	INV-E-748-13	750	1450	$0,9 \geq (FT) \leq 1,25$	1305	1813
Flujo	mm	INV-E-748-13	2 - 4	3,4	$0,8 \geq (FT) \leq 1,20$	2,7	4,1
Vacíos con aire	%	INV-E-736-13	3 - 5	3,8	0,3 (FT)	3,5	4,1
Vacíos en agregados	%	INV-E-799-13	≥ 15	16,4	Especificación	15	N.A.
Vacíos llenos de asfalto	%	INV-E-799-13	65 - 78	77,1	Especificación	65	78
Relación llenante / Ligante efectivo en peso		INV-E-799-13	0,8 - 1,2	1,1	Especificación	0,8	1,2
Concentración de llenante, valor máximo		INV-E-745-13	Valor Crítico	0,26	Max. Vr Crítico	-	0,32
CRITERIOS DE COMPROBACIÓN DEL DISEÑO VOLUMÉTRICO DE LA FÓRMULA DE TRABAJO - TABLA 510-9							
Relación Estabilidad / Flujo		INV-E-748-13	300 a 500	426			
Índice de Película de Asfalto	μm	INV-E-741-13	7,5 (mínimo)	8,8			
COMPROBACIÓN DE LA ADHESIVIDAD - NUMERAL 510.3.3							
Resistencia a la tracción Indirecta	%	INV-E-725-13	80 (mínimo)	86,5			
Resistencia a la deformación plástica		INV-E-756-13		Nota: Se adjuntan resultados realizados por EIE Echeverry Ingeniería y Ensayos S.A.S.			
Modulo Dinámico		INV-E-754-13					
Ley de Fatiga	%	AASHTO R-30					

Fuente: Laboratorio UAERMV

Tabla9. Temperaturas de trabajo

TEMPERATURAS DE TRABAJO	
Temperatura de calentamiento previo de los Agregados	160 $\pm$ 5°C
Temperatura de mezclado*	148 $\pm$ 2°C
Temperatura de compactación*	139 $\pm$ 2°C
* Temperatura obtenidas de acuerdo a la curva reológica (Multinsa)	

Fuente: Laboratorio UAERMV

CONCLUSIONES

- La mezcla de materiales pétreos: 10% Grava triturada Rio Cocuy de $\frac{3}{4}$ ", 30% Grava triturada Rio Cocuy de $\frac{1}{2}$ ", 30% Arena triturada Rio Cocuy, 30% Arena triturada de Cantera, cumple con la franja granulométrica, para la mezcla densa en caliente, tipo MD-12, de acuerdo con la especificación IDU-ET-510-11
- Teniendo en cuenta el análisis volumétrico efectuado a partir de los resultados obtenidos mediante la aplicación el método Marshall se define el contenido optimo de asfalto con cemento asfáltico 60-70 para la mezcla en **5.8%**
- El rango de trabajo de la mezcla de acuerdo a la tolerancia exigida por la especificación IDU-ET-510-11, es de **5.5% a 6.1%**.
- El resultado de susceptibilidad al agua de la mezcla asfáltica compactada en la prueba de tracción indirecta TSR del 86.5%, indica que la mezcla producida por la UMV, presenta baja susceptibilidad a los daños producidos por el agua, ya que el valor de TSR es superior al 75%.
- El laboratorio de calidad de suelos, asfaltos y pavimentos de la UAERMV, controla variables como lo son: % de asfalto, gradación del material, densidad bulk de la mezcla, estabilidad, flujo, vacíos con aire, densidad máxima medida (Gmm) y los vacíos de los agregados minerales (VAM), esto asegura una mezcla de optima durabilidad y desempeño.



UNIDAD DE MANTENIMIENTO VIAL

LABORATORIO DE CALIDAD DE SUELOS ASFALTOS Y PAVIMENTOS DE LA UAERMV

FÓRMULAS DE TRABAJO MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ASFALTOS MODIFICADOS CON CAUCHO POR VIA HUMEDA IDU ET-2011, SECCIÓN: 560-11 GCR- TIPO I

Marzo 2018

1. RESULTADOS

1.1. CARACTERIZACIÓN DEL ASFALTO MODIFICADO CON GRANO DE CAUCHO

Los ensayos reportados a continuación son realizados en el laboratorio de la UMV para la caracterización del cemento asfáltico modificado con grano de caucho:

Tabla 1. Caracterización de Cemento Asfáltico Modificado con Grano de Caucho

PROPIEDADES	NORMA ASTM	NORMA INV	Mínimo	Máximo	Resultado
Penetración a 25°C, 100g , 5 s, (1/10mm)	D-5	INV E-706	40	70	42.2
Punto de ablandamiento (°C)	D-36	INV E-712	52	-	64.5
Punto de chispa °C	D-92	INV E-709	-	-	250
Punto de llama °C		INV E-709	230	-	+270
Viscosidad a 163° C		INV E-709	1,5	3,0	1.5

FUENTE: LABORATORIO UAERMV

En el anexo N° 1 se entregan los soportes de resultados reportados por parte del laboratorio contratista.

1.2. CARACTERIZACIÓN MATERIALES PÉTREOS

Los materiales pétreos para ser usados en la mezcla asfáltica son:

- Grava Triturada de Río Cocuy de ¾".
- Grava Triturada de Río Cocuy de ½".
- Arena Triturada de Río del Cocuy.
- Arena triturada de Cantera de Loma Pelada.

En los anexos N° 2, 3, 4 y 5 se adjuntan los resultados correspondientes a cada uno de los materiales generados por parte del laboratorio.

Los ensayos relacionados de acuerdo al material son:

- Dureza, Durabilidad, Geometría de partículas, Gradación, Peso específico y peso unitario, Índice de plasticidad, Equivalente de arena.

A continuación se anexa lo correspondiente a los requisitos de los materiales pétreos, se anexan los resultados correspondientes de las especificaciones de las tablas 510-1, 510-4 y 510-6 de la especificación técnica IDU 510-11.

- **Grava Triturada de Río Cocuy de $\frac{3}{4}$ “**

Tabla 2. Caracterización de grava triturada de río 3/4" del Cocuy

ENSAYO			NORMA INV-E-2013	RESULTADO DE ENSAYO	REQUISITOS Tabla 510,1 (T2-T3)
COMPOSICIÓN					
Granulometría			213	VER GRAFICA	Especificación Particular UMV
PETROGRAFIA					
Análisis Petrográfico **			ASTM-C-295	Descripción Mineralógica	
DUREZA					
Desgaste Los Ángeles, En seco, 500 Revoluciones		% Máximo	218	19	35
Micro Deval		% Máximo	238	7	30
10% Finos	Valor en seco	kN Mínimo	224	121	60
	Relación Húmedo/seco	% Mínimo		78	75
DURABILIDAD					
Pérdida de ensayo de solidez en sulfato de Magnesio		% Máximo	220	4	18
GEOMETRIA DE LAS PARTICULAS					
Partículas fracturadas mecánicamente	1 Cara	% Mínimo	227	100	75
	2 Caras	% Mínimo		100	60
Índice de Aplana- miento		% máximo	230	8	25
Índice de Alargamien- to		% máximo		7	25
RESISTENCIA AL PULIMIENTO					
Coeficiente de Pulimiento acelerado para capas de Rodadura **		% Mínimo	232	NR	0,45
PESOS ESPECIFICOS					
PESOS ESPECIFICOS	Gravedad Especifica Bulk		223	2,58	Reportar
	Absorción %		223	2,5	Reportar
OBSERVACIONES ** Ensayos Externos realizados por EIE.					

FUENTE: LABORATORIO UAERMV

- Grava Triturada de Río Cocuy de ½ “

Tabla 3. Caracterización Grava triturada de Río Cocuy 1/2"

ENSAYO			NORMA INV-E-2013	RESULTADO DE ENSAYO	REQUISITOS Tabla 510,1 (T2-T3)
COMPOSICIÓN					
Granulometría			213	VER GRAFICA	Especificación. Particular UMV
PETROGRAFIA					
Análisis Petrográfico **			ASTM-C-295	Descripción Mineralógica	
DUREZA					
Desgaste Los Ángeles, En seco, 500 Revoluciones			% Máximo 218	17	35
Micro Deval			% Máximo 238	11	30
10% Finos	Valor en seco	kN Mínimo	224	108	60
	Relación Húmedo/seco	% Mínimo		93	75
DURABILIDAD					
Pérdida de ensayo de solidez en sulfato de Magnesio			% Máximo 220	6	18
GEOMETRIA DE LAS PARTICULAS					
Partículas fracturadas mecánicamente	1 Cara	% Mínimo	227	100	75
	2 Caras	% Mínimo		100	60
Índice de Aplanamiento		% máximo	230	16	25
Índice de Alargamiento		% máximo		14	25
RESISTENCIA AL PULIMIENTO					
Coeficiente de Pulimiento acelerado para capas de Rodadura **			% Mínimo 232		0,45
PESOS ESPECIFICOS					
PESOS ESPECIFICOS	Gravedad Especifica Bulk		223	2,51	Reportar
	Absorción		% 223	2,5	Reportar
OBSERVACIONES ** Ensayos Externos EIE.					

FUENTE: LABORATORIO UAERMV

- Arena triturada de Río Cocuy**

Tabla 4. Caracterización Arena Triturada Cocuy de Río

ENSAYO	NORMA INV-E-2013	RESULTADO DE ENSAYO	REQUISITOS Tabla 510,2 (T2-T3)
COMPOSICIÓN			
Granulometría	213	VER GRAFICA	Especificación Particular UMV
PETROGRAFIA			
Análisis Petrográfico **	ASTM-C-295	Descripción Mineralógica	
DURABILIDAD			
Pérdida de ensayo de solidez en sulfato de Magnesio % Máximo	220	6	18
GEOMETRIA DE LAS PARTICULAS			
Angularidad del agregado fino % Mínimo	239	48	35
PESOS ESPECIFICOS			
Pesos Específicos Gravedad Especifica Bulk	223	2,61	Reportar
Absorción %	223	2	Reportar
OBSERVACIONES ** Ensayos Externos EIE.			

FUENTE: LABORATORIO UAERMV

- **Arena triturada de Cantera**

Tabla 5. Caracterización Arena Triturada de Cantera

ENSAYO		NORMA INV-E- 2013	RESULTADO DE ENSAYO	REQUISITOS Tabla 510,2 (T2-T3)	
COMPOSICIÓN					
Granulometría		213	VER GRAFICA	Especificación Particular UMV	
PETROGRAFIA					
Análisis Petrográfico **		ASTM-C- 295	Descripción Mineralógica		
DURABILIDAD					
Pérdida de ensayo de solidez en sulfato de Magnesio		% Máxi- mo	220	7	18
GEOMETRIA DE LAS PARTICULAS					
Angularidad del agregado fino		% Mínimo	239	40	35
PESOS ESPECIFICOS					
Pesos Específicos	Gravedad Especifica Bulk		223	2,50	Reportar
	Absorción		%	223	3
OBSERVACIONES ** Ensayos Externos EIE.					

FUENTE: LABORATORIO UAERMV

- **Requisitos de proporción de finos y actividad para el agregado combinado**

Tabla 6. Requisitos de proporción de finos y actividad para el agregado combinado

ENSAYO	NORMA INV-E-2013	RESULTADO DE ENSAYO	REQUISITOS Tabla 510,6 (T2-T3)
ÍNDICE DE PLASTICIDAD ,% MAXIMO	126	NP	No plástico
EQUIVALENTE DE ARENA ,% MINIMO	133	47	40
** VALOR DE AZUL DE METILENO , mg/g % Máximo	235	EIE	8
OBSERVACIONES ** Ensayos Externos EIE.			

FUENTE: LABORATORIO UAERMV

DISEÑO DE MEZCLA DE METODO MARSHALL

DESCRIPCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL)																	
Tipo de Mezcla:		Mezcla Asfáltica con Grano Caucho			M-GCR-TIPO I		Categoría de Tránsito:			NT2 & NT3		Gsb: GS Bulk del Agregado combinado					
Especificación Técnica:		IDU - 2011 - SECCION 560-11			Tipo de Capa:		Rodadura			Gbr: GS del cemento asfáltico							
FÓRMULA DE TRABAJO (DISEÑO MARSHALL) INV E 748-13																	
Biqueta Número.	% de Asfalto	Espesor Biqueta (mm)	Masas de las Biquetas (g)			Gravedad Específica		Pba: Asfalto Absorbido %	Análisis Volumétrico INV E-709-13 (% del volumen total)			VAM: % Vaciados en agregados Minerales	VFA: % Vaciados Llenos de asfalto	V _a : Asfalto electivo	Estabilidad		
			A: Masa seco	B: Masa en el aire (SSS)	C: Masa sumergido	Máxima teórica	Gmm: Máx. medida INV-E-705-13		VAM: Vaciados en agregados Minerales	Va: Vaciados con Aire	V _a : Asfalto electivo				Medida KN	Corregida kgf	
1		63,5	1171,2	1173,2	650,1	2,239									12,5	1275	
2	6,0	63,4	1172,5	1174,1	652,1	2,246									12,6	1285	
3		63,4	1173,4	1174,2	651,0	2,243									12,8	1305	
PROMEDIO						2,243	2,333	2,378	0,89	83,0	5,7	11,3	17,0	66,6	12,6	1288	
4		64,1	1170,2	1172,1	656,0	2,267									13,6	1387	
5	6,5	63,5	1172,3	1174,6	658,4	2,271									13,7	1397	
6		63,4	1173,6	1175,2	657,2	2,266									14,0	1428	
PROMEDIO						2,268	2,317	2,368	1,02	83,5	4,2	12,3	16,5	74,5	13,8	1404	
7		63,5	1174,5	1176,2	660,0	2,275									14,2	1448	
8	7,0	63,4	1175,5	1177,0	661,2	2,279									14,1	1438	
9		63,6	1174,6	1175,2	658,4	2,273									14,2	1448	
PROMEDIO						2,276	2,301	2,363	1,25	83,3	3,7	13,0	16,7	77,9	14,2	1445	
10		63,4	1176,5	1177,3	665,1	2,297									14,5	1479	
11	7,5	63,2	1173,4	1174,4	660,0	2,281									14,4	1468	
12		63,0	1176,4	1177,2	662,0	2,283									14,6	1489	
PROMEDIO						2,287	2,286	2,363	1,58	83,3	3,2	13,5	16,7	80,8	14,5	1479	
13		63,7	1172,4	1173,6	668,1	2,319									15,5	1581	
14	8,0	63,8	1174,3	1175,4	668,0	2,314									15,6	1591	
15		63,7	1173,6	1174,9	669,0	2,320									15,4	1570	
PROMEDIO						2,318	2,271	2,345	1,55	83,9	1,2	14,9	16,1	92,8	15,5	1581	
FÓRMULA DE TRABAJO																	
% optimo del ligante asfáltico			7,3			2,280			1,42			83,2			13,5		

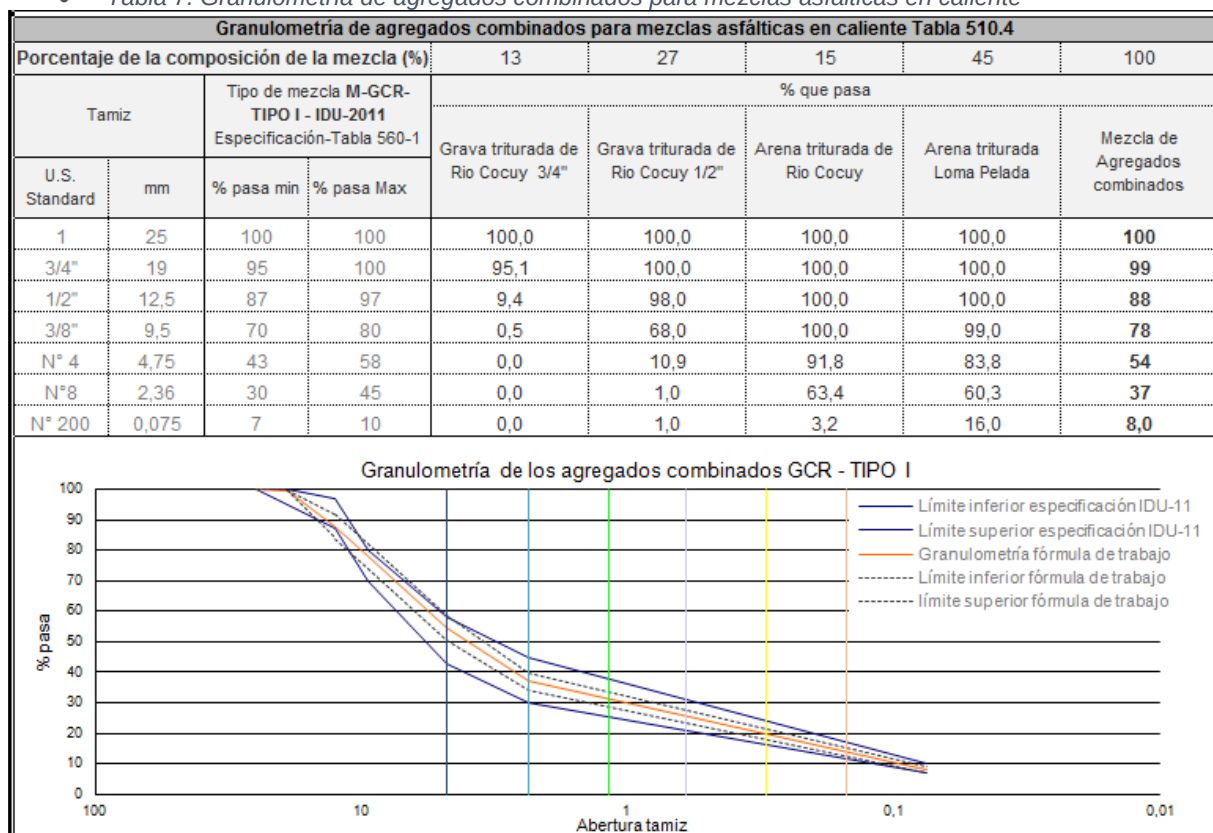
2.1. COMBINACIÓN Y AJUSTE DE AGREGADOS

De acuerdo a las especificaciones de la norma técnica IDU 560-11, y necesidades de la UAEMV de diseños para producir mezcla asfáltica densa en caliente modificada con grano de caucho se obtienen las siguientes proporciones de materiales pétreos la curva maestra; relacionando los materiales así:

GCR - TIPO 1

Grava de ¾"	13%
Grava de ½"	27%
Arena triturada de Río	15%
Arena triturada de Cantera	45%

- **Granulometría de agregados combinados para mezclas asfálticas en caliente modificado con grano de caucho Tabla 560.4**
- *Tabla 7. Granulometría de agregados combinados para mezclas asfálticas en caliente*



FUENTE: LABORATORIO UAERMV

2.2. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA

Para el diseño de mezcla se procedió a combinar los cuatro agregados disponibles, para ajustarlos a la norma IDU y a la tolerancia; elaborando un juego de tres briquetas por cada porcentaje de asfalto.

Para la mezcla de M-GCR-TIPO I se dosifico la cantidad de asfalto iniciando con 6.0 % y finalizando en 8.0 % en intervalos del 0.5.

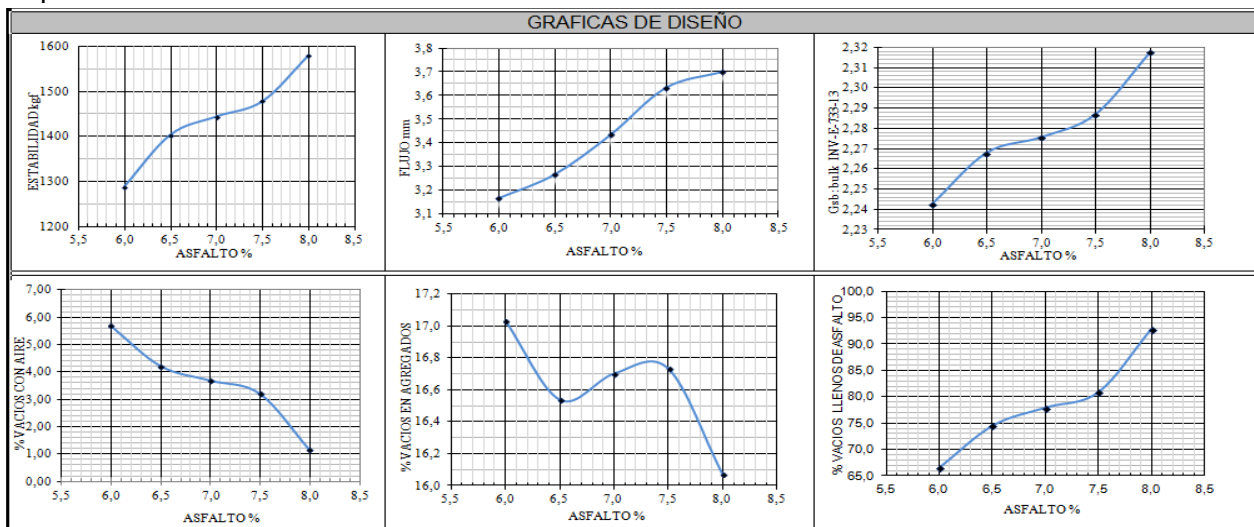
2.3. RESUMEN DE CÁLCULOS DE ESPECÍMENES

Este resumen contiene los valores de densidad, vacíos y estabilidad – flujo de todos los especímenes elaborados, tomando como referencia el promedio de los valores individuales por cada porcentaje de asfalto. Para el cálculo de la relación de vacíos, se trabajó con el peso específico Bulk de los agregados.

2.4. DETERMINACIÓN GRÁFICA DEL DISEÑO

En las gráficas aparecen un grupo de curvas de los valores de la densidad, estabilidad, flujo, vacíos en la mezcla total, vacíos en agregados minerales y vacíos llenos con asfalto.

En el anexo N° 6 se entregaron los resultados obtenidos de acuerdo al método Marshall; y de esta manera se define el contenido óptimo de cemento asfáltico y que dé cumplimiento a las especificaciones físico-mecánicas.



FUENTE: LABORATORIO UAERMV

2. FÓRMULA DE TRABAJO

En este se caracteriza la mezcla asfáltica con el porcentaje de asfalto óptimo. Se anexan los ensayos de caracterización de la mezcla asfáltica y comprobación del diseño.

- CRITERIOS DE DISEÑO DE MEZCLA -

Tabla 8. Criterios de Diseño de Mezcla

CRITERIOS DE DISEÑO DE LA MEZCLA - TABLA 467-5 (INV- ARTICULO 467-13) PARTICULAR						
Característica		Norma de Ensayo	Especificación para Categoría de tránsito T2-T3	FÓRMULA DE TRABAJO (FT)		
				Resultado	Tolerancia	
					Min.	Max.
Compactación	golpes/cara	INV-E-748-13	75	Reportar		
Contenido de Asfalto - Caucho	%	INV-E-732-13	Reportar	7,3	6	9
Gravedad específica Bulk		INV-E-733-13	Reportar	2,280		
Estabilidad mínima	kgf	INV-E-748-13	841	1453	841	N.A.
Flujo	mm	INV-E-748-13	2,5 - 5,5	3,6	2,5	5,5
Vacíos con aire	%	INV-E-736-13	3 - 5	3,5	3,0	5,0
Vacíos en agregados	%	INV-E-799-13	≥ 15	16,8	15	N.A.
Vacíos llenos de asfalto	%	INV-E-799-13	Reportar	79,4		
Relación llenante / Ligante efectivo en peso		INV-E-799-13	Reportar	1,4		
CRITERIOS DE COMPROBACIÓN DEL DISEÑO VOLUMÉTRICO DE LA FÓRMULA DE TRABAJO - TABLA 510-9						
Índice de Película de Asfalto	µm	INV-E-741-13	7,5 (mínimo)	8,4		
COMPROBACIÓN DE LA ADHESIVIDAD - NUMERAL 510.3.3						
Resistencia a la tracción Indirecta	%	INV-E-725-13	80 (mínimo)	86,1	80	
Resistencia a la deformación plástica		INV-E-756-13	Nota . Se adjuntan resultados realizados EIE			
Modulo Dinámico		INV-E-754-13				
Ley de Fatiga	%	AASHTO R-30				

FUENTE: LABORATORIO UAERMV

Tabla 9. Temperaturas de trabajo

TEMPERATURAS DE TRABAJO	
Temperatura de calentamiento previo de los Agregados	170a175°C
Temperatura de mezclado*	165± 5°C
Temperatura de compactación*	155±5°C
* Temperatura obtenidas de acuerdo a la curva reológica (Multinsa)	

FUENTE: LABORATORIO UAERMV

CONCLUSIONES

- La mezcla de materiales pétreos: 13% Grava triturada Rio Cocuy de $\frac{3}{4}$ ", 27% Grava triturada Rio Cocuy de $\frac{1}{2}$ ", 15% Arena triturada Rio Cocuy, 45 % Arena triturada de Cantera, cumple con la franja granulométrica, para la mezcla densa en caliente, tipo GCR TIPO I, de acuerdo con la especificación IDU-ET-560-11
- Teniendo en cuenta el análisis volumétrico efectuado a partir de los resultados obtenidos mediante la aplicación el método Marshall se define el contenido óptimo de asfalto con cemento modificado con grano de caucho para la mezcla en **7.3%**
- El rango de trabajo de la mezcla de acuerdo a la tolerancia exigida por la especificación IDU-ET-560-11, es de **7.0% a 7.6%**.
- El resultado de susceptibilidad al agua de la mezcla asfáltica compactada en la prueba de tracción indirecta TSR del 86.1%, indica que la mezcla producida por la UMV, presenta baja susceptibilidad a los daños producidos por el agua, ya que el valor de TSR es superior al 75%.
- El laboratorio de calidad de suelos, asfaltos y pavimentos de la UAERMV, controla variables como lo son: % de asfalto, gradación del material, densidad bulk de la mezcla, estabilidad, flujo, vacíos con aire, densidad máxima medida (Gmm) y los vacíos de los agregados minerales (VAM), esto asegura una mezcla de optima durabilidad y desempeño.