

Nuevo Manual de Carreteras del Paraguay Volumen 5.2.2.: Pavimentos Asfálticos

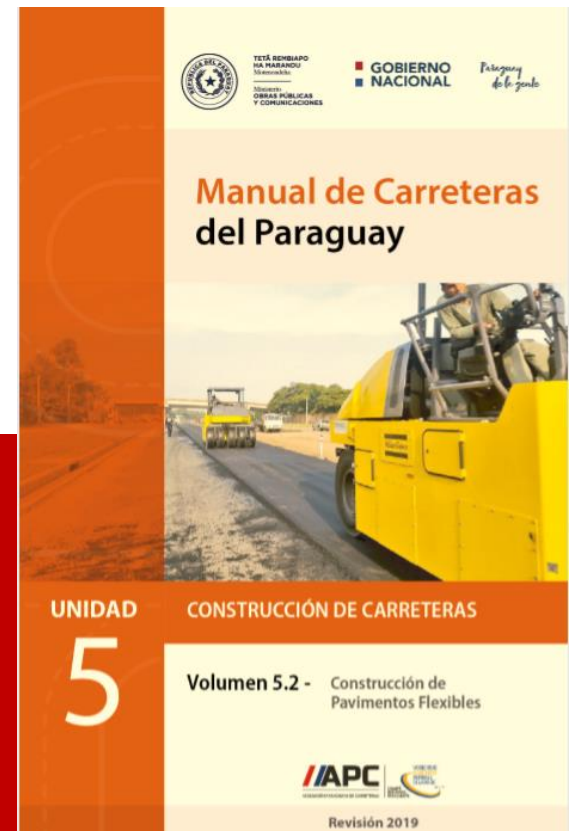
Seminario sobre Diseño y Construcción de
Mezclas Asfálticas

Asunción, 27 de Agosto de 2019



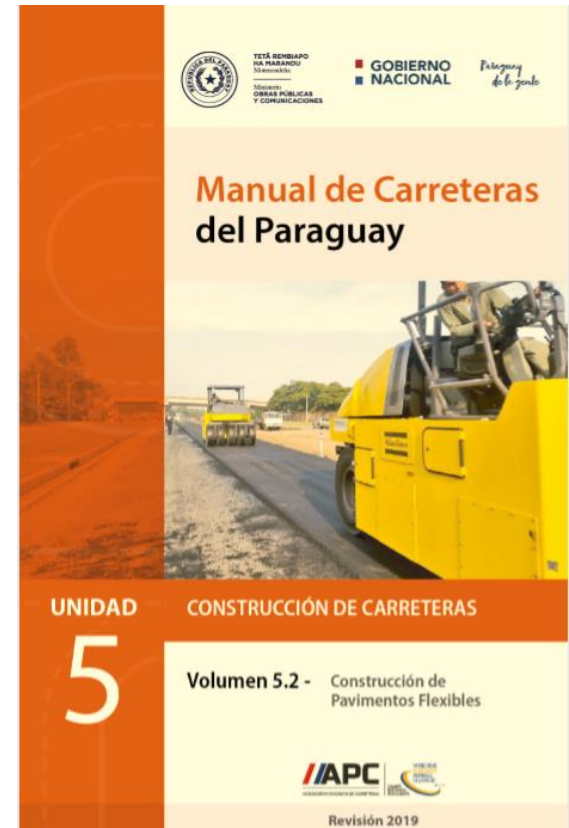
Mario Jair

Bitumen Technology Consultant
Comisión Permanente del Asfalto




Agenda

- Historia y la participación de la CPA
- Contenido del Manual
- Alcance de la presentación
- Conclusiones y recomendaciones



Historia




COMISIÓN PERMANENTE DEL ASFALTO

Proyecto de

PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE GRUESAS

Versión 2010




VIALIDAD NACIONAL

PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONCRETOS ASFÁLTICOS EN CALIENTE Y SEMICALIENTE DEL TIPO DENSOS, CON APORTE DE RAP.




Edición 2017




GOBIERNO NACIONAL *Paraguay de la gente*

Manual de Carreteras del Paraguay



UNIDAD 5 CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

Volumen 5.2 - Construcción de Pavimentos Flexibles

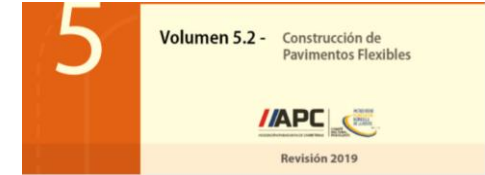
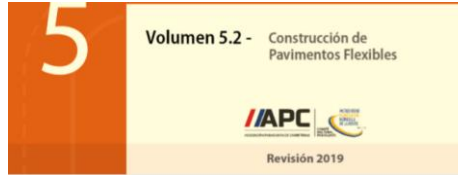
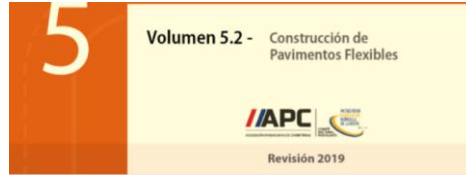


Revisión 2019



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

Contenido del Manual (Pav. Asfálticos)



CAPITULO 5.2.2. PAVIMENTO ASFALTICO 387

SECCION 5.2.2.1. POSICIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN CONCRETOS ASFALTICOS EN CALIENTE Y SEMI CALIENTES DEL TIPO DENSOS 388

5.2.2.1.1. DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA.....	388
5.2.2.1.2. NIVEL DE SOLICITACIÓN.....	389
5.2.2.1.3. REQUISITOS DE LOS MATERIALES.....	390
5.2.2.1.4. RELLENO MINERAL (FILLER).....	395
5.2.2.1.5. LIGANTE ASFALTICO.....	396
5.2.2.1.6. ADITIVOS.....	396
5.2.2.1.7. ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FORMULA DE OBRA.....	397
5.2.2.1.8. REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	400
5.2.2.1.9. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	403
5.2.2.1.10. TRAMO DE PRUEBA.....	408
5.2.2.1.11. LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO.....	409
5.2.2.1.12. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD.....	410
5.2.2.1.13. REQUISITOS DEL PROCESO DE CONTROL Y DE LA UNIDAD TERMINADA.....	418
5.2.2.1.14. CRITERIOS DE ACEPTACION Y RECHAZO.....	424
5.2.2.1.15. MEDICIÓN.....	430
5.2.2.1.16. FORMA DE PAGO.....	431
5.2.2.1.17. CONSERVACION.....	431
5.2.2.1.18. ANEXOS.....	432

SECCION 5.2.2.2. DISPOSICIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN CONCRETOS ASFALTICOS EN CALIENTE Y SEMI CALIENTES DEL TIPO DENSOS CON APORTE DE RAP... 436

5.2.2.2.1. DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA.....	436
5.2.2.2.2. OBJETIVO.....	437
5.2.2.2.3. NIVEL DE SOLICITACIÓN.....	438
5.2.2.2.4. REQUISITOS DE LOS MATERIALES.....	438
5.2.2.2.5. REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	451
5.2.2.2.6. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	455
5.2.2.2.7. TRAMO DE PRUEBA.....	460
5.2.2.2.8. LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACION AL TRANSITO.....	461
5.2.2.2.9. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD.....	462
5.2.2.2.10. REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA.....	473
5.2.2.2.11. REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN (LOTE DE PRODUCCIÓN).....	476
5.2.2.2.12. CRITERIOS DE ACEPTACION Y RECHAZO.....	480
5.2.2.2.13. MEDICIÓN.....	486
5.2.2.2.14. FORMA DE PAGO.....	487
5.2.2.2.15. CONSERVACION.....	487
5.2.2.2.16. ANEXOS.....	488

SECCION 5.2.2.3. DISPOSICIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE RIEGOS DE IMPRIMACIÓN Y LIGA, TRATAMIENTOS SUPERFICIALES, SELLOS DE ARENA ASFALTO, LECHADAS ASFALTICAS, SELLADO DE FISURAS..... 492

5.2.2.3.1. DESCRIPCIÓN.....	492
5.2.2.3.2. MATERIALES.....	492
5.2.2.3.3. EQUIPO.....	494
5.2.2.3.4. REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	496
5.2.2.3.5. MEDICIÓN.....	499
5.2.2.3.6. PAGO.....	499

SECCION 5.2.2.4. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES..... 501

5.2.2.4.1. DESCRIPCIÓN.....	501
5.2.2.4.2. MATERIALES.....	501
5.2.2.4.3. EQUIPO.....	502

SECCION 5.2.2.5. TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE.....	511
5.2.2.5.1. DESCRIPCIÓN.....	511
5.2.2.5.2. MATERIALES.....	511
5.2.2.5.3. EQUIPO.....	513
5.2.2.5.4. EJECUCIÓN.....	514
5.2.2.5.5. CONTROL POR LA FISCALIZACIÓN.....	515
5.2.2.5.6. MEDICIÓN.....	517
5.2.2.5.7. FORMA DE PAGO.....	517

SECCION 5.2.2.6. TRATAMIENTO SUPERFICIAL MULTIPLE.....	518
5.2.2.6.1. ACABADO, LIMPIEZA Y ELIMINACIÓN DE SOBRESANTES.....	519
5.2.2.6.2. APERTURA AL TRÁNSITO.....	519
5.2.2.6.3. REPARACIONES.....	520
5.2.2.6.4. ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	520
5.2.2.6.5. MEDICIÓN.....	521
5.2.2.6.6. PAGO.....	521

SECCION 5.2.2.7. LECHADA ASFALTICA.....	522
5.2.2.7.1. DESCRIPCIÓN.....	522
5.2.2.7.2. MATERIALES.....	522
5.2.2.7.3. AGUA.....	522
5.2.2.7.4. EQUIPO.....	523
5.2.2.7.5. REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	523
5.2.2.7.6. MEDICIÓN.....	527
5.2.2.7.7. PAGO.....	528

SECCION 5.2.2.8. MICROAGLOMERADO O MICROPAVIMENTO.....	529
5.2.2.8.1. OBJETIVO.....	529
5.2.2.8.2. REFERENCIAS.....	529
5.2.2.8.3. DEFINICIÓN.....	530
5.2.2.8.4. CONDICIONES GENERALES.....	530
5.2.2.8.5. CONDICIONES ESPECÍFICAS.....	530
5.2.2.8.6. MANEJO AMBIENTAL.....	533
5.2.2.8.7. INSPECCION.....	535
5.2.2.8.8. MEDICIÓN.....	537
5.2.2.8.9. PAGO.....	537

SECCION 5.2.2.9. SELLO DE ARENA - ASFALTO.....	538
5.2.2.9.1. DESCRIPCIÓN.....	538
5.2.2.9.2. MATERIALES.....	538
5.2.2.9.3. EQUIPO.....	539
5.2.2.9.4. REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	539
5.2.2.9.5. MEDICIÓN.....	540
5.2.2.9.6. PAGO.....	540

SECCION 5.2.2.10. SELLADO DE FISURAS.....	542
5.2.2.10.1. DESCRIPCIÓN.....	542
5.2.2.10.2. EQUIPO.....	542
5.2.2.10.3. MATERIALES.....	542
5.2.2.10.4. EJECUCIÓN.....	543
5.2.2.10.5. CONTROL TECNOLÓGICO.....	544
5.2.2.10.6. MEDICIÓN.....	545
5.2.2.10.7. PAGO.....	545

SECCION 5.2.2.11. RIEGO DE LIGA.....	546
5.2.2.11.1. DESCRIPCIÓN.....	546
5.2.2.11.2. MATERIALES.....	546
5.2.2.11.3. EQUIPO.....	546
5.2.2.11.4. REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	547
5.2.2.11.5. MEDICIÓN.....	548
5.2.2.11.6. PAGO.....	548

SECCION 5.2.2.12. RIEGO DE IMPRIMACIÓN.....	549
5.2.2.12.1. DESCRIPCIÓN.....	549
5.2.2.12.2. MATERIALES.....	549
5.2.2.12.3. EQUIPO.....	549
5.2.2.12.4. REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	550
5.2.2.12.5. MEDICIÓN.....	552
5.2.2.12.6. PAGO.....	552

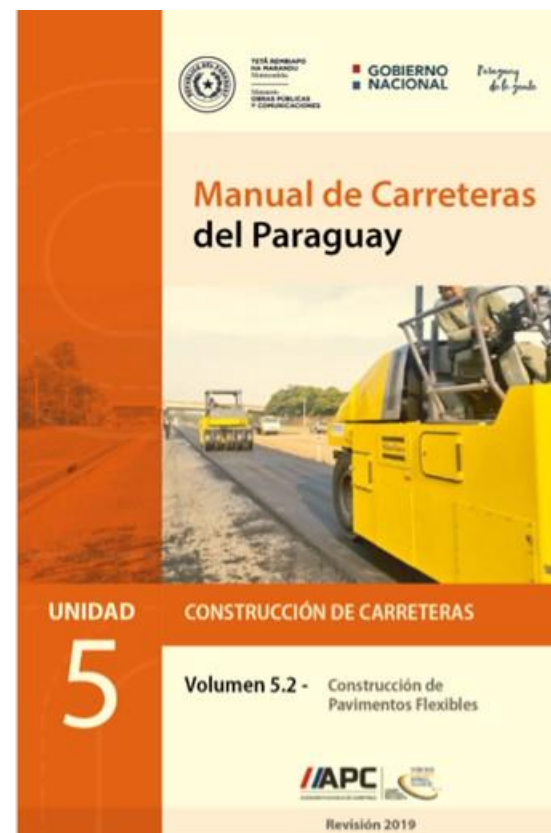
SECCION 5.2.2.13. REGULARIZACIÓN DE GALIBO CON CONCRETO ASFALTICO.....	553
5.2.2.13.1. DESCRIPCIÓN.....	553
5.2.2.13.2. MATERIALES.....	553
5.2.2.13.3. EQUIPO.....	556
5.2.2.13.4. FORMA DE EJECUCIÓN.....	561
5.2.2.13.5. CONTROLES.....	563
5.2.2.13.6. MEDICIÓN.....	564
5.2.2.13.7. PAGO.....	564

A tratar en esta presentación



Alcance de la presentación

- Mezclas asfálticas en caliente y semicalientes densas
- Idem con aporte de RAP



ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

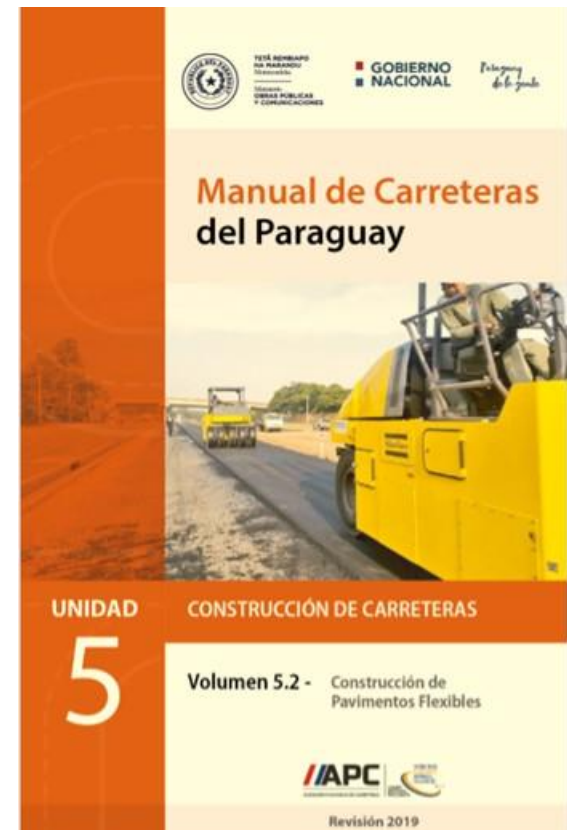
Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Aspectos Comunes

- Se define ámbito aplicación
- Definen condiciones sobre áridos
- Definen condiciones sobre ligantes
- Definen condiciones de dosificación
- Recomendaciones de fabricación
- Recomendaciones de transporte y colocación
- Recomendaciones de compactación
- Plan de control de calidad durante la ejecución
- Controles de obra terminada



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS



Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Ambito de aplicación:

■ Definición y Nomenclatura

- Se define como Concreto Asfáltico en Caliente (CAC) o Concreto Asfáltico Semicaliente (CAS) del tipo denso, a la combinación de un ligante asfáltico (convencional o modificado), agregados (incluido Filler) y eventualmente aditivos y/o fibras.
- Estas mezclas son elaboradas en plantas asfálticas y colocadas en obra a una temperatura muy superior a la ambiente.

■ Ejemplos

CAC D R/B TMN CA-XX AM-YY

CAC D 19 CA 30 o CAC R 12 AM3



Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Ambito de aplicación (II)

■ Espesor de capa:

- La relación entre el espesor de la capa asfáltica a colocar y el tamaño máximo nominal para el tipo de mezcla considerada debe cumplir con la siguiente premisa:

- $e > 2,5 * TMN$

- $e \leq 6,0 * TMN$

■ Donde:

- e: espesor de la capa
- TMN: tamaño máximo nominal de la combinación de agregados.



Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Ambito de aplicación (III)

■ Nivel de Solicitud

- Los requisitos de los materiales componentes de las mezclas asfálticas, como así también los criterios de dosificación de las mismas, se encuentran diferenciados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de acuerdo a la ubicación en el paquete estructural (base o rodamiento) que cada una ocupa y de la Clasificación por Tránsito prevista.

---	Clasificación por tránsito			
	T1	T2	T3	T4
Índice de tránsito (IT)	≥1500	800-1499	200-799	≤199

Donde:

IT: Índice de Tránsito = TMDAd * %Pd

TMDAd = Tránsito Medio Diario Anual de diseño

%Pd = % Pesados de diseño



Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Agregados Gruesos

Ensayo	Norma	Exigencia																				
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria.																				
Índice de lajas	IRAM 1687-1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de capa</th> <th colspan="4">Clasificación por tránsito</th> </tr> <tr> <td></td> <th>T1</th> <th>T2</th> <th>T3</th> <th>T4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rodamiento</td> <td>≤ 25 %</td> <td>≤ 25 %</td> <td>≤ 25 %</td> <td>≤ 25 %</td> </tr> <tr> <td>Base</td> <td>≤ 30 %</td> <td>≤ 30 %</td> <td>≤ 30 %</td> <td>≤ 30 %</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de capa	Clasificación por tránsito					T1	T2	T3	T4	Rodamiento	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 25 %	Base	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 30 %
		Tipo de capa	Clasificación por tránsito																			
			T1	T2	T3	T4																
Rodamiento	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 25 %																		
Base	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 30 %																		
Coeficiente de desgaste "Los Angeles" (*)	IRAM 1532	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de capa</th> <th colspan="4">Clasificación por tránsito</th> </tr> <tr> <td></td> <th>T1</th> <th>T2</th> <th>T3</th> <th>T4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rodamiento</td> <td>≤ 25 %</td> <td>≤ 25 %</td> <td>≤ 25 %</td> <td>≤ 30 %</td> </tr> <tr> <td>Base</td> <td>≤ 30 %</td> <td>≤ 30 %</td> <td>≤ 30 %</td> <td>≤ 35 %</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de capa	Clasificación por tránsito					T1	T2	T3	T4	Rodamiento	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 30 %	Base	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 35 %
		Tipo de capa	Clasificación por tránsito																			
			T1	T2	T3	T4																
Rodamiento	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 30 %																		
Base	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 35 %																		
Coeficiente de pulimento acelerado	IRAM 1543	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de capa</th> <th colspan="4">Clasificación por tránsito</th> </tr> <tr> <td></td> <th>T1</th> <th>T2</th> <th>T3</th> <th>T4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rodamiento</td> <td>≥ 40</td> <td>≥ 40</td> <td>≥ 40</td> <td>≥ 40</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de capa	Clasificación por tránsito					T1	T2	T3	T4	Rodamiento	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40					
		Tipo de capa	Clasificación por tránsito																			
	T1	T2	T3	T4																		
Rodamiento	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40																		
Polvo adherido	IRAM 1883	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de capa</th> <th>Polvo adherido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rodamiento</td> <td>≤ 1,2 %</td> </tr> <tr> <td>Base</td> <td>≤ 1,5 %</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de capa	Polvo adherido	Rodamiento	≤ 1,2 %	Base	≤ 1,5 %														
		Tipo de capa	Polvo adherido																			
		Rodamiento	≤ 1,2 %																			
Base	≤ 1,5 %																					
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm	IRAM 10501	No Plástico																				
Micro Deval (*)	IRAM 1762	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de capa</th> <th colspan="4">Clasificación por tránsito</th> </tr> <tr> <td></td> <th>T1</th> <th>T2</th> <th>T3</th> <th>T4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rodamiento</td> <td>≤ 20 %</td> <td>≤ 20 %</td> <td>≤ 20 %</td> <td>≤ 25 %</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de capa	Clasificación por tránsito					T1	T2	T3	T4	Rodamiento	≤ 20 %	≤ 20 %	≤ 20 %	≤ 25 %					
		Tipo de capa	Clasificación por tránsito																			
	T1	T2	T3	T4																		
Rodamiento	≤ 20 %	≤ 20 %	≤ 20 %	≤ 25 %																		
Relación vía seca-vía húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm (*)	VN E 7-65	≥ 50																				
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Determinación obligatoria																				

Ensayo	Norma	Exigencia																									
Determinación de la adherencia entre agregado y ligante (*)	IRAM 6842	≥ 95 %																									
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.																									
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente.	IRAM 1533	Determinación obligatoria																									
Absorción (*)	IRAM 1533	≤ 1,2 %																									
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio (*)	IRAM 1525	≤ 10%																									
Caras de fractura	IRAM 1851	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura (*)</th> </tr> <tr> <th>Tipo de capa</th> <th colspan="4">Clasificación por tránsito</th> </tr> <tr> <td></td> <th>T1</th> <th>T2</th> <th>T3</th> <th>T4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rodamiento</td> <td>100 %</td> <td>100 %</td> <td>≥ 90 %</td> <td>≥ 80 %</td> </tr> <tr> <td>Base</td> <td>100 %</td> <td>≥ 90 %</td> <td>≥ 80 %</td> <td>≥ 70 %</td> </tr> </tbody> </table>	Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura (*)					Tipo de capa	Clasificación por tránsito					T1	T2	T3	T4	Rodamiento	100 %	100 %	≥ 90 %	≥ 80 %	Base	100 %	≥ 90 %	≥ 80 %	≥ 70 %
		Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura (*)																									
		Tipo de capa	Clasificación por tránsito																								
			T1	T2	T3	T4																					
Rodamiento	100 %	100 %	≥ 90 %	≥ 80 %																							
Base	100 %	≥ 90 %	≥ 80 %	≥ 70 %																							
(*) Para todos los casos, el 100% de las partículas debe tener al menos una cara de fractura.																											

- (*) Para agregados tipo basálticos, se deben verificar los requisitos de la Tabla N°6.
 (†) Este ensayo sólo se hace si el pasante por el tamiz IRAM 75 µm vía húmeda es mayor de 5 %.
 (‡) Para el caso en que el ensayo arroje un valor inferior al 95 % de superficie cubierta, debe incorporarse a la mezcla asfáltica un aditivo mejorador de adherencia, que permita superar dicho valor.
 (§) En caso de que se supere el límite especificado, siempre que el agregado verifique los demás requisitos, se permite el uso del mismo considerando para estos casos el porcentaje de ligante asfáltico efectivo en lugar del porcentaje de ligante asfáltico total.
 (¶) El ensayo de Durabilidad por ataque con sulfato de sodio se hará sólo en el caso de que el ensayo de Absorción arroje un resultado superior al especificado.

Ensayo	Norma	Exigencia																				
Coeficiente de desgaste "Los Angeles"	IRAM 1532	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de capa</th> <th colspan="4">Clasificación por tránsito</th> </tr> <tr> <td></td> <th>T1</th> <th>T2</th> <th>T3</th> <th>T4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rodamiento</td> <td colspan="4">≤ 20</td> </tr> <tr> <td>Base</td> <td colspan="4">≤ 25</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de capa	Clasificación por tránsito					T1	T2	T3	T4	Rodamiento	≤ 20				Base	≤ 25			
		Tipo de capa	Clasificación por tránsito																			
			T1	T2	T3	T4																
Rodamiento	≤ 20																					
Base	≤ 25																					
Micro Deval	IRAM 1762	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de capa</th> <th colspan="4">Clasificación por tránsito</th> </tr> <tr> <td></td> <th>T1</th> <th>T2</th> <th>T3</th> <th>T4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rodamiento</td> <td colspan="4">≤ 20</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de capa	Clasificación por tránsito					T1	T2	T3	T4	Rodamiento	≤ 20								
		Tipo de capa	Clasificación por tránsito																			
	T1	T2	T3	T4																		
Rodamiento	≤ 20																					
Ensayo de ebullición para los basaltos "Sonnenbrand"	UNE-EN 1367-3	Determinación obligatoria.																				



Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Agregados Finos y Filler

Ensayo	Norma	Exigencia
Coefficiente de desgaste "Los Angeles"	IRAM 1532	La fracción gruesa de la cual proviene el agregado fino, debe cumplir las exigencias de la <i>Tabla N°4</i> y <i>Tabla N°6</i> (si corresponde) para el Coeficiente de desgaste Los Angeles.
Equivalente de arena	IRAM 1682	≥ 50 %
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm	IRAM 10501	No plástico
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm	IRAM 10501	≤ 4 %
Relación vía seca-vía húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm (*)	VN E 7-65	≥ 50 %
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.
Índice de Azul de Metileno (²)	Anexo A de la Norma UNE-EN 933-9	≤ 7 gramos/kilogramo
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente	IRAM 1520	Determinación obligatoria
Absorción (³)	IRAM 1520	≤ 1,2 %
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio (⁴)	IRAM 1525	≤ 10%

(¹) Este ensayo sólo se hace si el pasante por el tamiz IRAM 75 µm vía húmeda es mayor de 5 %.

(²) El Índice de Azul de Metileno se debe hacer sólo en caso que el Ensayo de Equivalente de Arena arroje un resultado menor a cincuenta por ciento (<50 %) y mayor o igual cuarenta y cinco por ciento (≥ 45 %).

(³) En caso de que se supere el límite especificado, siempre que el agregado verifique los demás requisitos, se permite el uso del mismo considerando para estos casos el porcentaje de ligante asfáltico efectivo en lugar del porcentaje de ligante asfáltico total.

(⁴) El ensayo de Durabilidad por ataque con sulfato de sodio se debe hacer sólo en el caso de que el ensayo de Absorción arroje un resultado superior al especificado.

TABLA 5.2_18. REQUISITOS DEL FILLER DE APORTE

Tabla N°9 - REQUISITOS DEL FILLER DE APORTE		
Ensayo	Norma	Exigencia
Granulometría	IRAM 1505	Requisitos establecidos en la <i>Tabla N°10</i>
Densidad (¹)	IRAM 1542	2,5 gr/cm³ < Densidad < 2,8 gr/cm³

(¹) Determinación mediante el uso de queroseno anhidro.

TABLA 5.2_19. REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DE LA CAL HIDRATADA

Tabla N°10 - REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DE LA CAL HIDRATADA	
Tamices	Porcentaje en peso que pasa
425 µm (N° 40)	100%
150 µm (N° 100)	>90%
75 µm (N° 200)	>75%



Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Ligantes asfálticos

■ Asfaltos Convencionales (IRAM 6835, **revisión 2018**)



Tabla 1 - Clasificación de acuerdo con la viscosidad a 60 °C

Característica	Unidad	Clase de asfalto										Método de ensayo
		CA-5		CA-10		CA-20		CA-30		CA-40		
		mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	
Viscosidad a 60 °C ⁽¹⁾	dPa s	400	800	800	1600	1600	2400	2400	3600	3600	4800	IRAM 6836 ó IRAM 6837
Viscosidad a 135 °C ⁽¹⁾	mPa s	175	-	250	-	300	-	350	-	400	-	IRAM 6836 ó IRAM 6837
Índice de Penetración de Pfeiffer ⁽²⁾	-	-1,5	+0,5	-1,5	+0,5	-1,5	+0,5	-1,5	+0,5	-1,5	+0,5	5.1
Ensayo de Oliensis (*)	-	Negativo										IRAM 6594
Solubilidad en tricloroetileno	g/100 g	99	-	99	-	99	-	99	-	99	-	5.2
Punto de inflam. Cleveland vaso abierto	°C	230	-	230	-	230	-	230	-	230	-	IRAM IAP A 6555
Ensayo sobre el residuo de pérdida por calentamiento – RTFOT												IRAM 6839
Índice de durabilidad (**)	-	-	3,0	-	3,0	-	3,0	-	3,0	-	3,0	5.3
Ductilidad del residuo a 25 °C., 5 cm/min	cm	100	-	75	-	50	-	50	-	25	-	IRAM 6579

Si da positivo, determinar % Xileno-Heptano

Se aumenta el ID a 3.5 máximo



- (1) En caso de discrepancia se tomará como válida la viscosidad obtenida con el aparato Brookfield.
- (2) Se adjunta la tabla de los valores del índice de Pfeiffer y la fórmula para obtener dichos valores. En caso de discrepancias, se toma el valor obtenido por fórmula.
- (3) Índice de durabilidad = Viscosidad del asfalto envejecido a 60 °C (Brookfield o capilar) / Viscosidad original a 60 °C (Brookfield o capilar); ambas medidas por el mismo método.

Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Ligantes asfálticos (cont.)

- Asfaltos Modificados (IRAM 6596, **revisión 2016**)



Ensayo	Uni	Ensayo	AM1	AM2	AM3	AM4
ASFALTO ORIGINAL						
Penetración 25°	0.1mm	IRAM 6576	20-40	50-80	50-80	120-150
R&B	°C	IRAM115	>60	>60	>65	>60
Punto Fraass	°C	IRAM 6831	<-5	<-10	<-12	<-15
Viscosidad Brookfield a 170 ^a C	cP	IRAM 6837	Se informa			
Estabilidad al almacenamiento						
Diferencia R&B	°C	IRAM 115	<5	<5	<5	<5
Diferencia pen. (25°C)	0.1mm	IRAM 6576	<8	<10	<10	<15
Recup. elástica 25°C tors.	%	IRAM 6830	>10	>40	>70	>60
Punto de inflamación v/a	°C	IRAM 6555	>230	>230	>230	>230
RESIDUO RTFOT						
Variación de masa	%	IRAM 6582	<1	<1	<1	<1
Penetración 25°C	% p.o.	IRAM 6576	>70	>65	>65	>60
Variación R&B	°C	IRAM 115	-5/+10	-5/+10	-5/+10	-6/+10



Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Condiciones de dosificación

■ Husos granulométricos (CAC y CAS)

Tamices	Porcentaje en peso que pasa ⁽¹⁾	
	12 ⁽²⁾	19 ⁽²⁾
25 mm (1")	---	100
19 mm (¾")	100	83-100
12,5 mm (½")	80-95	---
9,5 mm (3/8")	72-87	60-75
4,75 mm (N° 4)	47-65	42-60
2,36 mm (N° 8)	30-50	29-47
600 µm (N° 30)	16-30	15-29
300 µm (N° 50)	12-23	11-21
75 µm (N°200)	5-8	4-8

(1) Si existe una diferencia entre las densidades de las fracciones utilizadas superior a 0,2 g/cm³, la distribución granulométrica debe evaluarse y ser ajustada en volumen.

(2) Se coloca solo la parte de la nomenclatura vinculada al esqueleto granular (tamaño máximo nominal).



Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Condiciones de dosificación (cont.)

■ Criterios (CAC y CAS)

Parámetro	Exigencia																								
Ensayo Marshall (IRAM 6845)	N° golpes por cara ⁽¹⁾	75																							
	Estabilidad	> 10 kN																							
	Relación Estabilidad-Fluencia ⁽²⁾	2,5 - 4,5 kN/mm																							
	Vacios en la mezcla ⁽³⁾	3 - 5 %.																							
	Vacíos del agregado mineral (VAM) ⁽²⁾	<table border="1"> <tr> <td>Tamaño máximo nominal del agregado pétreo</td> <td>VAM</td> </tr> <tr> <td>TMN 19 mm</td> <td>≥ 14 %</td> </tr> <tr> <td>TMN 12 mm</td> <td>≥ 15 %</td> </tr> </table>	Tamaño máximo nominal del agregado pétreo	VAM	TMN 19 mm	≥ 14 %	TMN 12 mm	≥ 15 %																	
		Tamaño máximo nominal del agregado pétreo	VAM																						
TMN 19 mm		≥ 14 %																							
TMN 12 mm	≥ 15 %																								
Relación Betún-Vacios (RBV)	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Tipo de capa</td> <td colspan="4">RBV (%)</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Clasificación por tránsito</td> </tr> <tr> <td></td> <td>T1</td> <td>T2</td> <td>T3</td> <td>T4</td> </tr> <tr> <td>Rodamiento</td> <td>65 - 75</td> <td>65 - 75</td> <td>65 - 78</td> <td>65 - 78</td> </tr> <tr> <td>Base</td> <td>68 - 78</td> <td>68 - 78</td> <td>70 - 80</td> <td>70 - 80</td> </tr> </table>	Tipo de capa	RBV (%)				Clasificación por tránsito					T1	T2	T3	T4	Rodamiento	65 - 75	65 - 75	65 - 78	65 - 78	Base	68 - 78	68 - 78	70 - 80	70 - 80
Tipo de capa	RBV (%)																								
	Clasificación por tránsito																								
	T1	T2	T3	T4																					
Rodamiento	65 - 75	65 - 75	65 - 78	65 - 78																					
Base	68 - 78	68 - 78	70 - 80	70 - 80																					
Resistencia conservada mediante el ensayo Lottman modificado (ASTM D 4867 o AASHTO T 283)	> 80 %																								
Evaluación de la resistencia al ahueamiento "Wheel Tracking Test" (Norma UNE-EN 12697-22 – Procedimiento B) ⁽⁴⁾	Requisitos establecidos en la <i>Tabla N°13</i> .																								
Contenido mínimo de Cal Hidratada, en peso sobre total del esqueleto granular	1 %.																								
Proporciones máximas en volumen de Filler en mezclas (IRAM 1542)	Para ligante asfáltico tipo convencional: Cv/Cs ≤ 1,0 Para ligante asfáltico tipo modificado: Cv/Cs ≤ 1,1 Se limita la proporción relativa de rellenos minerales de aporte cuya concentración crítica sea inferior a 0,22 (Cs<0,22) a un máximo de 2% en peso de la mezcla.																								

⁽¹⁾ Para ligantes asfálticos convencionales, los rangos de temperatura de mezclado y compactación de la mezcla asfáltica en laboratorio deben ser los que permitan verificar los siguientes rangos de viscosidad rotacional (determinada a partir de la metodología descrita en la Norma IRAM 6837):

- Mezclado: 1,7 dPa*seg ± 0,2 dPa*seg
- Compactación: 2,8 dPa*seg ± 0,3 dPa*seg

Para ligantes asfálticos modificados, la temperatura de compactación para la elaboración de las probetas Marshall debe estar comprendida dentro del rango 160°C – 165 °C; o bien la recomendada por el proveedor del ligante asfáltico.

Para mezclas del tipo CAS, las temperaturas de mezclado y de compactación son especificadas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

⁽²⁾ Sólo aplica a concretos asfálticos elaborados con ligante asfáltico convencional.



APC

ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Recomendaciones de fabricación: Plantas

Característica	Requisitos
Capacidad de producción	Se deberá indicar en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.
Calibración de la planta	El Contratista debe presentar un informe escrito detallado de la calibración de cada elemento de la planta actualizado y previa a la ejecución del tramo de prueba.
Alimentación de agregados pétreos	Cantidad de silos de dosificación en frío al menos igual al número de fracciones de los áridos que componen la fórmula de obra adoptada. Contar con dispositivos que eviten la contaminación de las distintas fracciones entre tolvas. Durante la producción cada tolva en uso debe mantenerse con material entre el 50% y el 100% de su capacidad. Debe contar con zaranda de rechazo de agregados que excedan el tamaño máximo.
Almacenamiento y alimentación de ligante asfáltico	Debe poder mantener la temperatura de empleo. Debe contar con recirculación constante. El sistema de calefacción debe evitar sobrecalentamientos. Debe contar con elementos precisos para calibrar la cantidad de ligante asfáltico que se incorpora a la mezcla.
Alimentación de filler de aporte	Debe disponer de instalaciones para el almacenamiento y adición controlada a la mezcla. El filler de aporte debe ser incorporado a través de silos independientes de los silos en frío para áridos.
Calentamiento y mezclado	Debe posibilitar la obtención de una mezcla homogénea, con las proporciones ajustadas a la respectiva fórmula de trabajo y a la temperatura adecuada para el transporte y colocación. Debe evitar sobrecalentamientos que afecten los materiales. Debe posibilitar la difusión homogénea del ligante asfáltico. El proceso de calentamiento no debe contaminar con residuos de hidrocarburos no quemados a la mezcla. La temperatura máxima de la mezcla no debe exceder de 185° C en el caso de ligantes modificados y de 170° C en el caso de ligantes convencionales.
Almacenamiento y descarga de la mezcla	Tanto en el almacenamiento como en la descarga de la mezcla asfáltica debe evitarse la separación de materiales (segregación de materiales) y la pérdida de temperatura localizada en partes de la mezcla (segregación térmica).
Emisiones	Debe contar con elementos que eviten la emisión de polvo mineral a la atmósfera.



Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Recomendaciones para el transporte

Característica	Requisitos
Capacidad de transporte	El número y capacidad de los camiones deben ser acordes al volumen de producción de la planta asfáltica.
Caja de transporte	<p>Debe rociarse con un producto que evite la adherencia de la mezcla asfáltica a la caja de los camiones. Por ejemplo lechada de agua y cal, solución de agua jabonosa o emulsión siliconada antiadherente.</p> <p>No debe emplearse a este fin agentes que actúen como solventes del ligante asfáltico.</p> <p>La forma y altura debe ser tal que, durante la descarga en la terminadora, el camión sólo toque a ésta a través de los rodillos provistos al efecto.</p>
Cubierta de protección	La caja de los camiones de transporte debe cubrirse con elementos (lona o cobertor adecuado) que impidan la circulación de aire sobre la mezcla. Dicha cubierta debe alcanzar un solape mínimo con la caja, tanto lateral como frontalmente, de 0,30 m. Deben mantenerse durante el transporte debidamente ajustados a la caja. Esta condición debe observarse con independencia de la temperatura ambiente. No se admite el empleo de coberturas que posibiliten la circulación del aire sobre la mezcla (tipo media sombra).



Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Recomendaciones de colocación

Característica	Requisitos
Sensores de uniformidad de distribución	Debe contar con equipamiento que permita tomar referencias altimétricas destinada a proveer regularidad en la superficie de la mezcla distribuida.
Alimentación de la mezcla	Debe poder abastecer de mezcla asfáltica a la caja de distribución en la forma más constante posible.
Operación de distribución transversal de la mezcla	Los tornillos helicoidales deben tener una extensión tal que lleguen a 0,10-0.20 metros de los extremos de la caja de distribución, exceptuando el empleo en ensanches para terminadoras con plancha telescópica. Debe procurarse que el tornillo sin fin gire en forma lenta y lo más permanentemente posible. La mezcla debe mantener una altura uniforme dentro de la caja de distribución, coincidente con la posición del eje de los tornillos helicoidales.
Caja de distribución	La porción de la caja de distribución que excede el chasis de la extendedora debe contar con cierre frontal. En tanto que la parte inferior del dispositivo, debe contar con una cortina de goma que alcance la superficie de la calzada durante la operación de distribución.
Tornillos helicoidales	Se debe procurar que la altura del tornillo sin fin sea tal que su parte inferior se sitúe a no más de 2,5 veces el espesor de colocación de la capa.
Plancha	La posición altimétrica de la planta debe poder ser regulada en forma automática mediante sensores referenciados a la capa de base u otro medio que permita distribuir la mezcla con la mayor homogeneidad del perfil longitudinal. El calentamiento de la plancha debe ser homogéneo, evitando sobrecalentamientos localizados de la misma.
Homogeneidad de la distribución	El equipo debe poder operar sin que origine segregación ni arrastre de materiales. Debe poder regularse de modo que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos del Proyecto.
Operación	El avance se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad a la producción de la planta, de modo de reducir las detenciones al mínimo posible. En caso de detención, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin distribuir, en la tolva de la terminadora y en la caja de distribución, no descienda de la indicada para el inicio de la compactación. En caso contrario, se ejecutará una junta transversal y se desechará la mezcla defectuosa.



Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Recomendaciones de compactación

Característica	Requisitos
Número y tipo de equipo	El número y las características de los equipos de compactación deben ser acordes a la superficie y espesor de mezcla que se debe compactar.
Operación	<p>La operación debe ser en todo momento sistemática y homogénea, acompañando el avance de la terminadora.</p> <p>El peso estático de los equipos o la vibración producida no debe producir la degradación granulométrica de los agregados pétreos.</p> <p>Deben poder invertir la marcha mediante una acción suave.</p> <p>Deben poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimiento de la mezcla asfáltica.</p> <p>Debe evitarse la detención prolongada de los equipos sobre la mezcla caliente.</p>
Condiciones de operación	<p>Los rodillos metálicos deben mantener húmeda la superficie de los cilindros, sin excesos de agua.</p> <p>Los rodillos neumáticos deben contar con protecciones de lona u otro material de modo de generar recintos que eviten el enfriamiento de los neumáticos. Tales elementos deben extenderse en la parte frontal y lateral de cada conjunto de neumáticos y alcanzar la menor altura posible respecto de la superficie de la mezcla que se compacta.</p>



Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Recomendaciones de compactación (cont.)

Parámetro	Condición
Secuencia	El empleo de los equipos de compactación debe mantener la secuencia de operaciones que se determinó previamente en el respectivo tramo de prueba y ajuste del proceso de distribución y compactación.
Temperatura de la mezcla	Debe estar comprendido entre el rango de temperatura de la Tabla N° 7 ó de lo recomendado por el proveedor del ligante asfáltico entregado.
Operación	Los rodillos deben llevar su rueda motriz del lado más cercano a la terminadora; a excepción de los sectores en rampa en ascenso, donde puede invertirse. Los cambios de dirección se deben realizar sobre mezcla ya compactada, y los cambios de sentido se deben efectuar con suavidad. Los rodillos metálicos de compactación deben estar siempre limpios y húmedos.



Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Plan de control de calidad

- Sobre materiales (agregados, ligantes)

TABLA 5.2_32. PLAN DE ENSAYOS SOBRE EL LIGANTE ASFÁLTICO CONVENCIONAL

Parámetro	Método	Frecuencia
Viscosidad rotacional a 60°C	IRAM 6837	Cada equipo
Resto de los parámetros contemplados en la Norma IRAM-IAPG A 6835 (1)	---	Trimestral

(1) El método de ensayo de cada parámetro se indica en la Norma.

- Sobre mezcla terminada x lote de producción (fijación de tolerancias)



Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Controles sobre obra terminada

- % vacíos
- Espesores, ancho
- Regularidad y textura superficial

TABLA 5.2_37. REQUISITOS DE IRI

Porcentaje de hectómetros [%]	Requisitos
50	IRI < 1,5 m/km
80	IRI < 1,8 m/km
100	IRI < 2,0 m/km

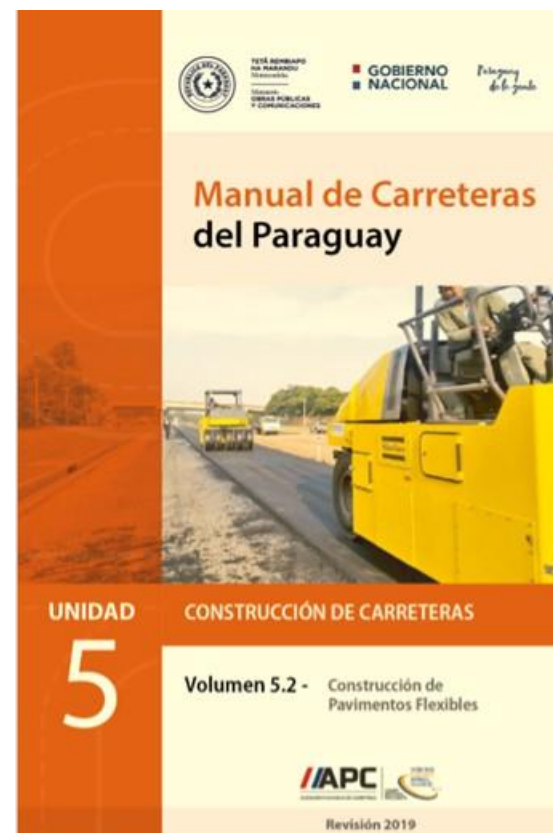
TABLA 5.2_38. REQUISITO DE MACROTEXTURA SUPERFICIAL INICIAL

Característica	Norma	Rango de resultado
Macrotectura (Círculo de arena)	IRAM 1850	Promedio del lote > 0,45 mm Desvío estándar < 0,15 mm



Alcance de la presentación

- Mezclas asfálticas en caliente y semicalientes densas
- Idem con aporte de RAP



Mezclas asfálticas en Caliente con aporte de RAP

Ambito de aplicación:

■ Definición de RAP

- Se define al RAP como Pavimento Asfáltico Reciclado. A los efectos de la presente especificación, incluye a todo material procedente de la disgregación, por fresado o trituración, de mezcla asfáltica elaborada sin fibras y con ligante asfáltico convencional.
- El RAP está compuesto por agregados cubiertos de ligante asfáltico convencional envejecido.

■ Ejemplos

CAC D R/B TMN R XX CA-YY

CAC D 19 R 20 CA 30 o CAC D12 R20 CA 20



Mezclas asfálticas en Caliente con aporte de RAP

Aprovisionamiento y acopio



TABLA 5.2_50. REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DEL RAP

Característica	Requisitos
Procedencia	<p>El RAP debe provenir de mezclas asfálticas elaboradas con ligante asfáltico convencional, ya sea del pavimento existente en la obra a rehabilitar o de un acopio de otro origen. El mismo debe cumplir con las exigencias de la presente especificación técnica. El RAP debe tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia del mismo.</p> <p>Del agregado pétreo del RAP debe provenir de rocas sanas y no debe ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química.</p> <p>Tampoco deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.</p>
Acopios de RAP	<p>Cada fracción de RAP debe estar caracterizada, según indica el Numeral 5.2.2.2.9. Control de procedencia, caracterización y homogeneidad de los acopios del RAP, y debe ser homogénea, según indica el numeral 5.2.2.2.9. (I.3.). Control de procedencia, caracterización y homogeneidad de los acopios del RAP. Cada fracción se debe identificar. Se debe acopiar en forma separada el RAP proveniente de diferentes orígenes y/o tipos de mezclas asfálticas.</p> <p>El número mínimo de fracciones debe ser de uno (1). El Supervisor de Obra puede exigir un mayor número de fracciones, si lo estima necesario, para cumplir las tolerancias exigidas en el numeral 5.2.2.2.4. (H) Husos granulométricos.</p> <p>Cada fracción de RAP se debe acopiar separada de las demás, para evitar contaminaciones. Los acopios se deben disponer sobre zonas consolidadas o pavimentadas para evitar la contaminación con suelo. Si se dispusieran sobre el terreno natural, no se deben utilizar los quince centímetros (15 cm) inferiores. Los acopios no deben tener forma cónica ni una altura superior a tres metros (3 m); asimismo, cada uno no debe tener más de doscientas veinte (220) toneladas. El terreno debe tener pendientes no inferiores al dos y medio por ciento (2,5 %) para el drenaje. Los acopios de RAP deben mantenerse cubiertos (al resguardo de las lluvias), permitiendo la circulación de aire.</p> <p>Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de RAP, estas partidas se deben acopiar por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se debe aplicar cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia del RAP, lo cual obliga al estudio de una nueva Fórmula de Obra. El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Supervisor de Obra, debe fijar el volumen mínimo de acopios antes de iniciar las obras. El tiempo de almacenamiento en acopio del RAP debe ser el mínimo posible, para evitar que el contenido de humedad del RAP aumente excesivamente, de todas maneras, dicho volumen no debe ser inferior al correspondiente a dos (2) días de trabajo con la producción prevista. Los acopios deben estar limpios, exentos de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar la durabilidad de la mezcla o capa con ellos eventualmente ejecutada.</p>



APC

ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

Mezclas asfálticas en Caliente con aporte de RAP

Ligante resultante: definiciones

■ Definición de Ligante Resultante

- Se define como ligante resultante, al ligante asfáltico recuperado de la mezcla asfáltica reciclada, el cual es la combinación del asfalto virgen, el asfalto aportado por el RAP y del eventual uso de algún agente rejuvenecedor.
- El objetivo es contar **al inicio de la vida en servicio del pavimento reciclado con un valor de viscosidad del ligante asfáltico similar al de un pavimento convencional**



+



+

Rejuvenecedor

=

Ligante
resultante



Mezclas asfálticas en Caliente con aporte de RAP

Ejemplo

Parámetro	Unidad	RAP
Contenido de ligante	%	3,9
Viscosidad a 60 °C (S28, 1 RPM)	dP*seg	13800
Viscosidad a 135 °C (S28, 1 RPM)	dP*seg	8,1

Mezcla
virgen
(70 %)

RAP
(30 %)

Aridos
(66,07 %)

Asfalto
(3,93 %)

Asfalto
(1,17 %)

Aridos
(28,83 %)

**Asfalto resultante
(5,1 %)**

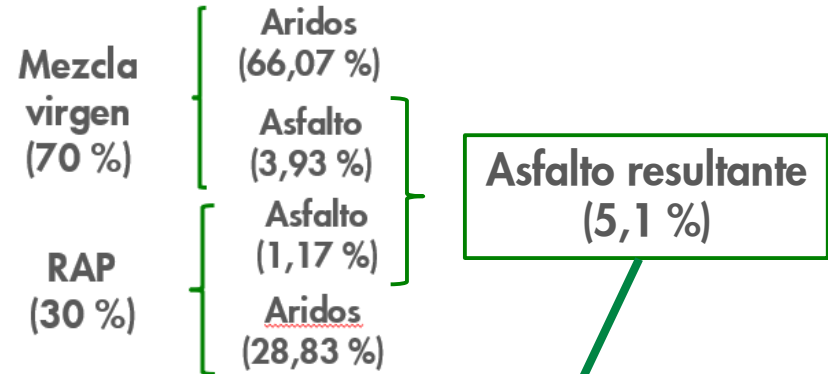
Parámetro	Unidad	Asfalto recuperado de Mezcla convencional con AC-30
Contenido de ligante	%	5,1
Viscosidad a 60 °C (S28, 1 RPM)	dP*seg	5820



Mezclas asfálticas en Caliente con aporte de RAP

Ejemplo

Parámetro	Unidad	RAP
Contenido de ligante	%	3,9
Viscosidad a 60 °C (S28, 1 RPM)	dP*seg	13800
Viscosidad a 135 °C (S28, 1 RPM)	dP*seg	8,1

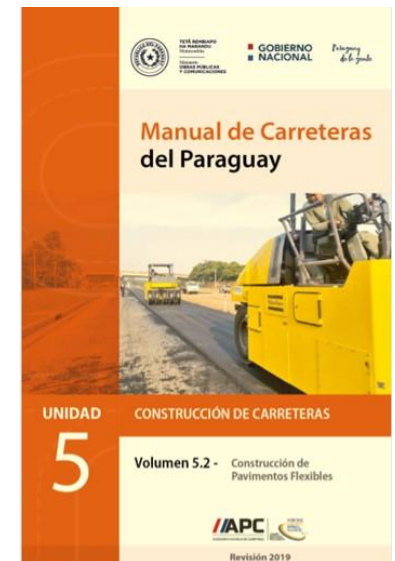


Parámetro	Unidad	Asfalto recuperado de Mezcla convencional con AC-30	Mezcla con 30 % RAP (77,1 % AC-30 + 22,9 % asfalto RAP)
Contenido de ligante	%	5,1	5,1
Viscosidad a 60 °C (S28, 1 RPM)	dP*seg	5820	6900 < 10800 (3600x3)



Conclusiones y recomendaciones

- Se cuenta con una primera versión del Manual, que incluye todas las unidades de obra con materiales asfálticos
- Este debe ser un documento “vivo”, que incorpore cambios que surjan de su aplicación
- A futuro:
 - Incorporar mezclas asfálticas especiales (micros, drenantes, SMA)
 - Incorporar uso de emulsiones para riego de imprimación, evitando el uso de cutbacks
 - CPA continuará colaborando con el upgrade en caso de ser necesario



Preguntas?



 **APC**

ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

Q&A

Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Ligantes asfálticos (cont.)



■ Emulsiones Convencionales (IRAM 6691, revision 2018)

Características	Unidad	Requisitos																				Método de ensayo
		Rotura rápida						Rotura media				Rotura lenta		Superestable		Imprimación		Rotura controlada		Reciclado en frío		
		CRR-0		CRR-1		CRR-2		CRM-1		CRM-2		CRL		CRS		CI		CRC		CRF		
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
Viscosidad Saybolt Furol a	25 °C	-	50	-	50	-	-	20	-	-	-	-	50	-	50	-	-	-	50	-	35	IRAM 6721
	50 °C	-	-	-	-	20	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	200	-	-	-	-	
Residuo asfáltico de destilación (*)	g/100 g	57	-	62	-	65	-	60	-	60	-	60	-	60	-	40	-	60	-	60	-	IRAM 6719
Hidrocarburos destilables	ml/100 ml	-	3	-	3	-	3	-	-	-	12	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	IRAM 6719
Contenido de agua	g/100 g	-	43	-	38	-	35	-	40	-	40	-	40	-	40	-	60	-	40	-	40	IRAM 6719
Asentamiento	g/100 g	-	5	-	5	-	5	-	5	-	12	-	5	-	5	-	15	-	5	-	10	IRAM 6716
Residuo sobre tamiz IRAM 850 µm	g/100 g	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	IRAM 6717 y 6.1
Recubrimiento y resistencia al agua (**)	-	80	-	80	-	80	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	IRAM 6679
Mezcla con cemento	g/100 g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	2	IRAM 6718
Mezcla con arena silíceo y agua (**)	-	-	-	-	-	-	-	Debe cumplir el ensayo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.3
Mezcla de lechada asfáltica para clima cálido (**)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Debe cumplir el ensayo	-	-	-	-	-	-	6.3
Carga de partículas	-	Positiva																				IRAM 6690

(*) El residuo obtenido de acuerdo a la IRAM 6719 se utiliza posteriormente para realizar los ensayos descritos en la tabla 2.

(**) En el caso que se proyecten tratamientos superficiales y estabilizaciones de arena es aconsejable realizar estos ensayos con el agregado de obra, en condiciones similares a las que existirán en ella, en cuanto a las condiciones de mezclado y climáticas.



Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Ligantes asfálticos (cont.)

■ Emulsiones Convencionales (IRAM 6691, revision 2018, cont.)



Características	Unidad	Requisitos																Método de ensayo				
		Rotura rápida						Rotura media				Rotura lenta	Superestable	Imprimación	Rotura controlada		Reciclado en frío					
		CRR-0		CRR-1		CRR-2		CRM-1		CRM-2		CRL	CRS	CI		CRC			CRF			
		Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.		Min.	Máx.		
Viscosidad a 60 °C (1)	dPa.s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Se informa	-	-	-	-	IRAM 6837	
Penetración del residuo a 25 °C	0,1 mm	Tipo d																		IRAM 6576		
		45	70	45	70	45	70	45	70	-	-	45	70	45	70	-	-	45	70		45	70
		Tipo intermedio																				
		70	100	70	100	70	100	70	100	-	-	70	100	70	100	-	-	70	100		70	100
		Tipo b																				
		100	200	100	200	100	200	100	200	-	300	100	200	100	200	-	-	100	200		135	200
Ductilidad a 25 °C	cm	80	-	80	-	80	-	80	-	50	-	80	-	80	-	40	-	80	-	80	-	IRAM 6579
Solubilidad en tricloroetileno (IRAM 41081)	g/100 g	95	-	95	-	95	-	95	-	95	-	95	-	95	-	95	-	95	-	95	-	IRAM 6585
Ensayo de Oliensis	-	Negativo																		IRAM 6594		

(1) Si bien el método de referencia es el de la IRAM 6837, para mediciones de viscosidad en obra se puede utilizar el método de la IRAM 6836.



Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Ligantes asfálticos (cont.)

- Emulsiones Modificadas (IRAM 6698, revisión 2015)



Características		Unidad	Requisitos													Método de Ensayo	
			Rotura Rápida						Rotura Media		Rotura Lenta		Rotura Superestable		Rotura Controlada		
			CRR Om		CRR 1m		CRR 2m		CRM m		CRLm		CRSm		CRCm		
			Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín		Máx
Viscosidad Saybolt Furol	25 °C	s	20													IRAM 6721	
	50 °C				20		40		20			50		50			50
Residuo asfáltico por destilación		g/100 g	57		63		67		60		60		60		60	IRAM 6719	
Hidrocarburos destilados		ml/100 ml		5		5		3		12						IRAM 6719	
Contenido de agua		g/100 g		43		37		33		40		40		40		40	IRAM 6719
Asentamiento		g/100 g		5		5		5		5		5		5		5	IRAM 6716
Residuo tamiz IRAM 850 um		g/100 g		0,1		0,1		0,1		0,1		0,1		0,1		0,1	IRAM 6717 5,1
Recubrimiento y resistencia al agua		-	80		80		80		30								IRAM 6679
Mezcla con cemento		g/100 g										2(*)		2(*)		2(*)	IRAM 6718
Mezcla con arena silicea y agua									Podrá cumplir el ensayo		Cumplirá el ensayo						6,3
Mezcla de lechada asfáltica en clima cálido													Cumplirá el ensayo				6,4
Carga de partículas			Positiva													IRAM 6690	



Mezclas asfálticas en Caliente y Semicalientes

Ligantes asfálticos (cont.)

- Emulsiones Modificadas (IRAM 6698, revisión 2015, cont.)



Características	Unidad	CRR 0m		CRR 1m		CRR 2m		CRM m		CRLm		CRSm		CRCm		Método de ensayo
		Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	
Penetración (*)	0,1 mm	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	IRAM 6576
		100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	
Punto de Ablandamiento	°C	50		50		50	-	40	-	50		50	-	50	-	IRAM 6841
		40		40		40	-	40	-	45		45	-	40	-	
Ductilidad a 5 °C	cm	10	-	10	-	10	-	10	-	10	-	10	-	10	-	IRAM 6579
Recuperación elástica torsional	%	12	-	12	-	12	-	12	-	12	-	12	-	12	-	IRAM 6830
Solubilidad en 1,1,1 tricloroetano	g/100 g	95	-	95	-	95	-	95	-	95	-	95	-	95	-	IRAM 6585 5.2
Ensayo de Oliensis		Negativo														IRAM 6594

(*) A las emulsiones modificadas con menor penetración en el residuo, luego del ensayo de evaporación se añadira la letra "d".

